

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS
AMBIENTALES**



**“BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS DURANTE EL
PROCESO DE COMPOSTAJE DE ESTIÉRCOL VACUNO Y
HOJARASCA EN UN ÁREA URBANA”**

**Presentada por:
KELVIN REYES PINTO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE *DOCTORIS PHILOSOPHIAE*
EN INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

Lima - Perú

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS
AMBIENTALES**

**“BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS DURANTE EL
PROCESO DE COMPOSTAJE DE ESTIÉRCOL VACUNO Y
HOJARASCA EN UN ÁREA URBANA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
Doctoris Philosophiae (Ph.D.)**

Presentada por:

KELVIN REYES PINTO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dra. Lía Ramos Fernández
PRESIDENTE

Dr. Víctor Meza Contreras
ASESOR

Dr. Oscar Loli Figueroa
MIEMBRO

Dr. Julio César Alegre Orihuela
MIEMBRO

Dr. Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

Con eterna gratitud a Domus Consultoria Ambiental S.A.C.

A mis padres Victoria y Enrique.

A mi esposa Silvana por su constante apoyo y confianza.

A mis hijos Sofía y Santiago.

Kelvin.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a las siguientes personas e instituciones, que de una u otra forma han colaborado en la realización del presente trabajo:

Al Dr. Victor Meza , por su orientación apoyo y dedicación brindada a lo largo del desarrollo del proyecto y especialmente en la dirección del presente estudio.

A los Doctores Julio Alegre, Warren Reátegui, Oscar Loli, Lía Ramos, Lorgio Valdiviezo y Juan Román por su consejo y apoyo.

Al personal de campo (Luz Casaño, Joel Cuadrado y Julio Zavala de Domus Consultoria Ambiental S.A.C.), laboratorio (Angel Norabuena de ANOBA LAB S.A.C. y Claudia Valencia del Laboratorio Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la UNALM) y gabinete (Iraida Zavala, Renzo Azaña, Mariella Zavala y Angie Galindo de Domus Consultoria Ambiental S.A.C.; Orlando Advincula y Carlos López de Castilla de la UNALM).

A todos ellos muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS EN COMPOST.....	4
2.1.1	Extracción de metales pesados en compost con DTPA	7
2.1.2	Extracción de metales pesados en compost con agua	9
2.2	PROCESO DE COMPOSTAJE Y METALES PESADOS	12
2.3	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE METALES PESADOS Y PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	22
2.4	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS METALES PESADOS	29
2.5	INTERACCIONES ENTRE METALES PESADOS Y LAS FRACCIONES ORGÁNICAS	31
2.6	ESTIÉRCOL VACUNO Y LOS METALES PESADOS.....	34
2.7	HOJARASCA URBANA Y LOS METALES PESADOS	37
2.8	SUSTANCIAS HÚMICAS Y LOS METALES PESADOS	38
2.9	MICROORGANISMOS DURANTE EL COMPOSTAJE Y LOS METALES PESADOS	44
2.10	MICROORGANISMOS BENÉFICOS Y EL COMPOSTAJE	51
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	52
3.1	LUGAR DE EJECUCIÓN	52
3.2	MATERIALES	53
3.2.1	Etapa de caracterización	53
3.2.2	Etapa de evaluación.....	54
3.3	MÉTODOS.....	70
3.3.1	Etapa de caracterización	70
3.3.2	Etapa de evaluación.....	77
3.4	RESUMEN DE PARÁMETROS ANALIZADOS Y LABORATORIOS EMPLEADOS EN AMBAS ETAPAS	101
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA ETAPA DE EVALUACIÓN	103
3.5.1	Tipo de diseño experimental.....	103
3.5.2	Tratamientos	104
3.5.3	Variables.....	104
3.5.4	Análisis de las variables	106
3.5.5	Prueba paramétrica – Análisis de varianza (ANOVA)	106
3.5.6	Prueba no paramétrica: Kruskal-Wallis	106

3.5.7	Análisis del factorial inoculación de microorganismos benéficos (CMB) y no inoculación de microorganismos benéficos (SMB)	108
3.5.8	Coefficiente de Pearson	109
3.5.9	Análisis de ordenación no restringida con examen de componentes principales.....	109
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	110
4.1	ETAPA DE CARACTERIZACIÓN.....	110
4.1.1	Variables físico químicas.....	110
4.1.2	Metales pesados y elementos traza de interés.....	111
4.2	ETAPA DE EVALUACIÓN.....	113
4.2.1	Variables fisicoquímicas	113
4.2.2	Variables microbiológicas	131
4.2.3	Metales pesados y elementos traza de interés.....	149
4.2.4	Análisis estadístico de las variables primarias y secundarias de la etapa de evaluación.....	186
V.	CONCLUSIONES	189
VI.	RECOMENDACIONES.....	194
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	197
VIII.	ANEXOS	217

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Listado de medios químicos empleados para determinar biodisponibilidad de metales pesados en compost	6
Cuadro 2:	Comportamiento de los metales pesados extraídos con agua o DTPA durante el proceso de compostaje	11
Cuadro 3:	Concentración máxima (mg kg^{-1}) de metales pesados en compost y biosólidos en la normatividad internacional seleccionada	24
Cuadro 4:	Límites máximos (mg.kg^{-1}) de metales pesados en abonos, fertilizantes orgánicos sólidos o biosólidos de los lodos generados en las PTAR en el Perú 25	25
Cuadro 5:	Estándares de calidad ambiental para suelo en Perú.....	25
Cuadro 6:	Parámetros inorgánicos de los metales pesados y elementos traza de interés de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua para riego de vegetales en Perú – D1 Riego de cultivos de tallo alto y bajo	26
Cuadro 7:	Requisitos microbiológicos para los productos orgánicos y orgánicos minerales empleados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo de origen no pedogénico o biosólidos de los lodos generados en las PTAR	27
Cuadro 8:	Parámetros microbiológicos de interés de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua para riego de vegetales en Perú – D1 Riego de cultivos de tallo alto y bajo	27
Cuadro 9:	Parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de compost en Chile 28	28
Cuadro 10:	Tasa máxima anual de contaminantes para aplicación de biosólidos en el Perú 28	28
Cuadro 11:	Cantidades máximas de aplicación de compost en diferentes usos, los cuales requieren etiquetado en Austria	29
Cuadro 12:	Resumen de las características más relevantes de los metales pesados y elementos traza de interés en suelos.....	30
Cuadro 13:	Concentración de metales pesados en estiércol de ganado en Europa (Proyecto AROMIS) y China (mg kg^{-1} de materia sólida seca)	36
Cuadro 14:	Principales características analíticas de los ácidos fúlvicos y húmicos.	41
Cuadro 15:	Resumen de la sucesión microbiana.....	46
Cuadro 16:	Bacterias, actinomicetos y hongos indentificados en un compost a base de pulpa de café, estiércol de ganado vacuno, rastrojo de plátano y hojarasca.47	47
Cuadro 17:	Condiciones culturales usadas para caracterizar la población microbial del lodo de curtiembre compostado	49
Cuadro 18:	Contabilidad microbial durante el compostaje de lodo de curtiembre (expresado como unidad formadora de colonia en gramos de material fresco) 50	50
Cuadro 19:	Contabilidad microbial durante el compostaje de lodo de curtiembre (expresado como unidad formadora de colonia en gramos de material fresco) 50	50
Cuadro 20:	Valores promedio de la caracterización físico química de los materiales crudos (hojarasca y estiércol) empleados en el compostaje	57
Cuadro 21:	Planilla de la caracterización de la concentración total de metales y variables microbiológicas del agua de regadío empleado durante el proceso de compostaje	61

Cuadro 22:	Planilla comparativa de la concentración total de metales pesados y/o elementos traza de los materiales crudos durante el inicio y final proceso de compostaje.....	62
Cuadro 23:	Planilla de balance de masas.....	63
Cuadro 24:	Análisis microbiológico de la solución de microorganismos benéficos activados.....	69
Cuadro 25:	Metodología del análisis de los parámetros fisicoquímicos de la etapa de caracterización.....	74
Cuadro 26:	Metodología analítica de los metales pesados y elementos traza de interés y variables fisico químicas de la etapa de evaluación.....	82
Cuadro 27:	Variables, método y protocolos del análisis microbiológico en la Etapa de Evaluación.....	94
Cuadro 28:	Parámetros registrados y cronología de muestreo en cada etapa de la investigación.....	102
Cuadro 29:	Tratamientos de la investigación.....	104
Cuadro 30:	Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas con inoculación de microorganismos benéficos (CMB) y sin inoculación (SMB).....	148
Cuadro 31:	Valores de la Correlación de Pearson entre variables primarias y los AH con significancia sin influencia del factorial inoculación.....	187
Cuadro 32:	Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de la concentración total de los metales pesados o elementos traza de interés.....	218
Cuadro 33:	Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de la concentración extraída con DTPA de los metales pesados o elementos traza de interés.....	219
Cuadro 34:	Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de la concentración extraída con agua desionizada de los metales pesados o elementos traza de interés.....	219
Cuadro 35:	Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de las variables secundarias fisicoquímicas.....	220
Cuadro 36:	Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de las variables secundarias microbiológicas.....	221
Cuadro 37:	Variables fisico químicas del compost de estiércol vacuno y rastrojo vegetal	256
Cuadro 38:	Variables fisico químicas del compost de compost de hojarasca.....	256
Cuadro 39:	Concentración de los Metales y Elementos Traza del Producto del Compost de Estiércol Vacuno y Rastrojo Vegetal.....	257
Cuadro 40:	Concentración de los Metales y Elementos Traza del Producto del Compost de Hojarasca.....	257
Cuadro 41:	Registros promedio de las variables fisicoquímicas durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas(SMB).	259
Cuadro 42:	Variables microbiológicas de los microorganismos no patógenos durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	260
Cuadro 43:	Variables microbiológicas de los microorganismos patógenos durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	261
Cuadro 44:	concentración total promedio de metales pesados y elementos traza de interés (mg kg^{-1}) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	262

Cuadro 45:	Concentración promedio de metales pesados y elementos traza de interés extraídos con DTPA (mg kg^{-1}) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).....	263
Cuadro 46:	Concentración promedio de metales pesados y elementos traza de interés extraídos con agua desionizada (mg kg^{-1}) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	264
Cuadro 47:	Planilla con los datos concentración total de metales pesados y elementos traza (mg kg^{-1}).....	265
Cuadro 48:	Planilla con datos de la concentración de metales pesados y elementos traza extraídos con ácido pentético (mg kg^{-1})	267
Cuadro 49:	Concentración de metales pesados y elementos traza de interés extraídos con agua desionizada (mg kg^{-1}).....	269
Cuadro 50:	Planillas con los datos de las variables fisicoquímicas	271
Cuadro 51:	Planilla con los datos de las variables microbiológicas	273

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	El sistema suelo-plantas mostrando los elementos clave que comprenden la dinámica de los metales pesados.....	4
Figura 2:	Diagrama que muestra las vías y relaciones entre el contenido total del metal en el suelo y su toxicidad.....	5
Figura 3:	Esquema estructural molecular del Cu^{2+} y del complejo DTPA ligante quelante.....	8
Figura 4:	Esquema del proceso de compostaje.....	13
Figura 5:	Fases del compostaje.....	14
Figura 6:	Evolución característica de la relación C/N durante el proceso de compostaje.....	15
Figura 7:	Reacciones bioquímicas básicas durante el compostaje.....	16
Figura 8:	Diagrama esquemático de la descomposición de desechos orgánicos en compost.....	17
Figura 9:	Variables fisicoquímicas del proceso de compostaje.....	19
Figura 10:	Variables fisicoquímicas del proceso de compostaje.....	20
Figura 11:	Variables fisicoquímicas del proceso de compostaje.....	22
Figura 12:	Ejemplo de coordinación de esfera interna entre el ácido oxálico y un metal divalente.....	33
Figura 13:	Ejemplo de coordinación de esfera externa entre el ácido oxálico y un metal divalente.....	33
Figura 14:	Vías de la formación de las sustancias húmicas.....	38
Figura 15:	Esquema de extracción de sustancias húmicas del suelo.....	40
Figura 16:	Estructura modelo del ácido húmico.....	41
Figura 17:	Estructura modelo del ácido fúlvico.....	42
Figura 18:	Ácidos húmicos y fúlvicos durante el compostaje.....	43
Figura 19:	Ácidos húmicos y fúlvicos durante el compostaje.....	44
Figura 20:	Sucesión microbiana y ambiental durante el compostaje.....	46
Figura 21:	Imagen satelital del campus universitario y de las instalaciones que contribuyeron a la investigación.....	52
Figura 22:	Distribución espacial de las pilas de compostaje y los materiales crudos como blanco (hojarasca y estiércol).....	55

Figura 23:	Balance de masas de los metales pesados y elementos traza de interés en las pilas de compostaje.	59
Figura 24:	Generación de solución madre de microorganismos benéficos.	65
Figura 25:	Activación y enriquecimiento de la solución madre de microorganismos benéficos.	66
Figura 26:	Muestras en triplicado de la solución madre activada de microorganismos benéficos en el día 0.	67
Figura 27:	Proceso de inoculación de las pilas de compostaje, temperaturas de las pilas inoculadas (CMB), no inoculadas (SMB) y ambiental.	68
Figura 28:	Preparación de las pilas de compostaje de estiércol vacuno y rastrojo vegetal.	71
Figura 29:	Pila de compostaje de hojarasca en el Jardín Botánico (UNALM)	72
Figura 30:	Preparación de las pilas de compostaje de estiércol de ganado vacuno y hojarasca análisis de parámetros físico-químicos	79
Figura 31:	Muestreo de la pila 6, el día 120.	80
Figura 32:	Análisis fisicoquímicos en el Laboratorio ANOBA.	81
Figura 33:	Análisis en el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Mariano Tabuso” de la UNALM	93
Figura 34:	Valores promedio de las variables físico-químicas del compost de estiércol vacuno y rastrojo vegetal y el compost de hojarasca	111
Figura 35:	Concentración promedio de metales pesados y elementos traza de interés en compost de estiércol vacuno y rastrojo vegetal vs compost de hojarasca. .	112
Figura 36:	Humedad (H) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	114
Figura 37:	Temperatura (T) promedio a 13 cm de profundidad del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	116
Figura 38:	Temperatura (T) promedio a 7 cm de profundidad del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	117
Figura 39:	Diagrama de las fases del proceso de compostaje empleando la información promedio a 13 cm de profundidad del compostaje de estiércol vacuno y	

	hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).....	118
Figura 40:	Potencial de hidrógeno diluido 1:10 (pH <1/10>) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	119
Figura 41:	Potencial de hidrógeno diluido 1:5 (pH <1/5>) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	120
Figura 42:	Conductividad específica diluida 1:10 (CE <1/10>) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB).	121
Figura 43:	Conductividad específica diluida 1:5 (CE <1/5>) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	122
Figura 44:	Carbono orgánico (Corg) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	123
Figura 45:	Nitrógeno total (Ntot) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	124
Figura 46:	Relación carbono orgánico / nitrógeno total durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	125
Figura 47:	Ácidos húmicos (AH) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	126
Figura 48:	Ácidos fúlvicos (AF) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	127
Figura 49:	Relación ácido húmicos/ ácidos fúlvicos durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	128
Figura 50:	Nitrógeno amoniacal (N-NH ₄ ⁺) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	129
Figura 51:	Materia orgánica (M.o.) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	130
Figura 52:	Densidad aparente (Da) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	131
Figura 53:	Variables microbiológicas como UFC g-1 y variables fisicoquímicas. *Para la composición de la figura, Mohos y levaduras T0 en las pilas SMB fue dividida entre 1000.....	133
Figura 54:	Variables microbiológicas como NMP g-1 durante el compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB y variables fisicoquímicas (AH, pH, relación C/N y To).....	134

Figura 55:	Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	135
Figura 56:	Recuento de aerobios termófilos (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	137
Figura 57:	Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	138
Figura 58:	Recuento de mohos y levaduras (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	139
Figura 59:	Recuento de <i>Pseudomonas</i> sp. (NMP g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	141
Figura 60:	Recuento de <i>Bacillus</i> sp. (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas CMB y SMB.	142
Figura 61:	Recuento de actinomicetos (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	144
Figura 62:	Enumeración de coliformes totales (NMP g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	145
Figura 63:	Enumeración de coliformes fecales (NMP g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	146
Figura 64:	Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	147
Figura 65:	Conteo de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (No /4g) durante el compostaje de las pilas CMB y SMB.....	149
Figura 66:	Concentración total de metales pesados y elementos traza de interés y variables fisicoquímicas (AH, pH, relación C/N y To) en las pilas CMB y SMB.....	151
Figura 67:	Concentración extraída con DTPA de metales pesados y elementos traza de interés y variables fisicoquímicas (AH, pH, relación C/N y To) en pilas CMB y SMB.....	153
Figura 68:	Concentración extraída con agua desionizada de metales pesados y elementos traza de interés y variables fisicoquímicas (AH, pH, relación C/N y To)..	155
Figura 69:	Concentración total de arsénico ([As]tot) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	157

Figura 70:	Concentración de Arsénico extraído con DTPA ([As]DTPA) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	158
Figura 71:	Concentración de arsénico extraído con agua desionizada ([As]H ₂ O) durante el proceso de compostaje en pilas CMB y SMB.....	159
Figura 72:	Concentración total de cadmio ([Cd]tot) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.....	160
Figura 73:	Concentración de cadmio extraído con DTPA ([Cd]DTPA) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.	161
Figura 74:	Concentración de Cadmio extraído con agua desionizada ([Cd]H ₂ O) durante el proceso de compostaje en las pilas CMB y SMB.	162
Figura 75:	Concentración total de cobre ([Cu]tot) durante el proceso de compostaje de pilas CMB y SMB.....	163
Figura 76:	Concentración de cobre extraído con DTPA ([Cu]DTPA) durante el proceso de compostaje en las pilas CMB y SMB.	164
Figura 77:	Concentración de cobre extraído con agua desionizada ([Cu]H ₂ O) durante el proceso de compostaje en las pilas CMB y SMB.	165
Figura 78:	Concentración total de cromo ([Cr]tot) durante el proceso de compostaje en las pilas CMB y SMB.....	166
Figura 79:	Concentración de cromo extraído con DTPA ([Cr]DTPA) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	167
Figura 80:	Concentración de cromo extraído con agua desionizada ([Cr]H ₂ O) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	168
Figura 81:	Concentración total de mercurio ([Hg]tot) durante el compostaje de las pilas CMB y SMB.	169
Figura 82:	Concentración de mercurio extraído con DTPA ([Hg]DTPA) durante el compostaje de las pilas CMB y SMB.....	170
Figura 83:	Concentración de mercurio extraído con agua desionizada ([Hg]H ₂ O) durante el proceso de compostaje de pilas CMB y SMB.	171
Figura 84:	Concentración total de molibdeno ([Mo]tot) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	172
Figura 85:	Concentración de Molibdeno extraído con DTPA ([Mo]DTPA) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	173

Figura 86:	Concentración de molibdeno extraído con agua desionizada ($[Mo]H_2O$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	174
Figura 87:	Concentración total de níquel ($[Ni]_{tot}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	175
Figura 88:	Concentración de Níquel extraído con DTPA ($[Ni]DTPA$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	176
Figura 89:	Concentración de níquel extraído con agua desionizada ($[Ni]H_2O$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	177
Figura 90:	Concentración total de plomo ($[Pb]_{tot}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	178
Figura 91:	Concentración de plomo extraído con DTPA ($[Pb]DTPA$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	179
Figura 92:	Concentración de plomo extraído con agua desionizada ($[Pb]H_2O$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	180
Figura 93:	Concentración total de selenio ($[Se]_{tot}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	181
Figura 94:	Concentración de selenio extraído con DTPA ($[Se]DTPA$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	182
Figura 95:	Concentración de selenio extraído con agua desionizada ($[Se]H_2O$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	183
Figura 96:	Concentración total de Zinc ($[Zn]_{tot}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	184
Figura 97:	Concentración de Zinc extraído con DTPA ($[Zn]DTPA$) durante el proceso de compostaje de pilas CMB y SMB.	185
Figura 98:	Concentración de Zinc extraído con agua desionizada ($[Zn]H_2O$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.	186
Figura 99:	Análisis de ordenación no restringida (con examen de componentes principales).....	188
Figura 100:	Análisis factorial en la concentración total de Cd ($[Cd]_{tot}$) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	225
Figura 101:	Análisis factorial en la concentración total del Cu ($[Cu]_{tot}$) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	226

Figura 102:	Análisis factorial en Cu extraído con ácido pentético ([Cu]DTPA) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	227
Figura 103:	Análisis factorial en Zn extraído con ácido pentético ([Zn]DTPA) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	228
Figura 104:	Análisis factorial en Carbono orgánico total (Corg) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	229
Figura 105:	Análisis factorial en Materia Orgánica (M.o.) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	230
Figura 106:	Análisis factorial en Bacillus sp. durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	231
Figura 107:	Análisis factorial en Coliformes Totales durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	232
Figura 108:	Análisis factorial en Helmintos durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).	233

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	217
	ANOVA Y KRUSKAL WALLIS.....	221
	ANÁLISIS FACTORIAL – MODELO LINEAL GENERALIZADO Y MIXTO.....	229
	CORRELACIONES (PEARSON)	250
	ANÁLISIS DE ORDENACIÓN NO RESTRINGIDA CON EXÁMEN DE COMPONENTES PRINCIPALES	256
ANEXO 2	PLANILLAS DE RESULTADOS.....	256
	ETAPA DE CARACTERIZACIÓN	260
	ETAPA DE EVALUACIÓN	262
ANEXO 3	INFORMES DE ENSAYO DE LOS LABORATORIOS.....	275
	ETAPA DE CARACTERIZACIÓN	276
	INFORME DE ENSAYO No 121469L/15-MA (INSPECTORATE)	277
	Corg, CE, pH, Ntot, Li, B, Be, Al, P, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Ce, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U, Na.....	278
	Mg, K Ca, Fe.....	279
	ETAPA DE EVALUACIÓN – VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS Y METALES PESADOS.....	280
	INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0001 (ANOBA)	281
	M.O., Ntot, N- NH ₄ ⁺ , Corg, pH, CE, Humedad, Ácido Húmico, Ácido Fúlvico, Densidad	283
	Humedad, Ácido Húmico, Ácido Fúlvico, Ag-DTPA, Al-DTPA, As-DTPA, B-DTPA, Ba-DTPA, Be-DTPA, Bi-DTPA, Ca-DTPA, Cd-DTPA, Ce-DTPA, Co-DTPA, Cr-DTPA.....	284
	Cu-DTPA, Fe-DTPA, Hg-DTPA, K-DTPA, Li-DTPA, Mg-DTPA, Mn-DTPA, Mo-DTPA, Na-DTPA, Ni-DTPA, P-DTPA, Pb-DTPA, S-DTPA, Sb-DTPA, Se-DTPA, Sn-DTPA, Sr-DTPA, Ti-DTPA	285
	Tl-DTPA, U-DTPA, V-DTPA, Zn-DTPA, Ag, Al, As, B, Ba, Be	286

Bi, Ca, Cd, Ce, Co Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg	287
Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb	288
S, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn	289
Tl, U, V, Zn.....	290
Referencias.....	291
INFORME DE ENSAYO SA1600190 (SGS).....	294
Al ICM12B, B ICM12B, Ba ICM12B, Ca ICM12B, Cr ICM12B, Cu ICM12B ..	295
Fe ICM12B, K ICM12B, Li ICM12B, Mg ICM12B, Mn ICM12B, Na ICM12B, P ICM12B, S ICM12B, Sr ICM12B, Ti ICM12B, V ICM12B, Zn ICM12B	296
Ag ICM12B, As ICM12B, Be ICM12B, Bi ICM12B, Cd ICM12B, Ce ICM12B, Co ICM12B, Hg ICM12B, Mo ICM12B, Ni ICM12B, Pb ICM12B, Sb ICM12B	297
Se ICM12B, Sn ICM12B, Tl ICM12B, U ICM12B.....	298
INFORME DE ENSAYO SA1600191 (SGS).....	299
Ag IMS80T, Al IMS80T, As IMS80T, B IMS80T, Ba IMS80T, Be IMS80T, Bi IMS80T, Ca IMS80T, Cd IMS80T, Ce IMS80T, Co IMS80T, Cr IMS80T	300
Cu IMS80T, Fe IMS80T, Hg IMS80T, K IMS80T, Li IMS80T, Mg IMS80T, Mn IMS80T, Mo IMS80T, Na IMS80T, Ni IMS80T, P IMS80T, Pb IMS80T, S IMS80T, Sb IMS80T, Se IMS80T, Sn IMS80T, Sr IMS80T, Ti IMS80T, Tl IMS80T, U IMS80T, V IMS80T, Zn IMS80T	301
INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0002 (ANOBA)	303
pH, CE, M.O., Ntot, N- NH4+, Corg, pH, CE.....	305
Humedad, Ácido Húmico, Ácido Fúlvico, Densidad, Ag-DTPA, Al-DTPA, As- DTPA, B-DTPA, Ba-DTPA, Be-DTPA, Bi-DTPA, Ca-DTPA, Cd-DTPA, Ce- DTPA, Co-DTPA, Cr-DTPA.....	306
Cu-DTPA, Fe-DTPA, Hg-DTPA, K-DTPA, Li-DTPA, Mg-DTPA, Mn-DTPA, Mo- DTPA, Na-DTPA, Ni-DTPA, P-DTPA, Pb-DTPA, S-DTPA, Sb-DTPA, Se-DTPA, Sn-DTPA, Sr-DTPA, Ti-DTPA	307
Tl-DTPA, U-DTPA, V-DTPA, Zn-DTPA, Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co Cr	308
Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Ti.....	309
Tl, U, V, Zn.....	310
Referencias.....	311
INFORME DE ENSAYO SA1600293 (SGS).....	314

Ag IMS80T, Al IMS80T, As IMS80T, B IMS80T, Ba IMS80T, Be IMS80T, Bi IMS80T, Ca IMS80T, Cd IMS80T, Ce IMS80T, Co IMS80T, Cr IMS80T	315
Cu IMS80T, Fe IMS80T, Hg IMS80T, K IMS80T, Li IMS80T, Mg IMS80T, Mn IMS80T, Mo IMS80T, Na IMS80T, Ni IMS80T, P IMS80T, Pb IMS80T, S IMS80T, Sb IMS80T, Se IMS80T, Sn IMS80T, Sr IMS80T, Ti IMS80T, Tl IMS80T, U IMS80T, V IMS80T, Zn IMS80T	316
INFORME DE ENSAYO SA1600294 (SGS).....	318
Al ICM12B, B ICM12B, Ba ICM12B, Ca ICM12B, Cr ICM12B, Cu ICM12B, Fe ICM12B, K ICM12B, Li ICM12B, Mg ICM12B, Mn ICM12B, Na ICM12B	319
P ICM12B, S ICM12B, Sr ICM12B, Ti ICM12B, V ICM12B, Zn ICM12B, Ag ICM12B, As ICM12B, Be ICM12B, Bi ICM12B, Cd ICM12B, Ce ICM12B, Co ICM12B, Hg ICM12B, Mo ICM12B, Ni ICM12B, Pb ICM12B, Sb ICM12B, Se ICM12B, Sn ICM12B, Tl ICM12B, U ICM12B	320
INFORME DE ENSAYO SA1600835 (SGS).....	322
Al ICM12B, B ICM12B, Ba ICM12B, Ca ICM12B, Cr ICM12B, Cu ICM12B, Fe ICM12B, K ICM12B, Li ICM12B, Mg ICM12B, Mn ICM12B, Na ICM12B, P ICM12B, S ICM12B, Sr ICM12B, Ti ICM12B, V ICM12B, Zn ICM12B, Ag ICM12B, As ICM12B, Be ICM12B, Bi ICM12B, Cd ICM12B, Ce ICM12B.....	323
Co ICM12B, Hg ICM12B, Mo ICM12B, Ni ICM12B, Pb ICM12B, Sb ICM12B, Se ICM12B, Sn ICM12B, Tl ICM12B, U ICM12B	324
INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0003 (ANOBA)	325
M.O., Ntot, N- NH4+, pH, CE, Humedad, Ácido Húmico, Ácido Fúlvico, Carbono Orgánico, pH, CE, Densidad.....	327
Ag-DTPA, Al-DTPA, As-DTPA, B-DTPA, Ba-DTPA, Be-DTPA, Bi-DTPA, Ca-DTPA, Cd-DTPA, Ce-DTPA, Co-DTPA, Cr-DTPA, Cu-DTPA, Fe-DTPA, Hg-DTPA, K-DTPA, Li-DTPA, Mg-DTPA.....	327
Mn-DTPA, Mo-DTPA, Na-DTPA, Ni-DTPA, P-DTPA, Pb-DTPA, S-DTPA, Sb-DTPA, Se-DTPA, Sn-DTPA, Sr-DTPA, Ti-DTPA, Tl-DTPA, U-DTPA, V-DTPA, Zn-DTPA	329
Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg.....	330
Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn.....	331
Referencias.....	332
INFORME DE ENSAYO SA1600399 (SGS).....	335

Ag IMS80T, Al IMS80T, As IMS80T, B IMS80T, Ba IMS80T, Be IMS80T, Bi IMS80T, Ca IMS80T, Cd IMS80T, Co IMS80T, Cr IMS80T	336
Cu IMS80T, Fe IMS80T, Hg IMS80T, K IMS80T, Li IMS80T, Mg IMS80T, Mn IMS80T, Mo IMS80T, Na IMS80T, Ni IMS80T, P IMS80T, Pb IMS80T, S IMS80T, Sb IMS80T, Se IMS80T, Sn IMS80T, Sr IMS80T, Ti IMS80T, Tl IMS80T, U IMS80T, V IMS80T, Zn IMS80T	337
INFORME DE ENSAYO SA1600351 (SGS).....	339
Al ICM12B, B ICM12B, Ba ICM12B, Ca ICM12B, Cr ICM12B, Cu ICM12B, Fe ICM12B, K ICM12B, Li ICM12B, Mg ICM12B, Mn ICM12B, Na ICM12B	340
P ICM12B, S ICM12B, Sr ICM12B, Ti ICM12B, V ICM12B, Zn ICM12B, Ag ICM12B, As ICM12B, Be ICM12B, Bi ICM12B, Cd ICM12B, Ce ICM12B, Co ICM12B, Hg ICM12B, Mo ICM12B, Ni ICM12B, Pb ICM12B, Sb ICM12B, Se ICM12B, Sn ICM12B, Tl ICM12B, U ICM12B	341
INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0004 (ANOBA)	343
M.O., Ntot, N- NH4+, pH, CE, Humedad, Ácido Húmico, Ácido Fúlvico, Carbono Orgánico, pH, CE, Densidad.....	344
Ag-DTPA, Al-DTPA, As-DTPA, B-DTPA, Ba-DTPA, Be-DTPA, Bi-DTPA, Ca5DTPA, Cd-DTPA, Ce-DTPA, Co-DTPA, Cr-DTPA, Cu-DTPA, Fe-DTPA, Hg-DTPA, K-DTPA, Li-DTPA, Mg-DTPA.....	346
Mn-DTPA, Mo-DTPA, Na-DTPA, Ni-DTPA, P-DTPA, Pb-DTPA, S-DTPA, Sb-DTPA, Se-DTPA, Sn-DTPA, Sr-DTPA, Ti-DTPA, Tl-DTPA, U-DTPA, V-DTPA, Zn-DTPA	347
Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg.....	348
Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn.....	349
Referencias	350
INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0005 (ANOBA)	353
M.O., Ntot, N- NH4+, pH, CE, Humedad, Ácido Húmico, Ácido Fúlvico, Carbono Orgánico, pH, CE, Densidad.....	355
Ag-DTPA, Al-DTPA, As-DTPA, B-DTPA, Ba-DTPA, Be-DTPA, Bi-DTPA, Ca-DTPA, Cd-DTPA, Ce-DTPA, Co-DTPA, Cr-DTPA, Cu-DTPA, Fe-DTPA, Hg-DTPA, K-DTPA, Li-DTPA, Mg-DTPA.....	356
Mn-DTPA, Mo-DTPA, Na-DTPA, Ni-DTPA, P-DTPA, Pb-DTPA, S-DTPA, Sb-DTPA, Se-DTPA, Sn-DTPA, Sr-DTPA, Ti-DTPA, Tl-DTPA, U-DTPA, V-DTPA, Zn-DTPA	357

Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co Cr.....	358
Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg	359
Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Ti.....	360
S, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn	361
Ag-Soluble, Al-Soluble,, As-Soluble, B-Soluble, Ba-Soluble,, Be-Soluble	362
Bi-Soluble, Ca-Soluble, Cd-Soluble, Ce-Soluble, Co-Soluble, Cr-Soluble	363
Cu-Soluble, Fe-Soluble, Hg-Soluble, K-Soluble, Li-Soluble, Mg-Soluble.....	364
Mn-Soluble, Mo-Soluble, Na-Soluble, Ni-Soluble, P-Soluble, Pb-Soluble	365
S-Soluble, Sb-Soluble, Se-Soluble, Sn-Soluble, Sr-Soluble, Tl-Soluble	366
Tl-Soluble, U-Soluble, V-Soluble, Zn-Soluble.....	367
Referencias.....	368
INFORME DE ENSAYO SA1600678 (SGS).....	372
Ag IMS80T, Al IMS80T, As IMS80T, B IMS80T, Ba IMS80T, Be IMS80T	374
Bi IMS80T, Ca IMS80T, Cd IMS80T, Ce IMS80T, Co IMS80T, Cr IMS80T	375
Cu IMS80T, Fe IMS80T, Hg IMS80T, K IMS80T, Li IMS80T, Mg IMS80T.....	376
Mn IMS80T, Mo IMS80T, Na IMS80T, Ni IMS80T, P IMS80T, Pb IMS80T	376
S IMS80T, Sb IMS80T, Se IMS80T, Sn IMS80T, Sr IMS80T, Ti IMS80T	378
Tl IMS80T, U IMS80T, V IMS80T, Zn IMS80T	379
INFORME DE ENSAYO SA1600678 (SGS).....	380
Ag IMS80T, Al IMS80T, As IMS80T, B IMS80T, Ba IMS80T, Be IMS80T, Bi IMS80T, Ca IMS80T, Cd IMS80T, Ce IMS80T, Co IMS80T, Cr IMS80T	381
Cu IMS80T, Fe IMS80T, Hg IMS80T, K IMS80T, Li IMS80T, Mg IMS80T, Mn IMS80T, Mo IMS80T, Na IMS80T, Ni IMS80T, P IMS80T, Pb IMS80T, S IMS80T, Sb IMS80T, Se IMS80T, Sn IMS80T, Sr IMS80T, Ti IMS80T, Tl IMS80T, U IMS80T, V IMS80T, Zn IMS80T	382
INFORME DE ENSAYO SA1600677 (SGS).....	384
Al ICM12B, B ICM12B, Ba ICM12B, Ca ICM12B, Cr ICM12B, Cu ICM12B ..	385
Fe ICM12B, K ICM12B, Li ICM12B, Mg ICM12B, Mn ICM12B, Na ICM12B, P ICM12B, S ICM12B, Sr ICM12B, Ti ICM12B, V ICM12B, Zn ICM12B	386
Ag ICM12B, As ICM12B, Be ICM12B, Bi ICM12B, Cd ICM12B, Ce ICM12B, Co ICM12B, Hg ICM12B, Mo ICM12B, Ni ICM12B, Pb ICM12B, Sb ICM12B	387
Se ICM12B, Sn ICM12B, Tl ICM12B, U ICM12B Peso Muestra PMI_CH.....	388
INFORME DE ENSAYO SA1600678R (SGS)	389
Cr IMS80T, Hg IMS80T, Se IMS80T.....	391

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0006 (ANOBA)	393
Se	395
Referencias	395
INFORME DE ENSAYO SA1600469 (SGS)	397
Al ICM12B, B ICM12B, Ba ICM12B, Ca ICM12B, Cr ICM12B, Cu ICM12B, Fe ICM12B, K ICM12B, Li ICM12B, Mg ICM12B, Mn ICM12B, Na ICM12B	397
P ICM12B, S ICM12B, Sr ICM12B, Tl ICM12B, V ICM12B, Zn ICM12B, Ag ICM12B, As ICM12B, Be ICM12B, Bi ICM12B, Cd ICM12B, Ce ICM12B, Co ICM12B, Hg ICM12B, Mo ICM12B Ni ICM12B, Pb ICM12B, Sb ICM12B, Se ICM12B, Sn ICM12B, Tl ICM12B, U ICM12B	399
INFORME DE ENSAYO SA1600470 (SGS)	401
Ag IMS80T, Al IMS80T, As IMS80T, B IMS80T, Ba IMS80T, Be IMS80T, Bi IMS80T, Ca IMS80T, Cd IMS80T, Ce IMS80T, Co IMS80T, Cr IMS80T	402
Cu IMS80T, Fe IMS80T, Hg IMS80T, K IMS80T, Li IMS80T, Mg IMS80T, Mn IMS80T, Mo IMS80T, Na IMS80T, Ni IMS80T, P IMS80T, Pb IMS80T, S IMS80T, Sb IMS80T, Se IMS80T, Sn IMS80T, Sr IMS80T, Ti IMS80T, Tl IMS80T, U IMS80T, V IMS80T, Zn IMS80T	403
ETAPA DE EVALUACIÓN – VARIABLES MICROBIOLÓGICAS	405
A. MUESTRAS DE AGUA	406
INFORME DE ENSAYO N° 1606353 - LMT / UNALM	407
MUESTRA 1	408
INFORME DE ENSAYO N° 1606354 - LMT / UNALM	409
MUESTRA 2	410
INFORME DE ENSAYO N° 1606355 - LMT / UNALM	411
MUESTRA 3	412
B. MUESTRA CONSORCIO MICROBIANO	413
INFORME DE ENSAYO N° 1602063 - LMT / UNALM	414
MUESTRA CMT0-1	415
INFORME DE ENSAYO N° 1602064 - LMT / UNALM	416
MUESTRA CMT0-2	417
INFORME DE ENSAYO N° 1602065 - LMT / UNALM	418
MUESTRA CMT0-3	419
A. MUESTRA BIOL	420

INFORME DE ENSAYO N° 1603144 - LMT / UNALM.....	421
MUESTRA CM1 T30.....	422
INFORME DE ENSAYO N° 1603145 - LMT / UNALM.....	423
MUESTRA CM2 T30.....	424
INFORME DE ENSAYO N° 1603146 - LMT / UNALM.....	425
MUESTRA CM3 T30.....	426
B. MUESTRA COMPOST	427
INFORME DE ENSAYO N° 1602082 - LMT / UNALM.....	428
MUESTRA P-1T0 (1).....	429
INFORME DE ENSAYO N° 1602083 - LMT / UNALM.....	430
MUESTRA P-2T0 (1).....	431
INFORME DE ENSAYO N° 1602084 - LMT / UNALM.....	432
MUESTRA P-3T0 (1).....	433
INFORME DE ENSAYO N° 1602085 - LMT / UNALM.....	434
MUESTRA P-4T0 (1).....	435
INFORME DE ENSAYO N° 1602086 - LMT / UNALM.....	436
MUESTRA P-5T0 (1).....	437
INFORME DE ENSAYO N° 1602087 - LMT / UNALM.....	438
MUESTRA P-6T0 (1).....	439
INFORME DE ENSAYO N° 1603138 - LMT / UNALM.....	440
MUESTRA P-1T30.....	441
INFORME DE ENSAYO N° 1603139 - LMT / UNALM.....	442
MUESTRA P-2T30.....	443
INFORME DE ENSAYO N° 1603140 - LMT / UNALM.....	444
MUESTRA P-3T30.....	445
INFORME DE ENSAYO N° 1603141 - LMT / UNALM.....	446
MUESTRA P-4T30.....	447
INFORME DE ENSAYO N° 1603142 - LMT / UNALM.....	448
MUESTRA P-5T30.....	449
INFORME DE ENSAYO N° 1603143 - LMT / UNALM.....	450
MUESTRA P-6T30.....	451
INFORME DE ENSAYO N° 1604199 - LMT / UNALM.....	452
MUESTRA P-1T60 (1).....	453

INFORME DE ENSAYO N° 1604200 - LMT / UNALM.....	454
MUESTRA P-2T60 (1).....	455
INFORME DE ENSAYO N° 1604201 - LMT / UNALM.....	456
MUESTRA P-3T60 (1).....	457
INFORME DE ENSAYO N° 1604202 - LMT / UNALM.....	458
MUESTRA P-4T60 (1).....	459
INFORME DE ENSAYO N° 1604203 - LMT / UNALM.....	460
MUESTRA P-5T60 (1).....	461
INFORME DE ENSAYO N° 1604204 - LMT / UNALM.....	462
MUESTRA P-6T60 (1).....	463
INFORME DE ENSAYO N° 1605242 - LMT / UNALM.....	464
MUESTRA P-1T90.....	465
INFORME DE ENSAYO N° 1605243 - LMT / UNALM.....	466
MUESTRA P-2T90.....	467
INFORME DE ENSAYO N° 1605244 - LMT / UNALM.....	468
MUESTRA P-3T90.....	469
INFORME DE ENSAYO N° 1605245 - LMT / UNALM.....	470
MUESTRA P-4T90.....	471
INFORME DE ENSAYO N° 1605246 - LMT / UNALM.....	472
MUESTRA P-5T90.....	473
INFORME DE ENSAYO N° 1605247 - LMT / UNALM.....	474
MUESTRA P-6T90.....	475
INFORME DE ENSAYO N° 1606347 - LMT / UNALM.....	476
MUESTRA P-1T120.....	477
INFORME DE ENSAYO N° 1606348 - LMT / UNALM.....	478
MUESTRA P-2T120.....	479
INFORME DE ENSAYO N° 1606349 - LMT / UNALM.....	480
MUESTRA P-3T120.....	481
INFORME DE ENSAYO N° 1606350 - LMT / UNALM.....	482
MUESTRA P-4T120.....	483
INFORME DE ENSAYO N° 1606351 - LMT / UNALM.....	484
MUESTRA P-5T120.....	485
INFORME DE ENSAYO N° 1606352 - LMT / UNALM.....	486
MUESTRA P-6T120.....	487

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue la caracterización del contenido total de metales pesados (Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb y Zn) y elementos traza (As and Se) de interés y su biodisponibilidad durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca arbórea en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) o no inoculadas (SMB) en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). La investigación evaluó el proceso de compostaje en seis pilas, tres inoculadas con microorganismos benéficos y tres no inoculadas, durante 120 días. Se tomó una muestra compuesta en cada pila cada treinta días. Los materiales crudos empleados fueron estiércol vacuno y hojarasca arbórea. Las variables analizadas fueron la concentración total, extraída con DTPA (biodisponibilidad) y extraída con agua desionizada (solubilidad) de los metales pesados y elementos traza de interés. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el tiempo 0 y 120 en ambos tipo de pilas (inoculadas y no inoculadas) en algunos metales pesados y en un elemento traza. La concentración total de Hg, Se y Zn se incrementó. Aunque, el Mo mostró reducción entre ambos tiempos. La biodisponibilidad del Mo y el Cu se incrementó. En cambio la biodisponibilidad del Cr, Ni y Se se redujo. La solubilidad del Cu, Ni, Pb y Zn se redujo entre ambos tiempos. Existió correlación Pearson ($p < 0,05$) positiva entre el incremento de la concentración total del Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se y Zn y el incremento de los ácidos húmicos (AH). Existió correlación negativa entre la reducción de la biodisponibilidad de Hg, Ni y Se y el incremento de los AH y una correlación positiva de los AH y el incremento de la biodisponibilidad del Mo. Existió una correlación negativa entre la reducción de la solubilidad del Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn y el incremento de los AH. La reducción de la concentración en algunos metales y elementos traza de interés extraídos, en el producto al final del proceso, se puede deber al potencial de acomplejación de los AH sobre todos en aquellos elementos que mostró alta correlación y por ende mostró menor biodisponibilidad (Ni y Se) y solubilidad (Cu, Ni, Pb y Zn). Las pilas inoculadas mostraron menor biodisponibilidad del Cu y Zn y en la concentración total del Cu al final del proceso que aquellas no inoculadas.

Palabras claves: Compost, microorganismos benéficos, metales pesados, ácidos húmicos, biodisponibilidad y solubilidad.

ABSTRACT

The objective of the research was to characterize the total content of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, and Zn) and trace elements (As and Se) of interest, their bioavailability and solubility during composting of cow manure and tree litter in piles inoculated with beneficial microorganism (IBM), or not inoculated (NBM), on the university campus of the Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). The investigation evaluated composting process in six piles whereby three piles were inoculated with beneficial microorganisms and three were not inoculated and this during 120 days. A composite sample was taken from each pile every 30 days. The raw materials used were cattle manure and tree litter. The variables analyzed were total concentration, extracted with DTPA (bioavailability) and extracted with deionized water (solubility) of heavy metals, and trace elements of interest. Significant differences ($p < 0.05$) were observed between time 0 and 120 in both types of (inoculated and non-inoculated) piles for some heavy metals and trace element. The total concentration of Hg, Se and Zn increased. However, Mo decreased its total concentration between the same times. The bioavailability in Mo and Cu increased while Cr, Ni and Se decreased their bioavailability between these times. The solubility of Cu, Ni, Pb, and Zn decreased between the mentioned times. There was a positive Pearson correlation ($p < 0,05$) between the increase of the total concentration of Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, and Zn and humic acid (HA). There was a negative Pearson correlation between the reduction of the bioavailability of Hg, Ni, and Se, and HA, and a positive Pearson correlation between the increase of Mo bioavailability and HA. There was a negative Pearson correlation between the reduction of the solubility of Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, and Zn, and HA. The reduction of the concentration in some extracted metals and trace elements of interest, in the product at the end of the process, may be due to the complexing potential of HA, especially in those elements that showed high correlation and therefore lower bioavailability (Ni y Se) and solubility (Cu, Ni, Pb and Zn). The piles inoculated showed less bioavailability of Cu and Zn and in the total concentration of Cu at the end of the process than not inoculated ones.

Key words: Compost, beneficial microorganisms, heavy metals, bioavailability and solubility.

I. INTRODUCCIÓN

Los metales pesados presentes en las plantas y su biodisponibilidad son una preocupación por los múltiples efectos adversos a la salud humana que tienen estos elementos químicos (Alloway 1990, De Jesus & Yllano 2005) como los efectos carcinogénicos y neurológicos (Ferrer 2003, Fontana *et al.* 2013). Los metales pesados presentes en las plantas en áreas urbanas provienen principalmente de la contaminación atmosférica generada por la quema de combustible y las emisiones de la industria manufacturera (Abou El Saadat *et al.* 2011, Hou *et al.* 2014, McBride *et al.* 2014, Shaheen *et al.* 2014). Otras formas de contaminación son las aguas de regadío (Ganoulis 2012), la fertilización inorgánica (Merrington *et al.* 2002) y la fertilización orgánica con compost (Chimuka & Manungufala 2009, Koledzi *et al.* 2013).

La población mundial ha migrado principalmente de las áreas rurales a las áreas urbanas (OECD 2010), y es por esto que se ha incrementado en estas últimas la demanda de alimento. Debido a esta necesidad se recomienda la práctica de la agricultura urbana (FAO 2014) para generar alimento vegetal, sin embargo es conocido los niveles de contaminación de los cultivos en estas áreas (McBride *et al.* 2014, Antisari *et al.* 2015).

El compost es un insumo que se emplea en la agricultura urbana (FAO 2014), sobre todo en las áreas de menores recursos debido a que es una técnica de reciclaje de materia orgánica de bajo costo y de sencillo manejo (Moreno & Moral 2011). El compost tiene la virtud de ser un mejorador de suelo y también provee de nutrientes a las plantas (Ayari *et al.* 2008, Rezig *et al.* 2012), sin embargo por sus materiales crudos de origen pueden tener contenidos significativos de metales pesados (Gigliotti *et al.* 1996, Huang *et al.* 2005, Cai *et al.* 2007, Ayari *et al.* 2008, Hogarh *et al.* 2008, Hanc *et al.* 2014).

Dentro de los materiales crudos que se emplean en la elaboración de compost en áreas urbanas se cuenta con el estiércol de ganado vacuno que se generan en establos urbanos de producción lechera y la hojarasca de la vegetación arbórea de las áreas verdes. Es importante

señalar que los estiércoles de ganado son considerados el fertilizante más usado en el mundo (Hokayem & El Azzi 2014) y la hojarasca es un residuo sólido municipal usado en el compostaje (Hargreaves *et al.* 2008, Chimuka & Manungufala 2009). Estos insumos son principalmente usados en la elaboración de compost en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), lugar de la presente investigación, ubicado en una zona urbana del distrito de La Molina, Lima, Perú.

Es conocido que las áreas verdes con vegetación arbórea en el ámbito urbano retienen metales pesados en su follaje debido a la precipitación del polvo atmosférico producto principalmente de la quema de los combustibles fósiles por el tránsito vehicular (Naveed *et al.* 2010, Akan *et al.* 2013, Daylam-Jafarabad *et al.* 2013, Hou *et al.* 2014, Dogan *et al.* 2014, Patel *et al.* 2015, Dadea *et al.* 2016, Tello *et al.*, 2018). También se conoce que el estiércol del ganado vacuno presenta valores significativos de algunos metales pesados (Nicholson *et al.* 1999, Irshad *et al.* 2012, Zhang *et al.* 2012, Hokayem and El Azzi 2014, Ntui *et al.* 2014) lo cual se debe a que su alimentación emplea nutrientes fortificados con estos elementos y que en algunos casos las cantidades suministradas son mayores a la absorción del proceso digestivo, por lo cual estos son excretados (Zhang *et al.* 2012, Hokayem and El Azzi 2014).

Durante el proceso de elaboración de compost se generan ácidos húmicos o fúlvicos que pueden influir en la movilidad de los metales y elementos traza reduciendo así su biodisponibilidad para las plantas (Castaldi *et al.* 2006, Companys *et al.* 2007, He *et al.* 2009, Hanc *et al.* 2014). El contenido total de los metales pesados y elementos traza analizados durante el proceso de compostaje no es un adecuado indicador de su biodisponibilidad de los metales pesados o elementos traza (Huang *et al.* 2005, Ayari *et al.* 2008) por lo cual es más importante emplear un extractante como el ácido pentético o el agua desionizada para conocer su biodisponibilidad (Ciavatta *et al.* 1993, Huang *et al.* 2005) o solubilidad respectivamente (Castaldi *et al.* 2006, Hargraves *et al.* 2008, Singh & Kalamdhad 2013, Hanc *et al.* 2014).

Los metales pesados y elementos traza de interés seleccionados para la presente investigación son diez (10). Ocho son metales (Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb y Zn), un metaloide (As) y un no metal (Se). Estos son nominados principalmente por la normatividad internacional como contaminantes para determinar la calidad del compost (Gomes *et al.* 2004, INN-Chile 2004, EC 2006, ECN e.V. 2010, Instrução Normativa N° 46 2011).

El objetivo general de la investigación fue la caracterización de la presencia de metales pesados y elementos traza de interés y su biodisponibilidad durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca arbórea en el campus de la UNALM.

Los objetivos específicos fueron determinar la variación del contenido total, biodisponibilidad y solubilidad de metales pesados y elementos traza de interés durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca arbórea en el campus de la UNALM, determinar la influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos en la concentración total, biodisponibilidad y solubilidad de los metales pesados y elementos traza de interés durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca arbórea y determinar la influencia de la inoculación de microorganismos benéficos en la concentración total, biodisponibilidad y solubilidad de los metales pesados y elementos traza de interés.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS EN COMPOST

Los metales pesados en el suelo pueden tomar varias vías para su incorporación a las cadenas tróficas. Principalmente las vías son la absorción, adsorción, coprecipitación, volatilización y lixiviación. La Figura 1: muestra las posibles rutas de transporte de estos elementos desde la solución del suelo hacia las plantas y los otros compartimentos ambientales (Alloway 1990). Como se ha mencionado anteriormente, uno de los aportantes de metales pesados a los suelos son las enmiendas orgánicas como el compost (Chimuka & Manungufala 2009, Koledzi *et al.* 2013).

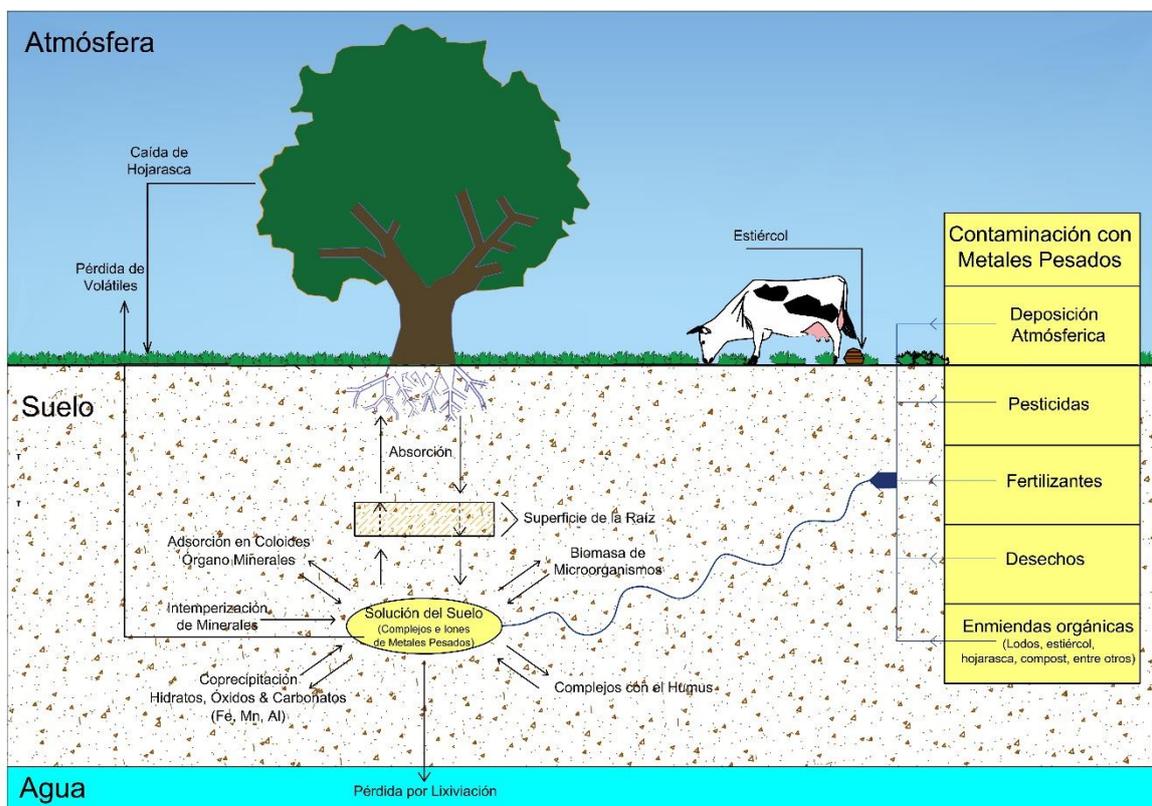


Figura 1: El sistema suelo-planta mostrando los elementos clave que comprenden la dinámica de los metales pesados.

Fuente: Adaptado de Alloway (1990).

Las condiciones ambientales, el proceso y los materiales determinan la biodisponibilidad y destino de los metales pesados en el compost. La fracción biodisponible representa la parte que puede ser tomada por las plantas u otros organismos vivos (Figura 2:). Los iones metálicos dependiendo del estado o carga, lo cual es influenciado por las condiciones ambientales, pueden presentarse de forma libre o cambiante en el compost, ligados a los carbonatos, ligados a óxidos de Fe y Mn o ligados a la materia orgánica (Tessier *et al.* 1979, Chimuka & Manungufala 2009).

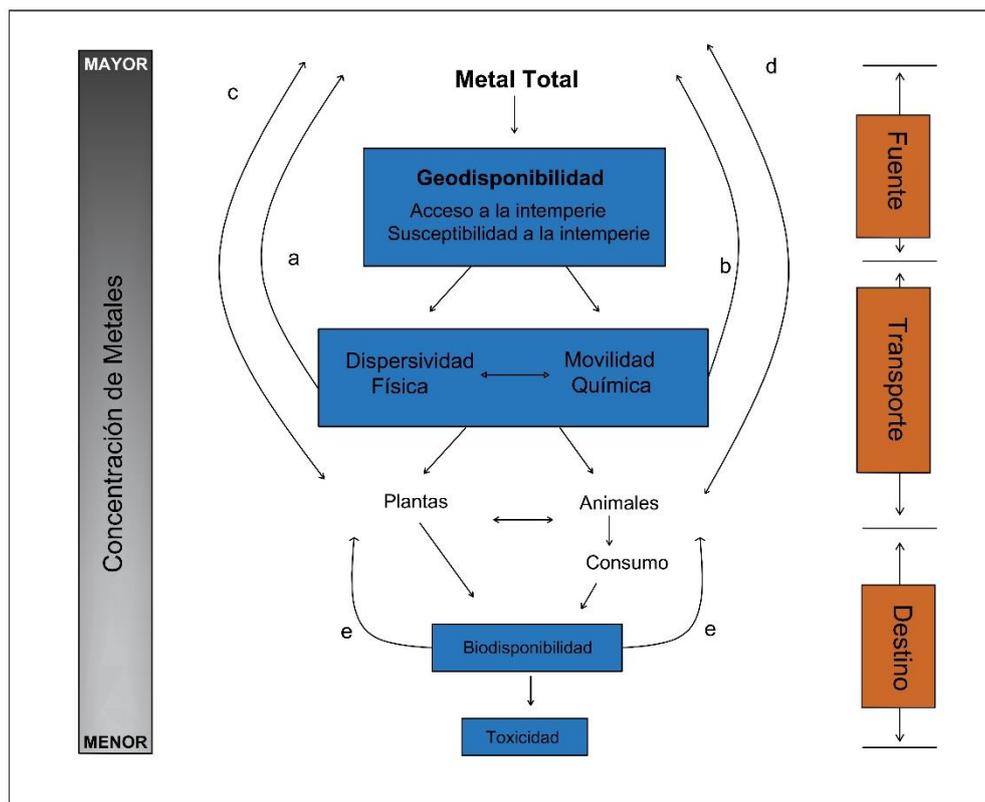


Figura 2: Diagrama que muestra las vías y relaciones entre el contenido total del metal en el suelo y su toxicidad.

Fuente: Smith & Huyck (1999).

De la Figura 2: se aprecia como el metal se desplaza de un sitio a otro, generalmente menos del 100 por ciento es transferido; no todo el contenido total en el suelo es usualmente geodisponible, biodisponible o tóxico. La escala gris muestra este concepto. Los circuitos “a” y “b” significan transporte y deposición de metales dentro de otro material del suelo (Ejemplo: la meteorización de la roca hacia el suelo o sedimentos). Los circuitos “c” y “d” denotan consumo directo de las plantas o animales (Ejemplo: “pica, pica” en los niños) y

posible redeposición de metales por pudrición o excreción. Circuito “e” muestra biomagnificación.

En las investigaciones para la determinación de la biodisponibilidad de metales durante el proceso de compostaje se emplean principalmente agentes químicos como el DTPA, EDTA, NaOH, KCl, CH₃COOH entre otros (Amir *et al.* 2004, Chimuka & Manungufala 2009, Singh & Kalamandhad 2013). Los métodos de determinación se establecen mediante una extracción singular o secuencial. La extracción singular es más simple, rápida y requiere menos inversión que la secuencial. No obstante lo secuencial sirve para investigaciones donde se desee profundizar en los orígenes, modo de ocurrencia, disponibilidad física y biológica, movilización y transporte de los metales pesados (Tessier *et al.* 1979).

La extracción secuencial emplea diferentes reactivos químicos que actúan secuencialmente haciendo una extracción en cadena iniciando con reactivos de acción leve hasta los más agresivos de manera de liberar los metales de las matrices del compost. Aquellos que están suavemente ligados o en situación libre son los primeros en extraer y aquellos fuertemente ligados a la materia orgánica son los últimos (Tessier *et al.* 1979, Chimuka & Manungufala 2009).

A continuación se muestra el Cuadro 1: un listado de medios químicos empleados para determinar la biodisponibilidad de metales pesados en un compost.

Cuadro 1: Listado de medios químicos empleados para determinar biodisponibilidad de metales pesados en compost

Método	Objetivo de la determinación
<i>EXTRACCIÓN SINGULAR</i>	
<i>Extracción con DTPA</i> (Wong & Selvam 2006, Chiang <i>et al.</i> 2007, Singh & Kalamandhad 2016)	
Ácido dietilentriaminopentaacético o Ácido pentético o DTPA (C ₁₄ H ₂₃ N ₃ O ₁₀).	Biodisponibilidad de metales pesados.
<i>Extracción con Agua</i> (Singh & Kalamandhad 2016)	
Agua (H ₂ O)	Metales solubles en agua
<i>EXTRACCIÓN SECUENCIAL</i>	
(Hsu & Lo 2001, citado por Chimuka & Manungufala 2009. Amir <i>et al.</i> 2004. Wong & Selvam 2006, Cai <i>et al.</i> 2007, Miaomiao <i>et al.</i> 2009).	
a) Agua (H ₂ O);	a) Metales solubles en agua;

«Continuación»

Método	Objetivo de la determinación
b) Cloruro de Potasio (KCl) /Nitrato de Potasio (KNO ₃) /Cloruro de Magnesio (MgCl ₂);	
a+b) Ácido acético (CH ₃ COOH);	
c) Pirofosfato (P ₂ O ₇ ⁴⁻) / Ácido etilendiaminotetraacético o EDTA (C ₁₀ H ₁₆ N ₂ O ₈);	b) Metales cambiables;
d) Hidróxido de sodio (NaOH) / Peróxido (H ₂ O ₂) /Ácido nítrico (HNO ₃) y Peróxido (H ₂ O ₂);	c) Metales orgánicamente acomplexados;
e) Hidróxido de amoníaco (NH ₄ OH) y ácido clorhídrico (HCl);	d) Metales ligados orgánicamente y
f) Acetato de Sodio (NaOAc)	e) Fracción ligada a los óxidos de Hierro-Manganeso (FeMnO _x);
g) Ácido nítrico (HNO ₃) / Ácido hidrofluórico (HF) y ácido hidro-perclórico (HClO ₄) / Acetato de Amonio (NH ₄ OAc) & Ácido nítrico (HNO ₃) & Fluoruro de Hidrógeno (HF)- Ácido nítrico (HNO ₃)- Ácido perclórico (HClO ₄) procedimientos de digestión.	f) Carbonatos /Ácido extraíble
	g) Partículas sólidas /Sulfuros movilizables /Residual.

2.1.1 Extracción de metales pesados en compost con DTPA

El DTPA es considerado un agente quelante y de amplio uso para la investigación de la disponibilidad de metales, en concentraciones normales o elevadas, en suelo para las plantas (Marchi *et al.* 2009, Guan *et al.* 2011, Singh & Kalamdhad 2013, Perkin *et al.* 2013).

La fracción de metales extraíbles con DTPA puede representar una aproximación para la revisión de la biodisponibilidad para las plantas de los metales pesados existentes en el suelo y las enmiendas (Fang & Wong 1999, Singh & Kalamdhad 2013).

La solución extraída del DTPA se asume que proviene de las fracciones ligadas a carbonatos y a la materia orgánica en suelos calcáreos e indica la cantidad de metales disponibles para el consumo de las plantas (Singh & Kalamdhad 2013).

Guan *et al.* (2011) estudiaron la disponibilidad del Cu en el estiércol de ganado y concluyeron que los grupos ^-OH y ^-COOH provistos por el estiércol de ganado incrementan los sitios ligantes y combinados con el Cu forman complejos insolubles e inmobilizables, adicionalmente la concentración de Cu^{2+} decrece y el potencial de riesgo ambiental se reduce drásticamente.

La razón puede ser atribuible a tres aspectos:

- Grandes cantidades de ligandos orgánicos se derivan del estiércol de ganado, por lo tanto la complejación del Cu con los ligandos es más competitiva (Figura 3:) que la adsorción con la materia orgánica;
- La materia orgánica soluble puede incrementar la disponibilidad de Cu a través de proveer un fuerte amortiguamiento con Cu^{2+} libre;
- Elevados niveles de estiércol de ganado puede incrementar la biomasa de microorganismos del suelo lo cual puede incrementar la mineralización de la materia, en consecuencia incrementar la movilidad del Cu en el suelo (Guan *et al.* 2011, Singh & Kalamdhad 2013).

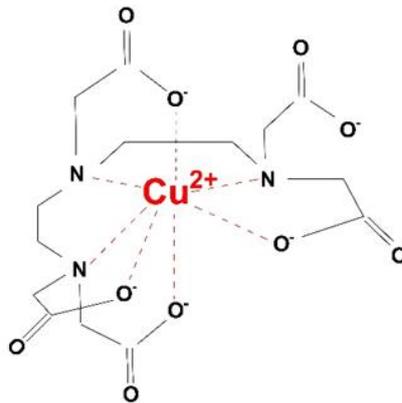


Figura 3: Esquema estructural molecular del Cu^{2+} y del complejo DTPA ligante quelante.

Fuente: Eivazihollag (2018).

Como un elemento mineral, el Cu en las plantas se deriva de la matriz del suelo; no obstante, el comportamiento potencial, biodisponibilidad y las dinámicas de transferencia del Cu en el sistema planta-suelo pueden predecirse pobremente en base al contenido total. Se ha

convenido que la toxicidad del Cu esta determinada por la actividad del ión cúprico (Cu^{2+}); como resultado, la movilidad del Cu es más tóxica para el crecimiento de las plantas que las formas fuertemente complejas (Guan *et al.* 2011, Singh & Kalamdhad 2013).

Nomeda *et al.* (2009) reportaron que la biodisponibilidad del Mn, Pb y el Zn, excepto el Cu, se incrementó durante el proceso de compostaje. La movilidad en la mezcla compostada fue jerarquizada en el siguiente orden: $\text{Mn} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu}$.

2.1.2 Extracción de metales pesados en compost con agua

Los metales solubles en agua del compost son la fracción biológicamente más activa. Esta fracción tiene el mayor potencial de contaminación de la cadena alimenticia, agua superficial y agua subterránea (Iwegbue *et al.* 2007, Singh & Kalamdhad 2013, Singh & Kalmandhad 2016).

El níquel es reconocido como potencialmente móvil, elemento soluble en agua y de solubilización relativamente fácil, de la matriz lábil en compost, mediante extractantes suaves. Esto último debido a la unión más débil con la matriz en comparación con otros metales pesados, esto también se observa en lodos de aguas residuales (Smith 2009, Singh & Kalamdhad 2013).

La fracción soluble en agua de Cu, Cd, Pb y Zn ha sido observada que decrece y se estabiliza después de la fase termofílica del compostaje. El pH del compost justo después de la fase termofílica ha sido observada más ácida causando la mayor disponibilidad del Pb y el Zn, los cuales tienen mayores valores de extracción con agua a menor pH (Hargreaves *et al.* 2008, Singh & Kalamdhad 2013).

Los incrementos en la concentración total durante el compostaje no acompañan incrementos en la cantidad de Cu, Mn y Zn soluble en agua. Los cambios secuenciales en las fracciones solubles de Cu, Mn y Zn se reflejan en la concentración de carbono orgánico soluble, el cual se incrementa en un máximo en el día 18 y después se va reduciendo (Hsu & Lo 2001, Singh & Kalamdhad 2013).

Hsu & Lo (2001) estudiaron las concentraciones y la solubilidad en agua del Cu, Mn y Zn durante el compostaje de estiércol de cerdo. Esto fue realizado en dos pilas durante 122 días, reportando que la fracción soluble del Cu (expresado como porcentaje de la concentración total de la muestra) se incrementó de 3 por ciento en los materiales crudos separados del estiércol de cerdo a 5 por ciento el día 12, luego se incrementó dramáticamente hasta 16 por ciento en el día 18 y gradualmente decreció hasta un 3 por ciento. La fracción extraíble de Mn y Zn incrementaron de 1 por ciento en los materiales crudos hasta 2 por ciento en el día 18 y gradualmente decrecieron hasta 0,5 por ciento al final del proceso. Los resultados indicaron que el compostaje modifica la lixiviación de Cu en el compost de estiércol de cerdo, pero tiene poca influencia en la lixiviación del Mn y el Zn.

La forma metálica de Cr es muy estable y puede resistir los ataques de los procesos ambientales. No obstante, en su forma trivalente o hexavalente, el Cr exhibe una alta actividad química (incluyendo anfoterismo, por ejemplo la habilidad de reaccionar químicamente como un ácido o una base), así mismo solubilidad y por lo tanto potencial de movilidad y una subsecuente remoción de la fracción sólida (Haroun *et al.* 2009, Singh & Kalamdhad 2013).

Ciavatta *et al.* (1993) reportaron que el Cr se muestra como un metal pesado que tiende a la insolubilidad durante el compostaje y por lo tanto decrece en solubilidad en la ausencia del suelo. El Cr liberado de la materia orgánica en suelos alcalinos o neutros precipita como una forma insoluble, por lo cual no es absorbido por las plantas. Debido a su baja solubilidad, solo una pequeña cantidad de Cr es biodisponible, significando que aunque los cultivos estén creciendo en suelos tratados con lodos con valores relativamente altos de Cr, la fitotoxicidad es raramente observada.

Castaldi *et al.* (2006) reportaron que el Pb soluble en agua decreció de 18,05 mg.kg⁻¹ en los materiales crudos de los desechos sólidos municipales (DSM) hasta 1,18 mg.kg⁻¹ en el día 70 y gradualmente decreció a 0,89 mg.kg⁻¹ en el compost maduro. La fracción extraíble en agua del Cd, Zn y Cu también decreció durante el proceso de compostaje, alcanzando valores de 1,36, 6,70 y menores que 0,005 mg.kg⁻¹ respectivamente. La reducción de la fracción soluble en agua de los metales pesados fue de 100 por ciento en el Cu y 60 por ciento en el Cd y Zn.

El pH es considerado una “variable maestra” que controla los iones cambiables, reducción/oxidación, adsorción y reacciones de complejación. Los cationes son adsorbidos en la materia orgánica a un alto pH (Samuel *et al.* 2013; Singh & Kalamdhad 2013).

El efecto de las enmiendas de materia orgánica en la solubilidad de los metales depende grandemente de su grado de humificación y su efecto sobre el pH (Singh & Kalamdhad 2013). El proceso de oxidación y la formación de complejos órgano-metálicos que ocurren durante el compostaje pueden reducir el contenido soluble del Ni (Fang & Wong 1999, Singh & Kalamdhad 2013).

En el Cuadro 2:, se muestra el comportamiento de algunos metales pesados extraídos con agua o DTPA durante el proceso de compostaje.

Cuadro 2: Comportamiento de los metales pesados extraídos con agua o DTPA durante el proceso de compostaje

Extractante	Elementos	Comportamiento	Referencia
Agua	Cr	Decreció la concentración de la fracción soluble en agua durante el proceso de compostaje (60 días).	Ciavatta <i>et al.</i> 1993
Agua	Cu y Zn	Decreció la concentración de ambos elementos solubles en agua durante el proceso de compostaje (63 días).	Huang <i>et al.</i> 2005
Agua	Cd, Cu, Pb y Zn	Decreció la concentración de todos los elementos solubles en agua durante el proceso de compostaje (100 días).	Castaldi <i>et al.</i> 2006
Agua	Cd, Cu, Pb y Zn	Decreció la concentración de los elementos solubles en agua durante el proceso de compostaje, sobre todo después de la fase termofílica.	Hargraves <i>et al.</i> 2008 citado por Singh & Kalamdhad 2013
Agua	Cu, Cr y Zn	Decreció la concentración de los elementos solubles en agua durante el proceso de compostaje (90 días).	Ramdani <i>et al.</i> 2015
DTPA	Cu, Pb, Ni y Cd	Se incrementó la concentración durante el proceso de compostaje (60 días).	Ciavatta <i>et al.</i> 1993

«Continuación»

Extractante	Elementos	Comportamiento	Referencia
DTPA	Zn y Cr	Se mantuvo casi similar la concentración durante el proceso de compostaje (60 días).	Ciavatta <i>et al.</i> 1993
DTPA	Cu y Zn	Decreció la concentración de ambos elementos durante el proceso de compostaje (63 días).	Huang <i>et al.</i> 2005

Fuente: Elaboración propia a partir de Huang *et al.* 2005, Castaldi *et al.* 2006, Singh y Kalamdhad 2013 y Ramdani *et al.*(2015).

2.2 PROCESO DE COMPOSTAJE Y METALES PESADOS

El proceso de compostaje es un proceso dinámico, biológico, aerobio y en consecuencia termófilo (Taiwo & Oso 2004, Brady & Weil 2008, Moreno & Moral 2011), que para llevarse a cabo necesita: materia orgánica, población microbiana inicial y las condiciones óptimas para que ésta se desarrolle con multiplicidad de funciones y actividades sinérgicas (Figura 4:); para ello y para que la población microbiana sea lo más variada posible, se debe mantener una serie de equilibrios: aire/agua, biopolímeros y nutrientes y, en el caso de aplicarse a elevadas cantidades de residuos orgánicos, un control muy estricto para conseguir:

- Eficiencia en el proceso (Control de la temperatura, humedad y relación carbono-nitrógeno).
- Reducción al mínimo de las emisiones y de las pérdidas de nutrientes (a través del monitoreo del proceso y el control de la variables de la eficiencia en el proceso).
- Un producto final de características conocidas y adecuadas para su destino (parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de calidad).

Las condiciones ambientales (físicas y químicas) en las que se desarrolla la actividad microbiana (afectan a su supervivencia, metabolismo y crecimiento) están constantemente cambiando, como resultado de la acumulación de los subproductos de su misma actividad (incluida la energía calorífica) (Moreno & Moral 2011, Romero-Yam *et al.* 2015).

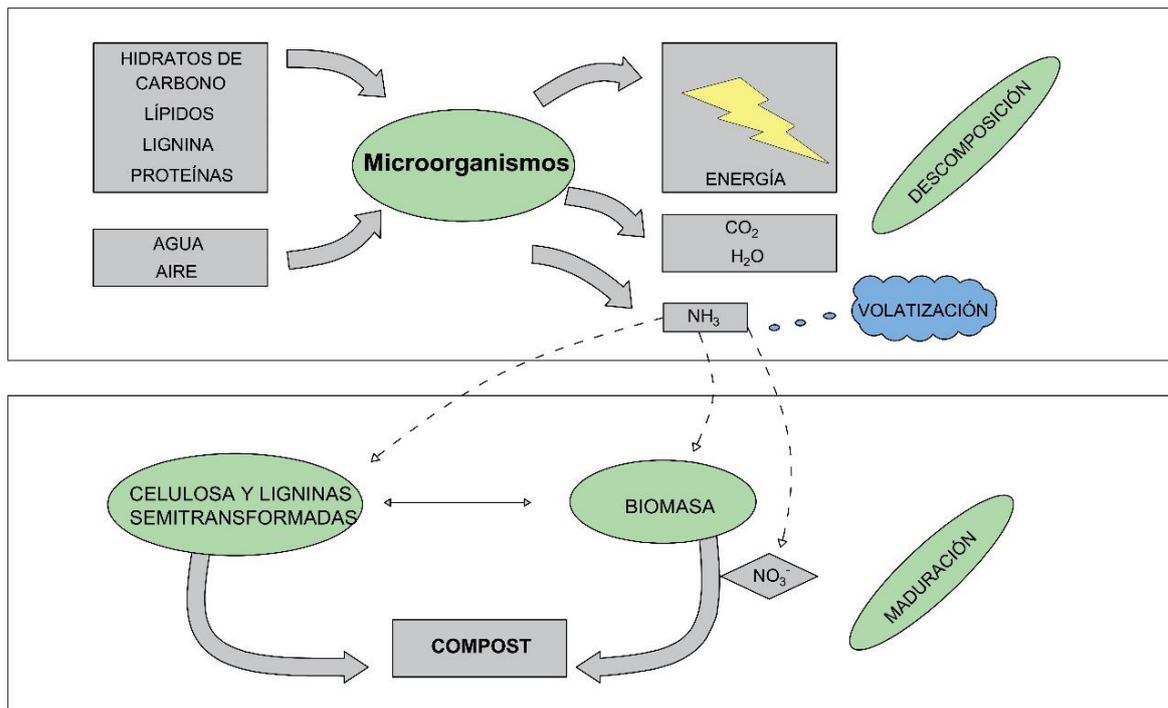


Figura 4: Esquema del proceso de compostaje.

Fuente: Moreno & Moral (2011).

Existen tres métodos generales de compostaje usados, el pasivo, el volteo activo (en pilas) y en contenedores (con aireación forzada). El compostaje pasivo, el más común, es un simple apilamiento de estiércol de ganado u otro desecho orgánico, con o sin ductos de aireación y dejando que se composte durante un largo periodo de tiempo. Muy poca o ninguna actividad es realizada en la pila una vez que es construida. Este método se basa en los procesos naturales para oxigenación o aeración de la pila a través de lo denominado “efecto chimenea” por la diferencia de temperatura al interior de la pila y el entorno. La aeración pasiva es eficiente en energía y puede ser tan efectiva como aquella utilizada en el volteo activo o el compostaje en contenedores. El volteo activo es similar al compostaje pasivo, pero el material crudo es apilado en hilera (largas filas que tienen una altura entre 1 a 2 m y entre 2 a 6 m de ancho). Las hileras son volteadas y aireadas mecánicamente para mantener las condiciones de temperatura y la máxima actividad microbiológica. En el compostaje en contenedores es realizado en estructuras especialmente diseñadas. Este se basa en la aireación y volteo mecánico para incrementar la tasa de compostaje y reduce el tiempo del proceso de compostaje. La desventaja de este tipo de compostaje es que crear las condiciones de un ambiente controlado puede ser costoso (Hao *et al.* 2008).

El proceso de compostaje considera cuatro principales fases: mesófila (temperatura < 45°C), termófila (temperatura > 45°C), fase de enfriamiento (segunda fase mesófila) y fase de maduración (Figura 5:). Se puede reducir el volumen de los desechos sólidos que se compostan de un 40 a 50 por ciento, los patógenos son destruidos mediante el calor metabólico generado durante la fase termófila, la cual degrada un número importante de contaminantes orgánicos y hace viable un producto final que puede ser usado como un mejorador de suelo o fertilizante (Moreno & Moral 2011, Singh & Kalamdhad 2012).

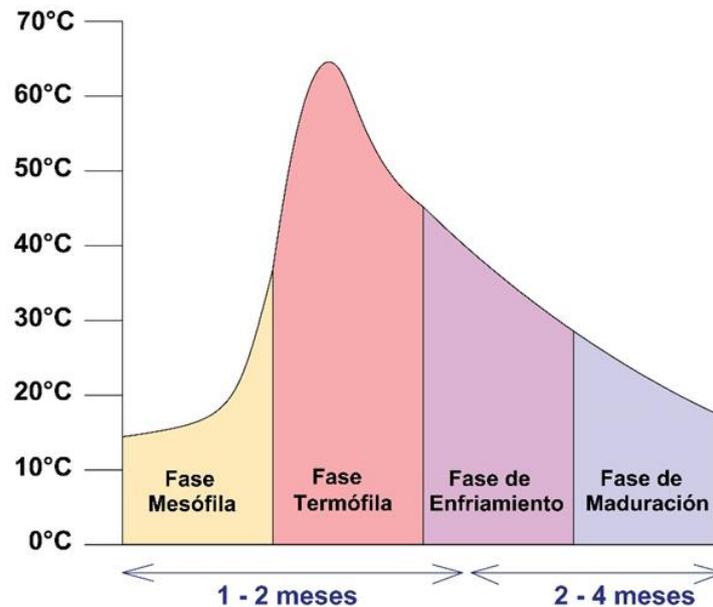


Figura 5: Fases del compostaje.

Fuente: Moreno & Moral (2011).

La relación Carbono/Nitrógeno (C/N) es un importante factor que influye en la velocidad del proceso y en la pérdida de amonio durante el compostaje; si la relación C/N es mayor que 40 la actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentización del proceso, debido a la deficiente disponibilidad de N para la síntesis proteica de los microorganismos. Para eliminar el exceso de carbono (en forma de anhídrido carbónico) es necesaria la aparición sucesiva de diversas especies microbianas. Al morir estas el nitrógeno contenido en su biomasa se recicla y la relación C/N tiende a disminuir. Si el residuo tiene una alta relación C/N, pero la materia orgánica es poco biodegradable, la relación C/N disponible realmente para los microorganismos es menor y el proceso evolucionará rápidamente, pero afectará sólo a una proporción de la masa total. Si la relación C/N es muy baja el compostaje es más rápido pero el exceso de nitrógeno

se desprende en forma amoniacal, produciéndose una autorregulación de la relación C/N del proceso (Poincelot 1975, Moreno & Moral 2011).

La relación C/N ideal para un compost totalmente maduro es cercana a 10, similar a la del humus. En la práctica, se suele considerar que un compost es suficientemente estable o maduro cuando $C/N < 20$ aunque esta es una condición necesaria pero no suficiente. Si los productos que se compostan poseen una relación C/N baja (inferior a 18-19), el compostaje se lleva a cabo con mayor rapidez, pero se desprende como amoníaco el exceso de N, produciéndose una autorregulación de la relación C/N. Estas pérdidas, si bien no afectan negativamente al compostaje, suponen un derroche, porque el N es el nutriente fundamental para los cultivos, así como un problema medioambiental ya que el amoníaco es un gas con un considerable efecto invernadero. Al tener la relación C/N una gran dependencia de la riqueza inicial de N, un valor concreto de C/N no refleja el estado de madurez de un compost, por lo que es más indicado seguir la evolución de C/N del proceso o calcular la diferencia entre los valores iniciales y finales. En la Figura 6:, se muestra la evolución característica de la relación C/N durante y después del compostaje (Poincelot 1975, Moreno & Moral 2011, Batham *et al.* 2013.).

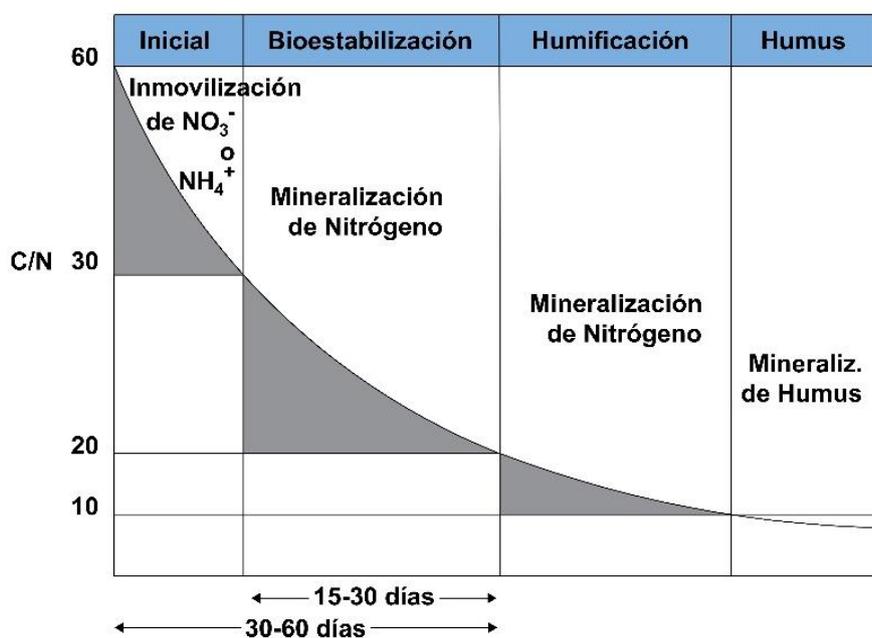


Figura 6: Evolución característica de la relación C/N durante el proceso de compostaje.

Fuente: Moreno & Moral (2011).

La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50 - 70 por ciento; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30 por ciento; por encima del 70 por ciento el agua desplaza al aire en los espacio libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso (Poincelot 1975, Moreno & Moral 2011, Batham *et al.* 2013.).

La bioquímica del compostaje se basa en la biotransformación de la materia orgánica en condiciones aeróbicas, mediante reacciones de óxido-reducción catalizadas por enzimas microbianas. En este proceso, los microorganismos utilizan la materia orgánica como nutriente para su desarrollo, produciendo su descomposición (mineralización) hasta moléculas orgánicas e inorgánicas más sencillas, y la humificación, en las que se crean nuevas macromoléculas a partir de moléculas sencillas formadas en la descomposición, o bien se transforman de alguna de las moléculas iniciales (Moreno & Moral 2011, Sole-Mauri *et al.* 2007). El proceso en conjunto produce fundamentalmente calor, CO₂, H₂O y humus (sustancias húmicas) cuya característica más destacable es su mayor resistencia a posteriores procesos de descomposición (Figura 7:).

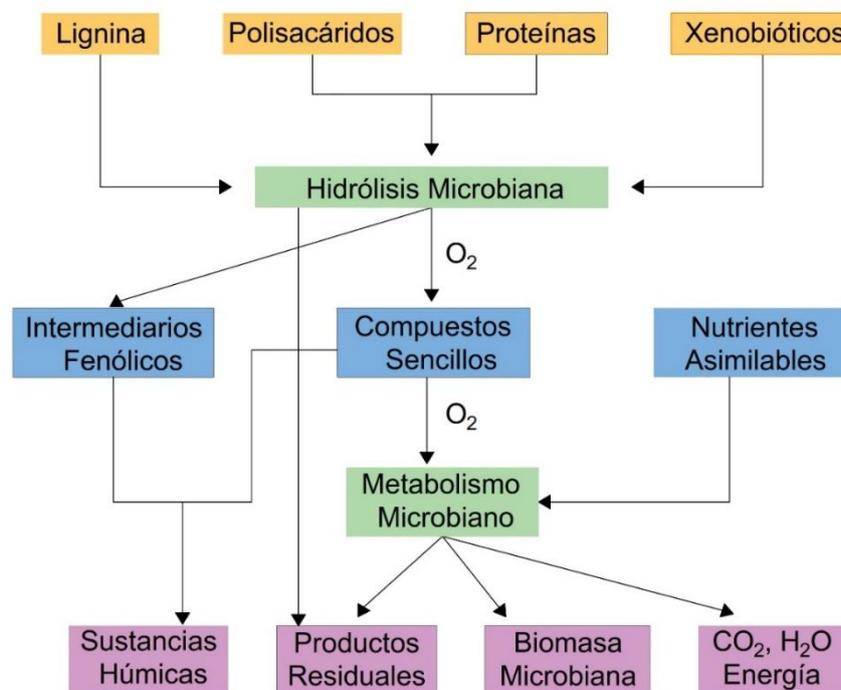


Figura 7: Reacciones bioquímicas básicas durante el compostaje.

Fuente: Moreno & Moral (2011).

Aunque los productos finales de la descomposición aeróbica y mineralización son los mismos (CO_2 , H_2O , NO_3^- y SO_4^-), la descomposición implica la formación de una serie de compuestos orgánicos intermediarios, que no se producen en la mineralización, y aunque estas sustancias son bastante resistentes, su descomposición también puede ser llevada a cabo por la acción microbiana a largo plazo (Moreno & Moral 2011, Navarro & Navarro 2013).

La humificación es un proceso básico durante el compostaje de la materia orgánica, y a medida que pasa el tiempo el porcentaje de sustancias húmicas se incrementa frente al total de materia orgánica, por lo que los parámetros relacionados con la humificación son utilizados para determinar la madurez y estabilidad del compostaje (Porta *et al.* 2003, Moreno & Moral 2011).

Si el producto final del compostaje (Figura 8:) tiene niveles significativos de metales pesados, dentro de los minerales que usualmente contiene, esto puede ser prohibitivo para su aplicación en la agricultura debido a su efecto pernicioso en el suelo, plantas y la salud humana. Los metales pesados consumidos por las plantas pueden atravesar sucesivos proceso de acumulación y biomagnificación a través de las cadenas alimenticias que alcanzarían al tejido humano presentando preocupaciones en la salud ambiental (Singh & Kalamdhad 2012).

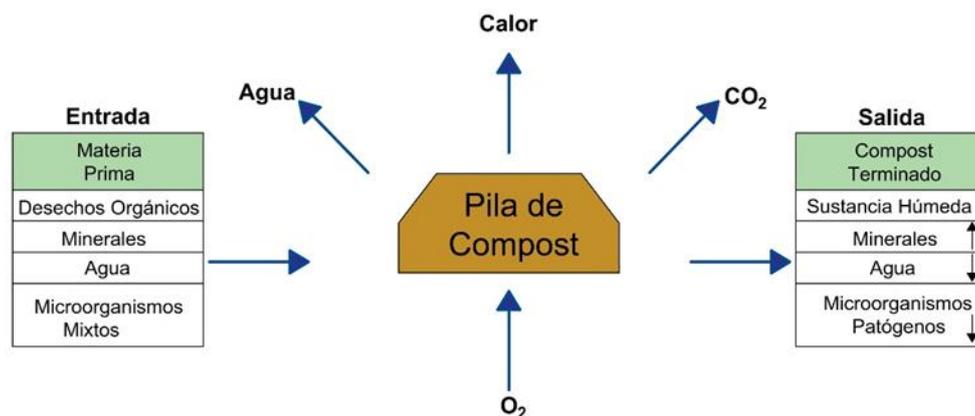


Figura 8: Diagrama esquemático de las descomposición de desechos orgánicos en compost.

Fuente: Lim *et al.* (2013).

En investigaciones de la biodisponibilidad de metales pesados durante el proceso de compostaje se han empleado varios tipos de materiales orgánicos, dentro de los cuales tenemos: lodos de depuradoras, residuos orgánicos municipales y estiércoles. A continuación se describen los materiales, tiempos de compostaje y variables fisicoquímicas de algunas de estas investigaciones.

Jørgensen (1993) empleó los desechos domésticos de un área urbana, tomando solamente la parte húmeda, es decir, los residuos orgánicos de cocina. Este material fue compostado en una unidad de compostaje experimental durante una semana después de añadir un 10 por ciento de paja (90 por ciento de residuos orgánicos de cocina). La primera semana del compostado fue realizado en un contenedor aireado, seguido de 8 a 10 semanas de compostado en pilas. El compost fue cernido en una malla de 20 mm. La parte gruesa fue incinerada y la fracción final usada como un mejorador de suelo.

Hsu *et al.* (2001) emplearon los sólidos del estiércol de cerdo compostados en dos pilas sobre una base de concreto. Cada pila fue de 1,50 m³ y compostada por 122 días, sin aeramiento forzado. El compost fue volteado, mezclado y muestreado a los 0, 3, 7, 12, 18, 25, 33, 49, 80 y 122 días. Fue agregada agua inmediatamente después de cada volteo para mantener la humedad entre 50 a 60 por ciento (w/w). Las muestras (4 l) fueron puestas en bolsas de polietileno, transportadas al laboratorio y almacenadas a 5 °C. Submuestras pequeñas fueron extraídas y secadas al aire para los análisis. Todos los análisis fueron en triplicado para cada pila. El pH se inició con 7,85 y concluyó con 7,72; el Carbono Orgánico Total inició con 44,4 y concluyó con 29,4; el Nitrógeno Total inició con 2,1 y concluyó con 4,3; finalmente la relación C/N inició con 21,2 y concluyó con 6,8 (Figura 9:).

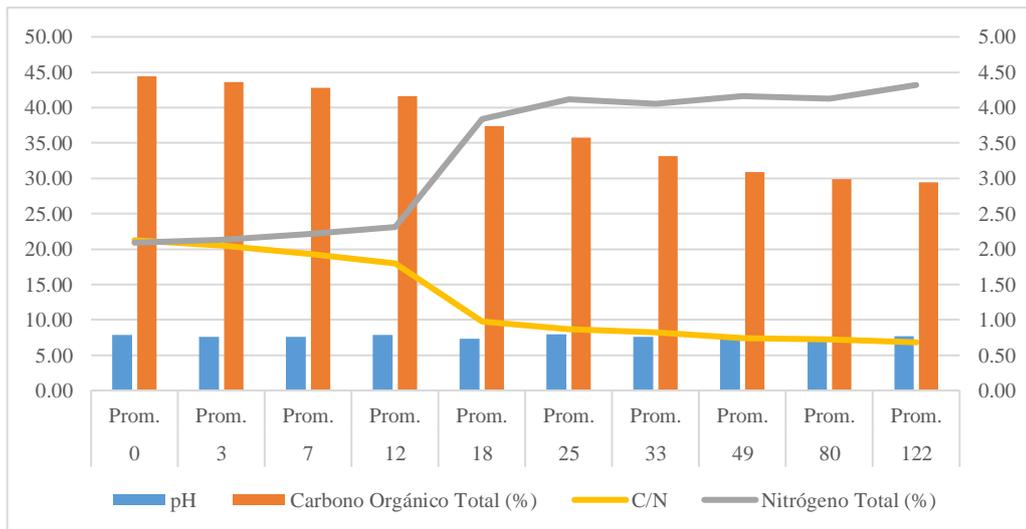


Figura 9: Variables fisicoquímicas del proceso de compostaje.

Fuente: Hsu *et al.* (2001).

Amir *et al.* (2004) emplearon lodo de una depuradora con una relación carbono nitrógeno (C/N) de 14 y contaba con presencia de los metales Zn, Cu, Pb y Ni en valores de 275, 71, 135 y 24 mg.kg⁻¹ respectivamente. Este material fue mezclado con paja (89 por ciento de lodo y 11 por ciento de paja) para incrementar la relación C/N a 23,90. El proceso de compostaje fue seguido durante 180 días, fue volteado cada 15 días y la actividad microbiológica fue monitoreada a través de la temperatura. La evaluación fue realizada a los 0 días (materiales crudos), 30 d, 90 d y 180 d. En la Figura 10:, se puede observar la distribución de variables físico químicas durante el proceso de compostaje. La humedad inició en 54,1 por ciento y concluyó en 64 por ciento; el pH empezó en 7,5 y concluyó en 6,7; la conductividad eléctrica (dS m⁻¹) inició en 2,1 y concluyó en 1,9. El Carbono Orgánico Total (por ciento) inició en 17,7 y concluyó en 14,3; el Nitrógeno Total (por ciento) inició en 0,7 y concluyó en 0,9 y finalmente la relación C/N inició en 25,3 y concluyó en 15,9.

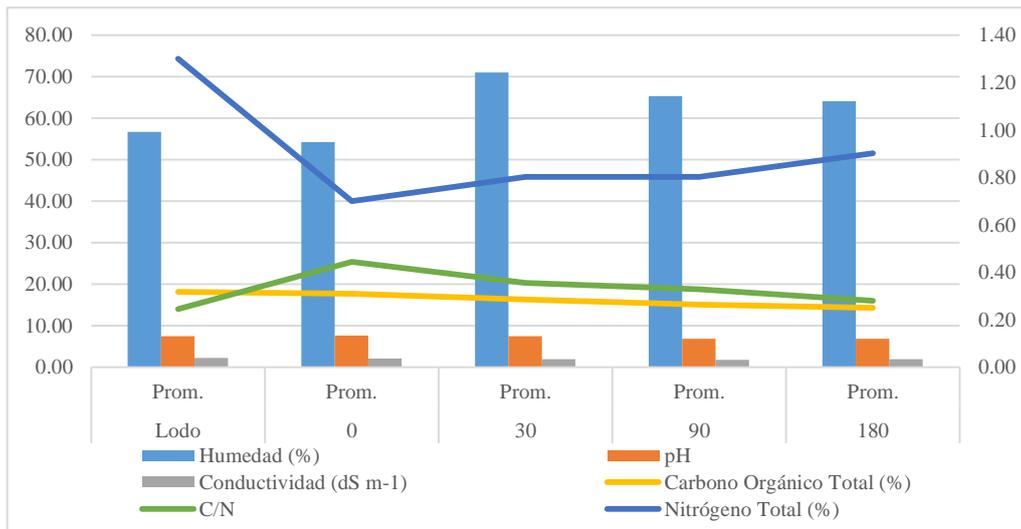


Figura 10: Variables fisicoquímicas del proceso de compostaje.

Fuente: Amir *et al.* (2004).

Huang *et al.* (2005) prepararon dos pilas de compostaje empleando la mezcla de estiércol de cerdo y aserrín a una proporción 4:1 (en base a peso húmedo) para obtener un tasa C/N de 30. Ramitas fueron añadidas como un agente esponjante de la pila y mantener aireado el material. El contenido de humedad fue mantenido entre el 60 y 70 por ciento (w/w). La temperatura fue medida a 0,3 m de profundidad de cada pila. La pilas, de 8 m³ de tamaño, fueron mezcladas y volteadas cada 3 días para proveer aeración. Muestras triplicadas fueron colectadas de cada pila a los 0, 3, 7, 14, 21, 35, 49 y 63 días. Submuestras fueron secadas al aire, trituradas y tamizadas por una malla de 0,25 mm y colocadas en un desecador para los futuros análisis. La temperatura de la pila empezó a los 25 °C y alcanzó los 68 °C a los cuatro días de iniciado el proceso de compostaje y luego permaneció a 60 °C durante cinco semanas en la llamada fase termofílica. La temperatura comenzó a descender después de los 43 días y alcanzó la temperatura ambiente a los 57 días. La tasa C/N inició en 28,8 y concluyó en 16,4 a los 63 días.

Castaldi *et al.* (2006) emplearon desechos sólidos municipales y desechos vegetales en una proporción 1/1 (v/v). El tratamiento fue evaluado durante 100 días. La tipología del tratamiento fue dinámico y aireado los primeros 30 días y estático los siguientes 70 días. El monitoreo del proceso fue realizado mediante el registro diario de temperatura a tres profundidades (20, 50 y 80 cm) durante el primer mes y semanalmente durante la etapa estática. El proceso de compostaje se inició con un incremento de la temperatura hasta los 60 °C durante el primer mes, representando la “fase activa” del proceso. Después del mes

comenzó a caer la temperatura, debido a el alertagamiento de los procesos oxidativos de la microflora presente en la materia orgánica. Esta segunda fase se le denomina la “etapa de curación”. Muestras replicadas de 3 kg fueron tomadas (a 0, 7, 21, 42, 70, 84 y 100 días). Durante el proceso, el contenido de humedad fue medido semanalmente y mantenido al nivel de 40 a 50 por ciento. Submuestras más pequeñas, de 1 kg de peso, fueron secadas a 65 °C trituradas y tamizadas. Las partículas menores de 2 mm fueron usadas para los análisis químicos. El pH se inició con el valor de 6,55 se elevó a 7,59 en el día 21 y descendió a 7,1 en el día 100.

Ayari *et al.* (2008) emplearon dos pilas de compostajes, de desperdicios urbanos, de 50 toneladas cada una con una granulación entre 18 y 80 mm. El compostaje fue realizado durante 150 días y la mezcla fue volteada cada 15 días para aereación. La actividad microbiológica fue seguida diariamente midiendo la temperatura del compost. Se realizaron evaluaciones de extracción secuencial de metales pesados al tiempo 0, a la mitad del proceso y al final del mismo.

Kang *et al.* (2011) emplearon una mezcla de lodo de depuradora y paja de maíz ($d < 5\text{mm}$). La mezcla tenía 57,5 por ciento de humedad y una tasa C/N de 25:1. Se empleó un reactor con un sistema de pila estática aireada por fuerza con dimensiones internas de 0,80 x 0,50 x 0,60 m (largo, ancho y altura). La temperatura fue medida diariamente en 10 posiciones al interior de la pila. La fermentación primaria duró 35 días, y la fermentación secundaria 85 días. Se tomaron muestras compuestas de 2,0 kg, de ocho posiciones, a los 0, 21, 35, 63 y 120 días. Cada muestra fue homogenizada, secada al aire, triturada y tamizada a una malla de 1 mm para su posterior análisis químico.

Ramdani *et al.* (2015) emplearon 60 por ciento de lodo de depuradora con 30 por ciento de desecho verde molido (compuesto por 10% de trigo, 10% de estiércol y 10% de hojarasca) y 10 por ciento de aserrín resinoso. La mezcla de desechos orgánicos fue colocado en una compostera cúbica con un volumen de 1,5 m³ durante un periodo de 90 días. Con el objeto de mantener las condiciones aeróbicas durante el proceso, la pila fue volteada cada cinco días para proveer de oxígeno. Las muestras fueron colectadas al finalizar cada semana, durante el proceso de compostaje desde diferentes puntos de la pila (debajo, a un lado, en la superficie y al centro) para asegurar la representatividad de la muestra.

Análisis fisicoquímicos fueron realizados cada 30 días (0, 30, 60 y 90 días) en orden de determinar el tiempo que permite obtener un compost de buena calidad fisicoquímica (Figura 11:). La humedad se mantuvo entre 53,8 y 69,4 por ciento, el pH se inició en 7,4 y concluyó en 7,6. La conductividad eléctrica inició en 2,2 dS.m⁻¹ y concluyó en 1,8 dS.m⁻¹. El carbono orgánico (%) se inició en 35,5 y concluyó en 29,3, en cambio el Nitrógeno total (%) inició en 1,1 y terminó en 1,9 lo cual generó que la tasa de C/N que empezó en 27,3 concluyera en 15,4.

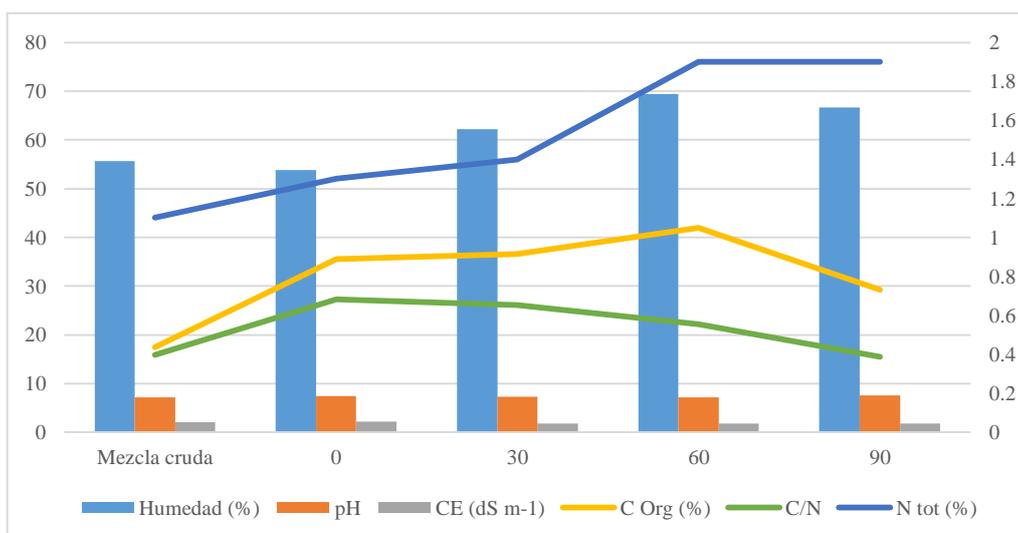


Figura 11: Variables fisicoquímicas del proceso de compostaje.

Fuente: Ramdani *et al.* (2015).

2.3 CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE METALES PESADOS Y PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

De la revisión de la normatividad internacional sobre metales pesados y elementos de traza considerados como contaminantes en el control de calidad del compost ha determinado que el As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Mo, Pb, Se y Zn son los más importantes, debido a esto fueron seleccionados para la presente investigación, como se mencionó anteriormente. A continuación se muestra el Cuadro 3: con información resumen de la normatividad en Chile, Brasil, Austria y la Comunidad Europea. Adicionalmente se muestran los valores de estos elementos consignados como la Norma Técnica Peruana de productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelos, el Reglamento para el Reaprovechamiento de Lodos Generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Perú, el Estándar de Calidad Ambiental para el suelo en el Perú, Parámetros

inorgánicos y microbiológicos de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua para Riego de Vegetales en el Perú y consideraciones de calidad para compost en Chile y Austria (Cuadro 4: a Cuadro 11:).

Cuadro 3: Concentración máxima (mg kg⁻¹) de metales pesados en compost y biosólidos en la normatividad internacional seleccionada

Metal pesado / Elemento traza (Símbolo)	Chile¹ Compost Clase A	Chile¹ Compost Clase B	Brasil² (biosólidos)	Austria³ A⁺ (Agricultura orgánica)	Austria³ A (Agricultura y jardinería)	Austria³ B (Paisajismo y rehabilitación de tierras)	Comunidad Europea⁴
Arsénico (As)	15,00	20,00	20,00	--	--	--	10,00
Cadmio (Cd)	2,00	8,00	0,70	0,70	1,00	3,00	1,00
Cobre (Cu)	100,00	1000,00	70,00	70,00	70,00	250,00	100,00
Cromo (Cr)	120,00	600,00	70,00	70,00	150,00	500,00	100,00
Flúor (F)	--	--	--	--	--	--	200,00
Mercurio (Hg)	1,00	4,00	0,40	0,40	0,70	3,00	1,00
Molibdeno (Mo)	--	--	--	--	--	--	2,00
Níquel (Ni)	20,00	80,00	25,00	25,00	60,00	100,00	50,00
Plomo (Pb)	100,00	300,00	45,00	45,00	120,00	200,00	100,00
Selenio (Se)	--	--	--	--	--	--	1,50
Zinc (Zn)	200,00	2000,00	200,00	200,00	500,00	1800,00	300,00

Fuente: ¹ Chile (INN-Chile. 2004. Norma Chilena Oficial Nch 2880. Of 2004. Compost – Clasificación y Requisitos); ² Brasil (Instrução Normativa Nº 46. 2011. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal); ³ Austria (Federal Law Gazette II Nr. 292/2001 “Compost Ordinance”, Austria tomado de Gomes, I. *et al.* 2004 Legislation Survey on Composting Operations and Compost Use & Methods for Evaluation of Process Efficiency and Compost Quality in Participating Countries. Fifth Framework Programme 1998-2002. Deliverable 13); ⁴ CE (CE. 2006. Establishing revised ecological criteria and the related assessment and verification requirements for the award of the Community eco-label to soil improvers (2006/799/EC).)

Cuadro 4: Límites máximos (mg.kg⁻¹) de metales pesados en abonos, fertilizantes orgánicos sólidos o biosólidos de los lodos generados en las PTAR en el Perú

Metal pesado / Parámetros de toxicidad química en biosólidos de Clase A y de Clase B	Límite máximo (a)	Parámetro de toxicidad química (b)
Arsénico (As)	41	40
Cadmio (Cd)	39	40
Cobre (Cu)	N.R.	1 500
Cromo (Cr)	1 200	1 200
Mercurio (Hg)	17	17
Níquel (Ni)	420	400
Plomo (Pb)	300	400
Zinc (Zn)	N.R.	2 400

Fuente: (a) NTP 311.577:2013. Norma Técnica Peruana. FERTILIZANTES. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelos (INDECOPI 2013); (b) Decreto Supremo N° 015-2017-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para el Reaprovechamiento de Lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs). N.R. = No registra para esta normatividad.

Cuadro 5: Estándares de calidad ambiental para suelo en Perú

Parámetro en mg.kg⁻¹ en PS⁽²⁾	Uso del Suelo⁽¹⁾			Método de ensayo⁽⁷⁾⁽⁸⁾
	Suelo agrícola⁽³⁾	Suelo residencial/ parques⁽⁴⁾	Suelo comercial⁽⁵⁾/ industrial/ extractivos⁽⁶⁾	
Inorgánicos				
Arsénico	50,00	50,00	140,00	EPA 3050 / EPA 3051
Cadmio	1,40	10,00	22,00	EPA 3050 / EPA 3051
Cromo total	**	400,00	1000,00	EPA 3050 / EPA 3051
Mercurio	6,60	6,60	24,00	EPA 7471 / EPA 6020 o 200.8
Plomo	70,00	140,00	1 200,00	EPA 3050 / EPA 3051

Fuente: MINAM (2017).

Notas:

[**] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

(1) Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

(2) PS: Peso seco.

(3) Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas

como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

(4) Suelo residencial/parques: Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

(5) Suelo comercial: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

(6) Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

(7) Métodos de ensayo estandarizados vigentes o métodos validados y que cuenten con la acreditación nacional e internacional correspondiente, en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la *International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)*. Los métodos de ensayo deben contar con límites de cuantificación que estén por debajo del ECA correspondiente al parámetro bajo análisis.

(8) Para aquellos parámetros respecto de los cuales no se especifican los métodos de ensayo empleados para la determinación de las muestras, se deben utilizar métodos que cumplan con las condiciones señaladas en la nota (7).

(9) EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, por sus siglas en inglés).

Cuadro 6: Parámetros inorgánicos de los metales pesados y elementos traza de interés de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua para riego de vegetales en Perú – D1 Riego de cultivos de tallo alto y bajo

Parámetros Inorgánicos	Valor (mg.l⁻¹)
Arsénico (As)	0,10
Cadmio (Cd)	0,01
Cobre (Cu)	0,20
Cromo (Cr)	0,10
Selenio (Se)	0,02
Zinc (Zn)	2,00

Fuente: MINAM (2015).

Cuadro 7: Requisitos microbiológicos para los productos orgánicos y orgánicos minerales empleados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo de origen no pedogénico o biosólidos de los lodos generados en las PTAR

Parámetro	Requisito (a)	Parámetros de higienización de biosólidos
<i>Salmonella</i> spp.	ausente en 25 g	< 1 NMP / 10 g de materia seca (ST)*
<i>Escherichia coli</i>	N.R.	< 1000 NMP.g-1 de materia seca 8ST)*
Coliformes totales	< 1000 NMP o UFC/g o ml	N.R.
Huevos de helmintos viables (1)	< 1 en 4 g de muestra (base seca)	< 1 en 4 g de materia seca o Prueba de utilización de tecnologías indicadas para la higienización.
Fitopatógenos (1)	Ausente	N.R.

(1) Se debe garantizar la sanidad del material, en relación con fitopatógenos específicos que pudieren estar presentes según el origen de las materias primas y de acuerdo con lo establecidos por la autoridad nacional competente, se excluye de estos requisitos los productos de origen pedogenético.

Fuente: (a) INDECOPI (2013); (b) VIVIENDA (2017).

N.R. = No registra para esta normatividad. * Se puede cumplir uno de los dos indicadores como contaminación fecal.

Cuadro 8: Parámetros microbiológicos de interés de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua para riego de vegetales en Perú – D1 Riego de cultivos de tallo alto y bajo

Parámetros Microbiológicos	Valor
Coliformes Totales (NMP / 100 ml)	1000
Coliformes Termotolerantes (NMP / 100 ml)	1000
<i>Escherichia coli</i> (NMP / 100 ml)	100
Huevos y Larvas de Helmintos (Huevos/l)	<1

Fuente: MINAM (2015).

Cuadro 9: Parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de compost en Chile

Parámetro	A	B
Físico-Químicos		
pH	5,00 – 8,50	
CE	< 3 dS.m ⁻¹	< 8 dS.m ⁻¹
M.o.	> o = a 20%	
Nitrógeno total	> o = a 0,5% en base seca	
C/N	< o = 25	< o = 30
Humedad	30 a 45% de la masa del producto en base húmeda	
Microbiológicos		
Coliformes fecales	< a 1000 NMP por gramo de compost, en base seca	
<i>Salmonella</i> sp.	3 NMP en 4 g de compost, en base seca	
Huevos de helmintos viables (1)	1 en 4 g de compost, en base seca	

NMP = Número más probable. (1) El análisis sólo será exigible a requerimiento expreso de la Autoridad Competente

Fuente: INN-Chile (2004).

Cuadro 10: Tasa máxima anual de contaminantes para aplicación de biosólidos en el Perú

Parámetros de toxicidad química en biosólidos de Clase A y de Clase B	Tasa máxima anual (kg contaminante / ha suelo)
Arsénico (As)	2,0
Cadmio (Cd)	2,0
Cobre (Cu)	100,0
Cromo (Cr)	75,0
Mercurio (Hg)	1,0
Níquel (Ni)	20,0
Plomo (Pb)	20,0
Zinc (Zn)	150,0

Fuente: VIVIENDA (2017).

Cuadro 11: Cantidades máximas de aplicación de compost en diferentes usos, los cuales requieren etiquetado en Austria

Área de aplicación		Tipo de Calidad		
		A+	A	B
Agricultura	Fertilización	Máximo 8 t/ha (MS) en promedio de 5 años(1)		Restringido
	Reclamación o prevención de la erosión	Máximo 160 t/ha (MS) en un periodo de 20 años		Restringido
Jardinería por entretenimiento		10 litros por m ² al año		Restringido
Plantaciones		< o = 40% (v/v)		Restringido
Paisajismo y cobertura de rellenos sanitarios		> 400 t/ha (MS) en 10 años(1)	< 400 t/ha (MS) en 10 años(1)	< 200 t/ha (MS) en 10 años(1)
Preservación de paisaje		> 40 t/ha (MS) en 3 años	< o = 40 t/ha (MS) en 3 años(1)	< = 20 t/ha (MS) en 3 años(1)

Fuente : Gomes *et al.* (2004).

2.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS METALES PESADOS

Los elementos pesados y elementos traza de interés tienen diferentes características en el suelo. En principio algunos de ellos son considerados también elementos esenciales para los seres vivos (Cu, Cr, Mo, Ni, Se y Zn) y presentan formas iónicas predominantes en los suelos. A excepción del Mo, todos se acomplejan con la materia orgánica y el pH, en todos, tiene influencia en su biodisponibilidad. A continuación, en el Cuadro 12:, se muestra un detalle de estas características relevantes.

Cuadro 12: Resumen de las características más relevantes de los metales pesados y elementos traza de interés en suelos.

Metal pesado o elemento traza de interés	Elemento esencial para los seres vivos	Formas iónicas predominantes en suelos	Se acomplejan con la materia orgánica	El pH regula su biodisponibilidad	Efectos en los seres humanos
As	No	As ⁺³ , As ⁺⁵ (Se metila, pero esta forma es menos tóxica).	Si	Si, pero inversamente, a mayor pH mayor biodisponibilidad.	Envenenamiento acumulativo, cáncer, lesiones en piel.
Cu	Si	Cu ⁺²	Si	Si, pero de manera limitada.	Raro impacto, problemas mentales, fatiga.
Cr	Si	Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	Si	Si y precipita a pH > 5,5	Mutagénico
Cd	No	Cd ²⁺	Si, pero facilita su absorción en las plantas.	Si a pH < 6,5. Mayor influencia tiene el contenido total de Cd en el suelo.	Enfermedades en corazón y riñones, fragilidad ósea.
Hg	No	Hg ⁰ , Hg ⁺² (se metila y es más tóxico).	Si	Si	Daño al sistema nervioso.
Mo	Si	Mo ⁺⁴ , Mo ⁺⁶	No	Si, pero inversamente a mayor pH mayor biodisponibilidad, sobre todo en valores alcalinos.	Raro impacto
Ni	Si	Ni ⁰ , Ni ⁺²	Si	Si	Cancer al pulmón.
Pb	No	Pb ⁺²	Si	Si, pero en algunos casos inversamente a mayor pH. En suelos alcalinos, la solubilidad puede aumentar debido a la formación de Pb soluble orgánico y hidrox-complejos de Pb.	Daño al cerebro, convulsiones.
Se	Si	Se ⁺⁴ , Se ⁺⁶	Si	Si	Raro impacto, pérdida de cabello, deformación en las uñas.
Zn	Si	Zn ⁺²	Si	Si. Pero el contenido total de Zn en el suelo es más predominante que el pH.	Raro impacto

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión de Brady & Weil (2008) y Alloway (2013).

2.5 INTERACCIONES ENTRE METALES PESADOS Y LAS FRACCIONES ORGÁNICAS

Las fracciones orgánicas principales responsables de la unión con un metal son los ácidos húmico y fúlvico que pueden ser alrededor del 75 por ciento de la materia orgánica del suelo en promedio (Alloway 2013). Las interacciones entre las sustancias húmicas y iones metálicos dan lugar a la formación de complejos de muy diferente estabilidad, que son extremadamente importantes ya que afectan a (Porta *et al.* 2003, Navarro & Navarro 2013):

- La retención y la movilidad de los metales en suelos y aguas, con incidencia en los procesos edafogénicos y de contaminación;
- Estructuración del suelo;
- Nutrición de las plantas, al aumentar la movilidad y disponibilidad de determinados nutrientes, con posibilidad de una liberación progresiva.

Un complejo metal deja de tener el comportamiento que tendría si estuviese libre y adquiere el del complejo resultante. De este modo, las sustancias húmicas pueden servir de transportadores de metales. Se han establecido dos ámbitos distintos: la materia orgánica viva (fracción biótica del suelo) y la materia orgánica coloidal no viviente (fracción abiótica). Las interacciones pasivas de la fracción abiótica del suelo, que contemplan principalmente las sustancias húmicas, se desarrollan de la siguiente manera (Porta *et al.* 2003, Navarro & Navarro 2013):

- En una primera etapa, por mezcla mecánica, debido a la bioturbación provocada por la fauna del suelo, posteriormente, se entremezclan los micelios de hongos con las partículas de arena, limo y arcilla y por medio de las células microbianas o material capsular.
- El contacto entre constituyentes minerales y componentes orgánicos favorece que tengan lugar reacciones que pueden ser: de intercambio iónico, de adsorción y de superficie o de quelación (complejación).

La expresión “complejo órgano-metálico” describe el resultado de una reacción entre un anión complexante orgánico (ligando) y un elemento metálico. Como ejemplo, se puede indicar el caso del ácido oxálico frente al ion aluminio (Porta *et al.* 2003, Tipping 2004):



Los grupos funcionales reactivos pueden formar complejos, presentando distinta afinidad frente a los iones metálicos (Stevenson & Olsen 1989, Piccolo 2002, Porta *et al.* 2003, Navarro & Navarro 2013):

- Enolato, Amina, Compuestos Azo, Anillos N, Carboxilo, Éter, Carbonilo.

Las posiciones complexantes más importantes son los grupos carboxilo y OH⁻ fenólico. El tipo de interacción entre iones metálicos y ligando orgánico puede preverse a partir de las propiedades de hidrólisis de los elementos y “fuerza” del metal y de los átomos donantes de electrones de las posiciones complexantes. Se puede determinar a partir de los valores de la relación Z^2/r (Z = carga, r = radio del catión). Los factores que controlan la unión son: la fuerza iónica, el pH, el tipo de arcilla, el tipo de grupo funcional y los cationes en ocurrencia (Murphy & Zachara 1995, Porta *et al.* 2003). La reacción de adsorción ion metálico-sustancia húmica puede dar lugar a:

- **Complejos de esfera interna** en los que el ligando tiene dos átomos capaces de formar un anillo con un catión no hidratado, dando lugar a uniones fuertes. Si dos o más grupos funcionales de un mismo ligando están coordinados a un catión metálico en un complejo, éste recibe el nombre de quelato (Porta *et al.* 2003, Tipping 2004).

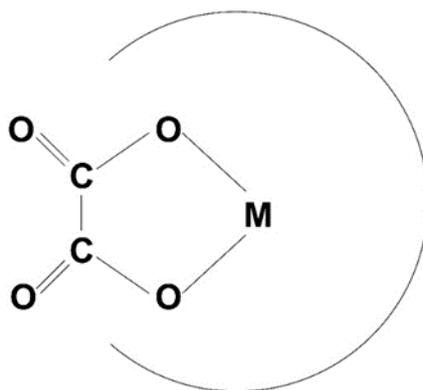


Figura 12: Ejemplo de coordinación de esfera interna entre el ácido oxálico y un metal divalente.

Fuente: Porta *et al.* (2003), Tipping (2004).

- **Complejos de esfera externa** en ellos una o más moléculas de agua se interponen entre el grupo central (ligando) y el catión metálico. La unión es de tipo electrostático, débil y permite un intercambio rápido del catión (Porta *et al.* 2003, Tipping 2004).

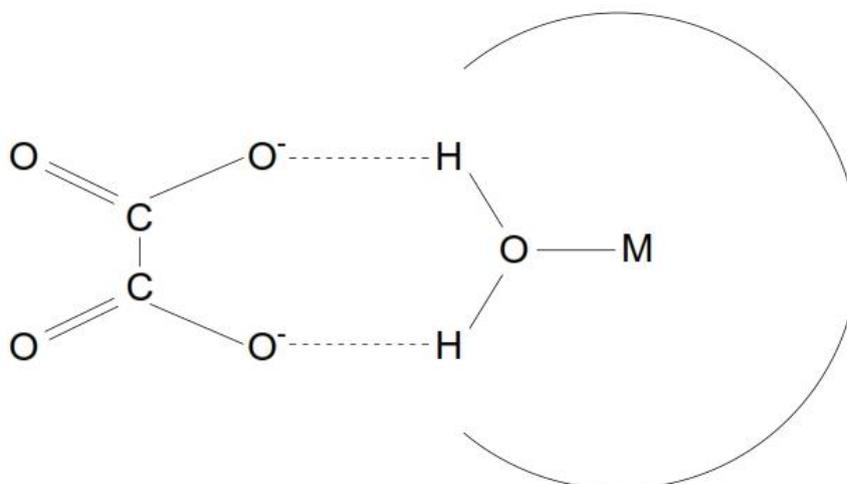


Figura 13: Ejemplo de coordinación de esfera externa entre el ácido oxálico y un metal divalente.

Fuente: Porta *et al.* (2003), Tipping (2004).

La afinidad del ion metálico por el ligando orgánico se puede evaluar a partir del valor de la constante de estabilidad de los complejos sustancia húmica-metal. Se ha puesto de manifiesto que cuanto mayor es el grado de humificación de una materia orgánica, mayor será su potencial para formar complejos con los metales (Porta *et al.* 2003, Tipping 2004).

2.6 ESTIÉRCOL VACUNO Y LOS METALES PESADOS

Desde tiempos remotos se le ha considerado al estiércol como un fertilizante del suelo y estuvo relacionado a la actividad agrícola. Con la modernidad se genera una producción de estiércol en exceso en áreas concentradas sin suelo agrícola para su consumo lo cual ha llevado a considerarlo un “residuo orgánico” (Moreno & Moral 2011, Font-Palma 2019). La acumulación de estiércol en áreas determinadas de ganadería intensiva genera problemas como la emisión de malos olores, lixiviación a aguas subterráneas y superficiales, contaminación del suelo por aplicación de dosis excesivas (Moreno & Moral 2011, Font-Palma 2019) e incluso riesgo de enfermedades para los animales y para la salud humana. La idea es volver a considerar el estiércol como un recurso en lugar de un residuo valorando su contenido en nutrientes y materia orgánica para el suelo y los cultivos (Urbano 2008, Moreno & Moral 2011, Font-Palma 2019).

Con respecto a la ganadería mundial bovina (Moreno & Moral 2011) se estima en 1331,5 millones de animales, siendo el mayor productor Brasil con el 14 por ciento seguido con 7 por ciento Estados Unidos.

En el Perú de acuerdo al IV Censo Nacional Agropecuario (INEI 2012) se tiene una población de 5,15 millones de animales vacunos, conformados por vacas, vaquillonas, vaquillas, terneros y terneras, toros, toretes y bueyes. De los cuales el 39,75 por ciento son vacas. La región con la mayor población de ganado vacuno es Cajamarca con 724 478 animales con un 37,3 por ciento de vacas. Cajamarca, Arequipa y Lima son las principales áreas productoras de leche vacuna (MINAGRI 2017). En la región Lima se tienen 289 679 animales con el 40,08 por ciento de vacas, en el distrito de La Molina se tiene 455 animales de los cuales el 51 por ciento son vacas.

Es importante señalar que de las 2 260 973 unidades agropecuarias censadas en el Perú, el 49,93 por ciento usa los residuos de la actividad pecuaria como abono. En el caso del distrito de La Molina de las seis unidades agropecuarias el 66,67 por ciento lo usan como enmienda orgánica o abono (INEI 2012).

La producción de residuos de animales (estiércoles y purines) a nivel mundial no está contabilizada con exactitud. Existe información sobre la producción de deyecciones diarias

por tipo y tamaño de animal, variando en bovino entre 80 a 315 l/semana para terneros de menos de un año y vacas lecheras respectivamente (Moreno & Moral 2011). Font-Palma (2019) menciona que el ganado vacuno puede generar de 5 a 6 por ciento su peso diario de estiércol es decir 5,5 kg de peso seco por animal por día y en las vacas productoras de leche de 7 a 8 por ciento su peso diario de estiércol es decir 7,3 kg de peso seco por animal por día.

Los tratamientos a que se somete al estiércol tratan de reducir volumen, como los procesos de separación sólido-líquido de los purines, obtener un material más estable, más seco y fácil de transportar, como en el caso del compostaje, u obtener beneficio energético, como la digestión anaerobia con la producción de biogás (Moreno & Moral 2011, Font-Palma 2019).

No obstante la significativa generación del estiércol de vacuno a nivel mundial y sus bondades en su uso como fertilizante, se conoce también que son fuente de contaminación de suelos por su aporte de metales pesados. Nicholson *et al.* (1999) mencionan que la concentración de Zn y Cu en el estiércol de ganado vacuno lechero es generalmente más alto que el de ganado vacuno para carne. De 180 a 110 mg.kg⁻¹ de Zn y de 50 a 25 mg.kg⁻¹ de Cu respectivamente. Estas diferencias se deben principalmente a los suplementos minerales alimenticios que reciben el ganado vacuno lechero. En el caso del Ni, Pb, Cd, As y Cr típicamente sus concentraciones son menores que 20 mg.kg⁻¹.

Hokayen & El Azzi (2014) mencionan que los ganaderos por optimizar la producción de carne, leche y fertilidad incorporan tasas excesivas de Cu y Zn. Estos elementos no son bien asimilados por el ganado vacuno y por lo tanto, la mayoría de estos elementos están presentes en sus excretas. De acuerdo a la investigación de Hokayen & El Azzi (2014) el 69 por ciento del Cu (348 mg de Cu /kg en estiércol de 504,3 mg.kg⁻¹ de alimento balanceado) y el 63 por ciento del Zn (1006 mg de Cu /kg en estiércol de 1596 mg de Cu /kg de alimento balanceado) se excreta.

A continuación se muestran valores referenciales de la presencia de metales pesados en los estiércoles de ganado en Europa y China (Cuadro 13:).

Cuadro 13: Concentración de metales pesados en estiércol de ganado en Europa (Proyecto AROMIS) y China (mg kg⁻¹ de materia sólida seca)

Ubicación de los registros	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Se	Zn
Europa	--	0,3 (0,04-3,1)	7,5 (0,1-170)	23 (0,3-191)	--	--	4,4 (0,2-28)	3,8 (0,1-92)	--	119 (9,6-691)
China	--	3,4	15,2	46,5	--	--	14,1	15,7	--	152
El mundo (estiércol en general)	(3-150)	(0,3-0,8)	(5,2-55)	(2-60)	(0,09-26)	(0,05-3)	(7,8-30)	(6,6-350)	2,4	(15-250)

Fuente: Alloway (2013). “—“ significa sin información.

2.7 HOJARASCA URBANA Y LOS METALES PESADOS

Según el Ministerio del Ambiente (INEI 2015), el total de residuos sólidos municipales estimados para el año 2012 fue de 7 047 000 toneladas los cuales el 50,9 por ciento fue materia orgánica. En cuanto a los residuos de los parques y jardines se estima que es el 2 por ciento del total del residuos (MINAM 2014).

Los residuos agrícolas orgánicos como restos de poda, de cultivos leñosos y de cultivos herbáceos presentan como destino inmediato su valorización energética, valorización agrícola directa para mantener el contenido de materia orgánica del suelo o valorización como material complementario para el proceso de compostaje (Pérez *et al.* 2010, Moreno & Moral 2011).

Si bien existe un potencial valor en el uso de los restos de las podas de los árboles y otros desechos vegetales también se debe mencionar que existen estudios (Naveed *et al.* 2010, Shaheen *et al.* 2014 y Patel *et al.* 2015) que muestran la caracterización de las concentraciones de metales pesados en las hojas de árboles. Estas caracterizaciones siguieron similar procedimiento para su análisis, lo cual se basó en la colecta de hojas, el lavado en agua desionizada, el molido en partículas menores a 1 mm, digestión ácida y análisis instrumental.

Naveed *et al.* (2010) evaluaron contenido de Pb en las hojas de tres especies de árboles, comparando diferentes tipos de usos del territorio, dentro de ellos áreas urbanas y rurales cercanas a una carretera en Pakistán, donde observaron que las áreas urbanas presentaban mayores valores de concentración de Pb que las áreas rurales. En el caso de la especie *Eucalyptus spp.* para el invierno en el área rural presentó 69,67 mg.kg⁻¹ y 129,32 mg.kg⁻¹ en verano, en cambio para el invierno en el área urbana presentó 264,53 mg.kg⁻¹ y en el verano 353,23 mg.kg⁻¹.

Shaheen *et al.* (2014) evaluaron una especie arbórea en un área industrial de Arabia Saudita y determinaron las concentraciones más altas de metales pesados cerca a las industrias de pintura, química e industria del papel con los valores de Cd, Cr, Ni y Pb en 4,56; 8,69; 6,15 y 48,47 mg.kg⁻¹ respectivamente.

Patel *et al.* (2015) reportaron la hojas de seis especies de árboles y observaron las concentraciones de As (2,8 a 4,3 mg.kg⁻¹), Cd (1,12 a 1,65 mg.kg⁻¹), Cr (8,6 a 49 mg.kg⁻¹), Cu (43 a 406 mg.kg⁻¹), Hg (0,13 a 0,76 mg.kg⁻¹), Pb (1,6 a 16,4 mg.kg⁻¹) y Zn (79 a 360 mg.kg⁻¹) en una de las áreas industriales más contaminadas de la India.

2.8 SUSTANCIAS HÚMICAS Y LOS METALES PESADOS

Las sustancias húmicas (S.H.) son consideradas por la mayoría de los geoquímicos como los materiales resistentes a degradación durante la descomposición de la materia vegetal (Chang Chien *et al.* 2006). Los mecanismos propuestos para la formación de la S.H. se encuentran resumidas en la Figura 14:. Las vías 1, 2 y 3 involucran la rotura en pequeñas moléculas, seguido por su ensamblaje en entidades más grandes. La vía 4 es la “teoría de la lignina”. Stevenson (1994) enunció que las S.H. del suelo pueden ser formadas por todas las cuatro vías, pero consideró que las vías 2 y 3, que involucran a los polifenoles y las quinonas, son las que dominan en la mayoría de los suelos. Ambas vías se consideran la “teoría del polifenol” (Tipping 2004, Peña-Méndez *et al.* 2005).

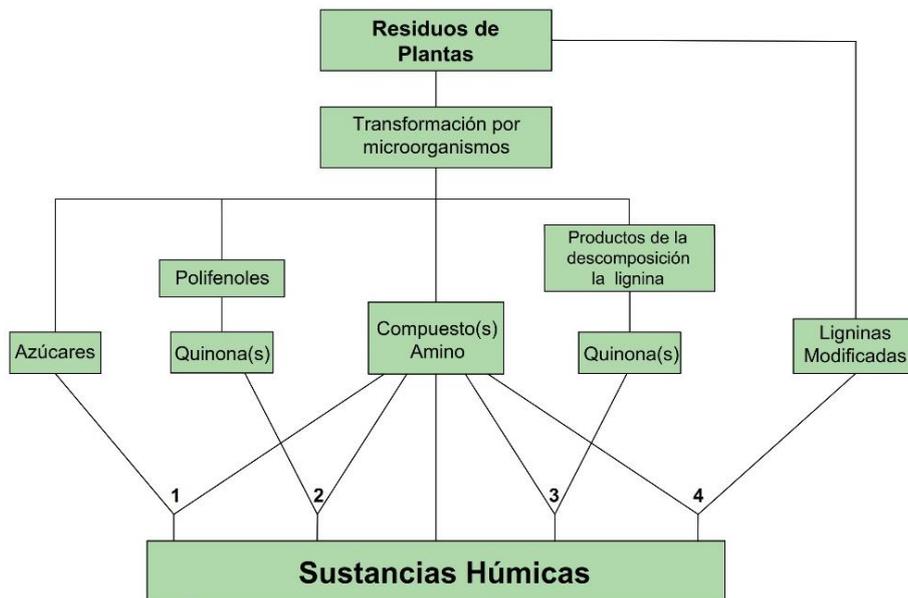


Figura 14: Vías de la formación de las sustancias húmicas.

Fuente: Stevenson (1994), Tipping (2004).

Las S.H. contienen una variedad de grupos funcionales, incluyendo grupos fenólicos, enólicos, alcohólicos, quinonas, hidroxiquinonas, lactonas y éteres. Numerosos estudios de laboratorios han reportado en la literatura reacciones entre los metales y las sustancias húmicas. Varios artículos científicos también se han referido sobre este tema (Chang Chien *et al.* 2006, Singh & Kalamdhad 2015).

En el suelo y ambientes asociados, naturalmente ocurren fuertes uniones con los metales, lo cual puede ser atribuible a la interacción de los iones metálicos con los enlaces ácidos de los grupos carboxílico y fenólico de las S.H. (Chang Chien *et al.* 2006).

Las S.H. pueden existir en formas suspendidas o disueltas en los sistemas acuáticos. En las formas disueltas, las S.H. tienen la habilidad de formar complejos con metales. Cuando se presentan como una fase sólida orgánica, las S.H. proveen de una superficie para la adsorción desde el sistema acuoso. Los ligandos orgánicos derivados de las S.H. reaccionan con los metales para formar complejos, los cuales influyen las concentraciones de los iones metálicos libres y lábiles (con enlaces débiles) y su subsecuente movilidad y biotoxicidad en el suelo y ambientes asociados (Chang Chien *et al.* 2006).

Los ácidos húmicos (A.H.) y los ácidos fúlvicos (A.F.) son las principales fracciones de las S.H. y estos son distinguibles por sus propiedades de solubilidad (Figura 15:). Los A.H. son solubles por bases, pero insolubles en ácidos, en cambio los A.F. son solubles con ambos (Brady & Weil 2008, Kang *et al.* 2011).

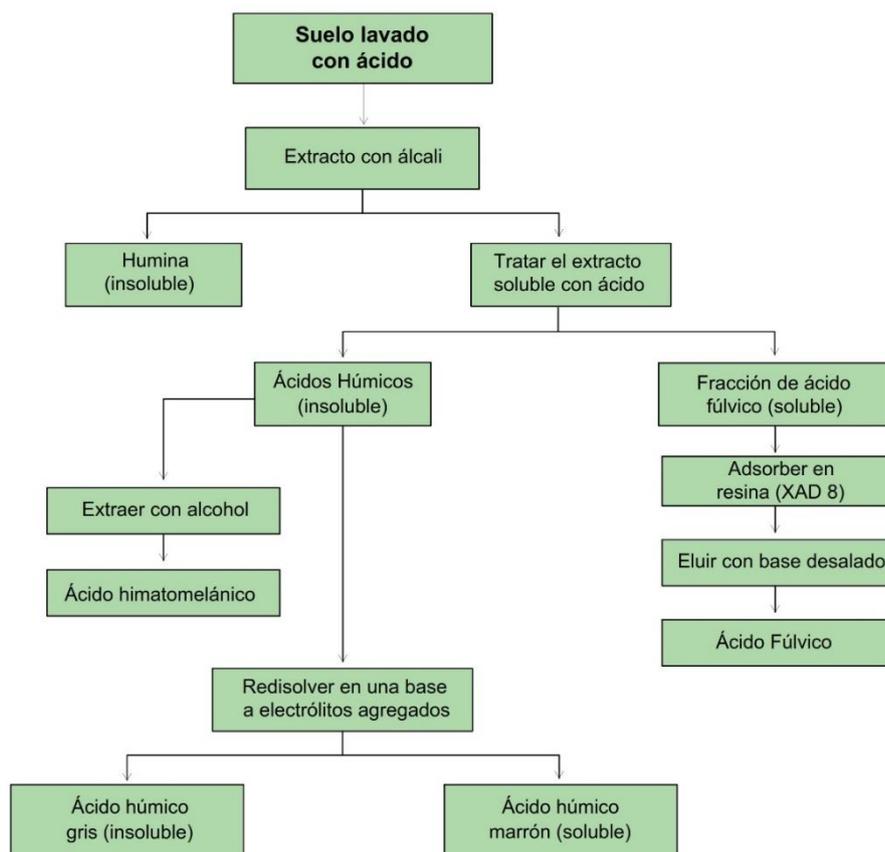


Figura 15: Esquema de extracción de sustancias húmicas del suelo.

Fuente: Tipping (2004).

La fracción de los ácidos fúlvicos está formada por la que permanece como fracción acuosa acidificada, soluble en ácidos y bases. Es de color pardo, de menor peso molecular que los ácidos húmicos y menos carbono (Cuadro 14:). Estas diferencias se manifiestan en que los ácidos húmicos tienen:

- Una mayor grado de polimerización y pesos moleculares más elevados;
- Menor acidez total;
- Porcentajes de C y N superiores;
- Menor porcentaje de grupos $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$ fenólicos y alcohólicos, $\text{C}=\text{O}$ y OCH_3 (Porta *et al.* 2003, Navarro & Navarro 2013).

Cuadro 14: Principales características analíticas de los ácidos fúlvicos y húmicos.

Características	Ácidos fúlvicos	Ácidos húmicos
Color	Parduzco	Negruzco
Peso molecular (Da)	900 – 5000	2000 – 100 000
Carbono (%)	44 - 59	52 – 62
Hidrógeno (%)	3,5 - 5	3 – 5,5
Oxígeno (%)	44 - 59	30 -33
Nitrógeno (%)	2 - 4	3,5 – 5
Azufre (%)	0,1 – 3,6	0,1 – 1,5
Acidez total (me / 100 g)	640 – 1 420	560 - 890

Fuente: Navarro & Navarro (2013).

Algunos investigadores han realizado representaciones de la posible estructura de las moléculas de los ácidos húmicos y fúlvicos. En la Figura 16: y Figura 17:, se puede observar ambas representaciones donde se pueden diferenciar el tamaño y complejidad de dichas moléculas y los grupos funcionales que los caracterizan (Peña-Méndez *et al.* 2005, Navarro & Navarro 2013). En la Figura 16:, “R” puede ser un alquilo, un arilo o un aralquilo.

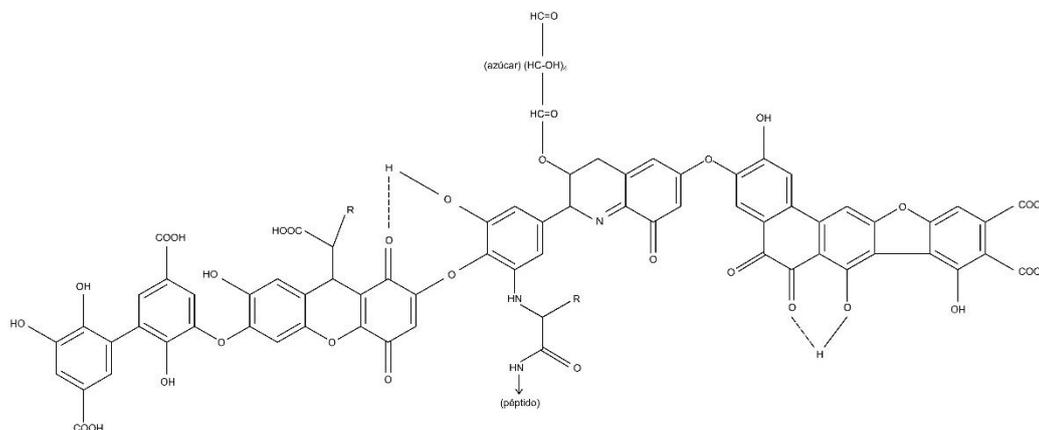


Figura 16: Estructura modelo del ácido húmico.

Fuente: Stevenson (1982), Peña-Méndez *et al.* (2005), Navarro & Navarro (2013).

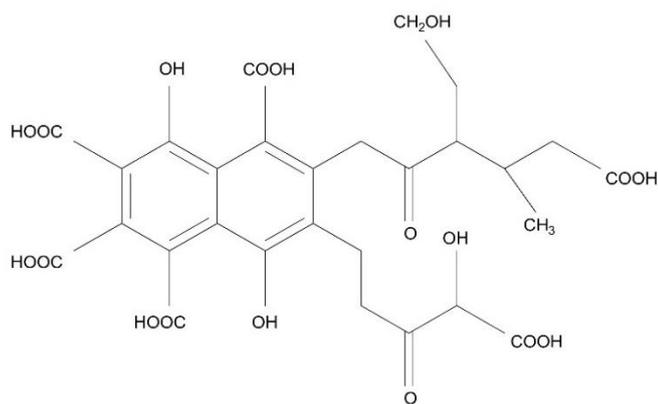


Figura 17: Estructura modelo del ácido fúlvico.

Fuente: Buffle et al. (1977), Peña-Méndez *et al.* (2005), Navarro & Navarro (2013).

A continuación se ha seleccionado investigaciones de biodisponibilidad de metales pesados y su asociación a los ácidos húmicos y fúlvicos.

Castaldi *et al.* (2005) reportaron la determinación de las sustancias húmicas a través del tratamiento de 2 g de muestra de compost con 100 ml de una solución mixta de 0,1 N NaOH/Na₄P₂O₇ bajo N₂ durante 48 h a 65 °C en un baño termostático a 80 oscilaciones por minuto. Después de la centrifugación la solución de la supernata fue filtrada a través de filtros de membranas de 0,45 um y almacenado bajo N₂ y 4°C. Los A.H. y los A.F. fueron fraccionados por acidificación de 25 mL del extracto con 50 por ciento de H₂SO₄ (pH < 2), separando el A.H (precipitado) del A.F. (en solución). El A.F. fue purificado en una columna de polivinilpirrolidona (PVP) y resolubilizado con NaOH 0,1 N. Los valores de ácidos húmicos y fúlvicos iniciaron con 5,02 y 1,13 por ciento y concluyeron con 6,22 y 1,67 por ciento respectivamente (Figura 18:). Estos obtuvieron correlaciones negativas significativas ($p < 0,01$) con los extractos con agua de Cd, Cu, Pb y Zn.

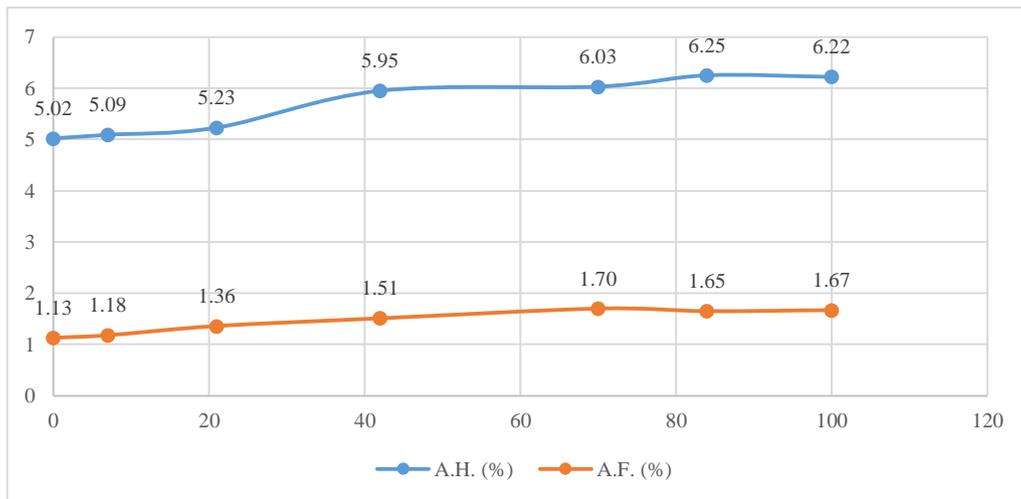


Figura 18: Ácidos húmicos y fúlvicos durante el compostaje.

Fuente: Castaldi *et al.* (2005)

Ramdani *et al.* (2015) extrajeron los ácidos húmicos (A.H.) y los ácidos fúlvicos (A.F.) a través del agitación generada por el evaporador rotatorio durante dos horas. La muestra fue de 10 g de compost al cual se le añadieron 100 ml de NaOH al 0,1 M en un vaso Erlenmeyer de 250 ml. La fracción soluble en medio alcalino (A.H. + A.F.) es recuperado mediante centrifugación a 2 500 rpm durante 25 minutos. La solución es acidificada a pH 1 mediante la adición de ácido clorhídrico (HCl) 6 M durante una noche a temperatura de 4 °C. La fracción soluble en ambiente ácido fúlvico es separado desde la fracción insoluble en ambiente ácido húmico mediante la centrifugación a 10 000 rpm durante 10 minutos. Las dos fracciones son secadas en un horno a 105 °C durante 48 horas.

Los resultados obtenidos muestran un incremento de los ácidos húmicos desde 2,95 por ciento hasta alcanzar el valor de 3,91 por ciento a diferencia de los ácidos fúlvicos que del valor 3,21 concluyen a los 90 días en 1,09 por ciento (Figura 19:). En este transcurrir de tiempo también se evaluó la extracción de metales pesados con agua desionizada y mostró una tendencia a la reducción en Cu, Zn y Cr.

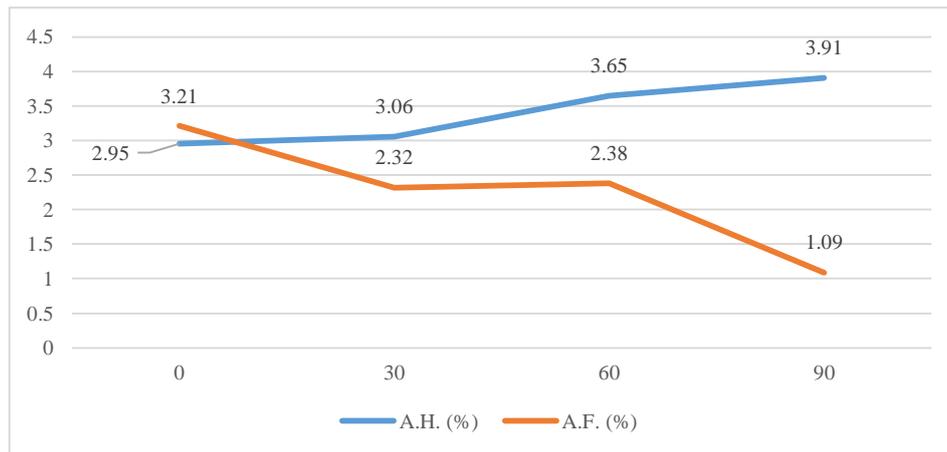


Figura 19: Ácidos húmicos y fúlvicos durante el compostaje.

Fuente: Ramdani *et al.* (2015).

2.9 MICROORGANISMOS DURANTE EL COMPOSTAJE Y LOS METALES PESADOS

La forma de remover los metales pesados del compost es por medios químicos, por ejemplo mediante el lixiviado con soluciones de ácido sulfúrico o nítrico. Tales técnicas pueden ser muy costosas y pueden tener varias desventajas, como un ión metálico impredecible, requerimientos altos de reactivos y la generación de lodos tóxicos, lo cual frecuentemente dificulta el desecado y precauciones extremas en su disposición final. El desarrollo de alternativas costo efectivas, como la biosorción, bioacumulación y el biolixiviado se han convertido en un área intensiva de desarrollo en la pasada década. La biomasa microbiana ha sido observada por sus capacidades de sorción. Las propiedades de la biomasa microbiana muerta para acumular iones de metales pesados, el proceso no metabólico llamado biosorción, el término bioacumulación describe un proceso activo donde la remoción de metales requiere la actividad metabólica de los organismos vivos. Los procesos de biolixiviado están definidos como la metabolización de cationes metálicos de minerales insolubles por oxidación biológica y procesos de complejación (Singh & Kalamdhad 2012, Jin *et al.* 2018).

Los microorganismos como las bacterias, hongos, algas y levaduras son conocidos por su tolerancia y acumulación de metales pesados. Estos microorganismos tienen la habilidad de absorber y detoxificar metales pesados y han sido aplicado para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con metales pesados y pueden ser considerados para inmovilizar los metales pesados en los desechos sólidos. Los posibles mecanismos de bioadsorción

involucrados en el proceso son: el intercambio iónico, coordinación, complejación, quelación, adsorción, microprecipitación, difusión a través de las paredes celulares y las membranas lo cual se difiere dependiendo de las especies usadas, el origen y procesamiento de la biomasa y la química de la solución (Singh & Kalamdhad 2012, Jin *et al.* 2018).

Otros parámetros también son mejorados inoculando microorganismos benéficos en el proceso de compostaje como por ejemplo el tiempo, la relación C/N, los contenidos de Nitrógeno Total, pH, Potasio Total, Hierro Total y Fósforo Total (Vásquez De Díaz *et al.* 2010, Lim *et al.* 2013, Singh & Nain 2014). Esto beneficia al producto final del compostaje al obtener una enmienda estable con aporte de macro y micronutrientes.

En la revisión bibliográfica aún existe una limitada información sobre la caracterización de las comunidades microbianas durante el proceso de compostaje (Escobar *et al.* 2012). Es importante conocer cual es la característica poblacional de estas comunidades para poder intervenir en posibles mejoras de los procesos metabólicos que pueden influenciar la biodisponibilidad de metales pesados en el compost. En la Figura 20: y el Cuadro 15:, se muestra la sucesión microbiana y ambiental durante el compostaje y seguidamente investigaciones realizadas en este sentido.

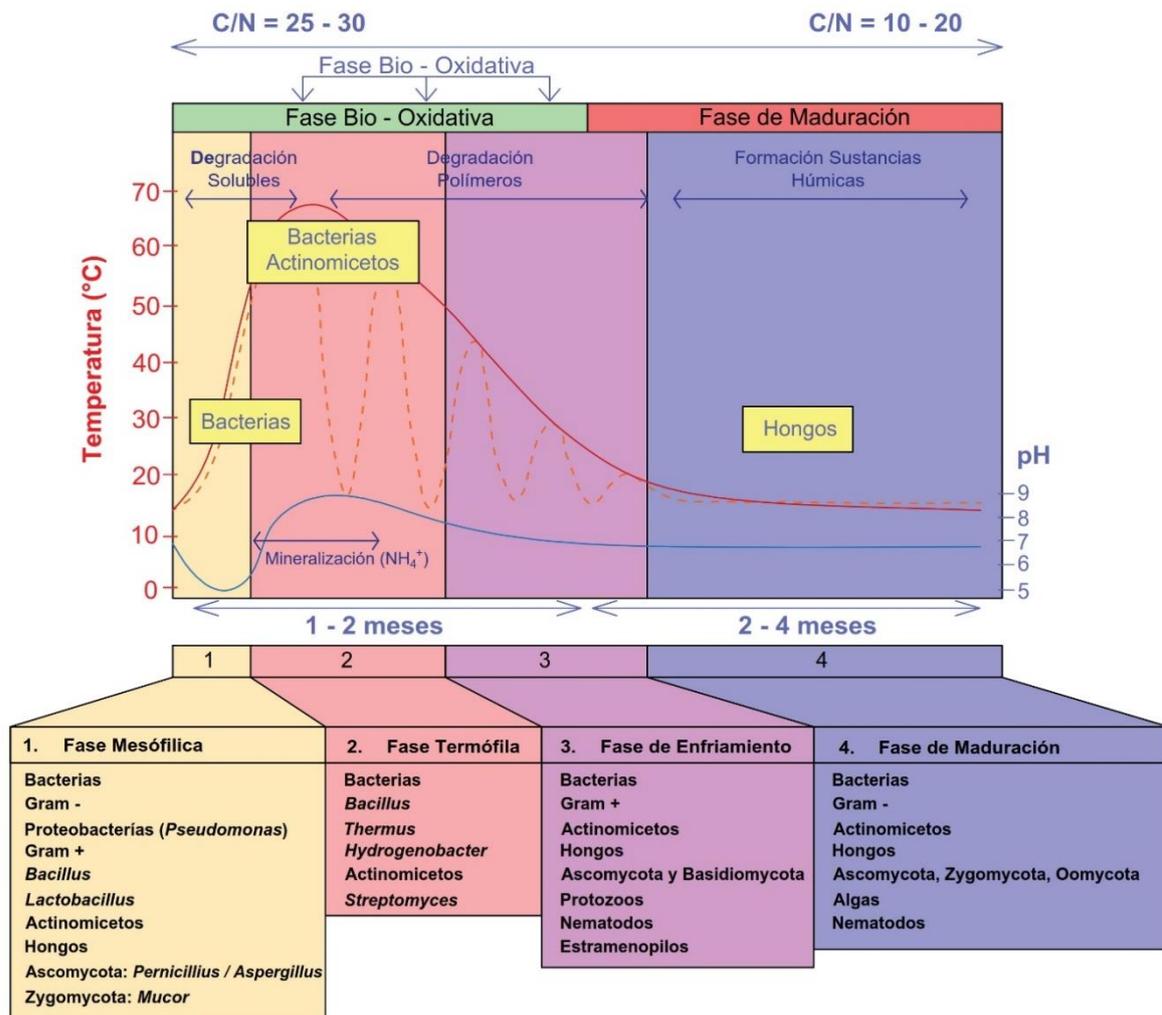


Figura 20: Sucesión microbiana y ambiental durante el compostaje.

Fuente: Moreno & Moral (2011).

Cuadro 15: Resumen de la sucesión microbiana

Fase	Temperatura (°C)	Subproductos	Microorganismos
Mesófila inicial	10 – 40	Degradación de compuestos orgánicos simples	Bacterias y hongos mesófilos y termotolerantes (con metabolismo oxidativo y fermentativo). Bacterias Gram Negativas y productoras de ácido láctico.
Termófila	> 40	Metabolización de proteínas, liberación de amoníaco (alcalinización). Se metaboliza lignocelulosa.	Actinomicetos, bacterias termófila y bacterias Gram Negativas. Reducción de hongos y levaduras.

«Continuación»

Fase	Temperatura (°C)	Subproductos	Microorganismos
Enfriamiento	< 40	Oxidación de la materia orgánica, hidrógeno, nitrito y sulfuros. Fijación de nitrógeno, reducción de sulfatos y producción de nitrito a partir de amonio.	Hongos y actinomicetos (otros microorganismos oligotróficos de los suelos como protozoos, nemátodos y miriápodos).

Fuente: Moreno & Moral (2011).

Escobar *et al.* (2012) identificaron las poblaciones microbianas de tres mezclas de 85 kg de residuos orgánicos de café y otros desechos agrícolas en Colombia. En la mezcla que se empleó estiércol vacuno, estuvo conformada por 15 kg de pulpa de café, 15 kg de estiércol de ganado vacuno, 5 kg de desecho de rastrojo de plátano y 50 kg de hojarasca. Los microorganismos de mayor importancia, encontrados, tanto en sustratos simples, como en sus mezclas, fueron para el caso de las bacterias, los géneros *Pseudomonas* (Bacterias Gram negativas) y *Bacillus* (Bacterias Gram positivas); para actinomicetos, los pertenecientes al género *Streptomyces* y para los hongos, los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Es importante señalar que los actinomicetos también son bacterias solo que por su importancia en los procesos metabólicos se mencionan diferenciados del resto de bacterias. En el Cuadro 16:, se muestran los microorganismos identificados en el producto final del compostaje.

Cuadro 16: Bacterias, actinomicetos y hongos indentificados en un compost a base de pulpa de café, estiércol de ganado vacuno, rastrojo de plátano y hojarasca.

Bacterias identificadas		Actinomicetos		Hongos	
Especie	Presencia	Especie	Presencia	Especie	Presencia
<i>Enterobacter aerógenes</i> *	Abundante	<i>Actinomyces sp.</i>	Moderada	<i>Acremonium sp.</i>	Leve
<i>Enterobacter asburiae</i> *	Abundante	<i>Nocardia sp.</i>	Moderada	<i>Alternaria sp.</i>	Moderada
<i>Enterobacter sp.</i> *	Moderada	<i>Streptomyces sp.</i>	Abundante	<i>Aspergillus niger</i>	Moderada
<i>Escherichia coli</i> *	Leve			<i>Aspergillus flavus</i>	Leve

«Continuación»

Bacterias identificadas		Actinomicetos		Hongos	
Especie	Presencia	Especie	Presencia	Especie	Presencia
<i>Morganella morganii</i> *	Abundante			<i>Aspergillus fumigatus</i>	Leve
<i>Proteus mirabilis</i> *	Moderado			<i>Aspergillus sp.</i>	Ausencia
<i>Proteus vulgaris</i> *	Moderado			<i>Cladosporium sp.</i>	Leve
<i>Proteus sp.</i> *	Leve			<i>Fusarium sp.</i>	Leve
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> *	Abundante			<i>Penicillium implicatum</i>	Leve
<i>Pseudomonas fluorescens</i> *	Abundante			<i>Penicillium expansum</i>	Leve
<i>Pseudomonas paucimobilis</i> *	Leve			<i>Penicillium sp1.</i>	Moderada
<i>Pseudomonas putida</i> *	Leve			<i>Penicillium sp2.</i>	Leve
<i>Pseudomonas stutzeri</i> *	Moderada			<i>Rhizopus stonlonifer</i>	Moderada
<i>Pseudomonas vesicularis</i> *	Moderada				
<i>Arthrobacter sp.</i> **	Abundante				
<i>Bacillus laterosporus</i> **	Abundante				
<i>Bacillus macerans</i> **	Abundante				
<i>Bacillus pumilus</i> **	Leve				
<i>Bacillus sphaericus</i> **	Abundante				
<i>Bacillus subtilis</i> **	Leve				
<i>Micrococcus luteus</i> **	Abundante				
<i>Micrococcus mucilaginosus</i> **	Moderada				
<i>Micrococcus sp.</i> **	Leve				

Fuente: Escobar *et al.* (2012). (* Bacterias Gram Negativas; ** Bacterias Gram Positivas).

Ahmed *et al.* (2007) realizaron evaluaciones microbiológicas en un compost hecho a base de lodo de la industria de curtiembre, aserrín, estiércol de ave, microorganismos benéficos y paja de arroz. El tiempo de compostaje duró 50 días en pilas de 200 kg en condiciones aeróbicas mediante volteos.

Una muestra de la mezcla de los materiales en proceso de compostaje fue realizada semanalmente. Se analizaron los mesófilos aeróbicos, bacilos aeróbicos, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, levaduras y hongos. Una submuestra de 10 g fue añadida a 90 ml de solución de peptona usando una técnica aséptica que permite a los microorganismos migrar hacia la solución. Una serie de diluciones fueron preparadas (10-1, 10-2 ... 10-6) usando soluciones de NaCl estéril al 0,8%. Los microorganismos fueron contados después en una placa Petri estéril con 0,1 ml de licor diluido e incubado a una temperatura específica (Cuadro 17:).

Cuadro 17: Condiciones culturales usadas para caracterizar la población microbial del lodo de curtiembre compostado

Condiciones	Aerobios Mesófilos Totales	Bacilos Aeróbicos	<i>Salmonella spp.</i> y <i>Shigella spp.</i>	Levaduras y hongos
Medio cultural	Disco con agar	Disco con agar	Sulfito de bismuto	Agar de dextrosa de papa
Temperatura de incubación	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C
Tiempo de incubación	48-72 h	48 - 72 h, muestra calentada a 80°C por 10 minutos.	48 – 72 h	24 h

Fuente: Ahmed *et al.* (2007).

Durante el compostaje, la actividad microbial es diversa. Los análisis microbiológicos de la mezcla de compostaje (lodo de curtiembre, aserrín, estiércol de ave y paja de arroz) mostró en el primer día valores significativos para los mesófilos aeróbicos (5×10^6 UFC g⁻¹ de compost fresco), *Bacillus spp.* (8×10^9 UFC g⁻¹ de compost fresco), *Salmonella spp.*, y *Shigella spp.* (<10) y levaduras y hongos ($8,3 \times 10^6$ UFC g⁻¹ de compost fresco). La densidad microbial disminuyó significativamente después de 7 semanas de compostaje hasta alcanzar < 10 de aerobios mesófilo totales, $9,5 \times 10$ bacilus y < 10 levaduras y hongos y la no detección de *Salmonella spp.* y *Shigella spp.* (Cuadro 18:). Esta caída puede atribuirse al

término de los nutrientes en el medio o a los picos de temperatura de la fase termofílica (57 °C a las cuatro semanas).

Cuadro 18: Contabilidad microbial durante el compostaje de lodo de curtiembre (expresado como unidad formadora de colonia en gramos de material fresco)

Tiempo de muestreo (días)	Aerobios mesófilos totales (UFC g ⁻¹)	Bacilos aeróbicos (UFC g ⁻¹)	<i>Salmonella spp.</i> y <i>Shigella spp.</i> (UFC g ⁻¹)	Levaduras y hongos (UFC g ⁻¹)
1	5x10 ⁶	8x10 ⁹	<10	8,3x10 ⁶
8	3x10 ⁶	4,2x10 ⁸	<10	6,3x10 ⁶
15	1,8x10 ⁵	3,5x10 ⁶	<10	3,4x10 ³
22	2,5x10 ⁴	7,1x10 ⁵	<10	2,5x10 ²
29	3,6x10 ³	8,4x10 ⁴	<10	1,3x10 ²
36	6,7x10 ²	3,8x10 ³	N.D.	<10
43	< 10	9,5x10 ²	N.D.	<10
50	< 10	9,5x10	N.D.	<10

Fuente: Ahmed *et al.* (2007).

El mismo grupo de investigadores (Ahmed *et al.* 2007) realizó una investigación similar y encontraron similares valores para la comunidad microbiana (Cuadro 19:).

Cuadro 19: Contabilidad microbial durante el compostaje de lodo de curtiembre (expresado como unidad formadora de colonia en gramos de material fresco)

Tiempo de muestreo (días)	Aerobios mesófilos totales (UFC g ⁻¹)	Bacilos aeróbicos (UFC g ⁻¹)	<i>Salmonella spp.</i> y <i>Shigella spp.</i> (UFC g ⁻¹)	Levaduras y hongos (UFC g ⁻¹)
Lodo de curtiembre	5x10 ⁶	8x10 ⁹	<10	4,1x10 ⁶
0	4x10 ⁶	6,3x10 ⁸	<10	8,3x10 ⁶
10	3x10 ⁶	4,2x10 ⁸	<10	6,3x10 ⁶
20	1,8x10 ⁵	3,5x10 ⁵	<10	3,4x10 ³
30	2,5x10 ⁴	7,1x10 ⁵	<10	2,5x10 ²
40	3,6x10 ³	8,4x10 ⁴	<10	1,3x10 ²
50	6,7x10 ²	3,8x10 ³	N.D.	<10
60	< 10	9,5x10 ²	N.D.	<10

Fuente: Ahmed *et al.* (2007) (2); N.D. : No detectado.

2.10 MICROORGANISMOS BENÉFICOS Y EL COMPOSTAJE

Los “microorganismos benéficos” para la agricultura son principalmente conocidos como rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas. Estos microorganismos son encontrados en la rizosfera o en las raíces de las plantas o exudados de las raíces ricas en nutrientes. Además de las raíces y los suelos, los “microorganismos benéficos” de la agricultura pueden ser aislados del compost que contienen sustratos con diferentes fuentes de carbón y nitrógeno que favorecen el crecimiento de varios grupos de microorganismos (Stella & Sashikala 2016).

Los “microorganismos benéficos” de acuerdo a Higa & Parr (1994) son un amplio grupo de microorganismos desconocidos o mal definidos que interactúan favorablemente en suelos y con plantas para presentar efectos benéficos lo cuales son muchas veces difíciles de predecir. El término “microorganismos eficientes” o EM sirve para denotar las mezclas de cultivos conocido de microorganismos benéficos que han sido utilizados efectivamente como inoculantes microbiológicos. Al término EM algunos autores lo denominan también “consorcio microbiano” (Vasquez De Díaz *et al.* 2010; Premalatha *et al.* 2017).

Se piensa que los hongos, bacterias y actinomicetos conforman principalmente los microorganismos benéficos y que juegan un papel único e importante durante el compostaje, la mezcla de cultivares de microorganismos incrementa la tasa de la degradación de la lignocelulosa debido a la actividad sinérgica a través de la utilización de la degradación de productos intermedios (Lim *et al.* 2013; Singh & Nain 2014, Alvarez 2018).

De acuerdo a lo investigado por Premalatha *et al.* (2017) la aplicación del “consorcio microbiano” durante la preparación de compost mostró un incremento en el nitrógeno, fósforo y potasio comparado con el método natural. Los tratamientos que recibieron el consorcio microbiano tuvieron menor relación C/N, esto debido a tener un mayor nitrógeno total y menor carbono orgánico. Esto último se puede deber a una acción de aceleración de la degradación de la celulosa y hemicelulosa presente en el desecho.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), se ubica en el distrito de La Molina, provincia de Lima, departamento de Lima en el Perú. A una altitud de 246 m.s.n.m. y una temperatura promedio entre 15 y 26 °C. El campus universitario tiene una superficie de 254 ha (UNALM, 2016), donde se ubican sus principales áreas operativas, dentro de ellas el Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez”, el establo de ganado vacuno (Establo de la Facultad de Zootecnia), el Observatorio Meteorológico “Alexander Von Humboldt” y el área experimental del curso Manejo de Residuos Sólidos del Doctorado de Ingeniería y Ciencias Ambientales, áreas empleadas en la investigación (Figura 21:).

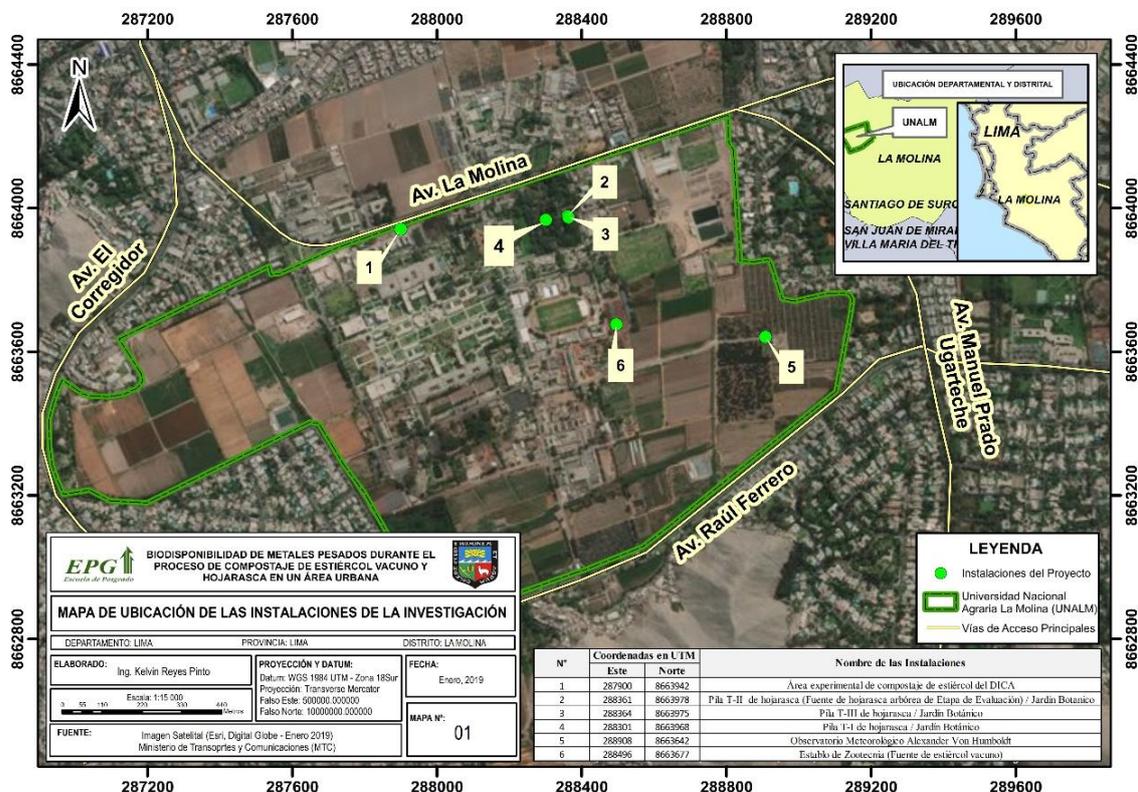


Figura 21: Imagen satelital del campus universitario y de las instalaciones que contribuyeron a la investigación.

3.2 MATERIALES

La investigación contó con dos etapas diferenciadas. La *etapa de caracterización* analizó la concentración total de metales pesados y elementos traza de interés en el producto del compostaje elaborado en base a estiércol vacuno y rastrojo vegetal, y del compostaje en base a hojarasca, dos tipos de compost que se elaboran en el campus de la UNALM. *La etapa de evaluación* implicó la investigación de la biodisponibilidad y solubilidad de los metales pesados y elementos traza durante el proceso de compostaje en base a estiércol vacuno y hojarasca arbórea en pilas de compostaje con inoculación y sin inoculación de microorganismos benéficos.

La etapa de caracterización se realizó en el área experimental del Programa de Doctorado de Ingeniería y Ciencias Ambientales (DICA) de la Facultad de Ciencias donde se desarrolla el curso de Manejo de Residuos Sólidos y en el Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez”. Los insumos provinieron de las áreas verdes (rastrojo vegetal) del campus universitario, del Jardín Botánico (compost de hojarasca) y el establo de ganado vacuno (estiércol vacuno) administrado por la facultad de Zootecnia. El agua fue provista desde el pozo subterráneo “Chino II”. Esta etapa fue requerida para conocer la condición de la presencia de metales pesados y elementos traza de interés en el compostaje típico de la UNALM. A partir de este conocimiento se pudo seleccionar los insumos para la siguiente etapa (etapa de evaluación).

La etapa de evaluación se realizó solamente en el área experimental del Programa de Doctorado de Ingeniería y Ciencias Ambientales (DICA) de la Facultad de Ciencias donde se desarrolla el curso de Manejo de Residuos Sólidos. Los insumos provinieron del Jardín Botánico (hojarasca arbórea y arbustiva) y el establo de ganado vacuno (estiércol vacuno) administrado por la facultad de Zootecnia. El agua fue provista desde el pozo subterráneo “Chino II”. Los materiales han sido diferenciados dependiendo la etapa de la investigación. A continuación se detallan los materiales empleados en cada etapa.

3.2.1 Etapa de caracterización

La *etapa de caracterización* muestreó seis pilas de compostaje. Tres pilas de estiércol vacuno y rastrojo vegetal, y tres pilas de hojarasca. Las pilas de compostaje de estiércol vacuno y rastrojo vegetal (producto del segado de pastos, poda de árboles y hojas secas)

fueron de 500 kg con una proporción 60 por ciento de rastrojo y 40 por ciento de estiércol (Bustamante *et al.* 2010) con un tiempo de maduración de 111 días. Las pilas de compostaje de hojarasca fueron de tamaño irregular y con 100 por ciento de hojarasca con un tiempo de maduración aproximado de ocho meses.

3.2.2 Etapa de evaluación

La *etapa de evaluación* empleó seis pilas de compostaje (P1, P2, P3, P4, P5, P6), cada pila tenía un peso de 600 kg con 60 por ciento de hojarasca y 40 por ciento de estiércol vacuno (Bustamante *et al.* 2010) durante un tiempo de maduración de 120 días. La hojarasca provino del Jardín Botánico y el estiércol de establo de ganado vacuno lechero de la Facultad de Zootecnia de la UNALM. Ambos materiales fueron colectados de sus lugares de origen y estuvieron expuestas al sol durante dos meses (60 días) en el área experimental antes del inicio de la investigación de manera de reducir su contenido de humedad. No recibieron tratamiento adicional, el material se empleó en la misma condición que se recibió. Es decir sus componentes tenían diferente granulometría y tamaño. Sobre todo en el caso de la hojarasca que se podía observar las hojas en proceso de descomposición y la presencia de material leñoso.

Las seis pilas fueron agrupadas en dos grupos de tres. Las primeras tres pilas (P1, P2 y P3) fueron inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y las siguientes tres (P4, P5 y P6) no fueron inculadas (SMB). Adicionalmente se dejaron dos pilas como blanco de materiales crudos, es decir una pila de estiércol y una pila de hojarasca (Figura 22:).

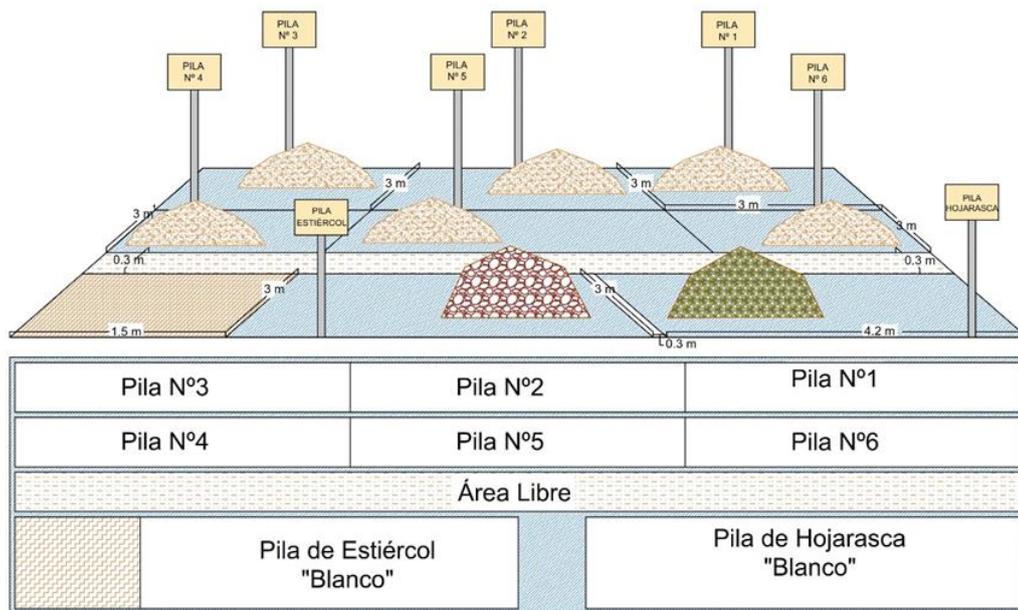


Figura 22: Distribución espacial de las pilas de compostaje y los materiales crudos como blanco (hojarasca y estiércol).

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la caracterización físico química y los metales pesados y elementos traza de interés de los materiales crudos (hojarasca y estiércol) de cada pila, a partir de una muestra simple y al azar por pila, para conocer su naturaleza y composición. Las variables fisicoquímicas muestran que en la mayoría de los valores para estiércol son superiores a la hojarasca a excepto de la humedad y el nitrógeno amoniacal. Un aspecto a resaltar es el contenido de materia orgánica que es 26,6 por ciento superior en estiércol que en la hojarasca. La conductividad específica en el estiércol es superior en ambos tipo de diluciones (1/5 y 1/10), esto se puede deber al tipo de alimentación del ganado vacuno. Similares resultados encontraron Cáceres & Marfà (2010).

La hojarasca supera las concentraciones del estiércol en la mayoría de las concentraciones de metales pesados y elementos traza de interés excepto Cu, Se y Zn (Cuadro 20:). La concentración del Pb en la hojarasca es más de cinco veces el valor en el estiércol. Ahmed *et al.* (2007, (2)) encontraron también una diferencia importante entre el Pb en estiércol de ave ($1,3 \text{ mg.kg}^{-1}$) y el aserrín de madera ($16,0 \text{ mg.kg}^{-1}$), más de doce veces el valor. Soobhanya *et al.* (2015) obtuvo como concentración promedio total de Cu y Zn valores menores en hojas y ramas secas ($84,3$ y $65,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ respectivamente) que en estiércol de

ganado vacuno (137,1 y 596,0 mg.kg⁻¹ respectivamente) lo cual es corroborado en los presentes resultados donde la hojarasca presenta menores valores que el estiércol en Cu y Zn, lo cual como se ha mencionado anteriormente se puede deber a la alimentación que recibe el ganado vacuno y sobre todo el de producción de leche.

Cuadro 20: Valores promedio de la caracterización físico química de los materiales crudos (hojarasca y estiércol) empleados en el compostaje

Variables	Hojarasca			Estiércol		
	P 1, 2 y 3 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 4, 5 y 6 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 1, 2 y 3 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 4, 5 y 6 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (Prom.+/- Desv.Est.)
Fisicoquímicas						
pH <1/10>	6,69 ± 0,06	6,86 ± 0,16	6,78 ± 0,14	8,15 ± 0,11	8,21 ± 0,12	8,18 ± 0,11
pH <1/5>	6,57 ± 0,06	6,67 ± 0,15	6,62 ± 0,12	7,70 ± 0,17	7,83 ± 0,06	7,77 ± 0,14
H (%)	36,66 ± 2,39	37,76 ± 1,94	37,21 ± 2,04	16,57 ± 1,50	16,34 ± 1,12	16,46 ± 1,19
CE <1/10> (dS m ⁻¹)	3,83 ± 0,40	3,61 ± 0,31	3,72 ± 0,34	7,78 ± 0,54	7,89 ± 0,63	7,83 ± 0,53
CE <1/5> (dS m ⁻¹)	6,50 ± 0,60	6,31 ± 1,26	6,40 ± 0,89	14,32 ± 0,80	14,02 ± 0,95	14,17 ± 0,80
Corg (%)	29,57 ± 5,80	28,44 ± 3,59	29,01 ± 4,36	35,58 ± 0,81	37,24 ± 2,73	36,41 ± 2,02
Ntot (%)	1,50 ± 0,08	1,39 ± 0,10	1,45 ± 0,10	2,19 ± 0,11	2,13 ± 0,12	2,16 ± 0,11
C/N	19,57 ± 2,88	20,71 ± 3,97	20,14 ± 3,16	16,24 ± 0,43	17,50 ± 1,76	16,87 ± 1,34
AH (%)	1,53 ± 0,41	1,69 ± 0,47	1,61 ± 0,40	2,38 ± 0,29	2,28 ± 0,38	2,33 ± 0,31
AF (%)	2,40 ± 0,61	1,68 ± 0,56	2,04 ± 0,66	3,39 ± 0,27	3,72 ± 0,19	3,56 ± 0,28
N-NH ₄ ⁺ (mg kg ⁻¹)	4,51 ± 0,24	4,46 ± 0,24	4,49 ± 0,22	2,21 ± 0,29	2,39 ± 0,15	2,30 ± 0,23
M.O. (%)	58,64 ± 4,76	59,48 ± 3,64	59,06 ± 3,82	74,55 ± 0,68	73,95 ± 1,18	74,25 ± 0,92
Metales pesados y elementos traza de interés						
As (mg kg ⁻¹)	27,67 ± 4,73	28,67 ± 1,15	28,17 ± 3,13	8,00 ± 2,65	9,67 ± 3,51	8,83 ± 2,93
Cd (mg kg ⁻¹)	1,30 ± 0,07	1,28 ± 0,04	1,29 ± 0,05	0,36 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,34 ± 0,03
Cr (mg kg ⁻¹)	25,00 ± 3,61	28,00 ± 1,73	26,50 ± 3,02	7,00 ± 1,00	5,67 ± 0,58	6,33 ± 1,03

«Continuación»

Variables	Hojarasca			Estiércol		
	P 1, 2 y 3 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 3, 4 y 6 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 1, 2 y 3 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 4, 5 y 6 (Prom.+/- Desv.Est.)	P 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (Prom.+/- Desv.Est.)
Cu (mg kg ⁻¹)	50,00 ± 6,00	48,00 ± 1,00	49,00 ± 4,00	91,67 ± 24,01	97,67 ± 36,56	94,67 ± 27,85
Hg (mg kg ⁻¹)	0,30 ± 0,04	0,31 ± 0,03	0,30 ± 0,03	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,03	0,06 ± 0,02
Mo (mg kg ⁻¹)	4,28 ± 1,23	4,63 ± 0,29	4,46 ± 0,82	4,26 ± 0,19	4,29 ± 0,19	4,27 ± 0,17
Ni (mg kg ⁻¹)	7,13 ± 0,67	7,23 ± 0,60	7,18 ± 0,57	3,23 ± 0,38	3,03 ± 0,29	3,13 ± 0,32
Pb (mg kg ⁻¹)	57,67 ± 7,37	60,33 ± 3,41	59,00 ± 5,34	10,53 ± 1,33	8,33 ± 1,00	9,43 ± 1,60
Se (mg kg ⁻¹)	0,57 ± 0,05	0,54 ± 0,04	0,56 ± 0,04	1,37 ± 0,49	1,44 ± 0,50	1,41 ± 0,45
Zn (mg kg ⁻¹)	268,67 ± 26,27	267,33 ± 8,96	268,00 ± 17,57	311,00 ± 65,39	315,00 ± 89,71	313,00 ± 70,24

Fuente: Elaboración propia.

a) Balance de Masas de Metales

Entendiendo que se estaba trabajando en un sistema abierto, donde pudieran existir aportes o pérdidas, se ha empleado un balance de masas para estimar los posibles cambios que pudieran afectar los resultados del experimento (Figura 23:). El balance de masa se desarrolló a partir de la siguiente fórmula empírica (Alloway 2013).

$$M_{\text{total}} = (M_{\text{atm}} + M_{\text{r}} + M_{\text{mo}}[\text{hojarasca+estiércol}]) - (M_{\text{es}}+M_{\text{lx}}+M_{\text{v}}) \dots (2.0)$$

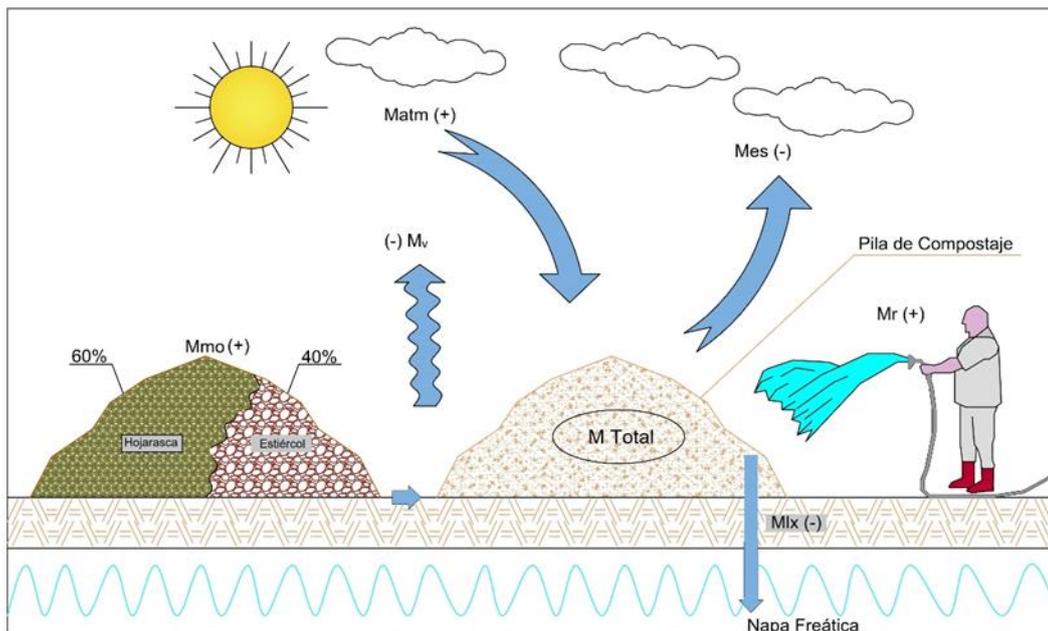


Figura 23: Balance de masas de los metales pesados y elementos traza de interés en las pilas de compostaje.

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

M_{total} = Metales y elementos traza de interés totales;

M_{atm} = Metales y elementos traza de interés depositados por la atmósfera;

M_{r} = Metales pesados y elementos traza de interés del riego;

M_{mo} = Metales pesados y elementos traza de interés de la materia orgánica (hojarasca + estiércol);

Mes = Metales pesados y elementos traza de interés perdidos por erosión eólica;

Mlx = Metales pesados y elementos traza de interés perdidos por lixiviación;

Mv = Metales pesados y elementos traza de interés volatilizados.

En el caso de lixiviación y volatilización se asume que son valores tendientes a cero y que el porcentaje de humedad del material es invariable en el tiempo. Por lo mencionado la formula quedaría como sigue:

$$\mathbf{M\ total = Matm + Mr + Mes + Mmo[hojarasca+estiércol] \dots\dots\dots(3.0)}$$

Para generar los valores que contribuyeran con información para el balance se dejaron dos pilas como blanco con materiales crudos para analizar la posible variación de los metales y elementos traza de interés. Para su análisis se tomaron seis muestras de cada pila (de estiércol y hojarasca) y adicionalmente se tomó una muestra en triplicado del agua de regadío. Para la determinación de Matm y Mes se usó la diferencia entre los valores obtenidos en el día 0 en los materiales crudos y los valores en el día 120 de los materiales crudos que se dejaron como “blanco”, aquellos valores que salieron positivos fueron considerados como deposición y aquellos valores negativos como erosión. El valor de Mr se obtuvo de la muestra por triplicado del agua de regadío. Todos los cálculos se basaron en los pesos iniciales de cada pila de compost (360 kg en hojarasca y 240 kg de estiércol), se usaron los valores promedios y se le sumó la desviación estándar.

A continuación, en el Cuadro 21:, se muestran los resultados de metales pesados y elementos traza totales y los parámetros microbiológicos del agua de regadío. Los valores de Cd, Mo y Se son los que superan los límites de detección. El Cd supera el Estándar Nacional de Calidad Ambiental de Agua Superficial para Riego de Vegetales de Perú, el cual es 0,01 mg.l⁻¹. Con respecto a los parámetros microbiológicos todos salieron debajo de los límites de detección.

Cuadro 21: Planilla de la caracterización de la concentración total de metales y variables microbiológicas del agua de regadío empleado durante el proceso de compostaje

Parámetro	Agua de Regadío
As (mg.l ⁻¹)	<0,00002
Cd (mg.l⁻¹)	0,386 ± 0,0
Cu (mg.l ⁻¹)	<0,00003
Cr (mg.l ⁻¹)	<0,0003
Hg (mg.l ⁻¹)	<0,00007
Mo (mg.l⁻¹)	0,0055 ± 0,0
Ni (mg.l ⁻¹)	<0,0009
Pb (mg.l ⁻¹)	<0,00006
Se (mg.l⁻¹)	0,0233 ± 0,0
Zn (mg.l ⁻¹)	<0,002
Coliformes totales (NMP/100 ml)	<1,80
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	<1,80
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	<1,80
<i>Salmonella</i> sp. (Nº/100 ml)	Ausencia
Huevos de helmintos (Nº/100 ml)	<1,00

Dato: La toma de muestra del Agua de regadío fue el día 30 durante el proceso de compostaje.

Al realizar la comparación de los valores de los materiales crudos en el día 0 y el día 120 se observa que existen ganancias y pérdidas (Cuadro 22:). Las ganancias han sido consideradas como deposición atmosférica (+) y las pérdidas como erosión eólica (-). Con respecto a la hojarasca se observan las mayores variaciones en el Mo, Hg y Ni con -63,64, +51,52 y +39,74 por ciento respectivamente. En cuanto al estiércol las mayores variaciones se presentan en Ni, Cr y As con +242,61, +181,39 y -47,40 por ciento respectivamente. De lo mencionado tanto en estiércol como en hojarasca muestran un incremento con respecto al Ni.

Cuadro 22: Planilla comparativa de la concentración total de metales pesados y/o elementos traza de los materiales crudos durante el inicio y final proceso de compostaje

Concentración de metales y/o elementos traza	Hojarasca		Estiércol	
	T0	T120 (Blanco)	T0	T120 (Blanco)
As (mg kg ⁻¹)	28,17 ± 3,13	22,33 ± 6,35	8,83 ± 2,93	5,33 ± 0,82
Cd (mg kg ⁻¹)	1,29 ± 0,05	1,23 ± 0,21	0,34 ± 0,03	0,39 ± 0,03
Cr (mg kg ⁻¹)	26,50 ± 3,02	21,33 ± 7,89	6,33 ± 1,03	14,33 ± 6,38
Cu (mg kg ⁻¹)	49,00 ± 4,00	44,73 ± 7,40	94,67 ± 27,85	126,10 ± 4,49
Hg (mg kg ⁻¹)	0,30 ± 0,03	0,35 ± 0,15	0,06 ± 0,02	0,08 ± 0,02
Mo (mg kg ⁻¹)	4,46 ± 0,82	1,75 ± 0,17	4,27 ± 0,17	3,69 ± 0,09
Ni (mg kg ⁻¹)	7,18 ± 0,57	8,08 ± 2,75	3,13 ± 0,32	8,55 ± 3,27
Pb (mg kg ⁻¹)	59,00 ± 5,34	51,83 ± 16,13	9,43 ± 1,60	9,65 ± 0,85
Se (mg kg ⁻¹)	0,56 ± 0,04	0,59 ± 0,09	1,41 ± 0,45	1,77 ± 0,15
Zn (mg kg ⁻¹)	268,00 ± 17,57	247,17 ± 47,02	313,00 ± 70,24	407,17 ± 9,99

Llevando los resultados al balance de masas (Cuadro 23:), podemos observar que la variación más importante se muestra en el Cd, Ni, Hg y Mo con +130,04, +86,44, +47,83 y -46,12 por ciento respectivamente. El incremento del Cd se debe al aporte por el agua de regadío, en el caso del Ni y Hg se presume por deposición atmosférica y la pérdida en Mo pudiera considerarse como erosión eólica. De acuerdo a los resultados observados se puede esperar una tendencia similar en la concentración total final (120 días) de estos elementos en el compost.

Cuadro 23: Planilla de balance de masas

Metal pesado o elemento traza de interés	Mr		Matm		Mes		Mmo	Mtotal	
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	mg	%
As	0,00	0,00			-2289,60	-16,25	14090,40	11800,80	-16,25
Cd	694,80	121,64	48,00	8,40			571,20	1314,00	+130,04
Cr	0,00	0,00	3096,00	24,98			12393,60	15489,60	+24,98
Cu	0,00	0,00	1623,60	3,35			48484,80	50108,40	+3,35
Hg	0,00	0,00	66,00	47,83			138,00	204,00	+47,83
Mo	0,00	0,00			-1368,00	-46,12	2966,40	1598,40	-46,12
Ni	9,90	0,27	3117,60	86,17			3618,00	6745,50	+86,44
Pb	0,00	0,00	1176,00	4,56			25809,60	26985,60	+4,56
Se	41,94	6,33	43,20	6,52			662,40	747,54	+12,85
Zn	0,00	0,00	11244,00	5,77			194782,80	206026,80	+5,77

Mr= agua de regadío, Matm= deposición atmosférica, Mes= erosión eólica, Mmo= materiales crudos, Mtotal = Metales y elementos traza totales. Los valores “+” implican ganancia, los valores “-“ implican pérdida.

Fuente: Elaboración propia.

b) Microorganismos Benéficos o Consorcio Microbiano

La generación del inóculo con microorganismos benéficos o consorcio microbiano se realizó en dos etapas, la primera fue la generación de la solución madre y la segunda fue la activación y enriquecimiento de la solución madre para su inoculación en campo. La solución madre o “microorganismos eficientes EM1” como lo denomina el Dr. Teruo Higa (OISCA-BID 2009) fue preparada a partir de extracto de hojas de “col” (*Brassica oleracea L. var. capitata*) en el Área Experimental del Curso de Residuos Sólidos del DICA de la Facultad de Ciencias dirigido por el Dr. Víctor Meza a través de un procedimiento de laboratorio (Meza 2013, Cárdenas *et al.* 2013, Torres *et al.* 2013) que se observa en la Figura 24: y se realizó entre el 01-07-15 y el 29-12-15. *Brassica oleracea L. var. capitata* es una planta que genera microorganismos benéficos y tiene propiedades medicinales (Rodríguez *et al.* 2013, Ogbede *et al.* 2015, Raiola *et al.* 2018).

En la segunda etapa se añadieron nutrientes y un atado con plantas. Estas plantas fueron envueltas en un sedaso para actuar como un “filtrante” que fue descomponiéndose y posiblemente aportando en la generación de microorganismos benéficos a la solución madre. Las plantas estuvieron conformadas por “ruda” (*Ruta graveolens L.*), “cola de caballo” (*Equisetum arvense L.*) y “romero” (*Rosmarinus officinalis L.*). Las plantas seleccionadas por el Dr. Meza para el enriquecimiento cuentan con propiedades medicinales y generación de microorganismos benéficos (Reis *et al.* 2015, Reddy & Al-Rajab 2016, Alvarez 2018, Pallag *et al.* 2018, Sumintarti *et al.* 2018). La activación y enriquecimiento se realizó el 30-12-15, es decir 33 días antes de iniciar la etapa de evaluación. En la Figura 25:, se observan los materiales empleados en el proceso de activación y enriquecimiento de la solución madre. El procedimiento de activación es sugerido por el Dr. Teruo Higa (OISCA-BID 2009) previamente a la aplicación en campo definitivo.

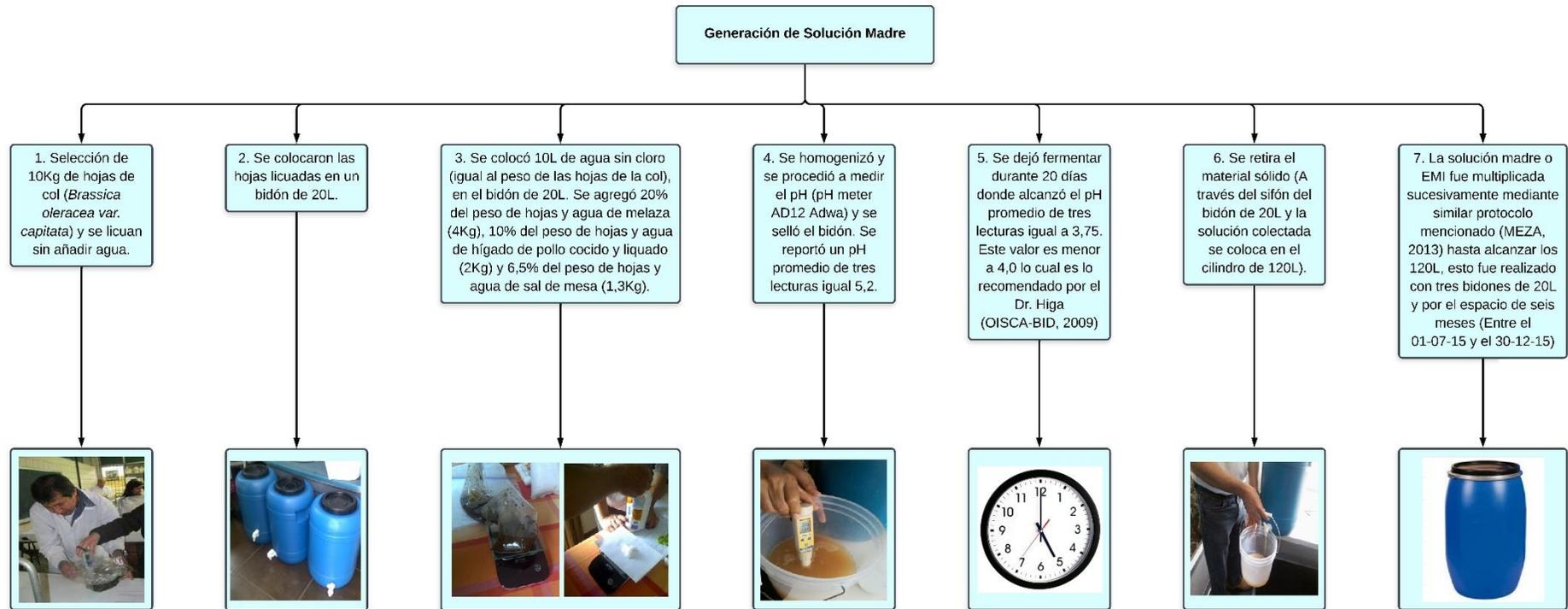


Figura 24: Generación de solución madre de microorganismos benéficos.

Fuente: Elaboración propia.

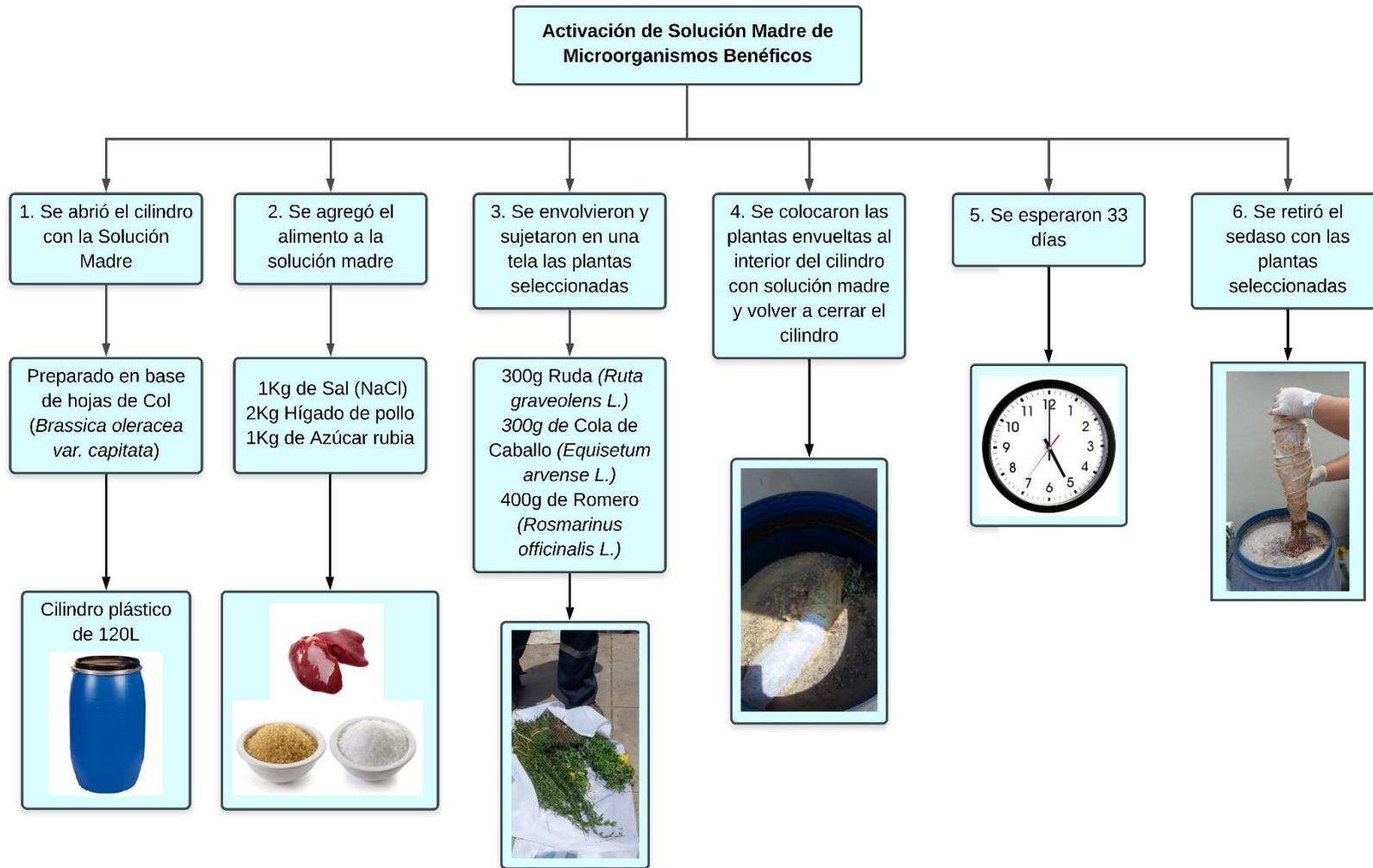


Figura 25: Activación y enriquecimiento de la solución madre de microorganismos benéficos.

Fuente: Elaboración propia.

La primera inoculación se realizó con una dilución al 20 por ciento. Es decir se tomaron 4 l de la solución activada y se diluyeron en 20 l de agua de riego para la irrigación de las pilas P1, P2 y P3. Seguidamente en cada volteo, el que se realizó semanalmente, durante el primer mes se inoculó con una dilución al 1 por ciento (200 ml en 20 l). Es decir se hicieron cuatro inoculaciones al 1 por ciento. Este proceso de inoculación siguió las pautas mencionadas por APROLAB (2007) y OISCA-BID (2009).

El día 0, que se realizó la primera inoculación de las pilas de compostaje P1, P2 y P3, se tomó una muestra por triplicado de la solución con microorganismos benéficos activados (Figura 26:) y se envió al laboratorio para su análisis microbiológico (T0) y en la inoculación del día 30 (T30). En ambas oportunidades se midió el pH y se obtuvieron en promedio 3,21 y 3,19 para el día 0 y 30 respectivamente (Figura 27:).



Figura 26: Muestras en triplicado de la solución madre activada de microorganismos benéficos en el día 0.

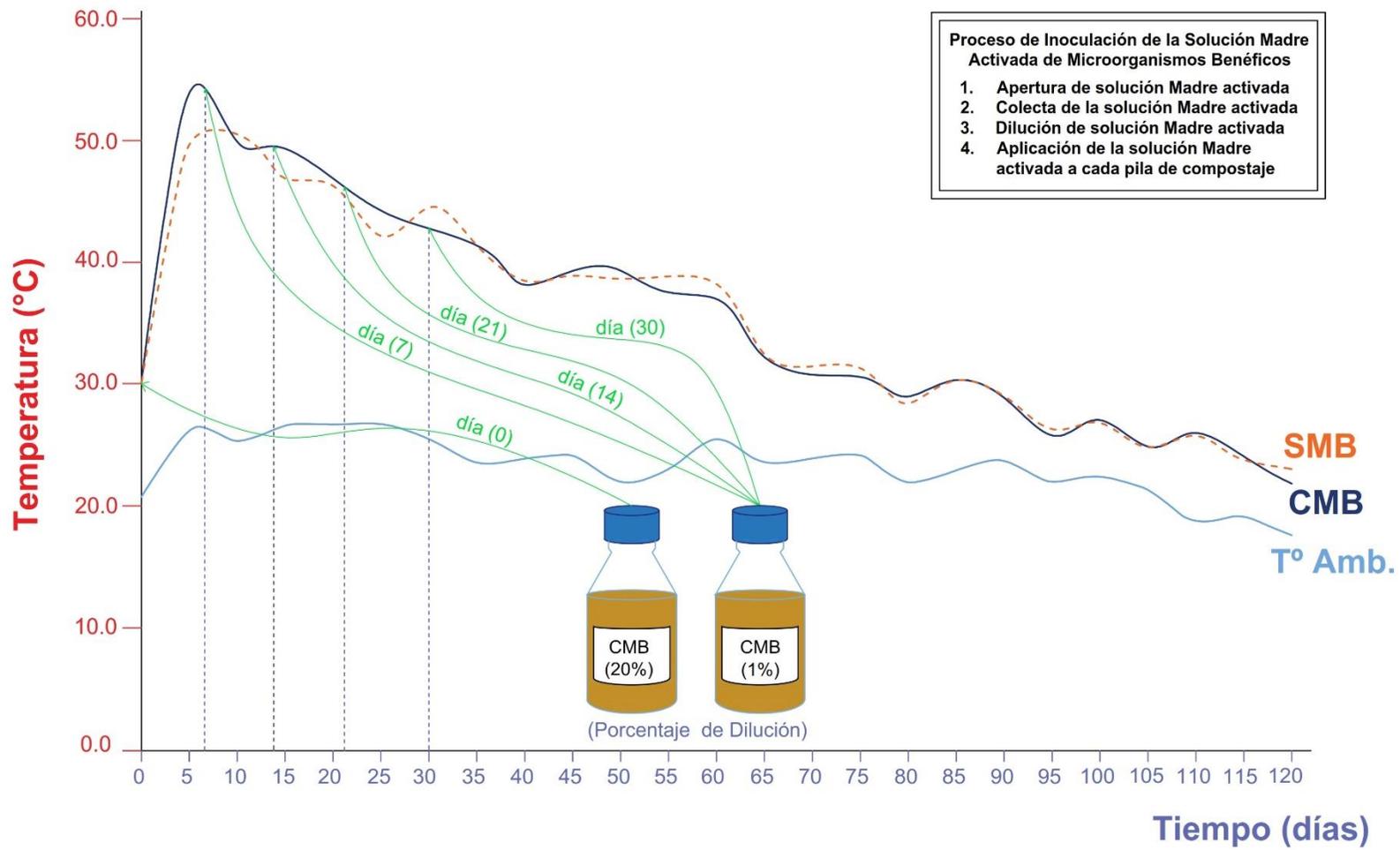


Figura 27: Proceso de inoculación de las pilas de compostaje, temperaturas de las pilas inoculadas (CMB), no inoculadas (SMB) y ambiental.

Los resultados promedio se observan en el Cuadro 24:, del cual se desprende que la presencia de microorganismos benéficos es en cantidades significativas, en el orden de los millones, en el caso principalmente de aerobios mesófilos viables, *Lactobacillus sp.* y Actinomicetos, en cambio la presencia de patógenos es casi nula o mínima (Coliformes, *E. coli*, helmintos, etc.). Alvarez (2018) encontró en promedio para el recuento para Levaduras en ruda $5,5 \times 10^4$ UFC ml⁻¹ y en romero $5,6 \times 10^5$ UFC ml⁻¹, para *Bacillus spp.* $1,46 \times 10^7$ UFC ml⁻¹ en ruda y $6,67 \times 10^5$ UFC ml⁻¹ en romero, para *Lactobacillus spp.* $6,43 \times 10^{12}$ UFC ml⁻¹ en ruda y $3,47 \times 10^{12}$ UFC ml⁻¹ en romero, para Actinomicetos $8,67 \times 10^3$ UFC ml⁻¹ en ruda y $1,6 \times 10^5$ UFC ml⁻¹ en romero. Los resultados de la solución madre de col enriquecida con ruda, romero y cola de caballo son ligeramente mayores en Levaduras, ligeramente menores en *Bacillus spp.* y Actinomicetos y significativamente menores en *Lactobacillus spp.* que lo analizado por Alvarez para ruda y romero pero igualmente presentan valores importantes.

Cuadro 24: Análisis microbiológico de la solución de microorganismos benéficos activados

Parámetros	T0		T30	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
Microorganismos benéficos				
Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC ml ⁻¹)	1,25E+07	4,01E+06	4,33E+06	1,10E+06
Recuento de aerobios termófilos (UFC ml ⁻¹)	3,00E+04	4,35E+04	5,00E+03	4,23E+03
Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC ml ⁻¹)	1,27E+07	2,08E+06	1,00E+07	5,33E+06
Recuento de mohos y levaduras (UFC ml ⁻¹)*	<10 ²	0,00	1,27E+06	8,50E+05
Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC ml ⁻¹)	1,00E+02	0,00	1,77E+06	3,06E+06
Recuento de actinomicetos (UFC ml ⁻¹)	1,01E+05	1,11E+05	1,60E+03	5,66E+02
Microorganismos patógenos				
Enumeración de coliformes totales (NMP ml ⁻¹)	< 3	0,00	< 3	0,00
Enumeración de coliformes fecales (NMP ml ⁻¹)	< 3	0,00	< 3	0,00

«Continuación»

Parámetros	T0		T30	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP ml ⁻¹)	< 3	0,00	< 3	0,00
Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP ml ⁻¹)	< 3	0,00	< 3	0,00
Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 ml	Ausencia	0,00	Ausencia	0,00
Conteo de larvas y huevos de helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos (N°/4ml)	0,67	1,15	1,87E+01	6,11E+00

Fuente: Propia. * En T0 se contaron los mohos y en T30 las levaduras.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Etapa de caracterización

La metodología aplicada se basó en el análisis de parámetros fisicoquímicos a partir de muestras compuestas en cada una de las seis (06) pilas compostadas. Estas muestras fueron tomadas del material maduro de ambos tipos de compost, es decir del compost de estiércol y rastrojo vegetal (03 pilas) y del compost de hojarasca (03 pilas).

a) Instalación y Manejo de la Pila de Compostaje de Estiércol y Rastrojo Vegetal

En la primera etapa se elaboró el compost de estiércol vacuno y rastrojo vegetal a partir de tres (03) pilas de compostaje activo, las cuales fueron implementadas en el área experimental del curso de Manejo de Residuos Sólidos del Programa Doctoral de Ingeniería y Ciencias Ambientales. El proceso de compostaje se inició el 26 de octubre del año 2013 y concluyó el 13 de febrero del año 2014, 111 días después.

Los materiales orgánicos seleccionados para la elaboración de las pilas fueron estiércol de ganado vacuno y rastrojo vegetal (Figura 28:). La proporción empleada fue de 40/60, es decir 40 por ciento de estiércol y 60 por ciento de rastrojo (Bustamante *et al.* 2010). Por lo cual se mezclaron 200 kg de estiércol y 300 kg de rastrojo para obtener 500 kg de mezcla de materiales orgánicos crudos. Los pasos que se siguieron fueron los siguientes:

- Armado de piso impermeable con plástico resistente y un perímetro elevado con ladrillos alrededor de la pila para evitar la pérdida de lixiviado, con una forma piramidal de 0,8 m de altura y 3 m de base;
- Traslado del estiércol y el rastrojo hasta la pila;
- Mezclado de material de manera homogénea;
- Llenado de la pila, este se realizó por capas y dándole una forma piramidal;
- Regado de la pila.

Para realizar el mantenimiento de la humedad de la pila se procedió a regar la misma cada siete días. También se realizaron volteos al inicio, semanalmente el primer mes, cada 15 días el segundo mes y el tercer mes solo una vez, luego de lo cual en la etapa de enfriamiento las pilas ya no fueron volteadas.



Figura 28: Preparación de las pilas de compostaje de estiércol vacuno y rastrojo vegetal.

b) Manejo de las Pilas de Compostaje de Hojarasca

El compostaje de hojarasca arbustiva y arbórea o la denominada elaboración de “tierra vegetal” del Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez” de la UNALM (Figura 29:) es

preparado empleando como insumo principal los productos de la podas de los árboles y arbustos existentes en él, adicionalmente se emplean los rastrojos de las malezas y del segado de los pastos.

Todo el material antes mencionado es acumulado principalmente en pilas que tienen forma piramidal con 1,5 m de altura y 5 m de base. Una de las pilas contaba con un sistema de drenaje conectado a una laguna artificial donde se descargaban los lixiviados generados por el proceso de descomposición del material vegetal.

El proceso de descomposición es lento (se estima que toma ocho meses) y es parcialmente anaeróbico ya que no existe un proceso de aireación mediante volteo continuo, es decir es un compostaje pasivo, sin embargo si existe una acumulación periódica de material adicional, así como la cosecha de producto para su expendio.

Los trabajos mecánicos sobre las pila son el acomodo de material sobre su superficie y en el área de aprovechamiento, así como el tamizado en una malla de 1 cm² para la extracción de la cosecha. También se realiza un humedecimiento mediante el regado sobre la superficie de cada pila de manera de que esta contenga suficiente humedad para favorecer los procesos biológicos. No se llevan registros del proceso, ni de temperatura, humedad o algún parámetro físico-químico.



Figura 29: Pila de compostaje de hojarasca en el Jardín Botánico (UNALM).

c) Análisis de Parámetros Físico-Químicos

Para el análisis de los parámetros fisicoquímico se tomó una muestra compuesta de 500 g en cada pila de compostaje de estiércol vacuno y rastrojo vegetal (De cinco ubicaciones diferenciadas, cuatro vértices y la corona), el día 13 de febrero de 2014.

En el compost de hojarasca se tomó una muestra compuesta (el día 13 de febrero de 2014) de cinco diferentes ubicaciones a 20 cm de la base de la pila y de 500 g de peso, es decir del material más degradado de cada pila, el cual está ya maduro y listo para la cosecha. Estas pilas se encontraban al interior del Jardín Botánico como se ha indicado anteriormente.

Los parámetros físico-químicos analizado son el pH, carbono orgánico, nitrógeno total, conductividad específica y concentración total de metales pesados y elementos traza. El método empleado para cada uno de los parámetros se menciona en el Cuadro 25:. Las muestras son molidas, tamizadas y secadas antes del análisis respectivo.

Cuadro 25: Metodología del análisis de los parámetros fisicoquímicos de la etapa de caracterización

Parámetros Físico-químico	Método	Protocolo
pH	EPA 9045 D (1987). pH de Suelos y Desechos. Métodos de Ensayos para la Evaluación de Análisis Físico Químicos de Desechos Sólidos, Método SW 846, Washington D.C., EUA.	<p><i>Procedimiento para la determinación del pH:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se colocaron 20 g de cada muestra con 200 ml de agua desionizada (relación 1/10) mediante agitación durante cinco minutos. 2. Los extractos se agitaron, se centrifugaron y se filtraron con papel Wathman™ 41. 3. Se ajustaron los electrodos en las abrazaderas del portaelectrodo de forma que bajando los electrodos en el vaso de precipitación, el electrodo de vidrio fué sumergido en profundidad; durante 5 minutos o hasta estabilidad de la lectura.
Carbono orgánico (Corg)	SCS 6A1a (1984), Análisis Químico, Carbono Orgánico, Digestión de Dicromato Ácido, Titulación de FeSO ₄ ; Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura, Washington D.C., EUA.	<p><i>Procedimiento para la determinación de Carbono Orgánico:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se pesó 1 g de muestra. Una vez que la muestra fue pesada, se añadieron 10 ml de dicromato potásico y se mezcló agitando suavemente. 2. Se añadió agitando 20 ml de H₂SO₄ y se continuó agitando durante 1 minuto. 3. Se dejó reposar durante 30 minutos sobre una superficie revestida. 4. Se añadió 200 ml de agua y 10 ml de H₃PO₄. 5. Se añadió 0,5 ml de sulfonato de difelamina de bario ligeramente antes de la titulación. 6. Se tituló mediante la adición de FeSO₄ gota a gota hasta que se obtuvo una coloración verde tenue.

«Continuación»

Parámetros Físico-químico	Método	Protocolo
Nitrógeno Total (Ntot)	AOAC 955.04 18 th Ed. (2005). Nitrógeno Total en Fertilizantes. Association of Official Analytical Chemists Inc. Virginia, EUA.	<i>Procedimiento para la determinación de Nitrógeno Total:</i> <ol style="list-style-type: none">1. Se tomó 1 g de muestra.2. La muestra se digirió usando K₂SO₄ (10 g), CuSO₄.5H₂O (0,5 g) y H₂SO₄ (35 ml). Se trabajó en un tren de digestión con calor. Al final, después de enfriar, se agregaron 300 mL de agua desionizada.4. Se se agregó 100 ml de NaOH al 40por ciento y el destilado se recibió en 25 ml de H₃BO₃ (25 ml) al 4por ciento y cuatro gotas de rojo de metilo como indicador. Esto se trabajó en una parrilla de destilación aplicando movimientos giratorios.5. La titulación se realizó con HCl 0,1 N.
Conductividad Específica (CE)	SCS 8A1a (1984). Conductividad del Extracto de Saturación; Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura, Washington D.C. EUA.	<i>Procedimiento para la determinación de Conductividad Específica:</i> <ol style="list-style-type: none">1. Se colocó 20 g de cada muestra con 200 ml de agua desionizada (relación 1/10).2. Se agregó agua poco a poco mezclando con una espátula hasta obtener la pasta saturada.3. Se dejó reposar por 4 horas y se comprobó el punto de saturación. Se transfirió la muestra a un embudo Buchner con papel filtro y se aplicó al vacío.4. Se leyó la conductividad del extracto en el conductómetro usando el KCl para calibrar.5. Los resultados se expresaron en dS.m⁻¹.
Contenido total de metales pesados y elementos traza (MPtot)	EPA 3050 B (2007). Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos. EPA 6020A (2007).	<i>Procedimiento para la determinación del contenido total de metales pesados y elementos traza:</i> <ol style="list-style-type: none">1. Para la digestión de las muestras, se empleó 1 g (Peso seco) el cual se digirió con adiciones repetidas de ácido nítrico (HNO₃) y peróxido de hidrógeno (H₂O₂).2. Para el análisis de ICP-MS, el digestato resultante se redujo en volumen, calentando y después se diluyó hasta un volumen final de 100 ml.

«Continuación»

Parámetros Físico-químico	Método	Protocolo
Contenido total de metales pesados y elementos traza (MP _{tot})	Espectrofotómetro de Masas de Plasma Inductivamente Acoplado.	3. Se agregó ácido clorhídrico (HCl) y la muestra se refluyó; el digestato se filtró y el papel de filtro y los residuos se enjuagaron, primero con HCl caliente y luego con agua reactiva caliente. El papel de filtro y los residuos se devolvieron al matraz de digestión.
	Métodos de Ensayos para la Evaluación de Análisis Físico Químicos de Desechos Sólidos,	4. Se sometió a reflujo con HCl adicional y después se filtró de nuevo. El digestato se diluyó entonces hasta un volumen final de 100 ml.
	Método SW 846, Washington D.C, EUA.	5. El extracto fué llevado al espectrofotómetro para la respectiva lectura (Perkin Elmer, modelo Elan DRC-e).

Fuente: Elaboracion propia a partir de los Informes de Ensayo del Laboratorio Inspectorate.

3.3.2 Etapa de evaluación

La metodología aplicada se basó en el registro de parámetros físicoquímicos y parámetros microbiológicos a partir de muestras compuestas en cada uno de las seis pilas evaluadas. Estas muestras fueron tomadas durante el proceso de compostaje, es decir a los 0, 30, 60, 90 y 120 días. En el caso del registro *in situ* de la temperatura fue diario.

Conociendo los niveles de presencia de los metales pesados y elementos traza en el compost, el objetivo de esta fase fue observar la biodisponibilidad de los metales pesados y elementos traza durante el proceso de compostaje. Para cumplir este objetivo se emplearon dos extractantes ampliamente utilizados para determinar la biodisponibilidad de metales pesados y elementos traza (Singh & Kalamandhad 2013). Los extractantes seleccionados fueron agua desionizada y el Penta-acetato de dietilentriamina o ácido pentético o por sus siglas en inglés DTPA.

a) Instalación y manejo de las pilas de compostaje

Para esta segunda fase el compost de estiércol vacuno y hojarasca fue elaborado en seis pilas de compostaje, las cuales fueron implementadas en el área experimental del curso de Manejo de Residuos Sólidos del Programa Doctoral de Ingeniería y Ciencias Ambientales.

A continuación se explica el procedimiento seguido para el proceso de compostaje.

Preparación de la pila.- Los materiales orgánicos seleccionados para la elaboración de las pilas fueron estiércol vacuno colectado del establo administrado por la Facultad de Zootecnia y hojarasca arbórea y arbustiva colectada del Jardín Botánico de la UNALM (Figura 30:). La proporción empleada fue 40 por ciento de estiércol y 60 por ciento de rastrojo (Bustamante *et al.* 2010). Por lo cual se mezclaron 240 kg de estiércol y 360 kg de hojarasca (600 kg de materiales orgánicos). Se emplearon 100 kg adicionales que en la etapa de caracterización para no afectar las cantidades por la merma del muestreo durante el proceso de compostaje.

- Armado de piso impermeable con plástico resistente y un perímetro elevado con ladrillos alrededor de la pila, con una forma piramidal y de 0,8 m de altura y 3 m de base.

- Traslado del estiércol y el rastrojo hasta la pila.
- Mezclado de material de manera homogénea. Llenado de la pila, este se realizó por capas y se le dio una forma piramidal. Se realizaron tres volteos los dos primeros meses y dos volteos los dos últimos meses (Los días 0, 7, 14, 30, 45, 60, 74, 85, 102 y 110).
- Riego de la pila. Se realizó cada cinco días el primer mes, cada seis días el segundo y tercer mes y cada 15 días el último mes. Es decir se tuvieron un total de 18 riegos con un caudal de 20 l por minuto. Cada pila recibió 5 minutos de riego lo cual hace un total de 100 l por riego. En total se emplearon 1800 l (1,8 m³).



Figura 30: Preparación de las pilas de compostaje de estiércol de ganado vacuno y hojarasca análisis de parámetros físico-químicos.

El muestreo de variables fisicoquímicas (Contenido de humedad, carbono orgánico, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, materia orgánica y densidad aparente, ácidos fúlvicos y ácidos húmicos), variables microbiológicas (Aerobios mesófilos viables, Aerobios termófilos, *Lactobacillus sp.*, Mohos y levaduras, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, actinomicetos, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y helmintos) y los metales pesados y elementos traza de interés (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se y Zn) se realizaron los días 0, 30, 60, 90 y 120 del proceso de compostaje. Adicionalmente se registró la temperatura diariamente. La toma de muestras se

realizó en bolsas ziplock, tomando un puñado de submuestra de cada vértice (04) y la corona a una profundidad de 20 cm de la superficie de la pila. La muestra compuesta fue homogenizada al interior de la bolsa y rotulada para ser enviada al laboratorio. Se tomaron cinco muestras compuestas por pila, cada una de 500 g, la primera para las variables fisicoquímicos Hpor ciento, pH, CE, Corg., Ntot, M.o., N-NH₄⁺, Da, Mptot, la segunda para sustancias húmicas (AH y AF), la tercera para extracción con DTPA (E-MP_{DTPA}), la cuarta para extracción con agua desionizada (E-MP_{H₂O}) y la quinta para las variables microbiológicas. Las muestras son molidas, tamizadas y secadas antes del análisis respectivo a excepción del análisis microbiológico.

Adicionalmente a las pilas mencionadas se dejaron dos pilas de 600 kg cada una con materiales crudos, a manera de blancos, para observar el día 120 su composición total de metales pesados (Figura 31:). Por si su condición cambiara por volatilización, lixiviación, erosión eólica o deposición atmosférica (Numeral 3.2 Materiales, acápite “a” Balance de masas de metales).



Figura 31: Muestreo de la pila 6, el día 120.



Figura 32: Análisis fisicoquímicos en el Laboratorio ANOBA.

Cuadro 26: Metodología analítica de los metales pesados y elementos traza de interés y variables físico químicas de la etapa de evaluación

Metales pesados y elementos traza de interés	Método	Protocolo
Contenido total de metales pesados y elementos traza (MPtot)	<p>EPA 3050 B (2007) Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos.</p> <p>EPA 6020A (2007). Espectrofotómetro de Masas de Plasma Inductivamente Acoplado.</p> <p>Métodos de Ensayos para la Evaluación de Análisis Físico Químicos de Desechos Sólidos, Método SW 846, Washington D.C, EUA (citado en el Procedimiento del Laboratorio SGS, SGS-MN-ME137 Digestión HNO₃/ HCL-IPP MS2)</p>	<p><i>Procedimiento para la determinación del contenido total de metales pesados y elementos traza:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para la digestión de las muestras, se necesitó 1 g (Peso seco) se digirió con adiciones repetidas de ácido nítrico (HNO₃) y peróxido de hidrógeno (H₂O₂). 2. Para el análisis de ICP-MS, el digestato resultante se redujo en volumen, calentando y después se diluyó hasta un volumen final de 100 ml. 3. Se agregó ácido clorhídrico (HCl) y la muestra se refluó; el digestato se filtró y el papel de filtro y los residuos se enjuagaron, primero con HCl caliente y luego con agua reactiva caliente. El papel de filtro y los residuos se devolvieron al matraz de digestión. 4. Se sometió a reflujo con HCl adicional y después se filtró de nuevo. El digestato se diluye entonces hasta un volumen final de 100 ml. 5. El extracto se llevó al espectrofotómetro (Perkin Elmer, modelo Elan DRC-e) para la respectiva lectura. 6. Cada diez muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 5% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).

«Continuación»

Metales pesados y elementos traza de interés	Método	Protocolo
Extracción de metales pesados y elementos traza mediante DTPA (E-MP _{DTPA}).	Page, A.L., Miller, R.H. Keeny, D.R. .1982. Method of Soil Analysis, Part 2 – Chemical and Microbiological Properties, 2 nd Ed. Agronomy, No 9, ASA, SSA Publ. Madson, WI. (citado por Huang <i>et al.</i> 2005). SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southeastern United States. Chapter 4.5.	<i>Procedimiento para extraer metales y/o elementos con DTPA:</i> <ol style="list-style-type: none">1. Se agitaron mecánicamente, con un agitador horizontal a 120 rpm, las muestras de compost a una relación sólido / extractante 1:5 (p / v) durante dos horas cada una con 0,005 M de DTPA (ácido dietilentriamina pentaacético adquirido a MERCK KGaATM) más 0,1 M de TEA (trietanolamina adquirido a MERCK KGaATM) y 0,01 M de CaCl₂ a pH 7,3 con HCl diluido.2. Se centrifugó a 4000 rpm durante 5 minutos y se filtró a través de una membrana de nylon de 0,45 µm.3. Los extractos obtenidos fueron almacenados en frascos de plástico a 4 °C.4. Se analizaron las muestras del extracto usando un equipo de ICP-MS (Perkin Elmer, modelo Elan DRC-e) para la determinación de los metales pesados.5. Cada diez muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 5% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).

«Continuación»

Metales pesados y elementos traza de interés	Método	Protocolo
Extracción de metales pesados y elementos traza con agua desionizada (E-MP _{H2O})	Lena Q.M. & Gade N.R. 1997. Chemical fractionation of cadmium, copper, nickel, and zinc in contaminated soils. <i>J. Env, Qual.</i> 26, 259-264 (citado por Huang <i>et al.</i> 2005).	<i>Procedimiento para extraer metales y/o elementos con H₂O.</i> <ol style="list-style-type: none">1. Se tomó 1 g de muestra de compost.2. La muestra fue extraída con 15 ml de agua desionizada (Por osmosis inversa e intercambio iónico con CE < 1 μS m⁻¹) por agitación mecánica a 120 rpm durante dos horas, posteriormente centrifugada a 4000 rpm por 5 minutos.3. Se filtró con membrana de nylon de 0,45 μm.4. El extracto del compost se almacenó en frascos de plástico a 4 °C para su posterior análisis.5. Se analizaron las muestras del extracto usando ICP-MS (Perkin Elmer, modelo Elan DRC-e) para la determinación de los metales pesados.6. Cada diez muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 5% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).
Variables físico-químicas	Método	Protocolo
Temperatura (T°)	Medición de temperatura mediante la resistencia eléctrica con los siguientes termómetros digitales: <ul style="list-style-type: none">• Termómetro “ST-9265 Multi-Thermometer” / “Termómetro Digital Tipo Martillo” con sensor de 13 cm de longitud y 1°C de precisión.	<i>Procedimiento para la determinación de la temperatura en las pilas de compostaje:</i> <ol style="list-style-type: none">1. Se hizo el registro en cinco puntos de la pila de compostaje (cuatro vértices y corona).2. Se introdujeron ambos termómetros (De 7 y 13 cm), uno a 5 cm del otro y de manera perpendicular a la pendiente de la pila a excepción de la corona que fue en el punto central de esta.

«Continuación»

Variabes físico-químicas	Método	Protocolo
Temperatura (T°)	<ul style="list-style-type: none">• Termómetro “MC-7806 Digital Moisture Meter & Thermometer” con sensor de 7 cm de longitud y 0,8 °C de precisión.	<ol style="list-style-type: none">3. Se introdujeron los termómetros hasta que el material en compostaje cubriera el 100% de cada sensor.4. Se esperaron dos minutos para la estabilidad del registro.5. Se tomó nota de la temperatura.
pH	<p>EPA 9045 D (1987). pH de Suelos y Desechos.</p> <p>Métodos de Ensayos para la Evaluación de Análisis Físico Químicos de Desechos Sólidos, Método SW 846, Washington D.C., EUA.</p> <p>Test Methods for Examination of Composting and Compost –TMECC. 04.11-A. Eletrometric pH Determination for Compost (USCC & USDA, 2001).</p>	<p><i>Procedimiento para la determinación de pH:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se colocaron 20 g de cada muestra con 100 o 200 ml de agua desionizada (relación 1/5 ó 1/10) mediante agitación durante cinco minutos.2. Los extractos se agitaron, se centrifugaron y se filtraron con papel Wathman™ 41.3. Se ajustaron los electrodos en las abrazaderas del portaelectrodo de forma que bajando los electrodos en el vaso de precipitación, el electrodo de vidrio fué sumergido en profundidad; durante 5 minutos o hasta estabilidad de la lectura.4. Cada cinco muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 2% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).
Humedad (Hpor ciento)	<p>Test Methods fot hte Examination of Composting and Compot- TMECC. 03.09-A-TOTAL SOLIDS AND MOISTURE AT 70+-5° C (USCC & USDA, 2001). Citado por el Protocolo del Laboratorio ANOBA LQA-FO-003.</p>	<p><i>Procedimiento para determinar la humedad:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se registró la masa de un contenedor limpio y seca.2. Se extrajo una alícuota representativa de la muestra como se recibió (material húmedo) a partir del método de cuarteo y se colocó en el contenedor.

«Continuación»

Variables físico-químicas	Método	Protocolo
Humedad (Hpor ciento)	SCS 8A1a (1984). Conductividad del Extracto de Saturación; Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura, Washington D.C. EUA.	<ol style="list-style-type: none">3. Se determinó el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza electrónica. Se colocó el contenedor con el material húmedo en una estufa.4. Se secó el material húmedo hasta que alcanzó una masa constante. Se mantuvo el secado en el horno a 70 ± 5 °C, dependiendo el comportamiento de la muestra.5. El tiempo requerido para obtener peso constante varió dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. Se permitió el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente.6. Se determinó el peso del contenedor y el material secado al homo usando la misma balanza usada previamente y se registró el valor. El valor de la fracción de sólidos secados representan los sólidos totales y la fracción evaporada representa el porcentaje de humedad.7. Cada cinco muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 2% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).
Conductividad Específica (CE)	SCS 8A1a (1984). Conductividad del Extracto de Saturación; Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura, Washington D.C. EUA.	<p><i>Procedimiento para la determinación de la CE:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se colocaron 20 g de cada muestra con 100 ml o 200 ml de agua desionizada (relación 1/5 o 1/10).2. Se agregó agua poco a poco mezclando con una espátula hasta obtener la pasta saturada.

«Continuación»

Variables físico-químicas	Método	Protocolo
Conductividad Específica (CE)		<ol style="list-style-type: none">3. Se dejó en reposo por cuatro horas y se comprobó el punto de saturación. Se transfirió la muestra a un embudo <i>Buchner</i> con papel filtro y se aplicó al vacío.4. Se leyó la conductividad del extracto en el conductómetro usando el KCl para calibrar.5. Los resultados se expresaron en $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.6. Cada cinco muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 5% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).
Carbono orgánico (Corg)	Walkley, A. & Black, I.A. 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. <i>Soil Science</i> , 37, 29-38 (Citado por el Protocolo del Laboratorio ANOBA LQA-FO-007).	<p><i>Procedimiento para la determinación del Corg:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesó 1 g de muestra. Una vez la muestra fué pesada, se añadieron 10 ml de dicromato potásico y se mezcló agitando suavemente.2. Se añadió agitando 10 ml de H_2SO_4 y se dejó reposar durante 60 minutos en la campana.3. Se preparó un blanco compuesto por 10 ml de dicromato potásico y 10 ml de ácido.4. En el caso de valoración manual, se añadió 10 ml ácido fosfórico y 2-3 gotas de indicador.5. Se valoró con Sal de Mohr 0,5 N, hasta un cambio de azul a verde.6. Cada cinco muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 10% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).

«Continuación»

Variables físico-químicas	Método	Protocolo
Nitrógeno Total (Ntot)	AOAC 955.04 18 th Ed .2005. Nitrógeno Total en Fertilizantes. Association of Official Analytical Chemists Inc. Virginia, EUA.	<i>Procedimiento para la determinación del Ntot:</i> <ol style="list-style-type: none">1. Se tomó 1 g de muestra.2. La muestra se digirió usando K₂SO₄ (10 g), CuSO₄.5H₂O (0,5 g) y H₂SO₄ (35 ml). Se trabajó en un tren de digestión con calor. Al final, después de enfriar, se agregaron 300 ml de agua desionizada.3. Se se agregó 100 ml de NaOH al 40por ciento y el destilado se recibió en 25 ml de H₃BO₃ (25 ml) al 4por ciento y cuatro gotas de rojo de metilo como indicador. Esto se trabajó en una parrilla de destilación aplicando movimientos giratorios.4. La titulación se realizó con HCl 0,1 N.5. Cada cinco muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 5% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).
Fracción de ácidos húmicos (AH); Fracción de ácidos fúlvicos (AF).	Cabreria, F; Guevara, C; Castillo, J & Chavarria, W. 2002. Estándarización del método Kononova-Belchikova para la extracción, fraccionamiento, análisis y purificación de las sustancias húmicas en suelos andisoles. Revista de Ciencias Agrícolas, Volumen XIX, Número I-II. p. 131-139. (Citado por el Procedimiento de laboratorio LQA-FO-008, Extracción de fracciones húmicas).	<i>Procedimiento para la determinación del Extracto Húmico Total:</i> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesó, la cantidad de 1g de muestra y se introdujo en tubo de centrífuga de 50 ml.2. Se añadió 30 ml de solución extractante (Pirofosfato sódico 0,1 M en sosa 0,1 N) recientemente preparada y se agitó durante 60 minutos en el agitador horizontal.3. Se centrifugó a 4500 r.p.m. durante 25 minutos.4. Se repitió el paso 2 hasta que el líquido sea translúcido con ligera coloración.5. Se reunieron todos los líquidos centrifugados y se aforaron con agua desmineralizada a un volumen de 200 ml como máximo.

«Continuación»

Variables físico-químicas	Método	Protocolo
Fracción de ácidos húmicos (AH); Fracción de ácidos fúlvicos (AF).		<p>Esta solución contenía el Extracto Húmico Total (EHT) de la muestra.</p> <ol style="list-style-type: none">6. Se tomó una alícuota, de entre 10 y 50 ml, (a mayor color menor fué la alícuota).7. Se concentró el volumen del EHT a menos de 10 ml en una estufa a una temperatura entre 60°C y 70°C. <p>Procedimiento para la determinación de la fracción de Ácidos Húmicos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Para la determinación de la fracción de Ácidos Húmicos (AH), se tomaron de 10 a 50 ml de la solución de EHT y se añadió ácido sulfúrico 1:1 agitando lentamente hasta pH 1,0. Se dejó reposar 8 horas.2. Se centrifugó a 4500 r.p.m. durante 25 minutos, para separar el precipitado de AH.3. Una vez lavado el precipitado. Se disolvió con una mínima cantidad de NaOH 0,5 N, y se transfirió a un matraz de 250 ml.4. Se valoraron los AH.5. Cada cinco muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 10% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD). <p>La determinación de la fracción de Ácidos Fúlvicos (AF) se realizó por cálculo: $AF = EHT - AH$.</p>

«Continuación»

Variables físico-químicas	Método	Protocolo
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄ ⁺)	Método de análisis de compost. Método 8.2.1. Rev. 2005. (Sadzawka <i>et al.</i> 2005).	<p>Procedimiento para la determinación de N-NH₄⁺:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Se tomaron 40 g de muestra, pasar a un envase de 250 ml;2. Se tomó un volumen de extractante, relación 1:5. Relación en base a peso seco.3. Se agregó el volumen de solución de KCl 2 mol/l y se tapó.4. Se agitó por 20 minutos, a una velocidad de 180 rpm. Se mantuvo la temperatura entre 20-23 °C.5. Se centrifugaron a 4500 rpm por 15 minutos.6. Se agregó 5 ml de solución de ácido bórico-indicador a un matraz Erlenmeyer de 50 ml, marcado a los 20 ml.7. Se transfirió de 10 a 20 ml del extracto al matraz de destilación.8. Se agregó 0,2 g de MgO.9. Se conectó el matraz al destilador y se destiló.10. Cuando el destilado alcanzó la marca de 20 ml en el matraz receptor se detuvo la destilación y lavó el extremo del condensador.11. Se tituló el destilado con H₂SO₄ 0,005 mol/l hasta que el color cambió de verde a un rosado permanente.12. Cada cinco muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fué menos del 10% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).

«Continuación»

Variables físico-químicas	Método	Protocolo
Materia Orgánica (M.o.)	Test Methods for the Examination of Composting and Compost- TMECC. 05.07-A LOSS ON IGNITION METHOD (USCC & USDA, 2001).	<p><i>Procedimiento para la determinación de la materia orgánica:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesó, en un crisol, 10 g (exactitud 0,001 g) de muestra seca a 36 °C, < 16 mm, libre de inertes y molida.2. Se secó a 70±5 °C hasta masa constante. Se registró la masa de muestra seca.3. Se colocó en la mufla y lentamente se subió la temperatura a 550 °C. Se mantuvo la temperatura durante dos horas y luego lentamente se disminuyó hasta alrededor de 200 °C.4. Se sacó, colocó en el desecador y dejó enfriar hasta temperatura ambiente.5. Se pesó y registró la masa con una exactitud de 0,001 g.6. Cada cinco muestras se realizó un duplicado, cuyo resultado estuvo dentro del criterio de precisión el cual fue menos del 5% de la desviación estándar relativa de los duplicados (RSD).
Densidad aparente (Da)	Método del cilindro de volumen conocido (Rodríguez 2015). Procedimiento del Laboratorio ANOBA Lab LQA-FO-011, Determinación de la Densidad Aparente.	<p><i>Procedimiento para la determinación de la densidad aparente:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se limpiaron los cilindros muestreadores de acero inoxidable con agua desionizada.2. Se midió cada cilindro muestreador con un vernier.3. Se tomó la muestra en campo rellenando del cilindro muestreador, sellado con las tapas de goma.4. Se colocó el material en un recipiente de aluminio para humedad, previamente tarado, así mismo se registró el peso de la muestra.5. Se introdujo el recipiente de aluminio con la muestra en una estufa a 105°C y se dejó hasta obtener un peso constante.

«Continuación»

Variables físico-químicas	Método	Protocolo
Densidad aparente (Da)		<ol style="list-style-type: none">6. Se midió el peso final con una precisión de 0,001g.7. Se calculó la densidad dividiendo el peso final entre el volumen del cilindro muestreador correspondiente.

Fuente: Elaboración propia a partir de los procedimientos del Laboratorio ANOBA Lab y de los informes de ensayo del laboratorio SGS.

b) Análisis Microbiológicos

Se analizaron microorganismos en cinco momentos durante el proceso de compostaje (0, 30, 60, 90 y 120 días) para determinar su presencia y entender su importancia en el proceso de compostaje. Las variables microbiológicas analizadas fueron 12: Aerobios mesófilos, aerobios térmófilos, *Lactobacillus sp.*, mohos y levaduras, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, actinomicetos, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y huevos de helmintos viables. Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabuso” de la UNALM (Figura 33:).



Figura 33: Análisis en el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Mariano Tabuso” de la UNALM.

En el Cuadro 27:, se observan los métodos utilizados para cada parámetro microbiológico analizado. Para la descripción de los protocolos se utilizó como referencia a Alexander (1980), Zuñiga (2012), Renaloea (2014) y Alvarez, M (2018).

Cuadro 27: Variables, método y protocolos del análisis microbiológico en la Etapa de Evaluación

Variables Microbiológicas	Método	Protocolo
Aerobios mesófilos viables		<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica de recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Aerobios mesófilos viables:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se colocó el inóculo del compost en un medio que contenía papel filtro como fuente de celulosa, sales inorgánicas y CaCO₃; 2. Se incubó el enriquecido a 28 °C; 3. Durante la descomposición, el papel filtro se desintegró y tornó en un color amarillo parduzco.
Aerobios termófilos	<p>International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 1983. 2da. Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.</p>	<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica de recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Aerobios termófilos:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se colocó el inóculo del compost en un medio que contenía papel filtro como fuente de celulosa, sales inorgánicas y CaCO₃; 2. Se incubó el enriquecido a 65 °C; 3. Durante la descomposición, el papel filtro se desintegró y tornó en un color amarillo parduzco.
<i>Lactobacillus sp.</i>		<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica de recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Lactobacillus sp.:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se prepararon diluciones sucesivas. 2. El medio de siembra fué AGAR MRS. 3. El medio de recuento también fue AGAR MRS, donde la incubación de las placas fue dentro de una jarra de anaerobiosis con Anaerocult® tipo A y se comprobó la efectividad de la anaerobiosis con un test. 4. La muestras se colocaron en una incubadora a 35 °C por un periodo de 48 horas, luego de lo cual se procedió al recuento de colonias.

«Continuación»

Variables Microbiológicas	Método	Protocolo
Mohos y levaduras		<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica de recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Mohos y Levaduras:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesaron 10 g de la muestra en un recipiente estéril y se agregó 90 ml de Solución Salina al 0,85%.2. Se agitó por 2 minutos a baja velocidad para dispersar el material.3. Se transfirió con una pipeta 1 mL de la suspensión inicial en un tubo con 9 ml del diluyente estéril.4. Se mezcló utilizando un agitador tipo Vortex de 5 a 10 segundos para obtener la dilución 10^{-2}.5. Se realizaron diluciones sucesivas, utilizando en cada operación una nueva pipeta estéril (10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} y 10^{-6} y 10^{-7}).6. Seguidamente se realizó la inoculación e incubación en Agar OGY.7. Se inoculó 1 mL de la dilución decimal apropiada por duplicado sobre placas petri de plástico de 90 mm y se vertió en 15 - 20 ml del medio en placas de Petri de 9 cm de diámetro y luego se secaron a temperatura ambiente por una noche (21 – 25 °C) y se incubó de 3 a 5 días.8. Se contaron las placas que contengan entre 20 - 200 colonias. Se contó por el lado inferior de la placa luego que el desarrollo de hongos aconteció.9. En la placa seleccionada, se contó separadamente las colonias con aspecto filamentoso, algodonoso o pulverulento lo que es característico de los mohos y se registró el resultado.10. En la misma placa, se observaron las colonias remanentes (que podían ser levaduras o bacterias). Se seleccionó al menos cinco colonias y se verificó la morfología de las células al microscopio, observando si el cultivo es de levaduras, bacterias o una mezcla de ambos. Se determinó el número de levaduras.

«Continuación»

Variables Microbiológicas	Método	Protocolo
Mohos y levaduras		<ol style="list-style-type: none">11. Para calcular el número total de mohos y levaduras, se sumó al número de colonias de mohos el número confirmado de levaduras y se multiplicó por la inversa de la dilución.12. Se informó el recuento como UFC por gramo.
Coliformes totales		<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica del número más probable (NMP) de Coliformes totales:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesaron 10 g de compost y se diluyeron en 90 ml de diluyente (solución salina).2. Se mezcló la muestra cuidadosamente.3. Se tomó 1 ml de dilución 10^{-1} y se adicionó en un tubo que contiene 9 ml del diluyente, obteniéndose una dilución 10^{-2}. Luego se homogenizó.4. Se pipeteó 1 ml de cada una de las diluciones en tubos de Caldo Lauril Sulfato Triptosa, suplementado en Púrpura de Bromocresol, utilizando tres tubos para cada dilución.5. Se incubaron los tubos a 35 °C durante 24 y 48 h.6. Pasado las primeras 24 horas se anotaron los tubos que mostraron gas.7. Se confirma que los tubos de Caldo Lauril Sulfato seleccionados en el paso anterior son positivos de organismos Coliformes, transfiriendo una asada de cada tubo a otro Caldo Lactosa Bilis (2por ciento) verde brillante.8. Se incubó durante 24 horas a 36 ± 1 °C y se observó la producción de gas. La producción de gas confirma la presencia de coliformes.

«Continuación»

Variables Microbiológicas	Método	Protocolo
Coliformes fecales; <i>Escherichia coli</i> .		<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica del número más probable (NMP):</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. El procedimiento inicial fue similar al de coliformes totales.2. Se empleó Caldo EC para coliformes fecales y para Caldo Triptona para <i>E. coli</i>.3. Se incubó a 45° C en ambos casos por 24 horas.4. Luego de pasadas las 24 horas se verificaron en los tubos de EC la generación de gas y en el caso de <i>E. coli</i> se agregó reactivo de Kovacs y se observó la formación de anillo indólico.
<i>Salmonella sp.</i>		<p><i>Determinación de Presencia o Ausencia de Salmonella sp.:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se mezcló la muestra con 9 volúmenes de agua de Caldo Lactosado, en proporción peso / volumen.2. Se incubó el medio de enriquecimiento previo durante 24 horas a 35 °C.3. Se realizó el enriquecimiento selectivo de Salmonelas mediante Caldo de Selenito Cistina (1 ml de cultivo pre-enriquecido en 10 ml de caldo) y se transfirió 1 ml de cultivo pre-enriquecido a 10 ml de Caldo Tetrionato Verde Brillante. Se incubó a 43°C durante 24 horas.4. Se sembró en medios de agar selectivo para Salmonella XLD, BPLS y BSA. Para esto se tomó una asada de cada uno de los medios de enriquecimiento selectivo y se colocaron en la superficie de la placa en tres medios de agar selectivos de manera que se obtengan colonias aisladas.5. Las colonias con crecimiento característico fueron sometidas a las pruebas bioquímicas de <i>TSI</i> y <i>LIA</i>.6. A las colonias positivas se les realizó una prueba serológica somática a través del antisuero y observación de aglutinación.

«Continuación»

Variables Microbiológicas	Método	Protocolo
<i>Salmonella sp.</i>		<p>7. El resultado se expresa como presencia o ausencia del microorganismo en 25 g de compost.</p>
<i>Pseudomonas sp.</i>	<p>American Public Health Association (APHA). 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.</p>	<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica de recuento de Número Más Probable (NMP) de Pseudomonas sp.:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesaron 10 g de la muestra en un recipiente estéril y se agregaron 90 ml del diluyente.2. Se transfirió con una pipeta 1 mL de la suspensión inicial en un tubo con 9 ml del diluyente estéril.3. Se mezcló utilizando un agitador mecánico de 5 a 10 segundos para obtener la dilución 10⁻².4. Las diluciones fueron sembradas en Caldo Asparagina a razón de 3 tubos por dilución y se dejó incubar por 48 horas, se reveló en cuarto oscuro con lámpara de UV y se seleccionaron los tubos que presentaban fluorescencia, se anotaron los resultados.5. Los tubos positivos se cultivaron por asada en placa de Agar Cetrimide y se verificó el crecimiento, los resultados fueron anotados y se interpretó a través de la respectiva tabla.
<i>Bacillus sp.</i>		<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica de recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Bacillus sp.:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesaron 10 g de compost y se diluyeron en 90 ml de diluyente (Solución salina).2. Se mezcló la muestra cuidadosamente.3. La muestra líquida se colocó a 85°C por un periodo de 30 minutos, luego se dejó enfriar la solución.

«Continuación»

Variables Microbiológicas	Método	Protocolo
<i>Bacillus sp.</i>	American Public Health Association (APHA). 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3 rd Ed. Chapter 13.	<ol style="list-style-type: none">4. Se tomó 1 ml de dilución 10^{-1} y se adicionó en un tubo que contiene 9 ml del diluyente, obteniendo una dilución 10^{-2}. Luego se homogenizó y se realizó las diluciones desde -1 hasta -6 con tres repeticiones.5. Se sembró 1 ml de cada dilución en medio TGE y se incubó por 24 a 48 horas a 28 °C.6. Luego de lo cual se realizó el conteo de UFC de <i>Bacillus spp.</i>
<i>Actinomicetos</i>		<p><i>Procedimiento para la determinación de muestras sólidas de la técnica de recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de Actinomicetos:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesó 10 g de muestra y se diluyó con solución salina al 0,85 por ciento se agitó por dos minutos. Se realizaron diluciones hasta 10^{-5}.2. Se transfirió 100 uL de cada dilución por duplicado sobre placas que contenía Agar Almidón – Caseína suplementado con fluconazol al 0,25 por ciento para inhibir el crecimiento de hongos.3. Se incubó a 28 °C por 7 días.4. Se realizó el conteo de colonias en placas que contengan de 30 a 300 colonias y se reporta como UFC por gramo de compost seco.
Larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Moodley, P; Archer, C & Hawksworth, D. 2008. Standards Methods for The Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge,	<p><i>Procedimiento para el conteo de larvas y huevos de helmintos en compost:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Se pesó dos o más muestras de 1 g en tubos de ensayo de 15 ml.2. Se añadieron unos mililitros de <i>AmBic</i> o 0,1 por ciento de <i>Tween80</i> y se agitó bien.3. Se añadió más solución a aproximadamente 6 ml (en un tubo de 15 ml) y se agitó, repitiendo la adición de solución, hasta que los tubos se llenaron hasta 10 ml; durante un período de aproximadamente 30 minutos en total.4. Se centrifugaron los tubos a 1389 g (\pm 3000 rpm) durante 3 minutos y descartó el sobrenadante. Se volvió a suspender en agua desionizada y agitó para lavar el

«Continuación»

Variables Microbiológicas	Método	Protocolo
Larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Compost And Urine– Diversion Waste in South Africa. WRC Report No. TT322/08. Pretoria, South Africa. 26 p.	<p>AmBic o Tween 80 y se centrifugó de nuevo a 1389 g durante tres minutos. Se desechó el sobrenadante.</p> <p>Se re-suspendió cada depósito en unos pocos mililitros de ZnSO₄ y se mezcló bien. Se siguió añadiendo más ZnSO₄ y se mezcló hasta que el tubo estuviera casi lleno.</p> <p>5. Se centrifugaron los tubos a 617 g (± 2000 rpm) durante 3 minutos, se transfirió el sobrenadante a 3 o 4 tubos de ensayo. Se llenaron estos tubos con agua desionizada.</p> <p>6. Se centrifugó a 964 g (± 2500 rpm) durante 3 minutos. Se retiraron los tubos y se desechó el líquido sobrenadante. Una vez que se hizo el depósito final, se colocó en uno o más portaobjetos de microscopio 10x o 40x para observar cualquier diagnóstico inseguro.</p> <p>7. Se colocó un cubreobjetos sobre cada depósito y se examinó. Cada especie de óvulos de helmintos se enumeró por separado y se informó como huevos por gramo de compost.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de los informes de ensayo elaborados por el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Mariano Tabusso”

3.4 RESUMEN DE PARÁMETROS ANALIZADOS Y LABORATORIOS EMPLEADOS EN AMBAS ETAPAS

El análisis de laboratorio de la etapa de caracterización fue realizada en Inspectorate Services Perú S.A.C. (Inspectorate). La etapa de evaluación por ANOBA Lab S.A.C., SGS del Perú S.A.C. y el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la UNALM. SGS fue subcontratado por ANOBA para los análisis de metales pesados con el Espectrofotómetro (Perkin Elmer, modelo Elan DRC-e).

A continuación se muestra la cronología de los muestreos realizados (Cuadro 28:) en cada tipo de compost.

- Temperatura. Se registró *in situ*, a partir de dos termómetros digitales, tomando medidas en cinco zonas de cada pila (cuatro vértices y corona) a partir de los cual se obtuvo un promedio.
- Variables Fisico-Químicas (Hpor ciento, pH, CE, Corg, M.o., Ntot, N-NH₄⁺, MPtot, AH, AF, E-MP_{DTPA}, E-MP_{H₂O}). Estos registros se obtuvieron a partir de la homogenización de una muestra compuesta de cinco sub-muestras (cuatro vértices y corona). Estas muestras fueron enviada a un laboratorio ambiental para su análisis. Las muestras de aproximadamente 500 g fueron colectadas en bolsas polipropileno tipo-ziplockTM.
- Variables Microbiológicas (Microorganismos benéficos y patógenos). Se analizaron muestras compuestas a partir de cinco sub muestras (cuatro vértices y corona). Estas muestras fueron enviadas a un laboratorio ambiental para su análisis. Las muestras de aproximadamente 500 g fueron colectadas en bolsas polipropileno tipo-ziplockTM. Debido al tipo de análisis el tiempo de espera máximo para la recepción de las muestras fue 24 horas. La muestras fueron entregadas como máximo 12 horas después de su colección.

Cuadro 28: Parámetros registrados y cronología de muestreo en cada etapa de la investigación

Etapa	Insumos para la elaboración del compost	Variables físico químicas				Variables microbiológicas	Metales pesados y elementos traza de interés	
		T°	H%, M.o., N-NH ₄ ⁺ y Da	pH, CE, Corg., y Ntot,	AH y AF		MP _{tot}	E-MP _{H2O} y E-MP _{DTPA}
Caracterización	Estiércol vacuno y rastrojo vegetal	N.R.	N.R.	Término del proceso (111avo día)	N.R.	N.R.	Término del proceso (111avo día)	N.R.
	Día 0: 26-10-2013; Día 111: 13-02-2014							
Caracterización	Hojarasca	N.R.	N.R.	Término del proceso (8avo mes aprox.)	N.R.	N.R.	Término del proceso (8avo mes aprox.)	N.R.
	Día de muestreo del producto: 13-02-2014							
Evaluación	Estiércol vacuno y hojarasca	Todos los días	0, 30, 60, 90 y 120	0, 30, 60, 90 y 120 días	0, 30, 60, 90 y 120 días	0, 30, 60, 90 y 120 días	0, 30, 60, 90 y 120 días	0, 30, 60, 90 y 120 días
			<i>Día 0:</i> 02-02-16	<i>Día 30:</i> 03-03-16	<i>Día 60:</i> 02-04-16	<i>Día 90:</i> 02-05-16	<i>Día 120:</i> 01-06-16	

Fuente: Elaboración propia; *N.R. : No se registró.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA ETAPA DE EVALUACIÓN

3.5.1 Tipo de diseño experimental

El diseño experimental de la investigación, en su etapa de evaluación, es el Diseño Completamente al Azar (DCA). En este tipo de diseño están incluidos los principios de repetición y de aleatorización, es decir, es utilizado cuando no hay necesidad del control local, debido a que el ambiente experimental y las condiciones de manejo son homogéneos y los tratamientos se asignan a las unidades experimentales mediante una aleatorización completa, sin ninguna restricción; cuyo modelo aditivo lineal se representa con la siguiente ecuación (Montgomery 2014).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Concentración de metales pesados y elementos traza de interés en su totalidad o extraídos con agua o ácido pentético perteneciente al i -ésimo tratamiento (tiempo de compostaje) en la j -ésima repetición (pila de compostaje);

μ = efecto de la media general;

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento (tiempo de compostaje);

ε_{ij} = efecto aleatorio del error muestral del i -ésimo tratamiento (tiempo de compostaje) en la j -ésima pila de compostaje;

El subíndice i permite identificar a los tratamientos (tiempo de compostaje). El valor 1 corresponde a 0 días de compostaje, el valor 2, 30 días de compostaje, el valor 3, 60 días de compostaje, el valor 4, 90 días de compostaje y el valor 5, 120 días de compostaje.

El subíndice j identifica las repeticiones o unidades experimentales (Pilas de compostaje). Siendo el valor 1 correspondiente a la Pila 1/Pila 4, el valor 2 de la Pila 2 /Pila 5, el valor 3 de la Pila 3 / Pila 6.

3.5.2 Tratamientos

La investigación ha considerado dos factoriales: con microorganismos benéficos (CMB) o sin microorganismos benéficos (SMB), cinco tratamientos (tiempo de compostaje: 0, 30, 60, 90 y 120 días) y tres repeticiones (pilas de compostaje). En el Cuadro 29:, se muestran los factoriales, los tratamientos y su respectiva codificación.

Cuadro 29: Tratamientos de la investigación

No	Tratamiento	Codificación	Repeticiones
Factorial: Con Microorganismos Benéficos (CMB)			
1	0 días	T0 _{CMB}	P1, P2, P3
2	30 días	T30 _{CMB}	P1, P2, P3
3	60 días	T60 _{CMB}	P1, P2, P3
4	90 días	T90 _{CMB}	P1, P2, P3
5	120 días	T120 _{CMB}	P1, P2, P3
Factorial: Sin Microorganismos Benéficos (SMB)			
1	0 días	T0 _{SMB}	P4, P5, P6
2	30 días	T30 _{SMB}	P4, P5, P6
3	60 días	T60 _{SMB}	P4, P5, P6
4	90 días	T90 _{SMB}	P4, P5, P6
5	120 días	T120 _{SMB}	P4, P5, P6

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Variables

Se han evaluado cincuenta y cinco (55) variables, divididas en treinta (30) variables principales y veinte y cinco (25) secundarias. Las *variables principales* consideradas para determinar el efecto durante el proceso de compostaje son la concentración de metales pesados y elementos traza de interés (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se y Zn) en su totalidad o extraídos (con agua/ácido pentético) durante el tiempo de maduración del compost.

La investigación propone determinar la posible variación de las treinta (30) variables primarias durante el tiempo de compostaje. Para esto, se realizaron evaluaciones cada 30

días desde el día de instalación, considerado como tiempo 0, y cada 30 días, hasta el día 120 (término del proceso o “cosecha”).

Las **variables principales** del estudio empleadas son:

- Concentración total de los 10 metales pesados o elemento traza de interés. Estas variables miden la presencia del contaminante en su totalidad de especies químicas presentes durante el proceso de compostaje.
- Concentración de los 10 metales o elementos traza de interés extraído con ácido pentético (DTPA). Estas variables miden la posible variación de la disponibilidad del metal o elemento traza de interés para las plantas en el compost durante el proceso de compostaje.
- Concentración de los 10 metales o elementos traza de interés extraído con agua desionizada (H₂O). Estas variables miden la posible variación de la solubilidad del metal o elemento traza de interés en el compost durante el proceso de compostaje.

Las **variables secundarias** fueron consideradas para contar con información de los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que acontecen durante el proceso de compostaje con principal énfasis en la influencia de las fracciones de las sustancias húmicas (AH y AF) a partir de lo cual poder inferir como estas 25 variables pudieran generar variación en la concentración total, biodisponibilidad o solubilidad de los metales pesados. Estas variables fueron evaluadas en el periodo de 120 días durante cinco momentos cada 30 días.

Las variables secundarias del estudio fueron:

- Trece (13) variables fisicoquímicas [H%, T, pH (<1/5>, <1/10>), CE (<1/5>, <1/10>), Corg, Ntot, relación C/N, AH, AF, relación AH/AF, N-NH₄⁺, M.o. y Da];
- Doce (12) Variables microbiológicas (Aerobios mesófilos viables, Aerobios termófilos, *Lactobacillus sp.*, Mohos y levaduras, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, Actinomicetos, Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y Helmintos). De estas se retiró del análisis la variable *Salmonella sp.* debido a que sus resultados son cualitativos.

3.5.4 Análisis de las variables

El análisis de las *variables (primarias y secundarias)*, se realizó a través de la técnica de descomposición de la variabilidad de los datos llamada Análisis de Varianza (ANOVA por sus siglas en inglés). Esta prueba permitió comparar la concentración media o unidades de cada variable en los diferentes tiempos de compostaje (tratamientos) a partir del diseño completamente aleatorizado, o diseño de un factor, usado en este trabajo.

El ANOVA de un factor requiere del cumplimiento del supuesto de normalidad de los errores y homogeneidad de varianzas para una correcta aplicación (Montgomery 2014). Para la verificación de la normalidad se empleó la prueba de Anderson–Darling y para la homogeneidad la Prueba de Bartlett. Para el cumplimiento de ambos supuestos se verificó que el p -valor asociado a cada una de estas pruebas sea mayor que el nivel de significación 0,05. Se empleó el software estadístico RTM versión 3.3.2 para este análisis.

3.5.5 Prueba paramétrica – Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis ANOVA se realizó cuando se comprobaron que se cumplieron los dos supuestos, homogeneidad de varianza y la distribución normal. Cuando estos supuestos no se cumplieron se optó por utilizar su homólogo la Prueba de Kruskal-Wallis o Método No Paramétrico o de distribución libre (Montgomery 2014). En el ANEXO 1, se puede observar un ejemplo con Cu extraído con DTPA.

3.5.6 Prueba no paramétrica: Kruskal-Wallis

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis permitió comparar las medianas de la concentración o unidades en los diferentes tiempos de compostaje. Las hipótesis usadas son:

- H_0 : Son similares las medianas de los cinco tiempos de compostaje para determinar la concentración o unidad de la variable.
- H_1 : Al menos una de las medianas de los cinco tiempos de compostaje para determinar la concentración o unidad de la variable es diferente de los demás.

Dónde:

Para efectos de contrastar la hipótesis planteada con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$ se compara con el p -valor:

p -valor $> 0,05$ se acepta la hipótesis nula (H_0).

p -valor $< 0,05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Este valor comparativo es uno de los resultados que se obtuvo al procesar la información con el software estadístico “R” Versión 3.3.2, el cual se uso para este análisis estadístico.

Si la variación proveniente del tiempo de compostaje fué significativamente mayor que la variación proveniente dentro de cada grupo (intra-grupo), se concluyó que las medianas asociadas a diferentes niveles del tratamiento son distintas. Esto significó que el tiempo de compostaje influyó significativamente sobre la variable dependiente Y (Concentración o unidades), entonces se rechazó la hipótesis nula (H_0).

El objetivo del trabajo de investigación fué encontrar que alguno de los tratamientos o tiempo de compostaje son diferentes (rechazar la hipótesis nula); el siguiente paso fué comparar las medianas de los tratamientos para encontrar diferencias. Entonces para cada par de medianas se planteó la siguiente hipótesis nula y alternante:

H_0 : La mediana del tiempo de compostaje “i”, es igual a la mediana del tiempo de compostaje “j”

H_a : La mediana del tiempo de compostaje “i”, es diferente a la mediana del tiempo de compostaje “j”

O

$H_0: K_i = K_j$

$H_a: K_i \neq K_j$ $i = 0,30,60,90$ y 120 días $j = 0,30,60,90$ y 120 días

Para realizar las comparaciones entre las medianas se utilizó la Prueba de Comparación Kruskal-Wallis, para cada una de las variables. En el ANEXO 1, se puede observar un ejemplo de Cu extraído con agua desionizada.

3.5.7 Análisis del factorial inoculación de microorganismos benéficos (CMB) y no inoculación de microorganismos benéficos (SMB)

Para analizar como las variables primarias y las variables secundarias fisicoquímicas varían respecto a los factores de aplicación de los microorganismos benéficos y los tratamientos se realizaron modelos lineales generales y mixtos para considerar la heterogeneidad de varianza durante el período analizado, luego se seleccionó el modelo más apropiado utilizando los valores del criterio de Akaike (AIC), Schwarz (BIC) y la prueba de máxima verosimilitud (LRT) (Di Rienzo *et al.* 2017).

Para todas las variables medidas se analizó la normalidad usando la prueba de Shapiro-Francia (Shapiro & Francia 1972). Cuando los errores son homocedásticos, haciendo un gráfico de dispersión de residuos versus valores predichos se debe observar una nube de puntos sin patrón alguno (patrón aleatorio). En el ANEXO 1, se observa una muestra del análisis factorial donde se aprecia el caso cuando se cumplen los supuestos básicos, homogeneidad de varianzas y errores con distribución normal (Ejemplo: “Se” extraído con DTPA), cuando no se cumplen los supuestos y se realiza el modelamiento (Ejemplo: Cu y Zn extraído con DTPA) y cuando no se no se cumplen los supuestos, se modela pero no se observa diferencias entre los factoriales CMB y SMB (Ejemplo: Cr total).

En el caso de las variables secundarias microbiológicas dado que la variables son de conteo y su modelación es compleja a través de modelos lineales generales, se usó los modelos lineales generalizados. Para las variables de conteo se pueden usar diversos modelos: Poisson, Quasi Poisson o Binomial Negativa. Para el presente trabajo se utilizó la Binomial Negativa, porque la tasa de la Deviance/Total de datos fue cercana a 1, indicando que fue un buen ajuste del modelo (Di Rienzo *et al.* 2017). En el ANEXO 1, se muestra el análisis realizado a los Aerobios mesófilos viables para observar que no existen diferencias entre inocular o no inocular y *Bacillus* sp. donde sí se observaron diferencias.

Los análisis mencionados se realizaron a través del Software InfoStat™ Versión 2017.1.2 que tienen una interface con el Software R™ Versión 3.3.2 para el análisis de modelos lineales generales y mixtos y de los modelos generalizados y mixtos.

3.5.8 Coeficiente de Pearson

Para el análisis de información complementaria se evaluó la asociación entre variables principales y las variables secundarias. Para estudiar este grado de asociación se empleó el Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson, este coeficiente toma valores entre -1,00 a +1,00 y su interpretación depende de cuan próximo se encuentre de los valores -1,00 ó +1,00, si el coeficiente tiende a +1 se afirma que la correlación es fuerte y positiva (o directa), si tiende a -1,00 es fuerte y negativa (o inversa) si se acerca a cero decimos que es débil o inexistente. Este valor comparativo se refuerza con el p -valor (si es $<0,05$ es significativo y si es $> 0,05$ es no significativo). Esta correlación se obtiene al procesar la información con el Software InfoStatTM. Las correlaciones fueron realizadas entre las 55 variables, todas contra todas, de ellas se seleccionaron las primarias que superaban la correlación de 0,5 positiva o negativa en relación con la fracción de ácidos húmicos (AH). En el ANEXO 1, se listan las correlaciones todas la correlaciones significativas $p < 0,05$. En los resultados, numeral 4.2.4, se muestran los variables primarias con valores de correlación superior al 0,5 relacionadas con los AH. Los AF no presentaron una adecuada correlación ni significancia con las variables primarias.

3.5.9 Análisis de ordenación no restringida con examen de componentes principales

Empleando el Software InfoStatTM, se realizó el análisis de ordenación no restringida con el análisis de componentes principales. Para esto se emplearon 54 variables (primarias y secundarias, exceptuando *Sallmonella sp.* por contar con valores cualitativos) inicialmente a través de una primera corrida, en donde se obtuvieron abundantes valores mayores a 1, a partir de esto se realizó una reducción de variables. A través del ordenamiento de las variables y sus pesos en los primeros componentes trabajando con los valores absolutos y observando que variables tienen mayor peso en los dos primeros componentes. De este nuevo arreglo se obtuvo dos autovalores con valores mayores a 1 (se eliminaron las variables que tenían menos peso en los dos primeros ejes). Finalmente las variables obtenidas para los componentes 1 y 2 explican el 78 por ciento de la varianza. En el ANEXO 1, se muestra el detalle del análisis. Este análisis fue procesado a través del software estadístico InfoStatTM.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ETAPA DE CARACTERIZACIÓN

4.1.1 Variables físico químicas

Los resultados de las variables fisicoquímicas registradas (pH, conductividad específica, carbono orgánico, nitrógeno total y relación C/N) de los productos del compostaje de la etapa de caracterización se muestran en la Figura 34:. Se observa que en todos los valores promedio, el compost de estiércol supera al de hojarasca. En comparación con la norma de Chile (Cuadro 8:) se tiene que el pH cumple para ambos tipos de compost y las dos clases (A y B), en la CE solo cumple el compost de hojarasca para el compost clase B, en Nitrógeno Total cumple para ambos tipos de compost y para las dos clases y la relación C/N se cumple en ambos tipos de compost y para las dos clases. Es importante resaltar el valor de CE el cual puede estar asociado al tipo de alimentación del ganado vacuno (Azeez & Van Averbeke 2012). Esta presencia de CE en este tipo de estiércol puede generar el incremento de este valor en los suelos donde se aplique, en el mediano o largo plazo, lo cual puede generar procesos de salinización e infertilidad (Marmolejo *et al.* 2014, Ozlu & Kumar 2018).

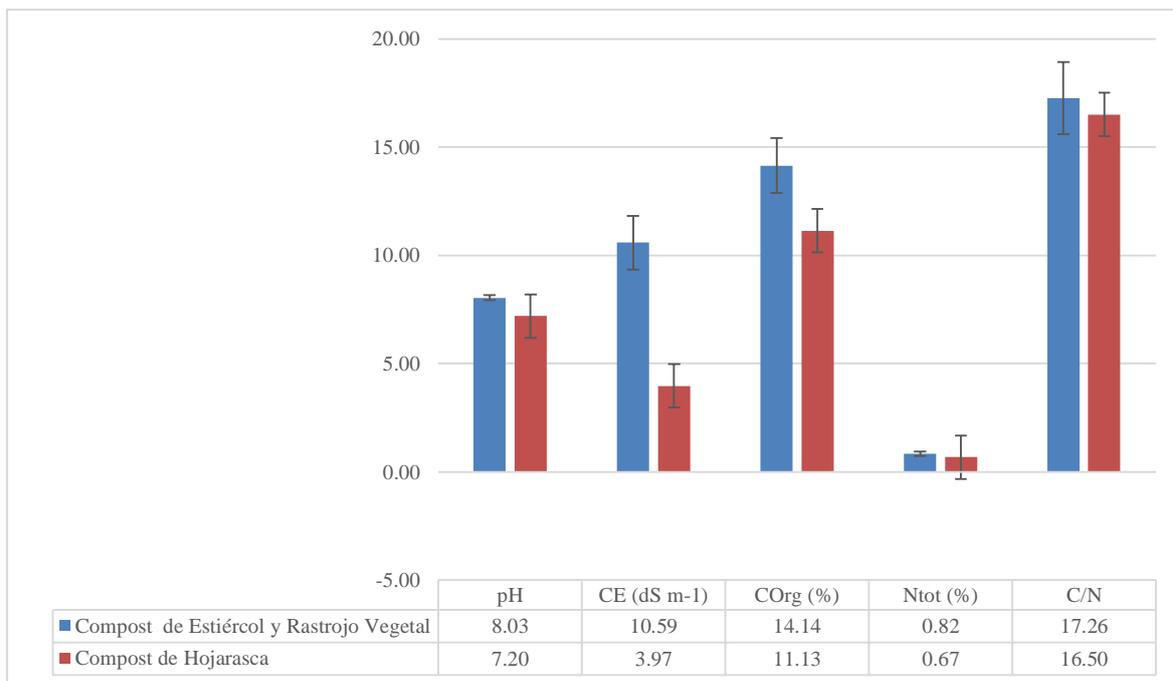


Figura 34: Valores promedio de las variables físico-químicas del compost de estiércol vacuno y rastrojo vegetal y el compost de hojarasca.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Metales pesados y elementos traza de interés

De acuerdo a los resultados obtenidos existen mayores valores en la concentración de metales pesados y elementos traza de interés en el compost de hojarasca que en el compost a base de estiércol vacuno. En el caso del Cr y Pb para el compost de hojarasca, supera en más de tres y dos veces el valor promedio del compost de estiércol respectivamente. En comparación con la normatividad internacional seleccionada (Figura 35:) en el caso del compost de estiércol y rastrojo vegetal solo cumple con las concentraciones máximas promedio en el Cr, Cu, Hg y Ni. En el caso del compost de hojarasca se cumple en Cr y Ni.

La concentración total de metales pesados y elementos traza de interés del producto del compostaje de la hojarasca siguen el siguiente orden en sus valores promedio en mg.kg^{-1} : Zn (533,79) > Pb (173,32) > Cu (83,32) > As (73,78) > Cr (31,739) > Ni (8,49) > Se (3,02) > Cd (2,10) > Mo (2,04) > Hg (0,76). En el producto del compostaje del estiércol vacuno y el rastrojo vegetal: Zn (404,56) > Pb (67,26) > Cu (59,91) > As (38,09) > Cr (9,54) > Ni (6,64) > Mo (2,14) > Se (1,65) > Cd (1,15) > Hg (0,35).

La mayor presencia de metales pesados y elementos traza de interés en el compost generado de la hojarasca del Jardín Botánico de la UNALM muestra lo señalado por varios autores (Naveed *et al.* 2010, Akan *et al.* 2013, Daylam-Jafarabad *et al.* 2013, Hou *et al.* 2014, Dogan *et al.* 2014, Patel *et al.* 2015, Dadea *et al.* 2016) sobre la retención de estos elementos en el follaje debido a la precipitación del polvo atmosférico. El jardín botánico debido a su cercanía a la Av. La Universidad actúa como un “biofiltro” para este caso de estudios debido a la retención de estos contaminantes. En cambio el compost generado por el estiércol vacuno y el rastrojo vegetal al no estar expuesto en la misma intensidad y frecuencia a la contaminación atmosférica muestra menores niveles de metales pesados sin embargo en Cu y Zn sí muestra una presencia importante debido a la alimentación del ganado lechero (Nicholson *et al.* 1999, Irshad *et al.* 2012, Zhang *et al.* 2012, Hokayem and El Azzi 2014, Ntui *et al.* 2014).

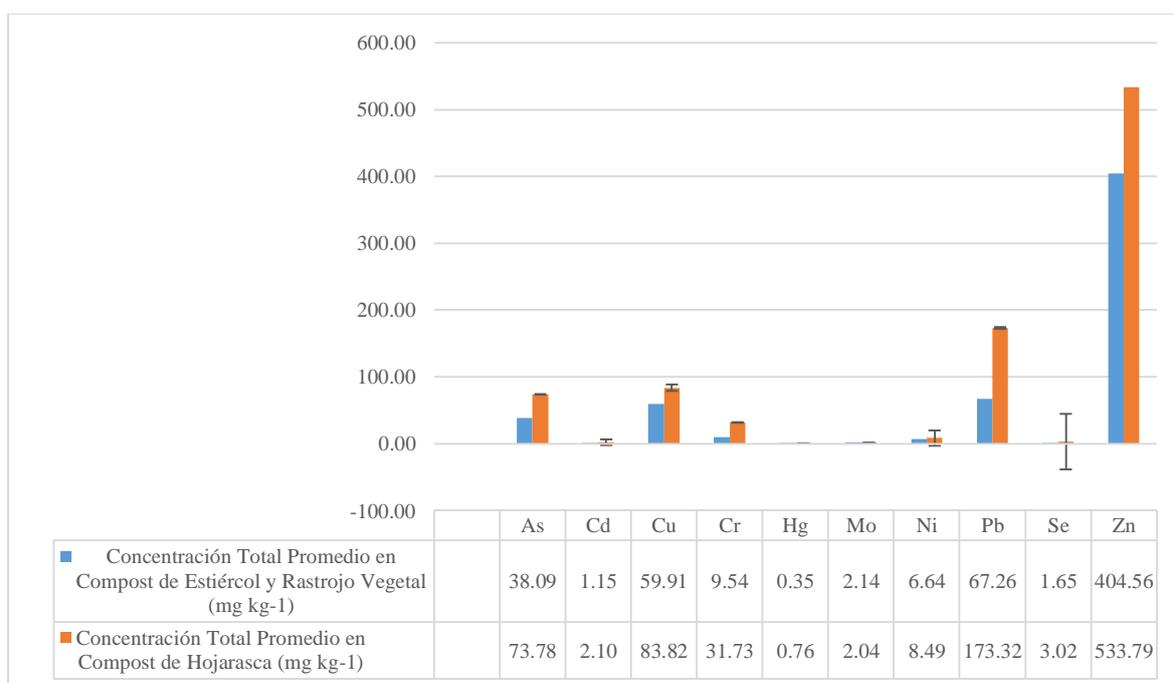


Figura 35: Concentración promedio de metales pesados y elementos traza de interés en compost de estiércol vacuno y rastrojo vegetal vs compost de hojarasca.

Fuente: Elaboración propia.

Esta etapa fue desarrollada 24 meses antes de la etapa de evaluación, lo cual permitió el conocimiento de la concentración de metales pesados y elementos traza de interés en una cantidad significativa en el compost de hojarasca, por lo cual se optó por utilizar este insumo crudo para la siguiente etapa (evaluación) en mezcla con el estiércol vacuno.

4.2 ETAPA DE EVALUACIÓN

A continuación se muestran los resultados durante el proceso de compostaje, iniciando con las variables físico químicas, las variables microbiológicas y los metales pesados y elementos traza de interés y al final el análisis estadístico. Cada variable fue analizada de manera independiente y presenta información de las pilas con los factoriales inoculación de microorganismos benéficos (CMB) y la no inoculación (SMB). Los registros a mostrar tienen los tratamientos (tiempos) cada 30 días, a excepción de la temperatura que tuvo un registro diario. Donde distintas letras, muestra que existe significancia ($p < 0,05$) en al menos uno de los tratamientos. Solo en el caso de la temperatura (variables fisicoquímica) y de la variable cualitativa *Salmonella spp.* (variable microbiológica) no se realizó este análisis de significancia. Mayor detalle de la prueba paramétrica o no paramétrica aplicada a cada variable y su significación se aprecia en el ANEXO 1 Análisis Estadístico.

4.2.1 Variables fisicoquímicas

En este numeral se muestran y explican los resultados promedios de la variables fisicoquímicas analizadas: Humedad, Temperatura, Potencial de Hidrógeno, Conductividad Específica, Carbono Orgánico, Nitrógeno Total, Relación Carbono/Nitrógeno, Ácidos Húmicos, Ácidos Fúlvicos, Relación Ácidos Húmicos/Ácidos Fúlvicos, Nitrógeno Amoniacal, Materia Orgánica y Densidad Aparente.

Al observar los valores de las trece (13) variables fisicoquímicas observamos que estas muestran variaciones durante el proceso de compostaje, en algunos casos con significación estadística (Hpor ciento, pH, AH, N-NH₄⁺, M.O. y Da) en las pilas inoculadas y no inoculadas. Esto permite mencionar que los tiempos (tratamientos) influyen a determinadas variables lo cual nos indica la maduración de la materia orgánica hacia una forma más estable que es el producto del compost. A continuación se describe cada variable.

a. Humedad / H (%)

La humedad se mantuvo en promedio sobre el valor de 51 por ciento en ambos grupos de pilas de compostaje (Figura 36:). Esta humedad fue mayor en los días 30, 60 y 90, cuando fueron sometidos a riegos periódicos más frecuentes, hasta alcanzar el 62 por ciento en

promedio. En ninguno de los casos superó el valor de 70 por ciento y bajó del 30 por ciento que son los valores extremos y que pueden afectar los procesos biológicos (Moreno & Moral 2011). El valor final es superior a los exigido por la norma de Chile (30 a 45 por ciento).

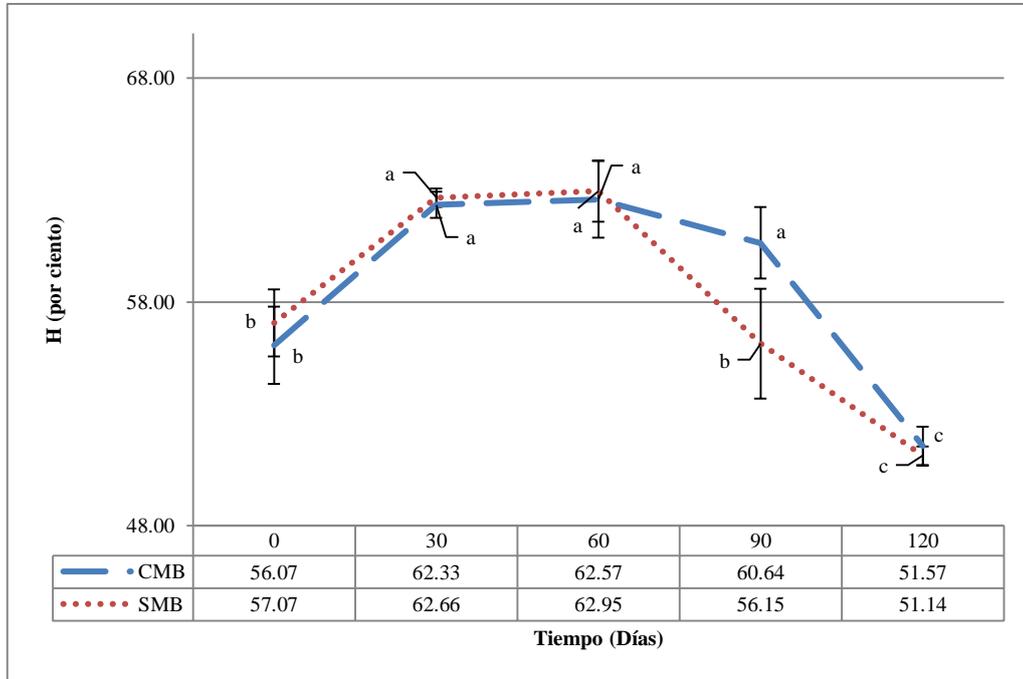


Figura 36: Humedad (H) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Fuente: Elaboración propia.

b. Temperatura / T (°C)

La temperatura registrada a 7 cm de profundidad osciló en promedio entre los 21,70 y 45,26 °C para las pilas inoculadas entre 20,41 y 43,72 °C para las no inoculadas (Figura 37:). Para la temperatura registrada a 13 cm de profundidad se obtuvo en promedio 21,87 y 56,9 °C para las inoculadas y entre 23,14 y 56,49 °C para las no inoculadas (Figura 38:). En ninguno de los casos se superaron los 60 °C la cual es necesaria para asegurar la muerte de patógenos humanos como vegetales, ya que se espera que la fase termofílica alcance valores entre 60 y 70 °C para una buena higienización (Moreno & Moral 2011, Hargraves *et al.* 2007).

Empleando los registros a 13 cm se puede decir que a través de la lectura de las temperaturas promedio se observa el proceso de descomposición de la materia orgánica en compost a través del desarrollo de las cuatro fases de la temperatura durante el proceso de compostaje

(Figura 39:); en las pilas inoculadas iniciaron con una fase mesófila inicial rápida, de solo un día (24 h) y seguida de una fase termófila que mantuvo una temperatura por encima de los 45 °C durante 20 días de compostaje; seguida por una fase enfriamiento hasta el día 87 donde se disminuyó hasta los 30 °C y finalmente la etapa de maduración hasta cuando la temperatura se acerca a la temperatura ambiente en el día 120. Para las pilas no inoculadas se tomaron dos días para la fase mesófila inicial y se mantuvieron en la fase termófila (> 45°C) hasta el día 20. La fase de enfriamiento duró de este día hasta el día 75 (> 30 °C) y finalmente la etapa de maduración hasta el día 120 donde los valores promedio de la temperatura se asemejan a los de la temperatura ambiente. La distribución de las fases se asemeja a lo mencionado por Poincelot (1975), Hargraves *et al.* (2008), Moreno & Moral (2011) y Ch'ng *et al.* (2012).

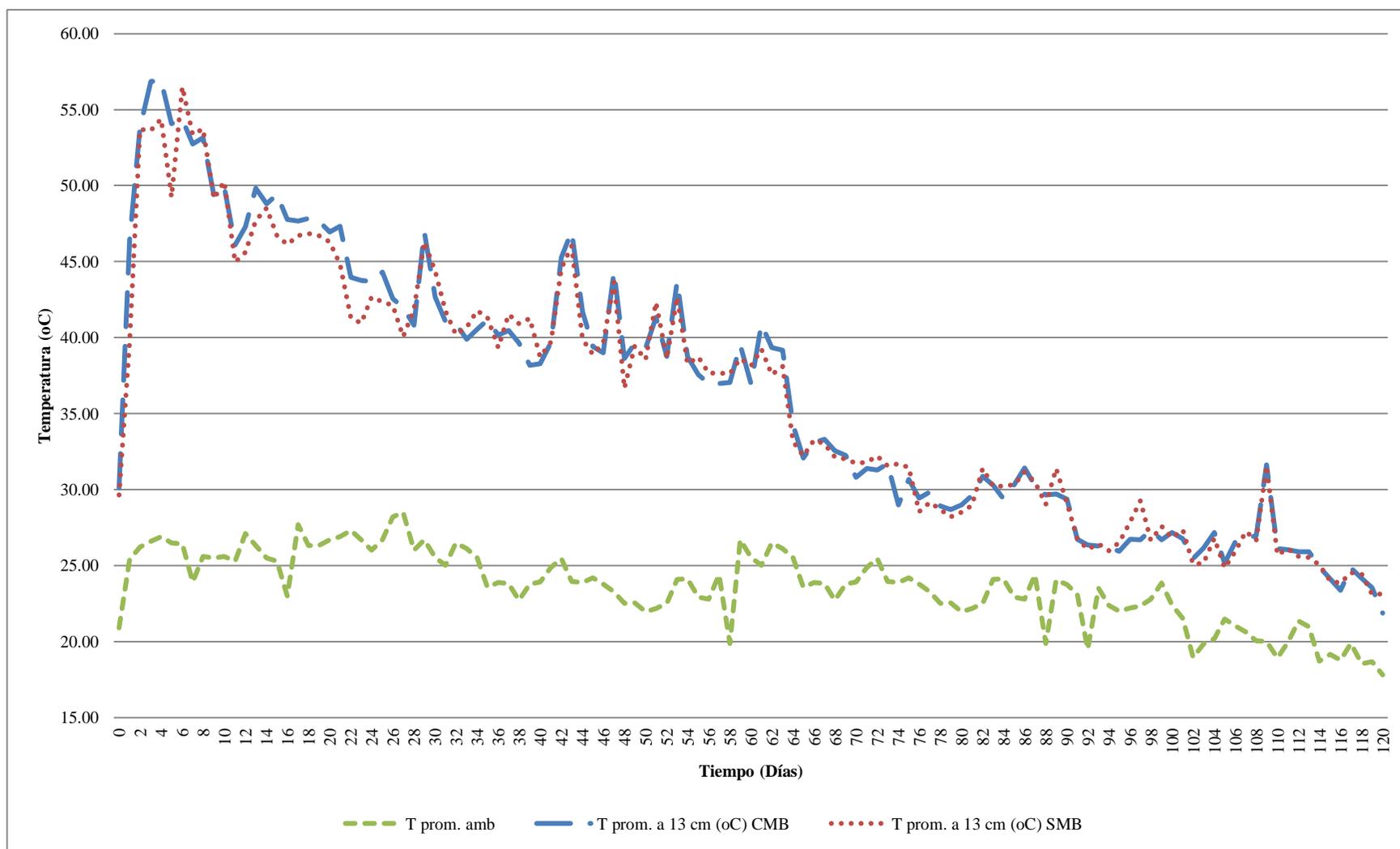


Figura 37: Temperatura (T) promedio a 13 cm de profundidad del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Fuente: Elaboración propia.

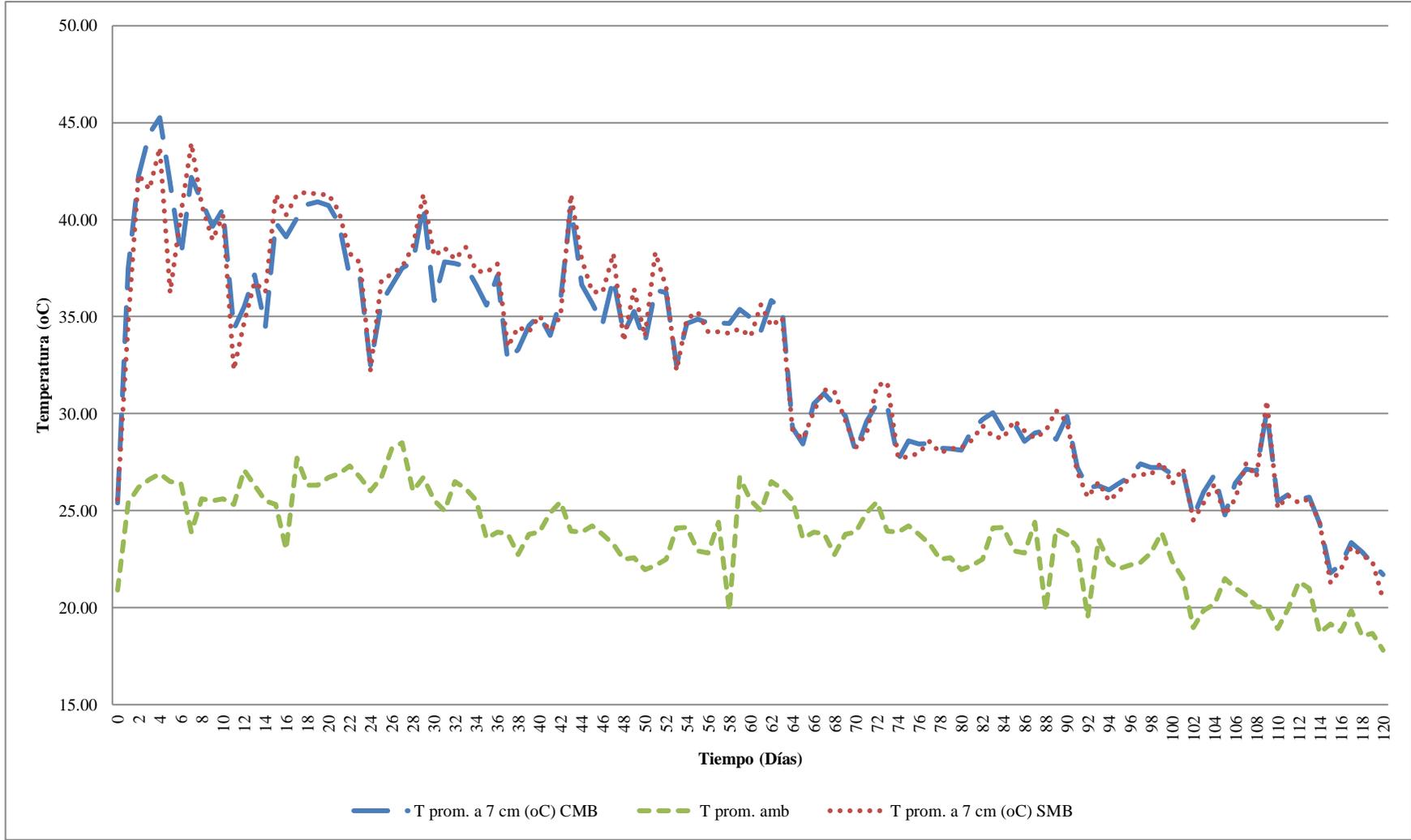


Figura 38: Temperatura (T) promedio a 7 cm de profundidad del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Fuente: Elaboración propia.

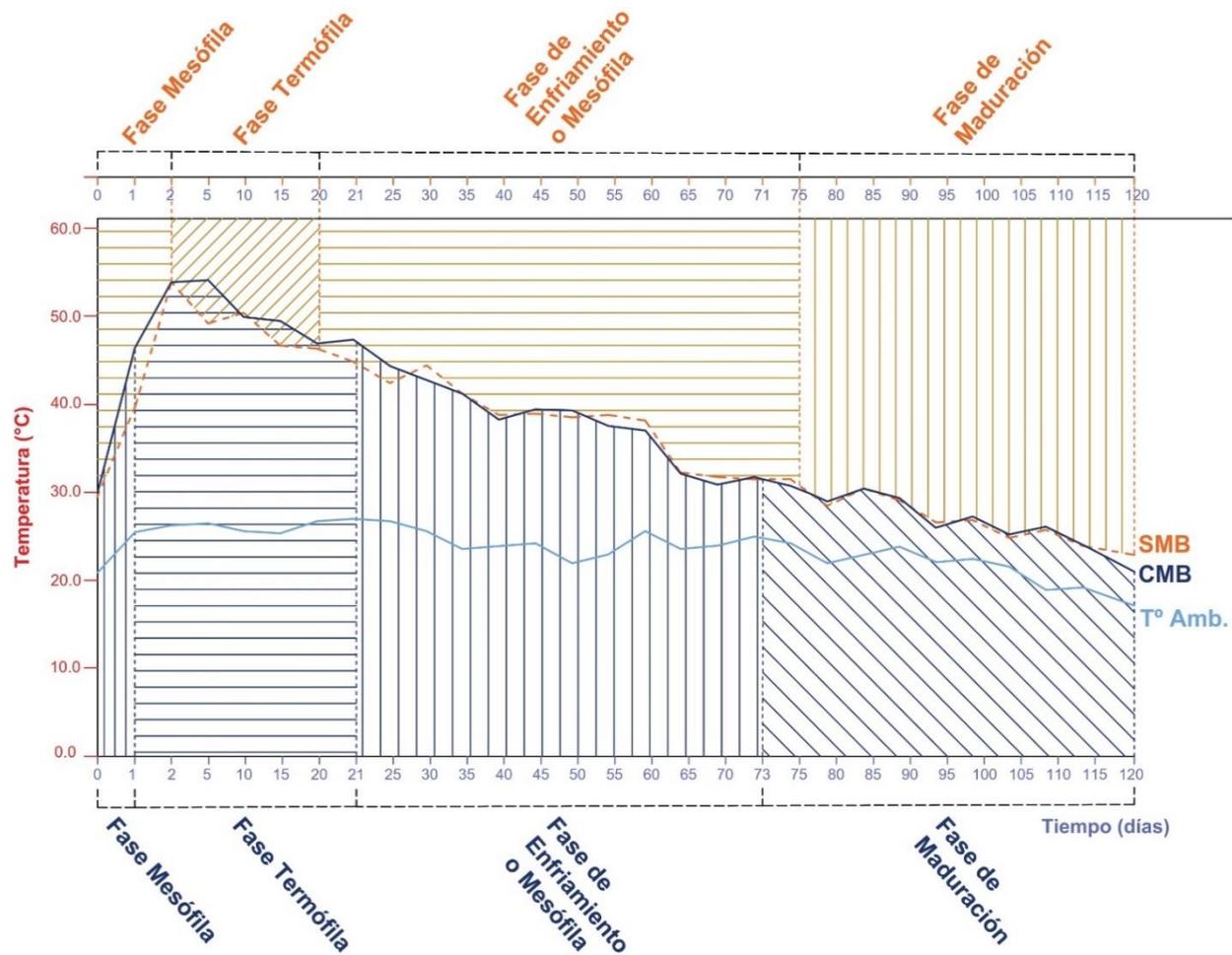


Figura 39: Diagrama de las fases del proceso de compostaje empleando la información promedio a 13 cm de profundidad del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Fuente: Elaboración propia.

c. Potencial de Hidrógeno / pH <1/10> y pH <1/5>

Se hicieron registros de potencial de hidrógeno (pH) en dos diluciones, uno en 10 y uno en cinco. La dilución 1/10 es recomendada por el laboratorio de Boku (Analytical Methods for Compost -ABF-BOKU) y la dilución 1/5 es recomendada por el USCC & USDA (2001).

Al observar la distribución de los datos promedios podemos ver que siguen similares tendencias. Es decir un incremento hacia el día 60, una disminución en el día 90 y una aproximación hacia el valor en el día 60 en el día 120. Los valores promedio para la dilución 1/10 se inician con 7,40 y 7,45 y concluyen en 8,35 y 8,32 para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 40:). En la dilución 1/5 se inician ambas en promedio en 7,20 y concluyen en 8,13 y 8,11 para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 41:). Ambos registros establecidos por dos metodologías distintas han tratado de visualizar si existen diferencias significativas entre sus resultados. Revisando los resultados las diferencias son mínimas.

El valor del pH en ambos tipos de dilución para las pilas inoculadas y no inoculadas es mayor a 7,5 lo cual es síntoma de una buena descomposición (Moreno & Moral 2011). Estos valores están dentro del rango exigido por la Norma de Chile (5 a 8,5 unidades de pH) y la Norma de Perú (INDECOPI 2013) que va de 4 a 9 unidades de pH.

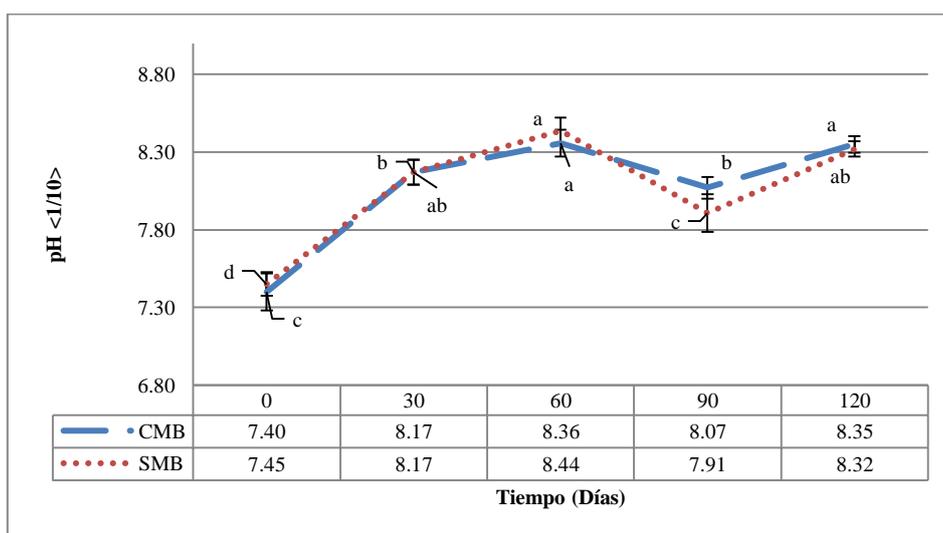


Figura 40: Potencial de hidrógeno diluido 1:10 (pH <1/10>) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

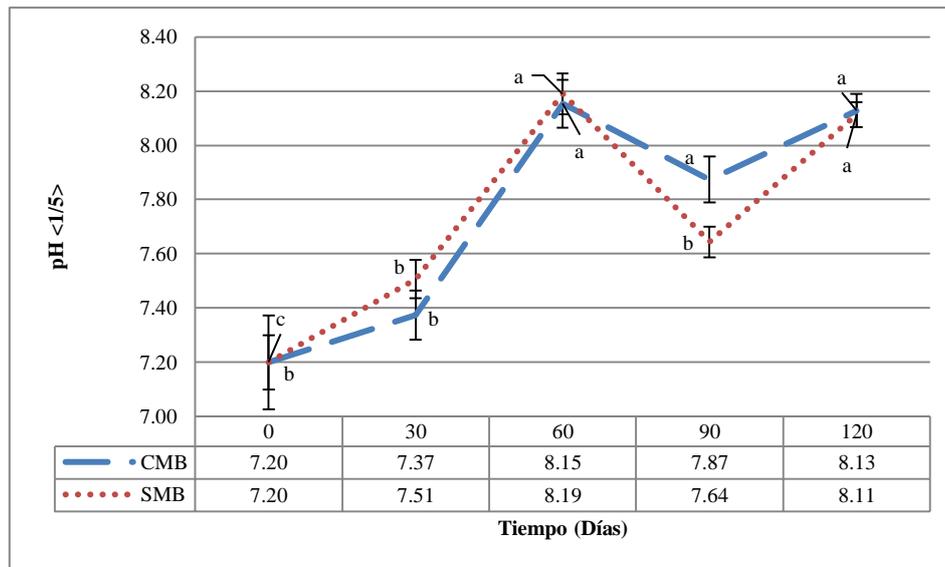


Figura 41: Potencial de hidrógeno diluido 1:5 (pH <1/5>) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

d. Conductividad Específica / CE <1/10> y CE <1/5> (dS m⁻¹)

La conductividad específica al igual que el pH fue analizada en dos diluciones (uno en diez y uno en cinco). La dilución 1/10 es recomendada por el laboratorio de Boku (Analytical Methods for Compost -ABF-BOKU) y la dilución 1/5 es recomendada por el USCC & USDA (2001).

Los resultados en este caso si muestran valores disímiles significativamente e inclusive en su línea de tendencia. Para la dilución 1/10 se observa que se inicia con valores promedio de 4,56 y 4,40 dS.m⁻¹ y concluyen con 5,09 y 4,59 dS.m⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 42:). Es decir en ambos casos se incrementan ligeramente sus valores al finalizar el proceso de compostaje en el día 120. En cambio para la dilución 1/5 se inicia con valores de 9,77 y 8,40 dS.m⁻¹ en promedio y concluyen en 9,05 y 8,67 dS.m⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 43:). En el caso de la pilas inoculadas en la dilución 1/5 se muestra una reducción en su valor final a diferencia que en la pila no inoculada si se incrementa tal cual se muestra en la dilución 1/10 para ambos grupos de pilas.

Los valores obtenidos de CE (1/5) superan aquellos recomendados para sustratos de cultivo ($1,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1} / 8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) (Moreno & Moral 2011, INN-Chile, 2004 respectivamente). Una alta salinidad puede inhibir la germinación de semillas (Moreno & Moral 2011). La CE aumentó durante el proceso de compostaje lo cual refleja la mineralización de la materia orgánica (Moreno & Moral 2011). En un caso la CE disminuye lo cual puede estar asociado principalmente a la lixiviación por efecto del riego (Moreno & Moral 2011).

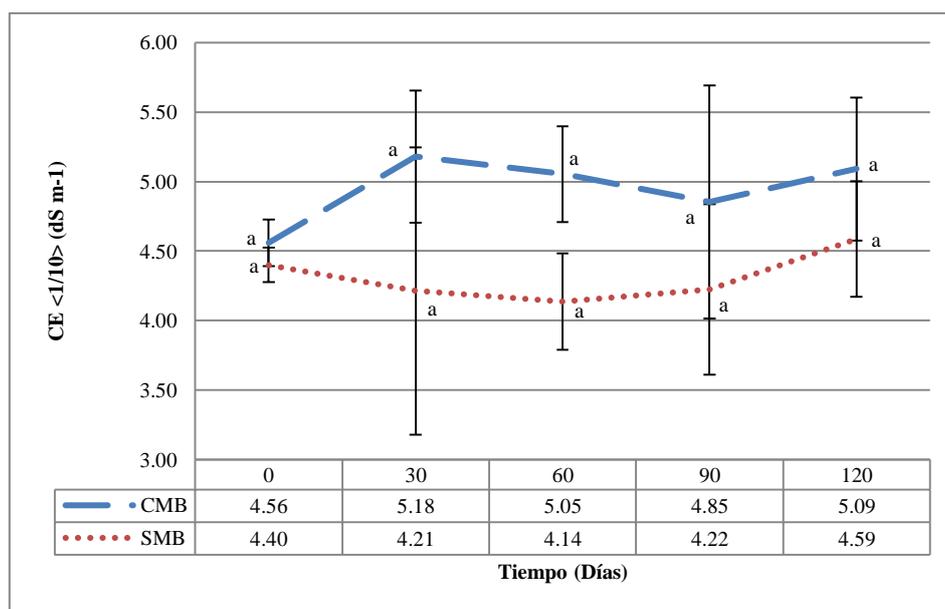


Figura 42: Conductividad específica diluida 1:10 (CE <1/10>) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB).

Fuente: Elaboración propia.

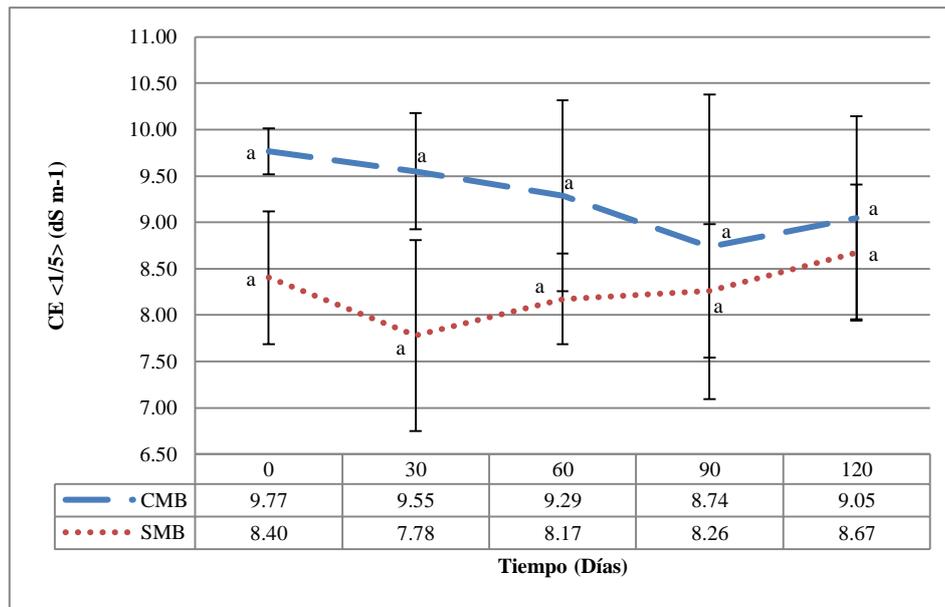


Figura 43: Conductividad específica diluida 1:5 (CE <1/5>) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

e. Carbono Orgánico / Corg (por ciento)

El Carbono Orgánico se inicia con valores promedio de 30,95 y 27,58 por ciento y concluyen con 28,74 y 29,43 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 44:). Se observa la reducción para ambos grupos de pilas lo cual este posiblemente asociado al proceso de mineralización de la materia orgánica (García *et al.* 1991, Huang *et al.* 2006, Moreno & Moral 2011).

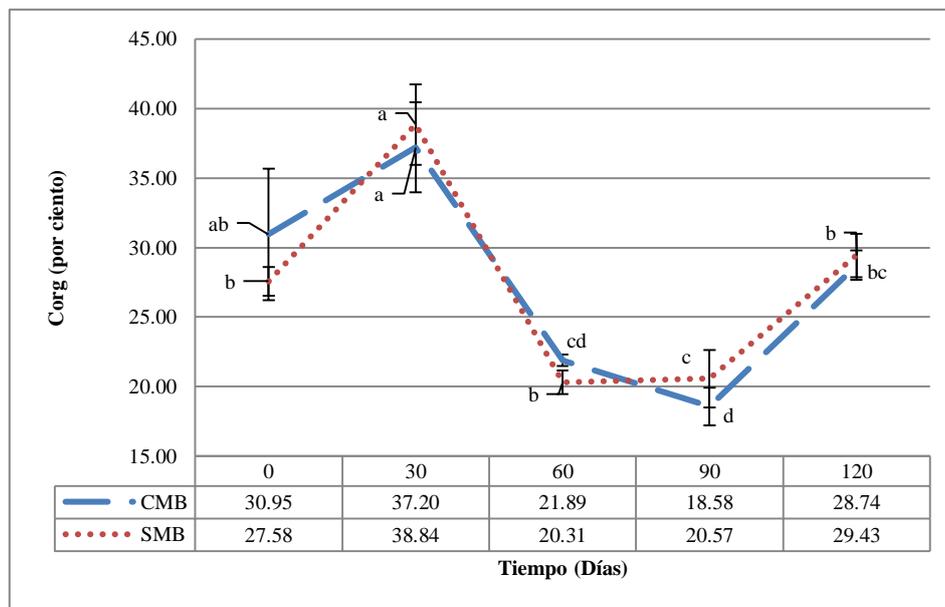


Figura 44: Carbono orgánico (Corg) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

f. Nitrógeno Total / Ntot (por ciento)

Los valores promedio de Nitrógeno Total inician con 1,70 y 1,61 por ciento y concluyen en 1,92 y 1,91 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente, es decir un ligero incremento al final del proceso de compostaje (Figura 45:). La mayor parte del nitrógeno que poseen los residuos orgánicos está unida a la fracción orgánica como parte de la estructura de proteínas y péptidos. Este nitrógeno sufre transformaciones químicas que están dadas por las reacciones de amonificación, nitrificación y desnitrificación (Tam *et al.* 1998, Hao & Benke 2008, Moreno & Moral 2011). Las oscilaciones en los valores que se observan en la gráfica pueden estar asociadas a las reacciones mencionadas, si bien se observa hacia el día 30 un incremento significativo en su valor, producto de las transformaciones, es importante señalar que los microorganismos lo utilizan como fuente de energía y para la reproducción celular. Existen formas del nitrógeno que son volátiles (NH_3 , N_2O , NO y NO_2) que pueden haber generado la pérdida hacia los días siguientes de evaluación (Tam *et al.* 1998, Hao & Benke 2008, Moreno & Moral 2011;). Los valores finales son mayores a lo exigido por la norma de Chile (mayor o igual a 0,5 por ciento).

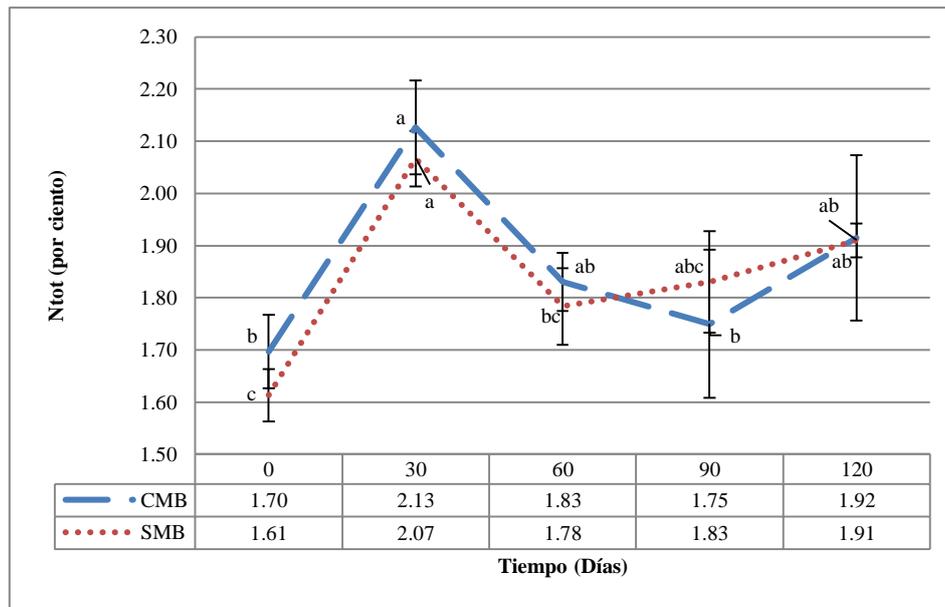


Figura 45: Nitrógeno total (Ntot) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

g. Relación Carbono Orgánico / Nitrógeno Total

La relación carbono orgánico / nitrógeno total se inició en promedio con los valores 18,19 y 17,13 y concluyeron con los valores 14,65 y 15,44 (Figura 46:). Se considera que una adecuada relación C/N para materiales crudos debe estar en el orden de los 25-35 sin embargo para valores menores se genera un proceso más rápido con un desprendimiento de amoníaco por el exceso de nitrógeno (Moreno & Moral 2011). No obstante lo mencionado es recomendable usar valores bajos de C/N (11-35) cuando se compostan materiales crudos recalcitrantes como la hojarasca ya que se estimula la actividad microbiana para la degradación de la celulosa y hemicelulosa (Tripechkul *et al.* 2012).

La relación ideal al término del compostaje es un valor cercano a 10, en este caso no se llegó a este valor sin embargo podemos observar que en el día 60 y 90 si estuvo cercano pero el día 120 tuvo un incremento que esta asociado a un incremento principalmente del Carbono orgánico. También se señala que un valor cercano a 15 también es posible aceptarlo como un valor óptimo ya que por el tipo de material de origen empleado (hojarasca) cuenta con carbonos con formas resistentes a la degradación como las ligninas, celulosas y

hemicelulosas (Moreno & Moral 2011). Los valores finales cumplen con lo exigido por la norma de Chile para compost tipo A (menor o igual a 25) o tipo B (menor o igual a 30).

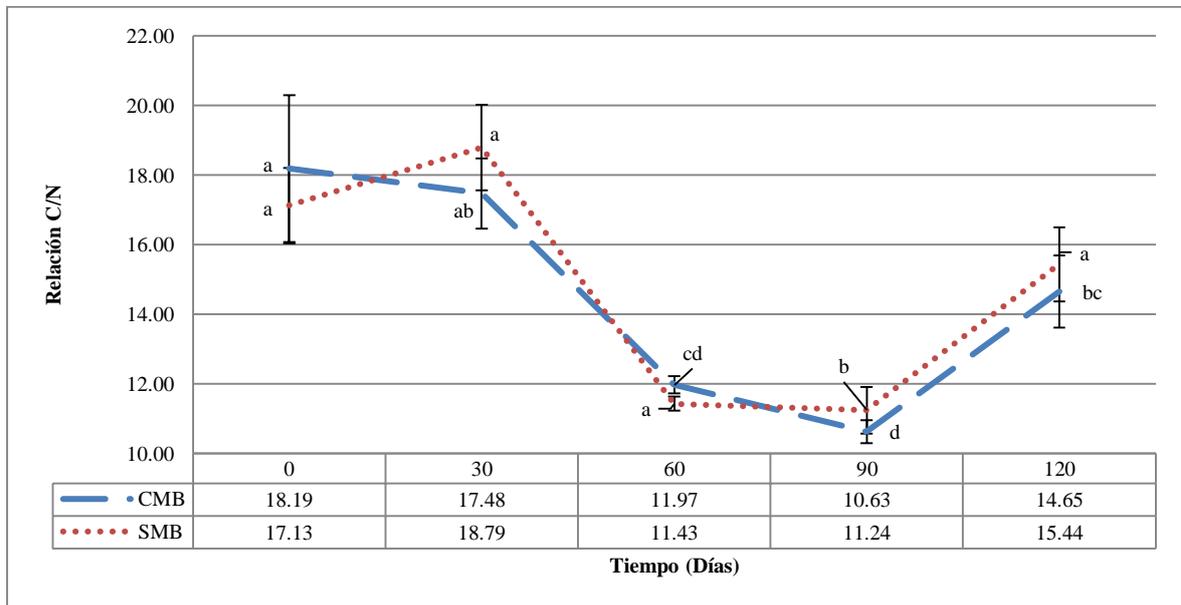


Figura 46: Relación carbono orgánico / nitrógeno total durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

h. Ácidos Húmicos / AH (por ciento)

Los ácidos húmicos inician con valores promedio de 1,95 y 1,77 por ciento y concluyen con 6,96 y 7,22 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas (Figura 47:), es decir un incremento significativo y sostenido durante todo el proceso de compostaje similar a lo encontrado por Castaldi *et al.* (2005), Huang *et al.* (2006) y Ramdani *et al.* (2015).

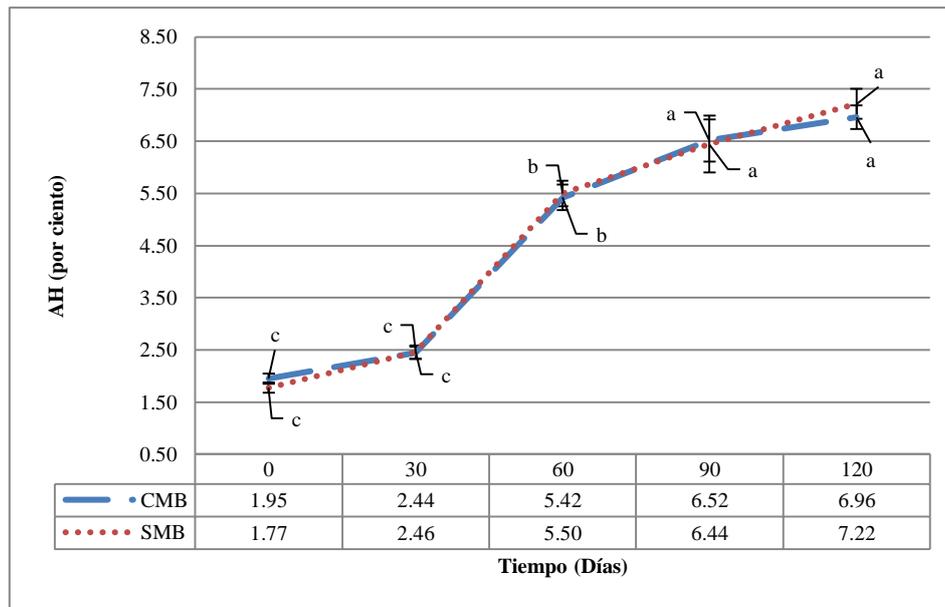


Figura 47: Ácidos húmicos (AH) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

i. Ácidos Fúlvicos / AF (por ciento)

El ácido fúlvico en el día 0 cuenta con valores de 1,85 y 1,97 por ciento y el día 120 mostraron valores de 2,44 y 2,49 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 48:). Si bien se observa un incremento en el valor final, el incremento no fue sostenido a lo largo de todo el proceso. Específicamente en el día 60 se observa una reducción. Así mismo el valor final no cuenta con un incremento tan significativo como en el caso de los ácido húmicos similar tendencia fue encontrada por Castaldi *et al.* (2005) y Huang *et al.* (2006) en el caso de la investigación de Ramdani *et al.* (2015) mas bien mostró un descenso de los valores.

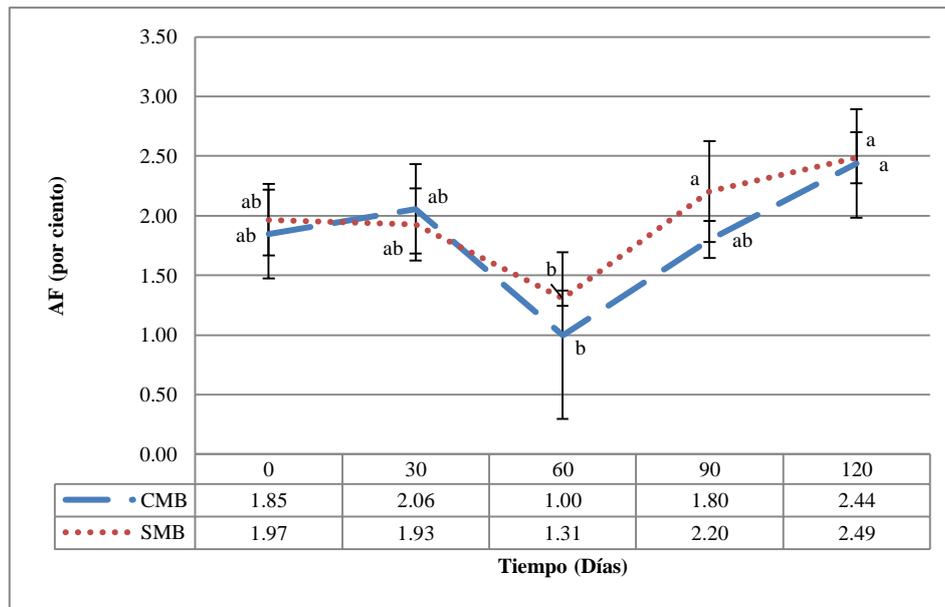


Figura 48: Ácidos fúlvicos (AF) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

j. Relación Ácidos Húmicos / Ácidos Fúlvicos

La relación ácidos húmicos y ácidos fúlvicos iniciaron con valores promedio de 1,10 y 0,92 y concluyeron con 2,89 y 2,91 para la pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 49:). Se considera un valor adecuado del grado de madurez del compost (“humificación”) un valor mínimo de 1,9 el cual ha sido superado por ambos grupos de pilas (Moreno & Moral, 2011).

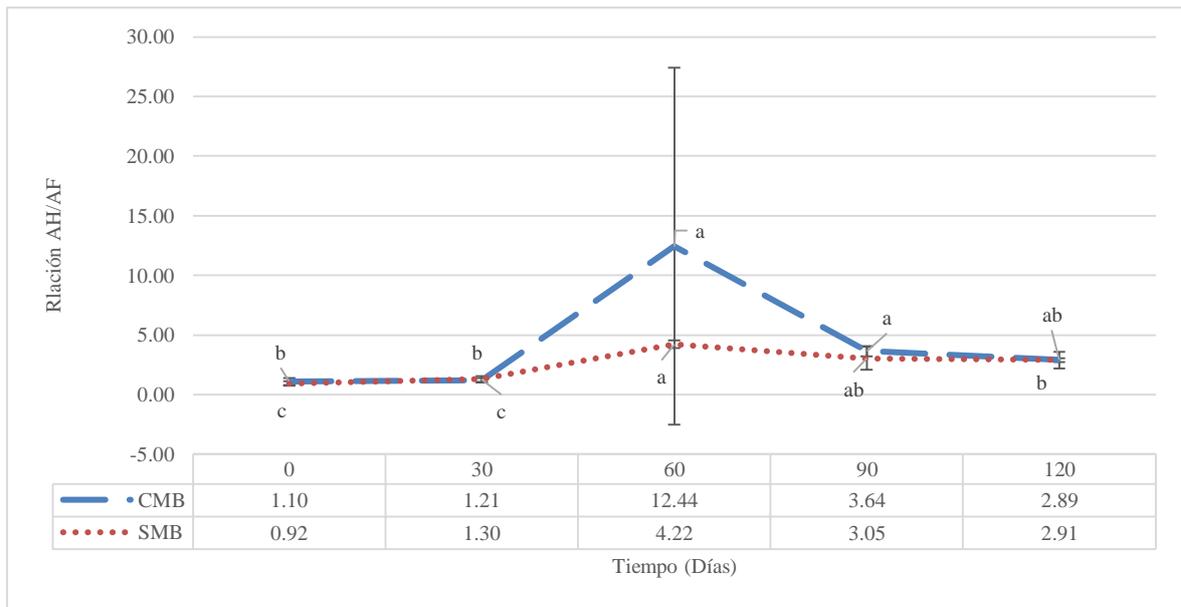


Figura 49: Relación ácido húmicos/ ácidos fúlvicos durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

k. Nitrógeno Amoniacal / N-NH₄⁺ (mg kg⁻¹)

El Nitrógeno amoniacal inicia con los valores promedio de 372,33 y 354,33 mg.kg⁻¹ y concluido el proceso de compostaje con 90,83 y 95,33 mg.kg⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 50:). Se observa en ambos casos un reducción sostenida similar a los resultados obtenidos por Tam & Tiquia (1998), quienes además mencionan que esto se puede deber a una baja relación C/N (< 25) y a un pH mayor a 7 lo cual pueden promover la reducción del N-NH₄⁺ principalmente a través de la volatilización del N en forma de NH₃. Esto último también es mencionado por la investigación realizada por Hao & Benk (2008).

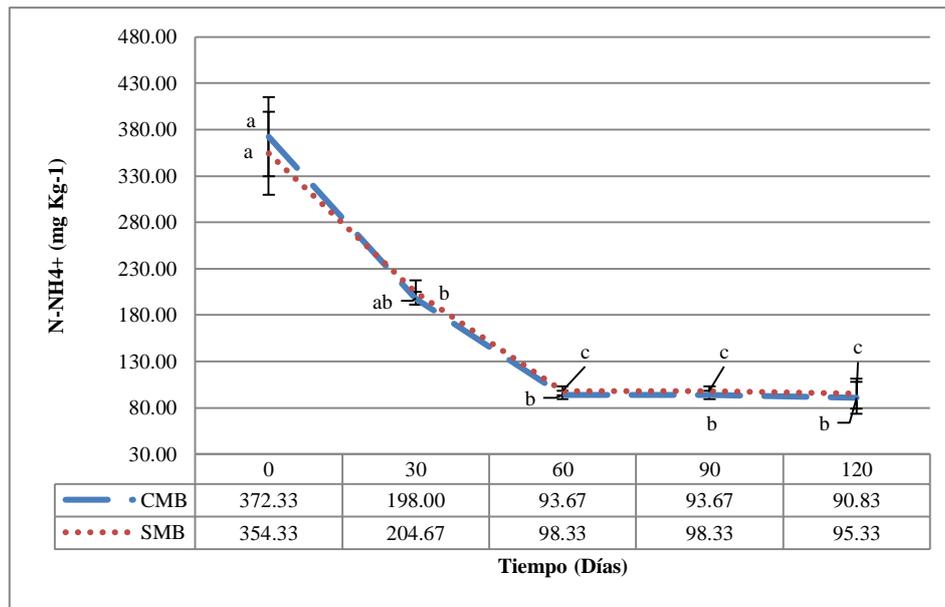


Figura 50: Nitrógeno amoniacal (N-NH₄⁺) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

I. Materia orgánica / M.o. (por ciento)

La materia orgánica inició con valores promedio de 66,03 y 56,48 por ciento y concluyó con 45,14 y 44,10 por ciento, es decir en un decrecimiento el cual se observa sostenido durante todo el proceso de compostaje (Figura 51:). Esta reducción se debe a la mineralización y la pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico (Moreno & Moral 2011, Tripetchkul *et al.* 2012). El valor final es superior a lo exigido por la Norma de Chile (Mayor o igual a 20%) y menor a 60 por ciento que es el valor mínimo exigido para los biosólidos de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales en Perú (VIVIENDA 2017).

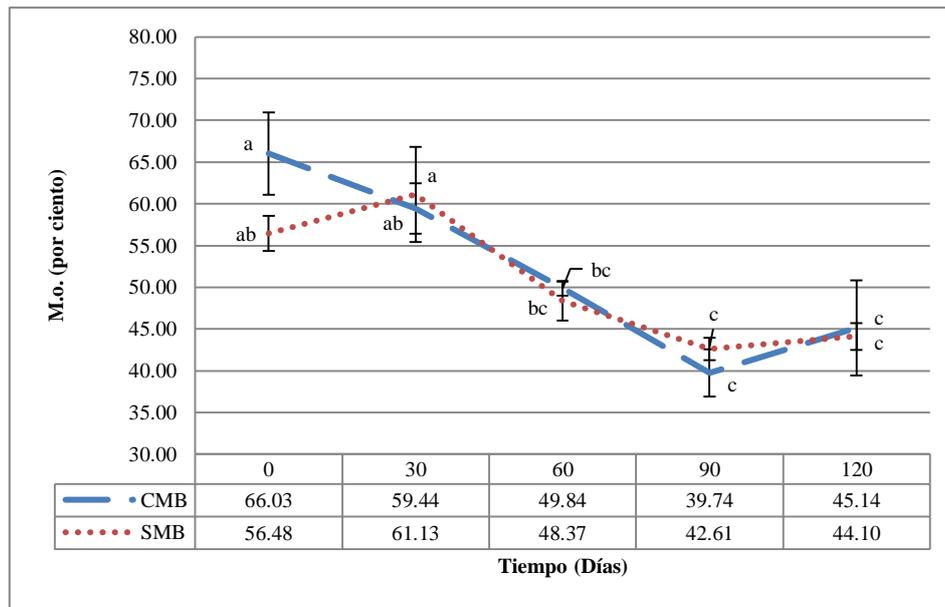


Figura 51: Materia orgánica (M.o.) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

m. Densidad aparente / Da (g cm⁻³)

La densidad aparente inició con 0,19 y 0,24 g.cm⁻³ y concluyó con 0,27 y 0,28 g.cm⁻³ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 52:), es decir se incrementaron los valores de densidad y cumple con los mencionado por la norma de Perú para productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes (INDECOPI 2013) con el valor máximo de 0,6 g.cm⁻³. El incremento de la densidad es una consecuencia de la degradación de los materiales crudos gruesos a elementos con una granulometría menor (Moreno & Moral 2011). Similares resultados presentó Soobhany *et al.* (2015) durante el compostaje de estiércol vacuno, segado de césped y hojarasca, es decir un incremento de la densidad aparente al final del proceso de compostaje (de 0,12 a 0,27 g.cm⁻³).

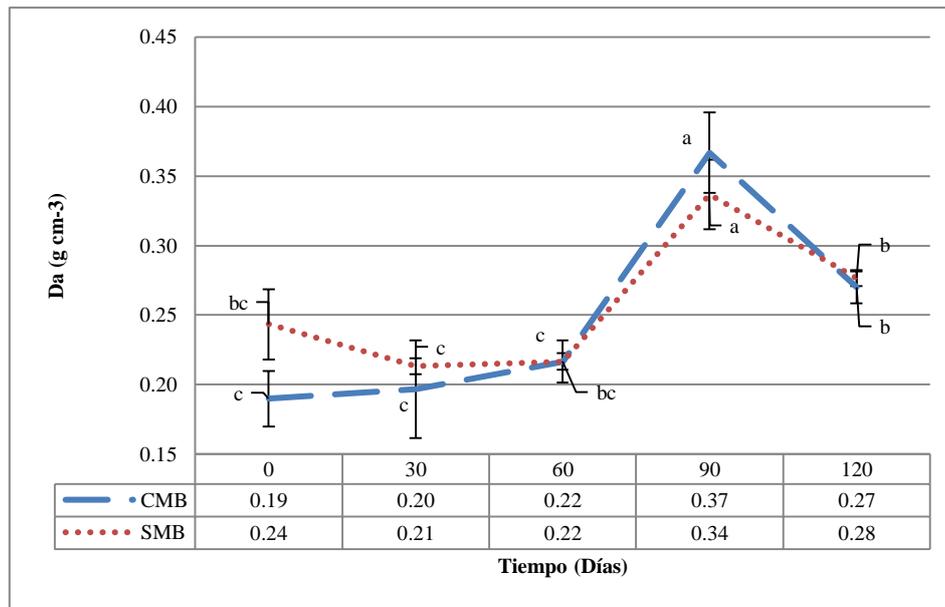


Figura 52: Densidad aparente (Da) del compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Variables microbiológicas

A continuación se muestran los registros de las 12 variables microbiológicas (Aerobios mesófilos viables, aerobios termófilos, *Lactobacillus sp.*, Mohos y levaduras, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, Actinomicetos, Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y Larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos) analizadas con una descripción y representación gráfica en las pilas de compostaje inoculada y no inoculadas.

De forma general se observan cambios en la distribución de la población microbiana durante el proceso de compostaje. Estos cambios se muestran influenciados por las variables fisicoquímicas, en principio la temperatura, la presencia de nutrientes (variación de la tasa carbono orgánico y nitrógeno total) y el pH cosa que ha sido adecuadamente documentado y referenciado por Moreno & Moral (2011) en el desarrollo normal del compostaje aeróbico. Se puede inferir que los niveles de metales pesados y elementos traza de interés

debido a las concentraciones registradas no deben haber influenciado significativamente la actividad metabólicas de las poblaciones microbianas y es posible más bien que dichas actividades pudieran haber influenciado los resultados en estas concentraciones tanto la concentración de metales pesados y elementos traza de interés total y por extracción con DTPA y agua desionizada. Sobre esto último Reddy *et al.* (2017) mencionan que los ensayos de tolerancia de metales en bacterias fué para As entre 255-355 mg.kg⁻¹, Cd entre 10-35 mg.kg⁻¹, Zn entre 215-320 mg.kg⁻¹, Hg entre 278-315 mg.kg⁻¹ y Pb 3450-4010 mg.kg⁻¹. De acuerdo a lo mencionado solo en el caso del Zn se tienen valores que superaron estos niveles de tolerancia.

Se han agregado de manera agrupada dos figuras de variables microbiológicas con las variables fisicoquímicas AH, pH, relación C/N y T° para poder tener una visión de su comportamiento durante el proceso de compostaje de los valores promedio en las pilas inoculadas (CMB) y no inoculadas (SMB). La Figura 53: agrupó las variables microbiológicas que fueron contabilizadas como Unidades Formadoras de Colonia por gramo (UFC g⁻¹) y la Figura 54: como Numero Más Probable por gramo (NMP g⁻¹). No se ha considerado en estas figuras agrupadas a la variable *Salmonella sp.* por tener registros cualitativos y a los Helmintos por tener una contabilidad diferenciada a los agrupamientos. No obstante los mencionado después de estas figuras agrupadas cada variable de manera individualizada cuenta con una explicación textual y su respectiva gráfica. La primera figura agrupada están conformadas por los Aerobios mesófilos, Aerobios termófilos, *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, Mohos y Levaduras y Actinomicetos considerando ese orden de magnitud poblacional descendente y en la segunda figura *Pseudomonas sp.*, Coliformes Totales, Coliformes fecales y *Escherichia coli* considerando ese orden de magnitud poblacional descendente. Como se puede apreciar al inicio del proceso (día 0) la población de microorganismos es superior a lo que se observa al finalizar el proceso de compostaje (día 120). En los casos del segundo agrupamiento es importante observar la reducción de los patógenos como los Coliformes fecales, lo cuales son la única variable microbiológica que mostró una reducción de su población con significación estadística ($p < 0,05$) en las pilas inoculadas y no inoculadas. Estos cambios poblaciones en valores significativos al inicio y reduciéndose durante el proceso de compostaje también han sido observados por Ahmed *et al.* (2007) y Haroun *et al.* (2009).

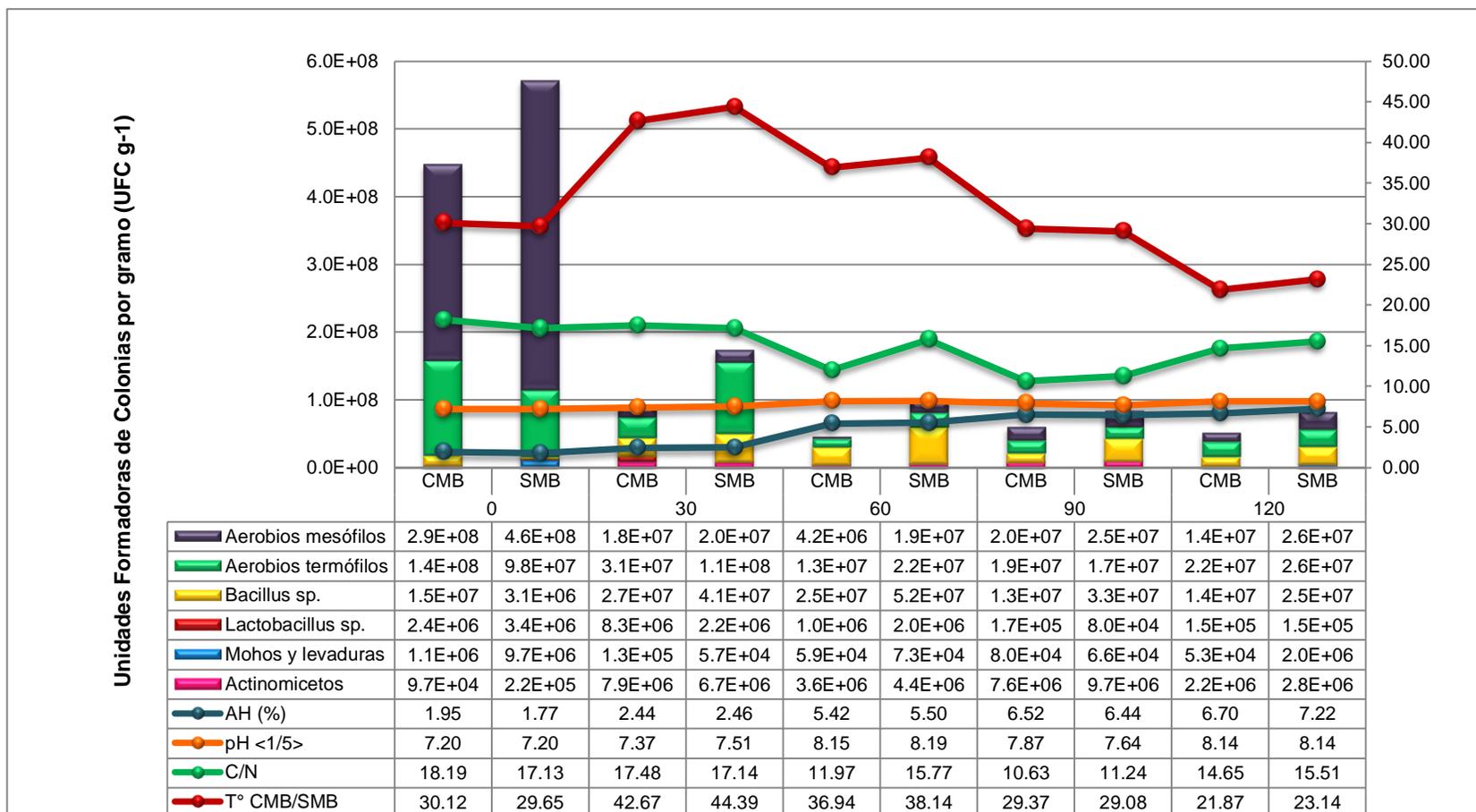


Figura 53: Variables microbiológicas como UFC g⁻¹ y variables fisicoquímicas. *Para la composición de la figura, Mohos y levaduras T0 en las pilas SMB fue dividida entre 1000.

Fuente: Elaboración propia.

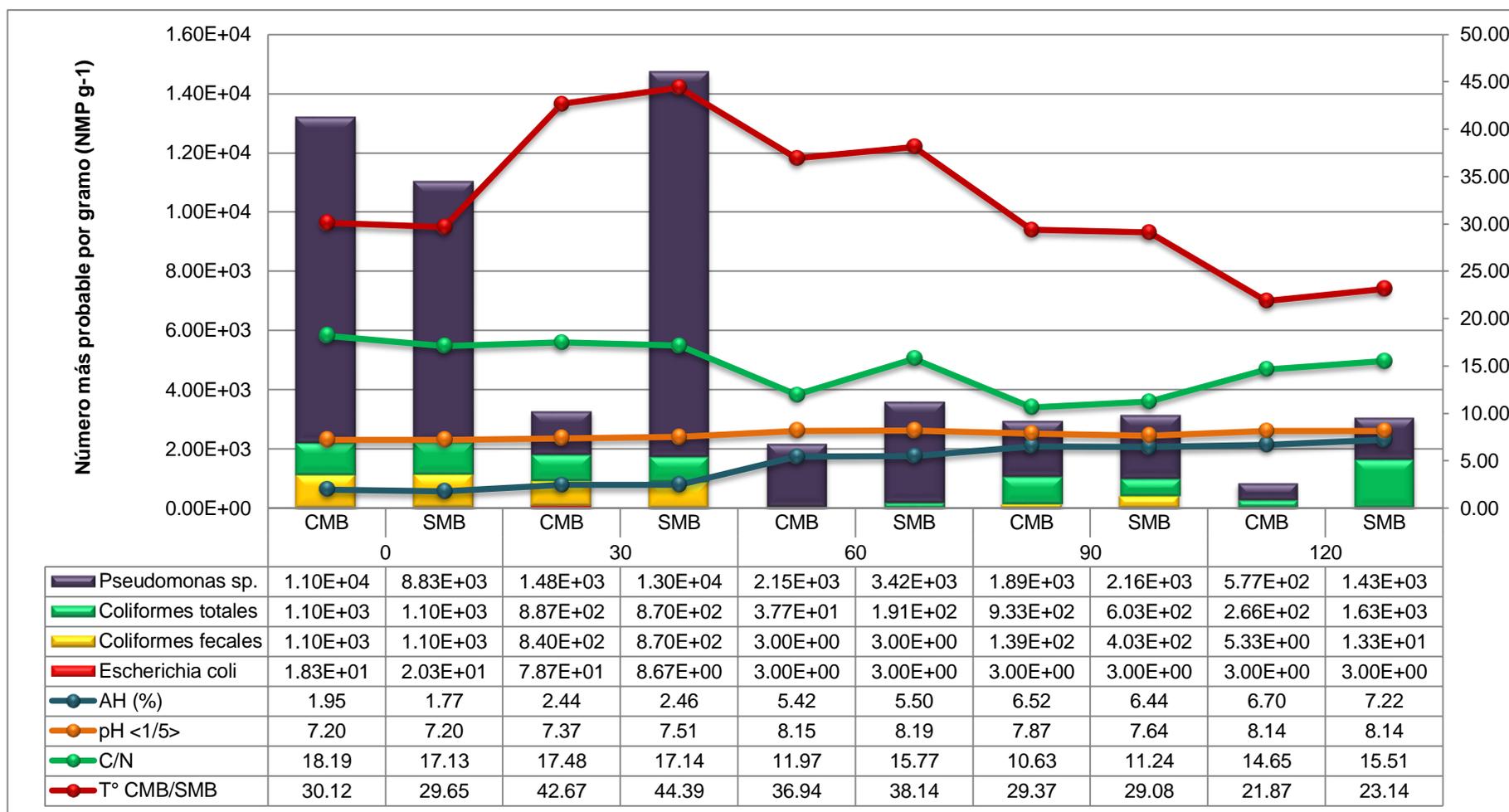


Figura 54: Variables microbiológicas como NMP g⁻¹ durante el compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB y variables fisicoquímicas (AH, pH, relación C/N y To).

Fuente: Elaboración propia.

a. Aerobios mesófilos viables

En el recuento de aerobios mesófilos viables estos se inician con los valores de $2,90 \times 10^8$ y $4,57 \times 10^8$ UFC g^{-1} y concluyen con $1,39 \times 10^7$ y $2,63 \times 10^7$ UFC g^{-1} para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 55:). Es decir al término del proceso muestran una reducción aunque solo con significación estadística en las pila inoculadas, similar tendencia fue observada por AHMED *et al.* (2007) en su evaluación del compost de lodos de curtiembre durante 60 días de compostaje pero con una reducción significativa en dicha población de 8×10^9 a < 10 . Hassen *et al.* (2002) observaron que los valores de las bacterias mesofílicas se redujeron de 10^{10} a 10^8 durante el compostaje de residuos domésticos municipales durante 105 días de compostaje y en el día 63 cayeron a 10^7 lo cual se debe a que durante la fase termofílica existe una reducción normal de esta población y conforme las temperaturas se reducen y estabilizan la población se incrementa ligeramente. Esto último mencionado se asemeja a lo observado en este estudio donde se observa una caída de la población principalmente en los primeros 60 días y después una ligera recuperación. Esta secuencia de desarrollo poblacional es un comportamiento normal resgistrado por Haroun *et al.* (2009) y diversos autores resumidos en la obra de Moreno & Moral (2011).

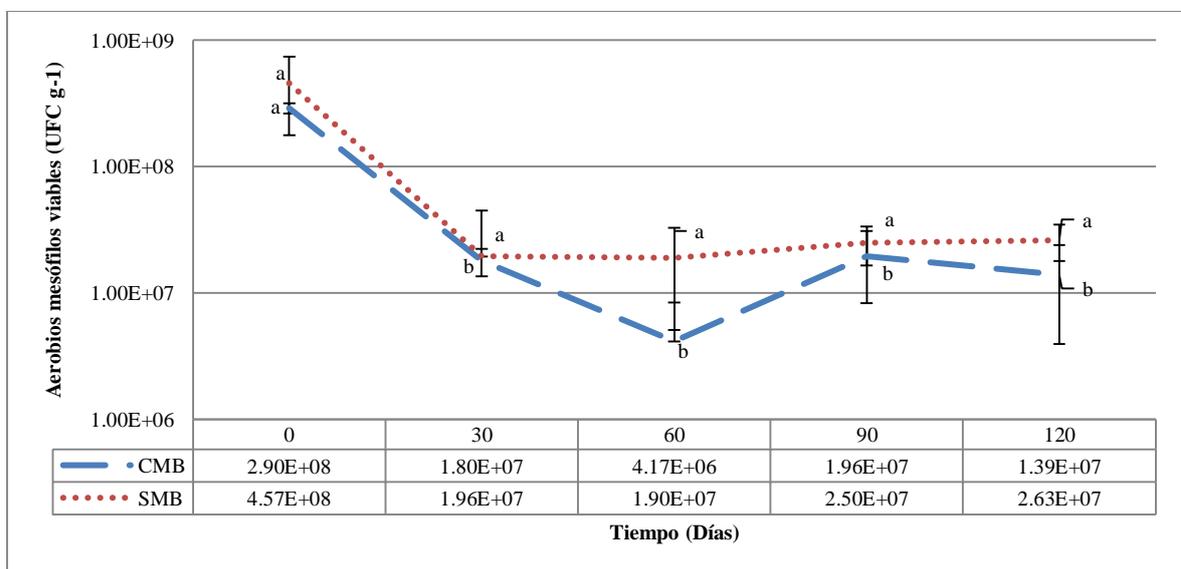


Figura 55: Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

b. Aerobios termófilos

El recuento de aerobios termófilos inicia con $1,39 \times 10^8$ y $9,8 \times 10^7$ UFC g^{-1} y concluyen con $2,2 \times 10^7$ y $2,6 \times 10^7$ UFC g^{-1} para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 56:). De acuerdo a lo observado se muestra un decrecimiento de esta población bacteriana lo cual es mencionado por Moreno & Moral (2011). Así mismo Haseena *et al.* (2016) menciona que la relación C/N fomenta el desarrollo de los microorganismos termofílicos en el compost lo cual se manifiesta en el incremento de las temperaturas producto de su metabolismo. De acuerdo a los resultados observados se muestra que si bien los valores del recuento de aerobios termófilos disminuye, esto se realice ligeramente debido a que se continuaron los volteos durante todo el proceso de compostaje y la presencia de nutrientes que mantuvo esta población.

Según Haseena *et al.* (2016) los microorganismos termofílicos son considerados como los principales degradadores durante el proceso de compostaje y en su investigación se aislaron bacterias (*Bacillus subtilis*), actinomicetos (*Streptomyces celluloflavus*, *Streptomyces albicans*, *Streptoverticillium viridoflavum*, *Streptoverticillium reticulum*) y hongos (*Humicola sp.*), siendo los actinomicetos los de mayor número. No obstante lo mencionado por Hassen, Strom (1985) considera que a parte de los Actinomicetos, los *Bacillus spp.* son el grupo más importante de organismos termofílicos. Blanc *et al.* (1999) identificó a *Thermus thermophilus* y el *Bacillus spp.* termofílico como las taxas de las poblaciones bacterianas dominantes en las temperaturas más altas de la etapa termofílica del proceso de compostaje.

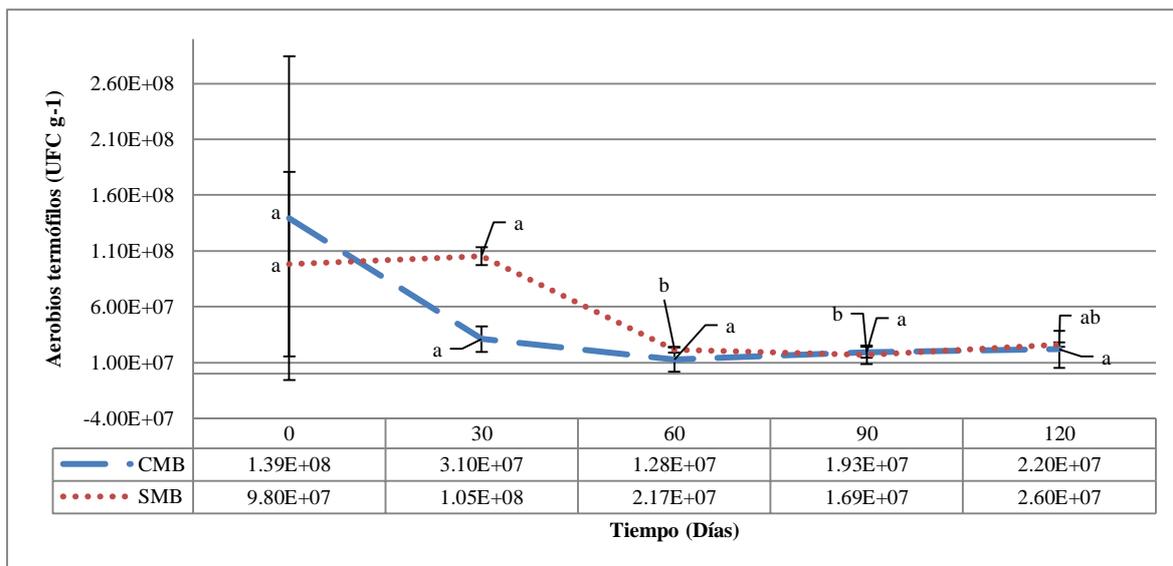


Figura 56: Recuento de aerobios termófilos (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

c. *Lactobacillus sp.*

El recuento de *Lactobacillus sp.* muestra al inicio valores de $2,43 \times 10^6$ y $3,37 \times 10^6$ UFC g^{-1} y concluyen con los valores de $1,51 \times 10^5$ y $1,5 \times 10^5$ UFC g^{-1} (Figura 57:). Es decir una reducción de la población de este microorganismo pero con significación estadística solo en las pilas no inoculadas. Partanen *et al.* (2010) mencionan que al inicio del proceso de compostaje los grupos mayoritarios de bacterias son aquellas que producen ácidos orgánicos mesófilos como los *Lactobacillus spp.* y los *Acetobacter spp.*. El mismo autor menciona que se ha demostrado que existe una cercana interacción entre las levaduras y los *Lactobacillus spp.*, estimulando en estos la producción de ácido láctico.

En el recuento se observa que para las pilas inoculadas un incremento significativo de *Lactobacillus sp.* en el día 30, lo cual guarda relación con la inoculaciones (04) realizadas durante el primer mes del compostaje. Es importante recordar que en la caracterización de los microorganismos benéficos activados inoculados (numeral 3.2.2) se observa la presencia de *Lactobacillus sp.* con valores de 10^7 . La reducción de su población se puede deber a la reducción de carbohidratos y al incremento del pH mencionada por Partanen *et al.* (2010).

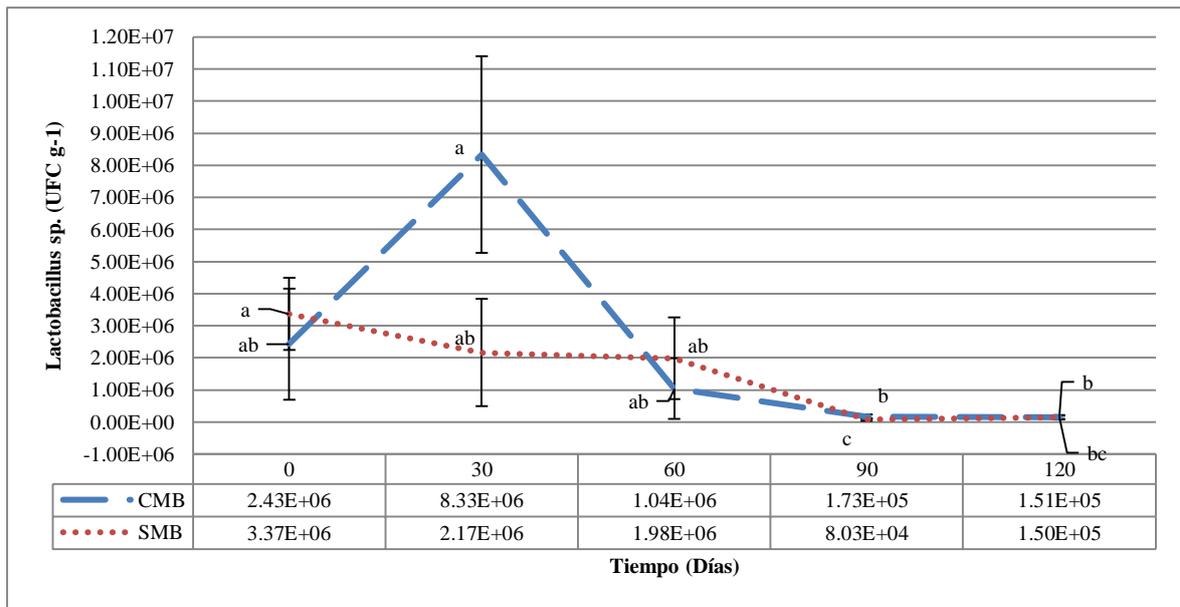


Figura 57: Recuento de *Lactobacillus sp.* (UFC g⁻¹) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

d. Mohos y levaduras

El recuento de mohos y levaduras muestra al inicio del proceso $1,1 \times 10^6$ y $9,67 \times 10^9$ UFC g⁻¹ y al término del proceso $5,3 \times 10^4$ y $2,02 \times 10^6$ UFC g⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 58:). Comparando los valores de inicio y final se muestra una reducción en ambos tipos de pilas (Haroun *et al.* 2009). No obstante lo mencionado observando todo el proceso de compostaje, en el caso de las pilas no inoculadas se observa una reducción drástica, pero sin significación estadística, hacia el día 30, manteniendo similares valores para 60 y 90 días conformando un fondo de valle ya que en el día 120 muestra un recrecimiento. En cambio en las pilas no inoculadas la tendencia es casi continua de reducción a lo largo del proceso. De acuerdo al análisis estadístico (LSD Fisher) se muestra una diferencia significativamente menor ($p < 0.05$) para las pilas inoculadas en el día 0 y 120 con respecto a las pilas no inoculadas para el mismo día.

Ryckeboer *et al.* (2003) mostraron que durante 70 días de compostaje la población de hongos se incrementó desde el día 30 al 70. Durante dicha investigación se contabilizaron 155 especies de distintas bacterias y 408 especies de hongos para el total de la población microbiana en el compost. En la investigación de Ashraf *et al.* (2007) se determinó que de

119 especies aisladas del compost 38 por ciento pertenecieron al hongo del género *Aspergillus* y 20 por ciento a la bacteria del genero *Bacillus*. De esto último mencionado se confirma que la población de hongos es importante en la población microbiana del compost por esto es que presenta valores entre 10^4 y 10^9 en los recuentos realizados.

De acuerdo a lo estudiado por Noble & Roberts (2004) se concluye que durante la fase termofílica, los hongos patógenos decrecen en su número debido a las temperaturas existentes, debido a esto que es posible que la población total hongos (mohos y levaduras) muestre una reducción durante dicha etapa (primeros 30 días del proceso de compostaje).

A partir del análisis de los resultados que muestran una tendencia decreciente en casi todo el proceso de compostaje (a excepción del día 90) en las pilas inoculadas se pudiera inferir que la presencia de las levaduras existentes en los microorganismos benéficos inoculados han generado antagonismos en los mohos reduciendo su población. Este tipo de antagonismo ha sido mencionado por Lahlali *et al.* (2014), Mokhtar & El-Mougy (2014) y Mouria *et al.* (2015). Esto se confirma en los resultados en el análisis de la solución de los microorganismos benéficos activados (numeral 3.2.2) donde solo se reportaron levaduras pero no presencia de mohos.

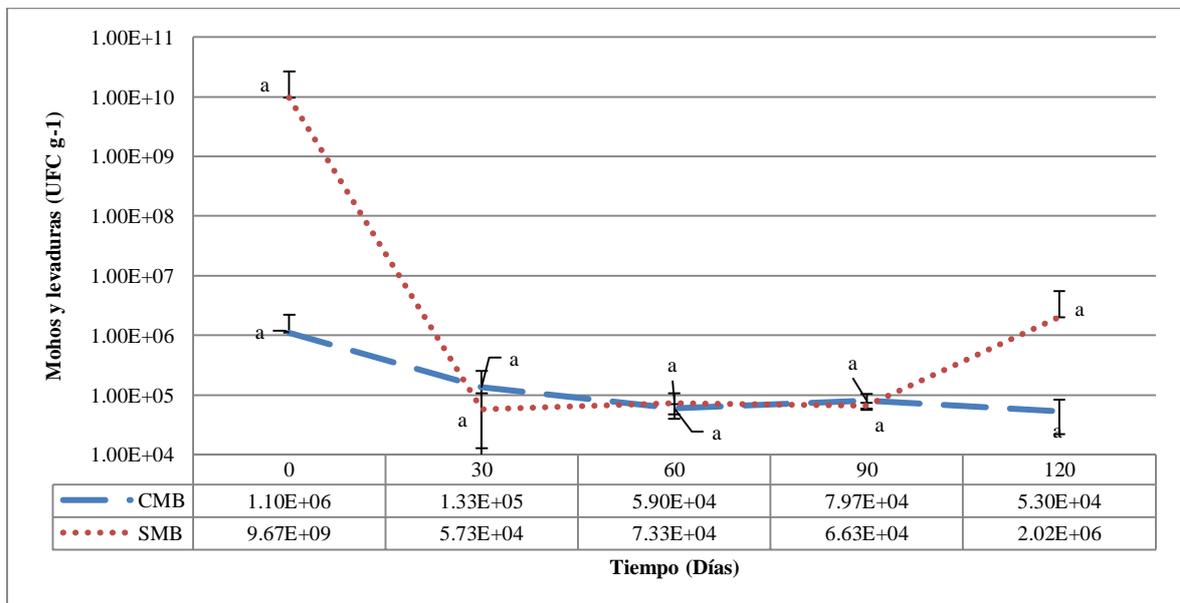


Figura 58: Recuento de mohos y levaduras (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

e. *Pseudomonas sp.*

El recuento de *Pseudomonas sp.* muestra al inicio del proceso $1,10 \times 10^4$ y $8,83 \times 10^3$ NMP g^{-1} y al término del proceso $1,00 \times 10^3$ y $5,70 \times 10^2$ NMP g^{-1} para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 59:). Esto muestra una reducción en ambas tipos de pilas. Los resultados de la contabilidad de *Pseudomonas sp.* en la solución de los microorganismos benéficos activados (numeral 3.2.2) no reportaron valores que superen el límite de detección (< 3 NMP mL^{-1}), esto quiere decir que las inoculaciones no aportaron o aportaron valores ínfimos de este género de microorganismos. Es observable que los valores promedio en el día 30, 60 y 90 los valores en las pilas inoculadas son menores que en las pilas no inoculadas y ligeramente mayor en el día 120. Este comportamiento es normal debido a que se trata de un género de microorganismo mesófilo (Ryckeboer *et al.*, 2003).

De acuerdo a lo investigado por Rebollido *et al.* (2008) mencionan que en los residuos sólidos municipales se tienen dos géneros más abundantes que son *Bacillus* y *Streptomyces* (61,1%), seguido por *Actinomyces* (55,5%), *Pseudomonas* (50%) y *Azospirillum* (38,8%). Las bacterias *Pseudomonas*, *Azotobacter* and *Azospirillum* usan el material orgánico simple formado de la hidrólisis y fermentación en condiciones aeróbicas. La redistribución de las poblaciones hasta un grado de dominio y el desarrollo de formas estables de microorganismos preserva la diversidad de especies en la estructura de la comunidad y significa cambios funcionales estructurales.

Wadkar *et al.* (2013) usaron a *Pseudomona fleurescens* y *Bacillus megatherium* para acelerar el proceso de compostaje reduciendo el tiempo de 90 a 40 días y la relación C/N en 20 por ciento.

De lo mencionado por las investigaciones de Rebollido *et al.* (2008) y Wadkar *et al.* (2013) y lo observado en la investigación se puede decir que las *Pseudomonas sp.* es un género bacterial importante en la degradación del compost. Este género es importante en los primeros estadios del proceso (Danon *et al.* 2008), pero a partir del segundo mes de composta esta población se va reduciendo por la propia reducción del contenido de nutrientes.

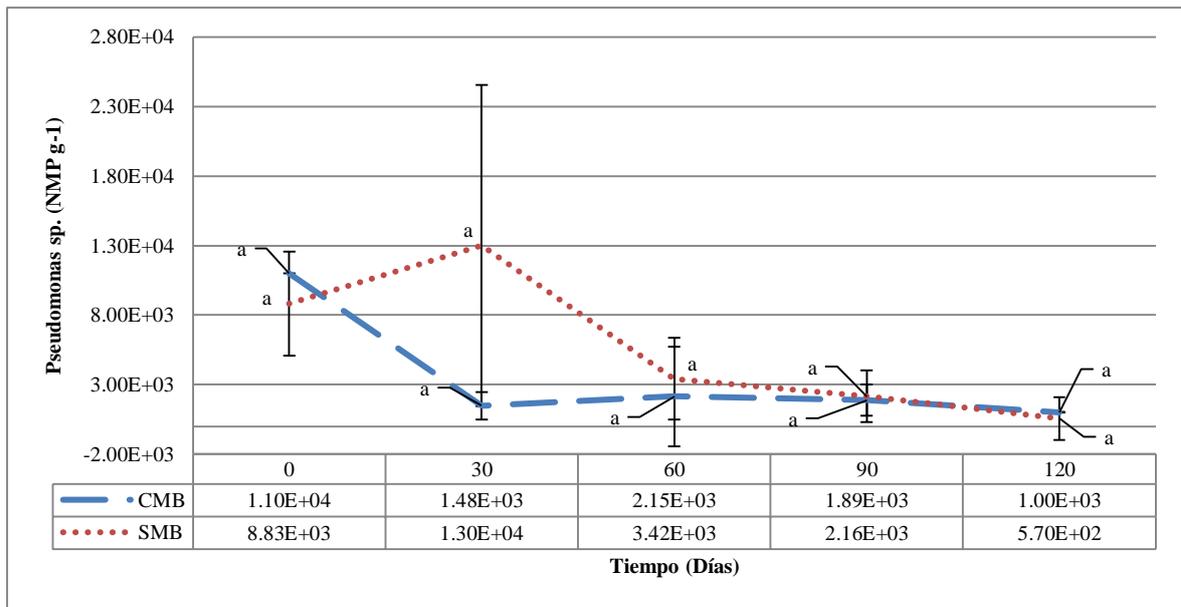


Figura 59: Recuento de *Pseudomonas sp.* (NMP g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

f. *Bacillus sp.*

El recuento de *Bacillus sp.* inició (día 0) con valores promedio de $1,47 \times 10^7$ y $3,10 \times 10^6$ UFC g^{-1} y concluyó (día 120) con $1,39 \times 10^7$ y $2,53 \times 10^7$ UFC g^{-1} para pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 60:). Lo registrado muestra una ligera reducción en la pila inoculada y un incremento en la pila no inoculada en valores promedio, sin embargo esto no muestra significancia estadística, tampoco entre el resto de los tratamientos o días de compostaje. Para ambos grupos de pilas se mostró un incremento en el valor promedio de la fase termofílica (primeros 30 días) similar a lo indicado por Ch'ng *et al.* (2012). Ahmed *et al.* (2007) mostró en el compostaje de lodos de curtiembre durante 60 días una reducción a diferencia de lo encontrado en esta investigación y lo mencionado por Ch'Ng *et al.*. Con respecto al inóculo se observa que hubo presencia de *Bacillus sp.* en ambos muestreos de la solución de microorganismos benéficos activada (día 0 y 30), sin embargo los valores en el segundo muestreo fueron mayores que en el primero (1×10^3 UFC g^{-1} para el día 0 versus $1,77 \times 10^6$ UFC g^{-1} para el día 30) y no incrementaron su valor promedio en comparación con la pila no inoculada. No obstante que en los valores muestran promedios ligeramente superiores en las pilas no inoculadas, esto no tiene una significación estadística ($p > 0,05$).

Takarada & Mihara (2009) evaluaron el compost durante 30 días en un invernadero y se añadieron inóculos de *Bacillus sp.* en cuatro tratamientos, dos con inóculos y dos sin inóculos (Cada par a 45 y 65% de contenido de humedad), donde se observaron significativamente menores valores de la relación C/N en aquel compost al 45 por ciento de humedad inoculado con respecto al no inoculado al mismo contenido de humedad. LI *et al.* (2013) estudiaron la inoculación de *Bacillus sp.* en compost a base de residuos de cosechas y determinaron que en aquellos tratamientos donde se aplicaron mayor número de microorganismos tuvo una mayor reducción de la relación C/N. Diallo *et al.* (2017) estudiaron la inoculación (20 l de solución diluida al 10 por ciento aplicada en una celda de concreto de 2 m³ de compost al 60 por ciento de humedad) de cultivos del género *Bacillus* en el compostaje de bagazo de caña de azúcar y estiércol de ganado vacuno (agregado en el tercer mes en una relación 1/2,5) durante 5 meses y obtuvieron reducciones de la materia orgánica entre el 89 y 91 por ciento comparando con aquellas no inoculadas.

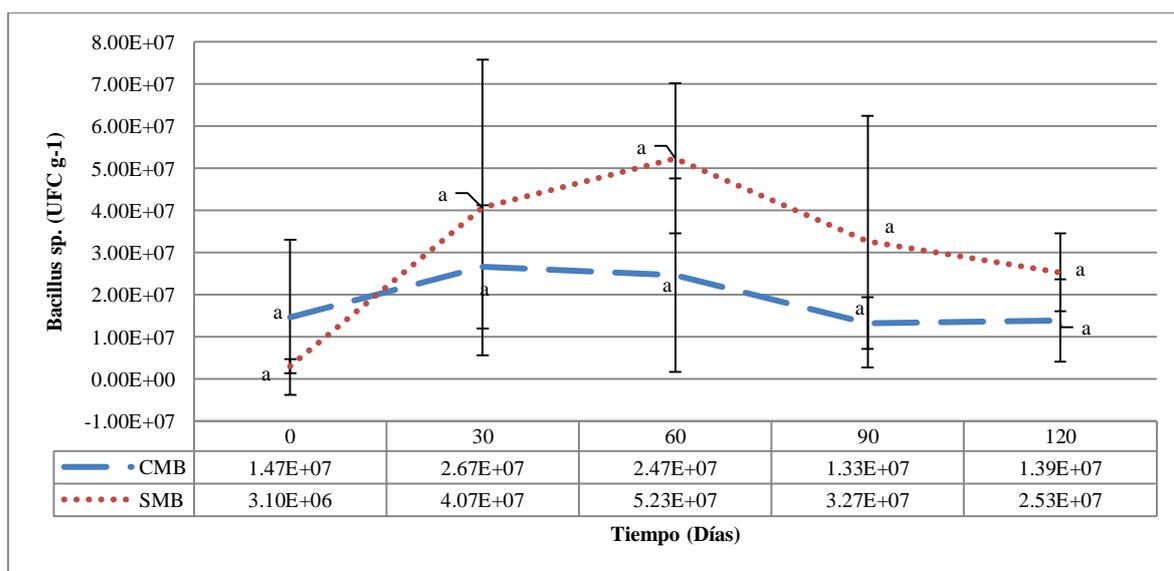


Figura 60: Recuento de *Bacillus sp.* (UFC g-1) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

g. Actinomicetos

El recuento de actinomicetos al inicio de proceso en promedio mostró valores de $9,70 \times 10^4$ y $2,20 \times 10^5$ UFC g^{-1} y al término del proceso $2,23 \times 10^6$ y $2,83 \times 10^6$ UFC g^{-1} (Figura 61:). Es decir existió un incremento de estas poblaciones microbianas lo cual también es manifestado por Ch'ng *et al.* (2012) y El Fels *et al.* (2015). No obstante lo mencionado estadísticamente solo se muestra diferencias estadísticamente significativas en las pilas inoculadas en el día 30 y 90 con respecto al día 0. En la solución de microorganismos benéficos activada se tiene un valor importante de Actinomicetos en la inoculación del día 0 ($1,01 \times 10^5$ UFC g^{-1}) el cual se reduce pero aún con un valor importante en la solución que se inoculó del día 30 ($1,6 \times 10^3$ UFC g^{-1}). Estas inoculaciones pudieron contribuir en el incremento de la población de las pilas inoculadas. No obstante lo mencionado estadísticamente no se observa diferencias significativas entre las pilas inoculadas y no inoculadas.

Los actinomicetos son bacterias Gram Positivas que forman una importante parte de la comunidad microbiana del compostaje porque ello juegan un rol gravitante en convertir la lignina, la celulosa y la hemicelulosa hacia sustratos más degradables como el almidón y azúcar (Haseema *et al.* 2016, Li *et al.* 2019). Faatih *et al.* (2009) determinaron durante el proceso de compostaje de desechos de una empresa de producción lechera que la población de Actinomicetos más grande fue ubicada en la fase termofílica, seguida de maduración y última mesofílica. Esto último mencionado es observable en las pilas inoculadas donde en la etapa termofílica se observó la población más abundante (30 días) y luego en la maduración (90 días) y en tercer nivel la mesofílica (0 y 60 días).

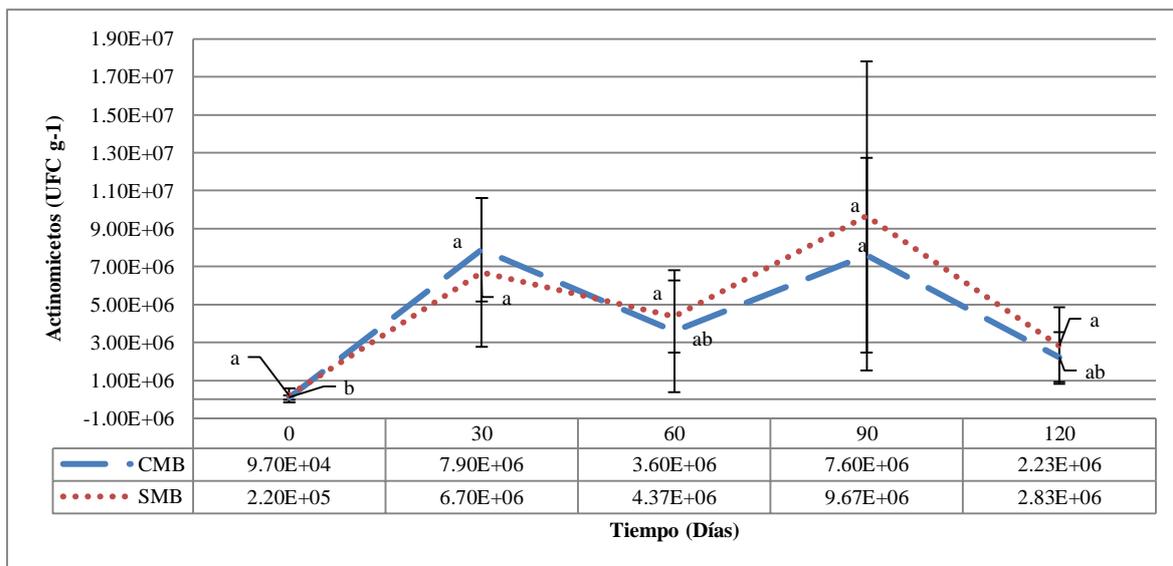


Figura 61: Recuento de actinomicetos (UFC g⁻¹) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

h. Coliformes totales

La enumeración de coliformes totales al inicio del proceso mostró en promedio valores de $1,10 \times 10^3$ NMP g⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas y al término del proceso $2,66 \times 10^2$ y $1,63 \times 10^3$ NMP g⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 62:). Es decir muestra una reducción en la pilas inoculadas y un ligero incremento en las pilas no inoculadas sin embargo esto no presenta significación estadística ($p > 0,05$). De acuerdo al análisis estadístico (LSD Fisher) se muestra una diferencia significativamente menor ($p < 0,05$) para la pila inoculada en el día 60 y 120 y la pila no inoculada para el mismo día. Las pilas inoculadas cumplen en promedio con el requisito microbiológico de la norma de Perú (INDECOPI 2013) para productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes (< 1000 NMP), pero la pila no inoculada no cumple con este requisito.

Larney *et al.* (2003) mostraron una reducción en la población de coliformes totales, al final del proceso de compostaje (de $7,2 \times 10^7$ a $4,9 \times 10^1$ células g⁻¹). Similar tendencia observaron Topal *et al.* (2016). Sunar *et al.* (2009) analizaron el recrecimiento de patógenos y considera que el aspecto más importante es el riego, seguido por la disponibilidad de nutrientes, la temperatura y la presencia de microorganismos indígenas. Podemos mencionar que en este caso el recrecimiento se puede deber a la continuación del riego y volteo en los dos últimos

meses lo cual incidió en el ligero incremento de la temperatura y tal vez recrear condiciones para la activación de estos microorganismos.

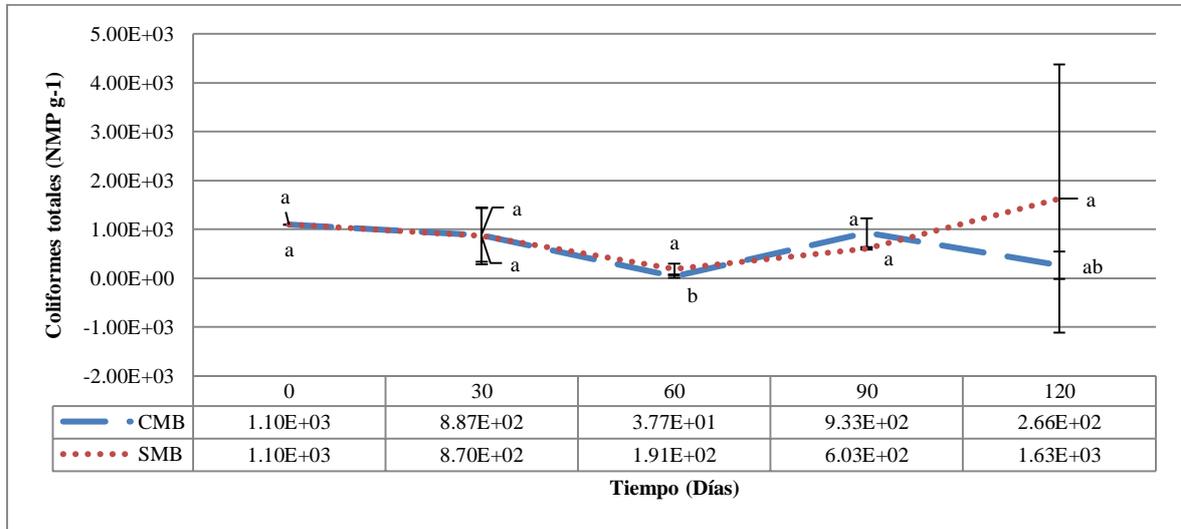


Figura 62: Enumeración de coliformes totales (NMP g⁻¹) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

i. Coliformes fecales

La enumeración de coliformes fecales muestra al inicio del proceso (día 0) valores promedio de $1,10 \times 10^3$ NMP.g⁻¹ para ambos tipos de pilas y al término del proceso (día 120) $5,33$ NMP.g⁻¹ para las pilas inoculadas y $1,33 \times 10^1$ NMP.g⁻¹ para las pilas no inoculadas (Figura 63:). En ambos casos muestra la reducción estadísticamente significativa de la población microbiana similar a lo mencionado por Lemunier *et al.* (2005), El Fels *et al.* (2015), y Topal *et al.* (2016). Adicionalmente a lo mencionado en el tiempo medio, 60 días, los valores fueron menores a los detectables (< 3 NMP) para ambos tipos de pilas (inoculadas y no inoculadas). Sobre lo último mencionado Brinton *et al.* (2009) establecieron que uno de los principales factores que contribuyen a la elevar los niveles de los patógenos en el compost es la inmadurez del mismo por lo cual podemos decir que para efectos de este compost con respecto a los coliformes fecales se alcanzó una madurez capaz de higienizar de coliformes fecales a niveles no detectables a los 60 días de compostaje.

Los valores promedio finales del compost cumplen con los establecido por la norma chilena (INN-Chile 2004) el cual debe ser menor a 1000 NMP por gramo de compost, en base seca o 5×10^2 bacteria g^{-1} mencionado por El Fels *et al.* (2015).

Es interesante mencionar que en el día 90 se mostró un ligero resurgimiento de las poblaciones de coliformes fecales, lo cual se puede deber a la recontaminación o recolonización durante los volteos y temperaturas que permiten tal crecimiento (Hassen *et al.* 2002, Lemunier *et al.* 2005, Hargraves *et al.* 2007, Sunar *et al.* 2009).

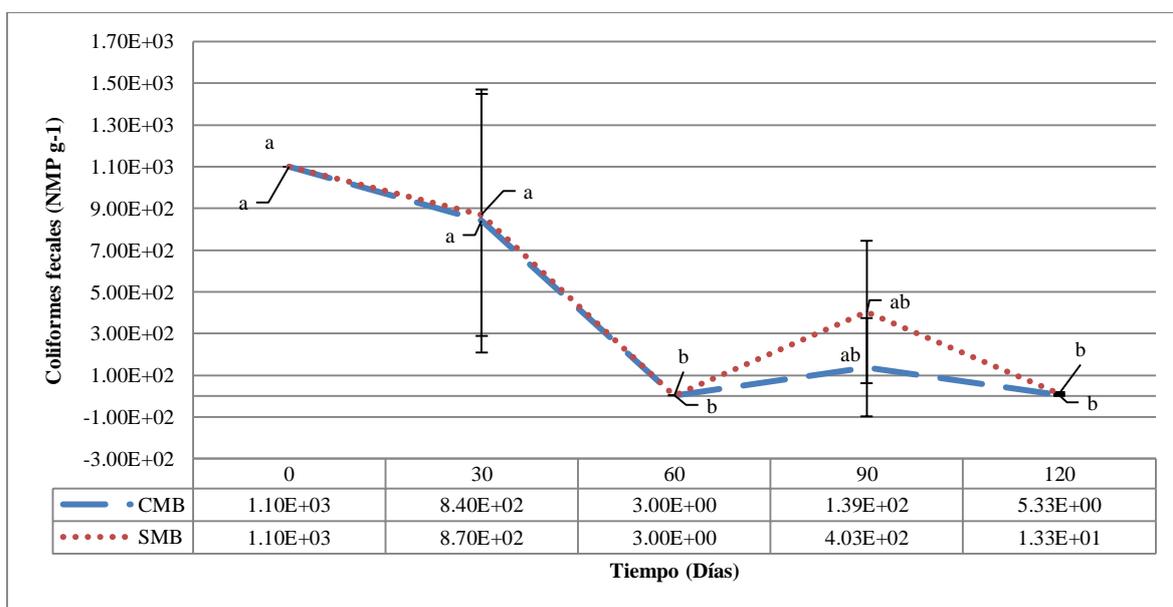


Figura 63: Enumeración de coliformes fecales (NMP g^{-1}) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas **CMB** y **SMB**.

Fuente: Elaboración propia.

j. *Escherichia coli*

Al inicio del proceso la enumeración de *Escherichia coli* muestra valores promedio de $1,83 \times 10^1$ y $2,03 \times 10^1$ NMP. g^{-1} para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente y desde el día 60 al 120 muestra valores promedio de menos de 3,0 NMP. g^{-1} (valor de no detección) para ambos tipos de pilas (Figura 64:). Similarmente a lo encontrado Larney *et al.* (2003) mostró reducción en la población de *Escherichia coli* al final del proceso de compostaje (De $3,7 \times 10^7$ células g^{-1} en el día 0 a valores no detectables desde el día 45 al día

94 o menor que 3,63 células g⁻¹). Similar tendencia también fue mencionada por Hassen *et al.* (2002) y Lemunier *et al.* (2005).

Los valores finales para ambas pilas cumplen con la norma del Perú (VIVIENDA 2017) para biosólidos de los lodos generados en las PTAR (< 1000 NMP.g⁻¹).

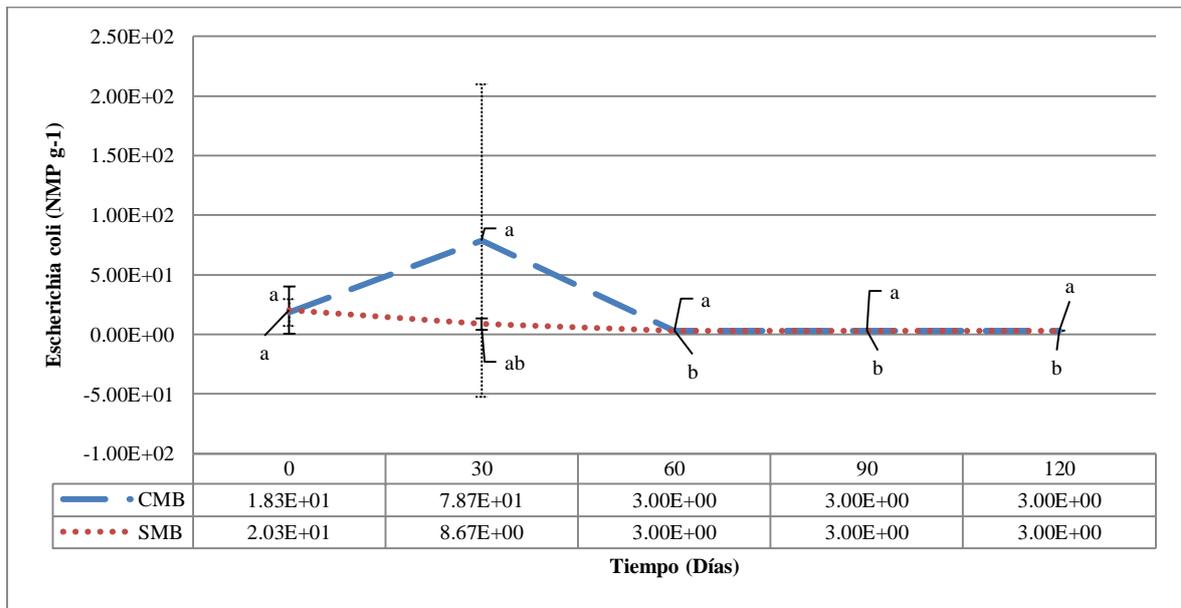


Figura 64: Enumeración de *Escherichia coli* (NMP g⁻¹) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas **CMB** y **SMB**.

Fuente: Elaboración propia.

k. *Salmonella sp.*

En la detección de *Salmonella sp.* en 25 g solo se generó presencia al inicio del proceso en una de las pilas inoculadas, al término y durante el proceso no volvió a detectarse este microorganismo (Cuadro 30:). Esta tendencia también fue mencionada por la investigación realizada por Lemunier *et al.* (2005) y Ahmed *et al.* (2007). Las pilas inoculadas y no inoculadas cumplen con el requisito microbiológico de la norma de Perú (INDECOPI 2013) para productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes (ausente en 25 g). Debido a la naturaleza de los resultados, cualitativos, no se realizó análisis estadístico.

Cuadro 30: Detección de *Salmonella sp.* en 25 g durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas con inoculación de microorganismos benéficos (CMB) y sin inoculación (SMB)

Tiempo de medición (días)	<i>Salmonella sp.</i> (ausencia/ presencia)					
	CMB			SMB		
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
0	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
30	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
60	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
90	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
120	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

I. Larvas y huevos de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos

El conteo de larvas y huevos de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos inició en promedio con valores de $1,40 \times 10^1$ y $8,0 \text{ No}/4 \text{ g}$ y al término del proceso valores promedio de $2,63 \times 10^3$ y $2,03 \times 10^3 \text{ N}^\circ/4\text{g}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 65:). Es el único patógeno que si mostró una tendencia crecimiento en su población y con significación estadística. Es posible que este patógeno no pudo ser extinguido debido a que no se alcanzaron los valores de $70 \text{ }^\circ\text{C}$ que se requieren para eliminar este tipo de microorganismos (Moreno & Moral 2011). Los valores promedio no cumplen con lo establecido por la norma Chilena (INN-Chile 2004) y Perú (INDECOPI 2013, VIVIENDA 2017) el cual es 1 en 4 g de compost, en base seca. Es importante señalar que también se registraron valores de helmintos en la solución madre activada lo cual pudiera haber generado alguna contaminación de las pilas inoculadas.

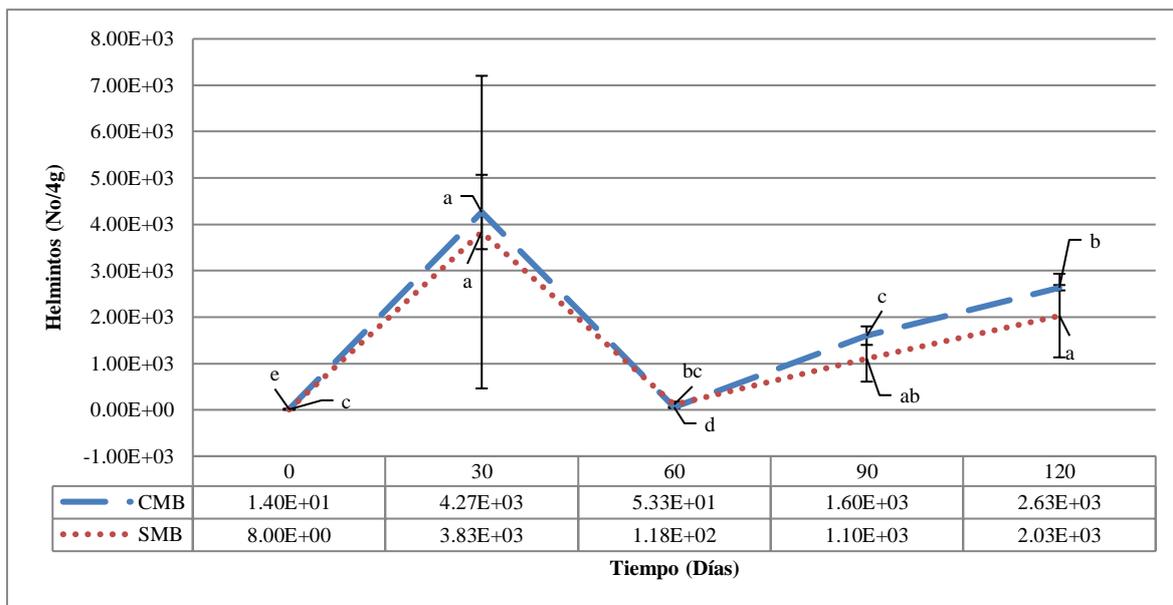


Figura 65: Conteo de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (No /4g) durante el compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Metales pesados y elementos traza de interés

Los resultados de los 10 metales y elementos traza de interés (As, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Se y Zn), las principales variables de esta investigación, son presentados gráficamente y descritos de forma agrupada y diferenciada en concentración total, la concentración extraída con DTPA y la concentración extraída con agua desionizada para las pilas inoculadas (CMB) y no inoculadas (SMB) y las variables fisicoquímicas (pH, T°, relación C/N y AH). Después de esto se presenta la información independizada para cada metal y elemento traza con una interpretación de dichos resultados.

Los valores promedio de la *concentración total de metales pesados y elementos traza de interés* en el producto del compostaje (día 120) del estiércol vacuno y hojarasca con inoculación de microorganismos benéficos sigue el siguiente orden en promedio en mg.kg⁻¹: Zn (404,33) > Cu (86,33) > Pb (71,2) > Cr (34,33) > As (28,0) > Ni (13,83) > Mo (2,86) > Se (1,38) > Cd (1,32) > Hg (0,39). En el producto del compostaje del estiércol vacuno y hojarasca sin inoculación de microorganismos benéficos sigue el siguiente orden en promedio en mg.kg⁻¹: Zn (466,0) > Cu (112,23) > Pb (73,23) > Cr (35,33) > As (29,67) > Ni (14,37) > Mo (3,23) > Se (1,55) > Cd (1,38) > Hg (0,38) (Figura 66:). La distribución

jerárquica de los elementos sigue un patrón diferente que el observado en los productos del compostaje en la Etapa de Caracterización ya que si bien para los cuatros compostajes el Zn es el mayor, el Pb es el segundo desplazando al Cu al tercer lugar seguido del As en el cuarto lugar (Numeral 4.1.2). Civatta *et al.* (1993) encontraron una distribución de la concentración promedio en mg.kg^{-1} de metales pesados, en compost de residuos domésticos municipales en Italia durante 55 días de compostaje en pila estática aereada, en verano: Zn (1 037) > Pb (981) > Cu > (737) > Cr (162) > Cd (6,7) y en el invierno Zn (981) > Cu (399) > Pb (287) > Cr (69) > Ni (47) > Cd (3,9). HANC *et al.* (2014) registraron al término de 84 días de compostaje de desechos domiciliarios con desechos de jardín en un reactor con mediana aereación que los valores de concentración promedio en mg.kg^{-1} estuvo conformado por Zn (167,1) > Cu (29,1) > Pb > (16,9) > Cd (0,27). En ambas investigaciones el Zn lidera los valores de concentración total y los otros tres son el Cu, Pb y Cr similar a los registrado en la presente investigación.

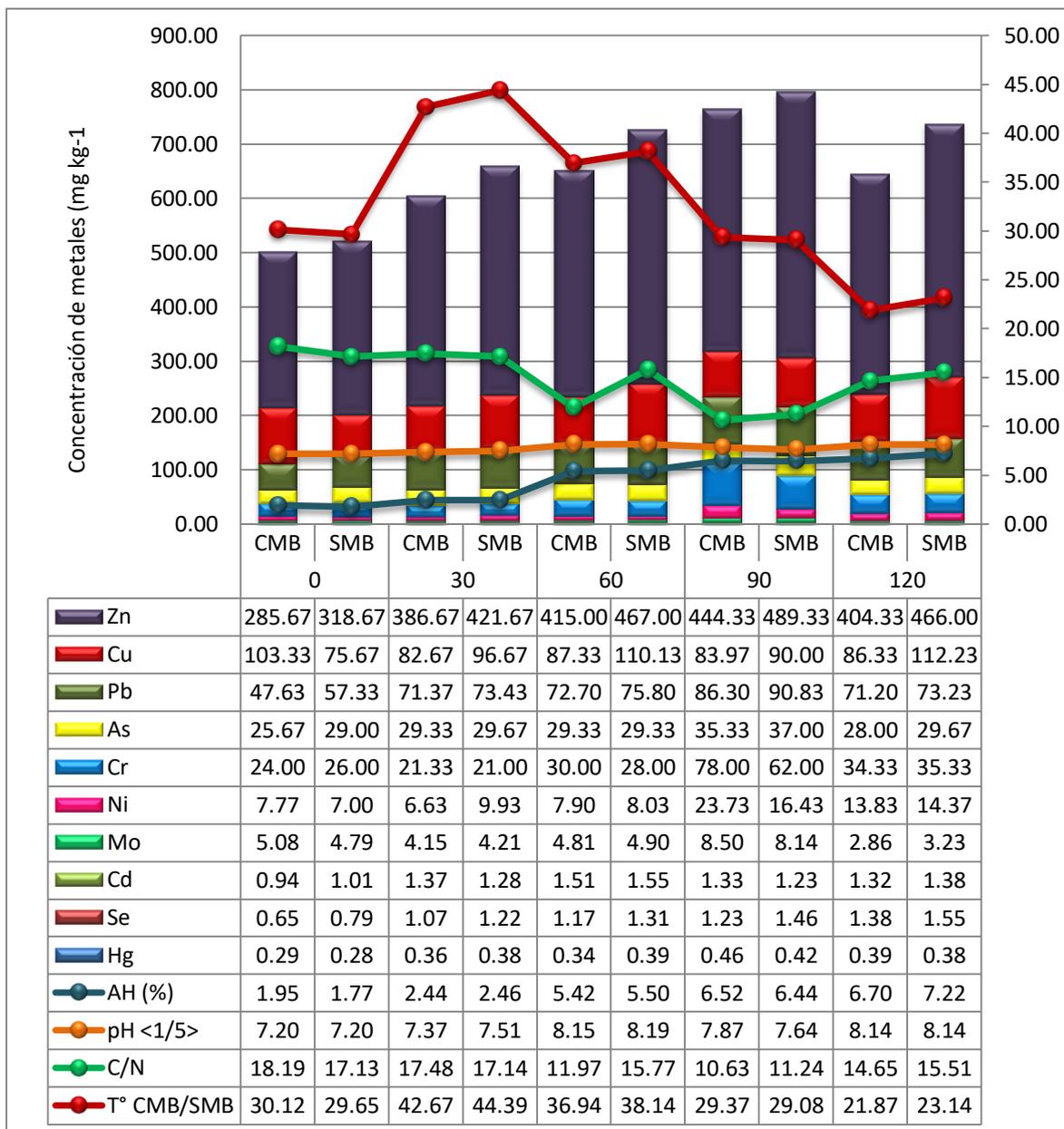


Figura 66: Concentración total de metales pesados y elementos traza de interés y variables fisicoquímicas (AH, pH, relación C/N y T°) en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

El incremento en porcentaje de la concentración del día 0 al 120 en las pilas inoculadas siguió el siguiente orden Se (112,3%) > Ni (78,0%) > Pb (49,5%) > Cr (43,0%) > Zn (41,5%) > Cd (40,4%) > Hg (34,5%) > As (9,1%). La reducción de la concentración para estas pilas fue Mo (43,7%) > Cu (16,5%). El incremento en porcentaje de la concentración del día 0 al 120 en las pilas no inoculadas siguió el siguiente orden Ni (105,3%) > Se (96,2%) > Cu (48,3%) > Zn (46,2%) > Cd (36,6%) > Hg (35,7%) >

Cr (35,9%) > Pb (27,7%) > As (2,3%). La reducción de la concentración solo fue para estas pilas en el Mo con el valor de 32,6 por ciento. Se observó una significación estadística ($p < 0,05$) en el incremento del Hg, Se y Zn y la reducción en el Mo para ambos tipos de pilas. En las variaciones no se aprecia una tendencia que indique alguna influencia de la inoculación de los microorganismos benéficos. El incremento de la concentración se pudiera deber a la pérdida de masa producto de la mineralización y volatilización de carbono y nitrógeno. La reducción en el Mo puede estar asociada al efecto del pH que ha generado su movilidad y posible lixiviación. Civatta *et al.* (1993) mostró un incremento en el verano en el orden de Ni (752%) > Pb (554%) > Cd (379%) > Cu (303%) > Zn (66%), en invierno Cd (550%) > Ni (104%) > Zn (77%) > Cr (47%) > Cu (19%) > Pb (6%). Hanc *et al.* (2014) observaron que el orden de incrementos se dio con el Zn (84%) > Cu (49%) > Pb (22%), en el caso del Cd mostró una reducción de 4 por ciento. Similar que en la investigación desarrollada la mayoría de las concentraciones totales promedio de los metales pesados se incrementó al final del proceso de compostaje aunque con diferencias en los valores incrementales, por tipo de compost y estacionalidad.

Los valores promedio de la **concentración de los metales pesados y elementos traza de interés extraídos con DTPA** en el producto del compostaje (día 120) del estiércol vacuno y hojarasca con inoculación de microorganismos benéficos siguieron el siguiente orden en promedio en mg.kg^{-1} : Zn (91,59) > Pb (24,50) > Cu (11,2) > As (2,55) > Cd (0,77) > Mo (0,37) > Cr (0,35) > Ni (0,33) > Se (0,07) > Hg (0,001). En el producto del compostaje del estiércol vacuno y hojarasca sin inoculación de microorganismos benéficos siguieron el siguiente orden: Zn (118,9) > Pb (27,21) > Cu (16,15) > As (2,57) > Cd (0,83) > Mo (0,41) > Ni (0,37) > Cr (0,32) > Se (0,07) > Hg (0,001). En la Figura 67:, se muestra la evolución de los valores promedio de los metales pesados y elementos traza de interés extraídos con DTPA durante el proceso de compostaje en las pilas inoculadas y no inoculadas y variables fisicoquímicas (pH, T°, relación C/N y AH).

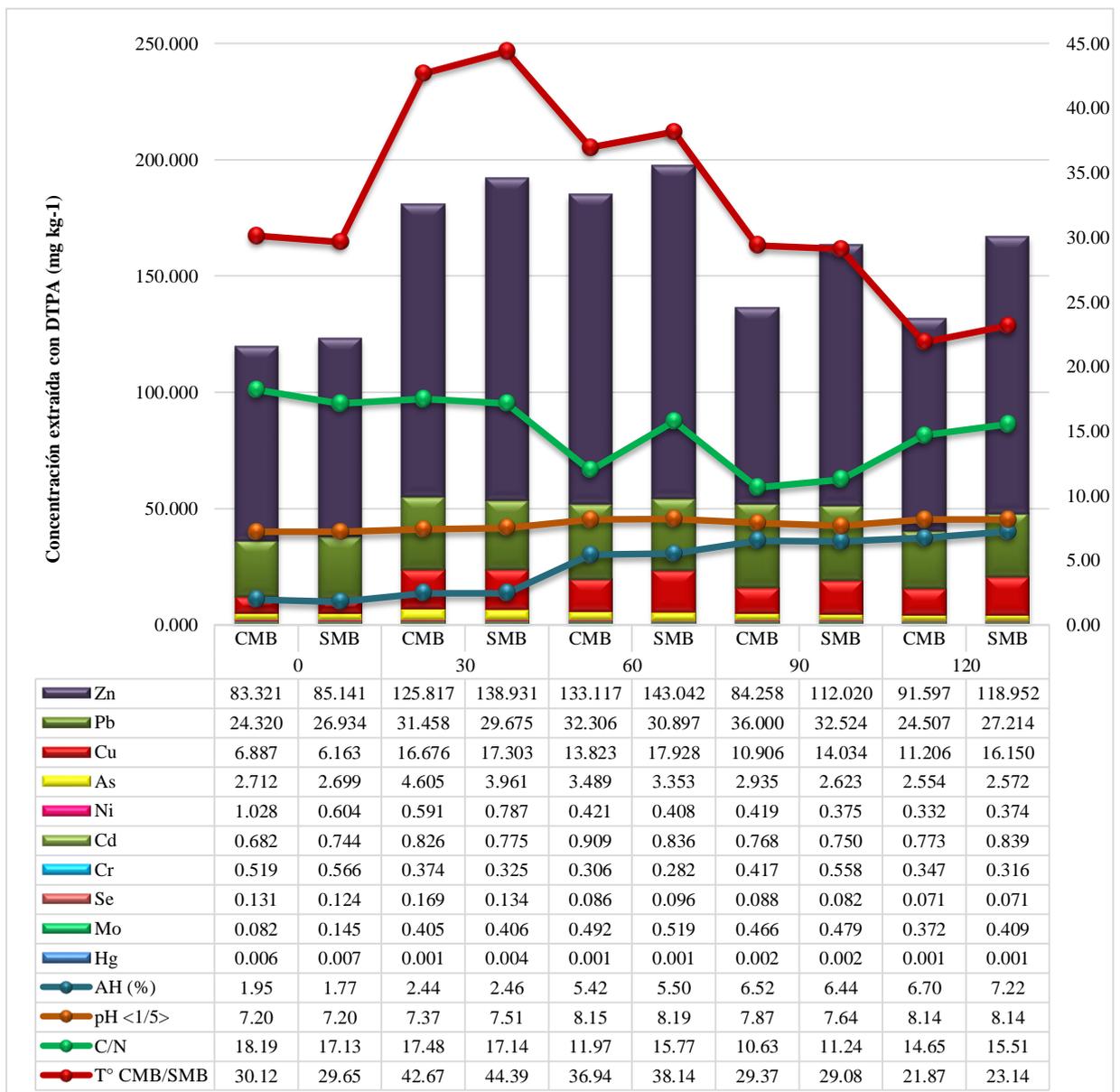


Figura 67: Concentración extraída con DTPA de metales pesados y elementos traza de interés y variables fisicoquímicas (AH, pH, relación C/N y T°) en pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

Durante el compostaje mostraron que cinco de los elementos tiene una tendencia creciente y los otros cinco una tendencia decreciente comparando los valores del día 0 y 120 tanto en las pilas inoculadas como en las no inoculadas. Los incrementos en las pilas inoculadas siguieron el siguiente orden Mo (353,7%) > Cu (62,7%) > Cd (13,2%) > Zn (9,9%) > Pb (0,8%). La reducción en las pilas inoculadas siguió el siguiente orden Hg (83,3%) > Ni (68,0%) > Se (45,7%) > Cr (32,7%) > As (5,9%). El incremento en las pilas no

inoculadas siguió el siguiente orden Mo (182,1%) > Cu (162,2%) > Zn (39,7%) > Cd (13,5%) > Pb (1,0%). La reducción en las pilas no inoculadas siguió el siguiente orden Hg (85,7%) > Cr (43,9%) > Se (42,6%) > Ni (38,3%) > As (4,8%). Se observó una significación estadística ($p < 0,05$) en el incremento en Cu y Mo y en la reducción del Cr, Ni y Se para ambos tipos de pilas. En las variaciones no se aprecia una tendencia que indique alguna influencia de la inoculación de los microorganismos benéficos. Ciavatta *et al.* (1993) observaron el incremento en el compostaje de 60 días de Cu, Pb, Ni y Cd, pero para Zn y Cr se mantuvo casi constante. Lo contrario encontraron Huang *et al.* (2005) ya que mostraron una reducción en 63 días de compostaje para Cu y Zn extraído con DTPA. Los resultados resultan disímiles a lo mencionado por los autores y la investigación, sin embargo si se coincide en el caso de Cu y lo mencionado por Ciavatta.

Los valores promedio de la ***concentración de los metales pesados y elementos traza de interés extraídos con agua desionizada*** en el producto del compostaje (día 120) del estiércol vacuno y hojarasca con inoculación de microorganismos benéficos siguieron el siguiente orden en promedio en mg.kg^{-1} : As (3,08) > Zn (1,69) > Mo (0,71) > Cu (0,62) > Pb (0,44) > Ni (0,26) > Cr (0,21) > Se (0,09) > Cd (0,007) > Hg (0,002). En el producto del compostaje del estiércol vacuno y hojarasca sin inoculación de microorganismos benéficos siguieron el siguiente orden en promedio en mg.kg^{-1} : As (3,14) > Zn (1,85) > Mo (0,74) > Cu (0,7) > Pb (0,36) > Ni (0,29) > Cr (0,2) > Se (0,09) > Cd (0,007) > Hg (0,002). En la Figura 68:, se muestra la evolución de los valores promedio de los metales pesados y elementos traza de interés extraídos con agua desionizada durante el proceso de compostaje en las pilas inoculadas y no inoculadas y variables fisicoquímicas (pH, T°, relación C/N y AH).

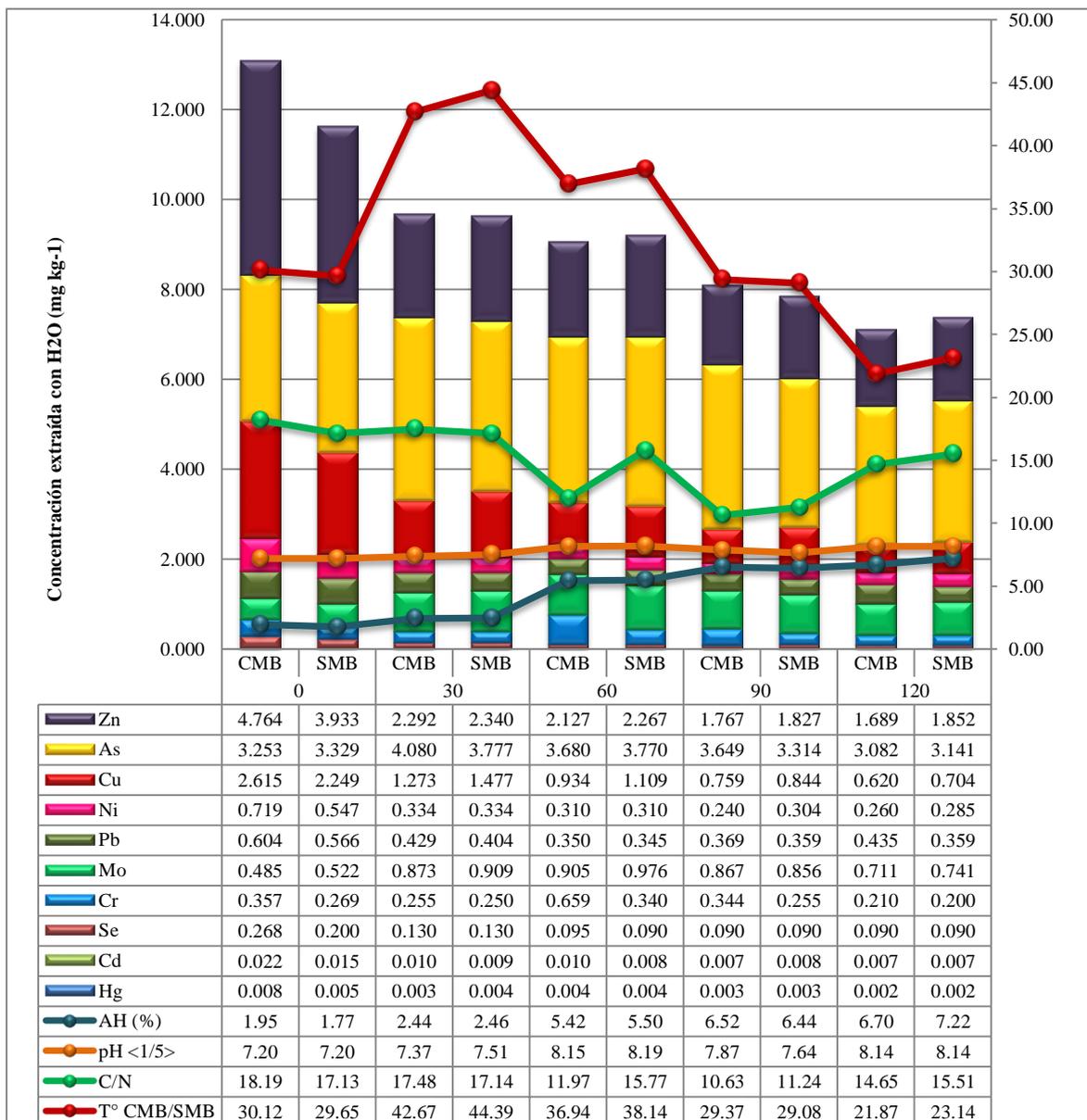


Figura 68: Concentración extraída con agua desionizada de metales pesados y elementos traza de interés y variables fisicoquímicas (AH, pH, relación C/N y T°).

Fuente: Elaboración propia.

Durante el compostaje de estiércol vacuno y hojarasca mostraron una tendencia decreciente en la mayoría de los elementos analizados excepto el Mo que presentó una tendencia creciente comparando el valor del día 0 y el 120. La reducción en las pilas inoculadas siguió el siguiente orden Cu (76,3%) > Hg (75,0%) > Cd (68,2%) > Ni (66,4%) > Zn (64,5%) > Pb (63,8%) > Cr (41,7%) > Se (28%) > As (5,2%). El Mo mostró un incremento de 46,6 por ciento. La reducción en las pilas no inoculadas siguió el siguiente orden Cu (68,9%) >

Hg 60,0%) > Ni (55,0%) > Cd (53,3%) > Zn (52,9%) > Pb (47,9%) > Se (36,6%) > Cr (25,9%) > As (5,7%). El Mo presentó un incremento de 42,0 por ciento. Estos resultados indican que el proceso de compostaje redujo la solubilidad y lixiviación de la mayoría de los metales a excepción del Mo. Se observó una significación estadística ($p < 0,05$) en la reducción en Cu, Ni, Pb y Zn para ambos tipos de pilas, a partir de lo cual también se puede afirmar, sin significación estadística, que en términos absolutos existen mayores valores de reducción de solubilidad para estos elementos en las pilas inoculadas que en las no inoculadas. Ciavatta *et al.* (1993), Huang *et al.* (2005), Castaldi *et al.* (2006), Hargraves *et al.* (2008) y Ramdani *et al.* (2015) mostraron reducción en la concentración de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn extraídos con agua desionizada en procesos de compostaje entre 60 a 100 días lo cual se asemeja a los resultados encontrados en la presente investigación.

A continuación se detallan los resultados de manera individual por metal pesado y elemento traza de interés.

a. Arsénico (As)

La concentración total de As se inicia con los valores promedio 25,67 y 29,00 mg.kg^{-1} y concluyen con 28,00 y 29,67 mg.kg^{-1} en el día 120 para las pilas inoculadas y no inoculadas (Figura 69:). Esto muestra un incremento de su valor lo cual pudiera estar asociado a la pérdida de masa por efecto de la mineralización de la materia orgánica, la volatilización de elementos (Moreno & Moral, 2011). Los valores promedio finales de As, comparando con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:), no cumplen con la normativa de Chile para Compost Clase A (15,0 mg.kg^{-1}) y B (20,0 mg.kg^{-1}), la norma de Brasil para producción vegetal orgánica (20,0 mg.kg^{-1}) y la norma de Europa para etiquetado ecológico (10,0 mg.kg^{-1}). En cambio si cumple con la norma de Perú para abonos o fertilizantes orgánicos (41,0 mg.kg^{-1}) y de biosólidos de los lodos generados en las PTAR (40 mg.kg^{-1}).

No obstante que Austria no cuenta con niveles de referencia para As, pero empleando su referencia (Cuadro 11:) como cantidades máximas de aplicación de compost tipo A para paisajismo y cobertura de rellenos sanitarios (Menor a 400 t.ha^{-1}) para una capa arable de

0,1 m, una densidad aparente de $1,3 \text{ t.m}^{-3}$, usando como referencia el valor de As en pilas no inoculadas ($29,67 \text{ mg.kg}^{-1}$) y que no existe As en el suelo. Se obtiene que la concentración de As en el suelo, después de la enmienda con el compost (399 t.ha^{-1}), sería $9,11 \text{ mg.kg}^{-1}$ el cual es menor al exigido por la norma de Perú (Cuadro 5:) para suelo agrícola (50 mg.kg^{-1}).

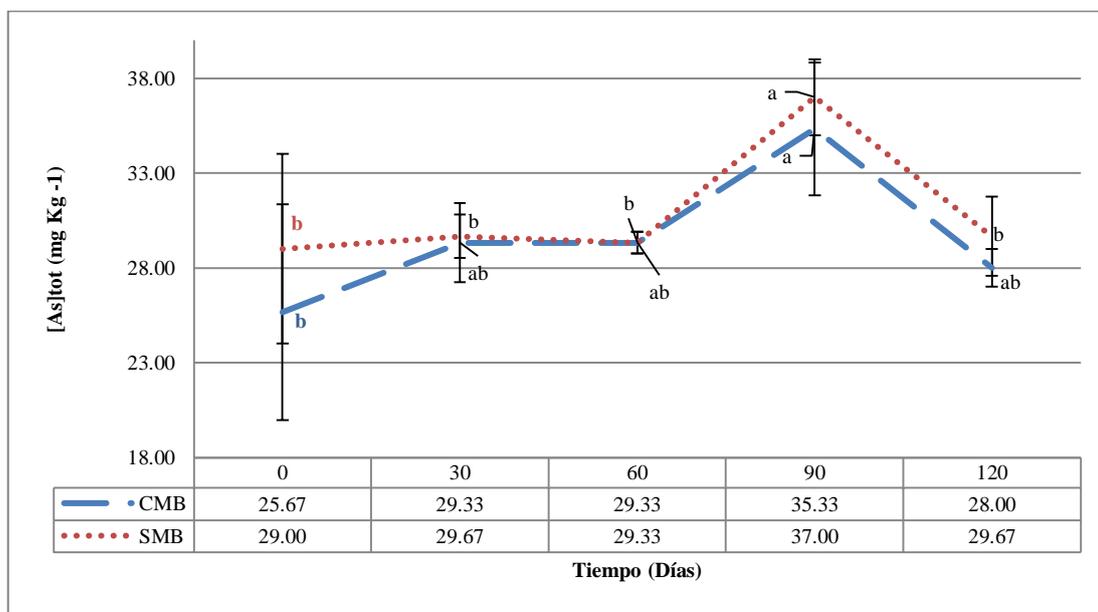


Figura 69: Concentración total de arsénico ([As]tot) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al As extraído con el ácido pentético (DTPA) observamos que al inicio muestra valores promedio de $2,71$ y $2,70 \text{ mg.kg}^{-1}$ y concluye en $2,55$ y $2,57 \text{ mg.kg}^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 70:). Es decir una ligera reducción. No obstante lo mencionado en los valores registrados de manera intermedia mostraba una tendencia incremental. Haciendo un cálculo del porcentaje que corresponde a la concentración total, tenemos que $10,56$ y $9,31$ por ciento serian los valores promedio biodisponibles al inicio del proceso y al término del mismo serian $9,11$ y $8,66$ por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente lo cual muestra una ligera reducción en su porcentaje promedio de biodisponibilidad.

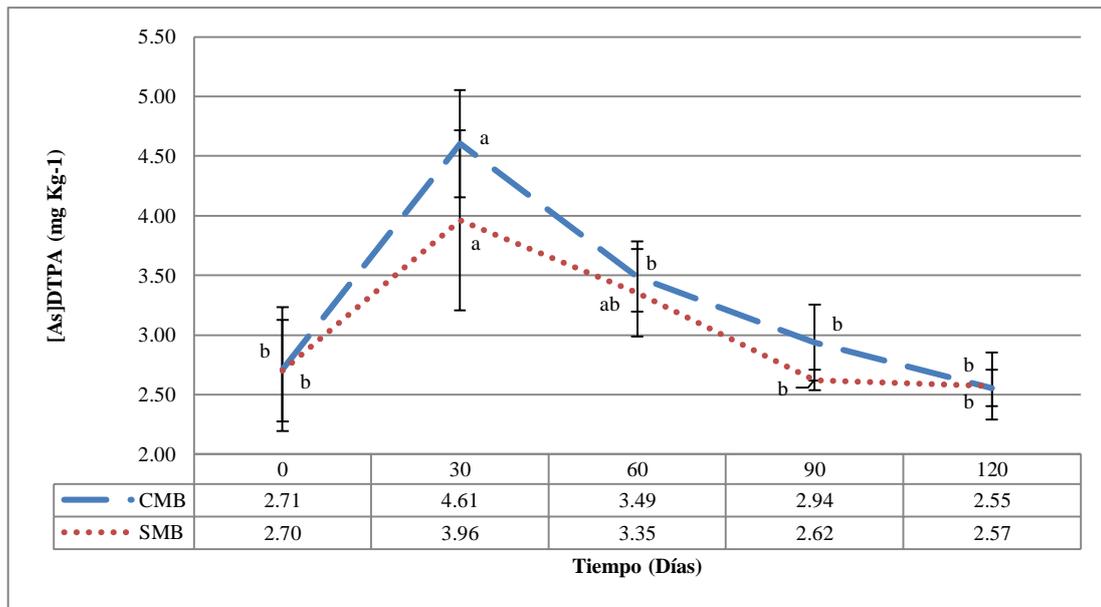


Figura 70: Concentración de Arsénico extraído con DTPA ($[As]_{DTPA}$) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

Para el As soluble en agua desionizada tenemos que al inicio del proceso se muestran valores promedio de 3,25 y 3,33 $mg.kg^{-1}$ y al término del proceso 3,08 y 3,14 $mg.kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 71:). Es decir también una breve reducción de su concentración. Sobre el valor de la concentración total se puede decir que el porcentaje de As soluble en promedio al inicio del proceso fue 11,00 y 11,48 por ciento y al final del proceso es 10,68 y 10,58 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente, mostrando una reducción breve.

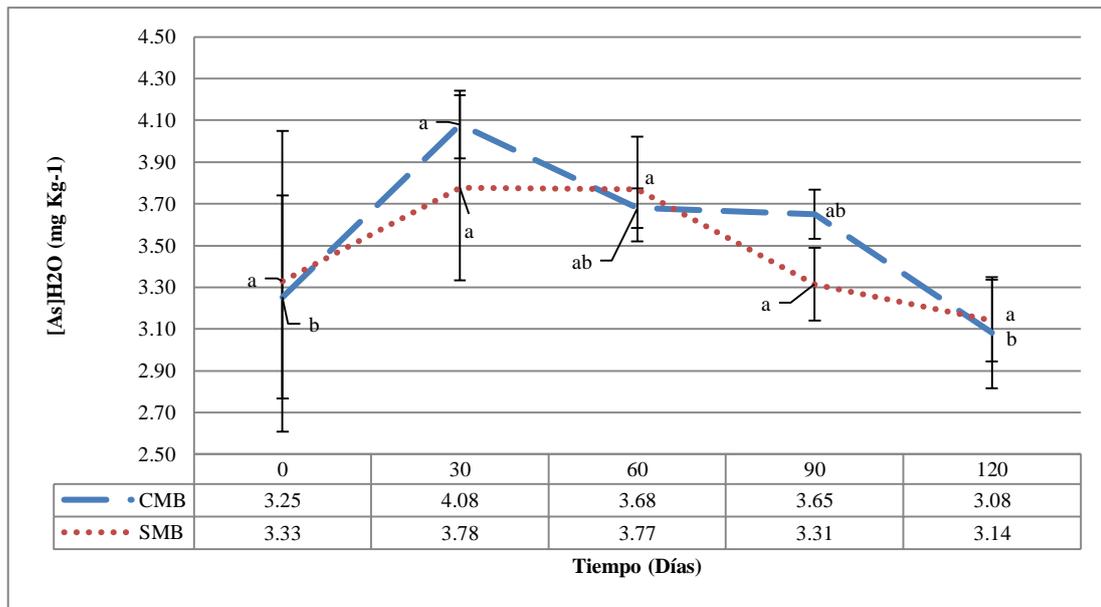


Figura 71: Concentración de arsénico extraído con agua desionizada ($[As]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje en pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

b. Cadmio (Cd)

La concentración total de Cd al inicio del proceso en promedio fue de 0,94 y 1,01 $mg \cdot kg^{-1}$ y al término 1,32 y 1,38 $mg \cdot kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 72:). Esto muestra un significativo incremento de su valor que se puede deber a la mineralización de la materia orgánica y la pérdida de elementos por volatilización (Liu *et al.* 2006, Moreno & Moral 2011, Hanc *et al.* 2014). Es posible que los incrementos en el Cd también se puedan deber al agua de riego de acuerdo a lo mencionado en el balance de masas (Numeral 3.2.2). Similares resultados presentaron Soobhany *et al.* (2015) durante el compostaje de estiércol vacuno, segado de césped y hojarasca, es decir un incremento de la concentración del Cd al final del proceso de compostaje (de 1,6 a 2,2 $mg \cdot kg^{-1}$).

Comparando la concentración final del Cd con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:) podemos observar que no cumple con la norma de Brasil para producción orgánica (0,70 $mg \cdot kg^{-1}$), la norma de Austriaca para agricultura orgánica (0,70 $mg \cdot kg^{-1}$) y para agricultura y jardinería (1,00 $mg \cdot kg^{-1}$) y tampoco la norma de la Comunidad Europea de etiquetado ecológico (1,0 $mg \cdot kg^{-1}$). En cambio si cumple con la norma de Perú para abonos o fertilizantes orgánicos (39,0 $mg \cdot kg^{-1}$) y de biosólidos de los lodos generados en las PTAR (40 $mg \cdot kg^{-1}$).

No obstante que el Cd no cumple con la norma de Austria tipo A (agricultura y paisajismo), pero empleando su referencia (Cuadro 11:) como cantidades máximas de aplicación para paisajismo y cobertura de rellenos sanitarios (menor a 400 t.ha⁻¹) para una capa arable de 0,1 m, una densidad aparente de 1,3 t.m⁻³, el valor promedio final de Cd en pilas no inoculadas (1,38 mg.kg⁻¹) y que no existe Cd en el suelo. Se obtiene que la concentración de Cd en el suelo, después de la aplicación del compost (399 t.ha⁻¹), sería 0,42 mg.kg⁻¹ el cual es menor al exigido por la norma de Perú (Cuadro 5:) para suelo agrícola (1,4 mg.kg⁻¹).

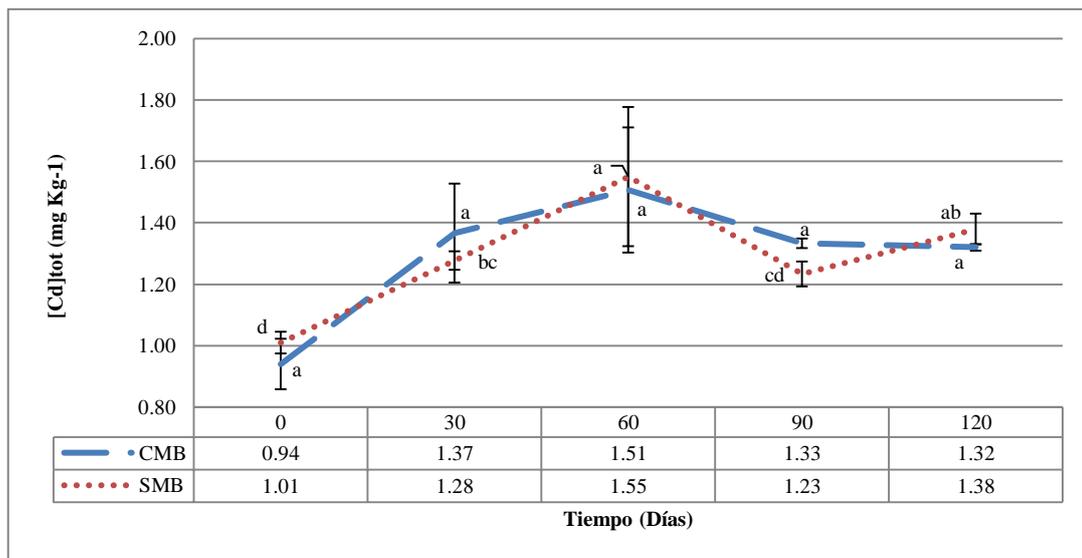


Figura 72: Concentración total de cadmio ([Cd]tot) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de Cd extraído con DTPA al inicio del proceso fue de 0,68 y 0,74 mg.kg⁻¹ y al final del mismo fue 0,77 y 0,84 mg.kg⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 73:). Similar que en la concentración total se observa un incremento hacia el término del proceso. En porcentaje promedio se tiene que al inicio del proceso se tuvo con respecto a la concentración total 72,34 y 73,26 por ciento y al final del proceso 58,33 y 60,87 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Si bien el valor de la concentración se ha incrementado al concluir el proceso, en porcentaje biodisponible si disminuyó. Lo que es notorio tanto al inicio como al final del proceso es el porcentaje como biodisponible es significativo (mayor a 58 por ciento). En la investigación realizada por Ciavatta *et al.* (1993) en compost de residuos municipales domésticos durante 55 días muestra incremento en la concentración del Cd extraído con el DTPA con una

tendencia similar a la observada en similar periodo de tiempo para las pilas inoculada y no inoculadas.

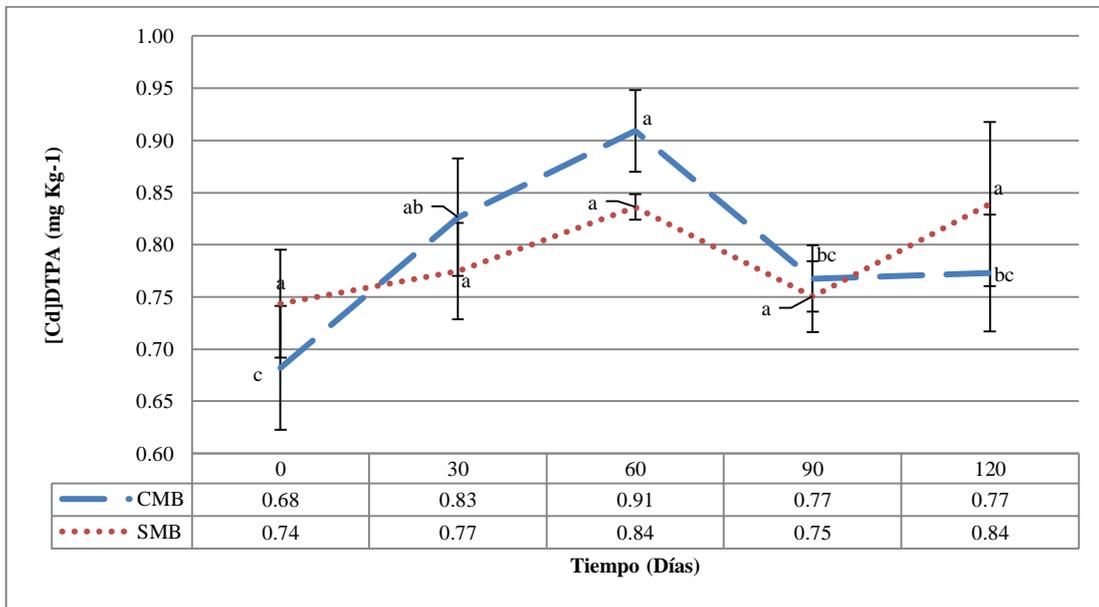


Figura 73: Concentración de cadmio extraído con DTPA ($[Cd]_{DTPA}$) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

El Cd soluble en agua desionizada inició con valores de 0,022 y 0,015 $mg.kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente y concluyó con 0,007 $mg.kg^{-1}$ para ambos tipos de pilas (Figura 74:). Esto muestra una reducción significativa al término del compostaje, pero también durante el proceso. Al inicio se tiene 2,34 y 1,49 por ciento y al finalizar 0,53 y 0,51 por ciento de solubilidad para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Los porcentajes de solubilidad son casi insignificantes y abismalmente menores que lo biodisponible. Ciavatta *et al.* (1993) presentaron para la extracción de Cd con agua desionizada valores tan ínfimos que no se pueden observar en la representación gráfica, similar a lo que se encontrado en la pilas inoculada y no inoculadas. Castaldi *et al.* (2006) mostraron una reducción de 60 por ciento de la concentración de Cd extraído con agua desionizada luego del compostaje de residuos sólidos municipales y residuos vegetales durante 100 días. Con respecto a este último dato se tiene para la presente investigación una reducción de 68,2 por ciento para las pilas inoculadas y 53,3 por ciento para las pilas no inoculadas.

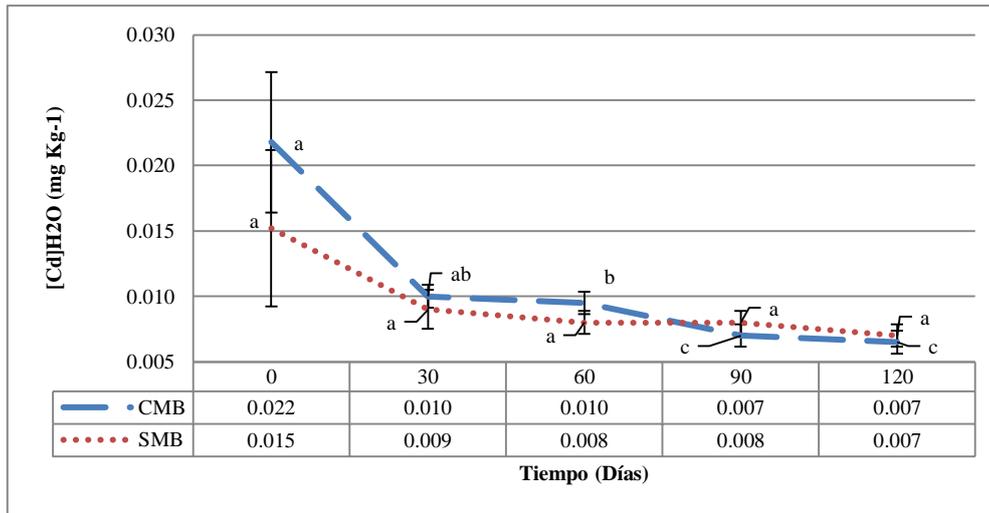


Figura 74: Concentración de Cadmio extraído con agua desionizada ($[Cd]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

c. Cobre (Cu)

La concentración total del Cu inicia con 103,33 y 75,67 $mg.kg^{-1}$ y concluye con 86,33 y 112,23 $mg.kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 75:). Los resultados son disímiles para ambos tipos de pilas, aquellas con inoculación muestran una leve reducción, en cambio las que no fueron inoculadas muestran un significativo aumento. De acuerdo al análisis estadístico (LSD Fisher) se muestra una diferencia significativamente menor ($p < 0.05$) para la pila inoculada en el día 60 y 120 y la pila no inoculada para el mismo día.

Soobhany *et al.* (2015) durante el compostaje de estiércol vacuno, segado de césped y hojarasca mostraron un incremento de la concentración del Cu al final del proceso de compostaje (de 74,6 a 101,3 $mg.kg^{-1}$). Similar incremento mostraron Huang *et al.* (2005), Liu *et al.* (2006), Villar *et al.* (2010) y Hanc *et al.* (2014).

Los valores finales promedio del Cu, comparando con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:), no cumplen con la normativa de Brasil de producción orgánica (70,0 $mg.kg^{-1}$), tampoco con la norma de Austria para agricultura orgánica (70,0 $mg.kg^{-1}$), agricultura y jardinería (70,0 $mg.kg^{-1}$). En el caso de la norma para el etiquetado ecológico europeo (100,0 $mg.kg^{-1}$) no cumple el valor promedio para las pilas no inoculadas. No

obstante lo mencionado si cumple con la norma de Perú para los biosólidos de los lodos generados en las PTAR (1500 mg.kg^{-1}).

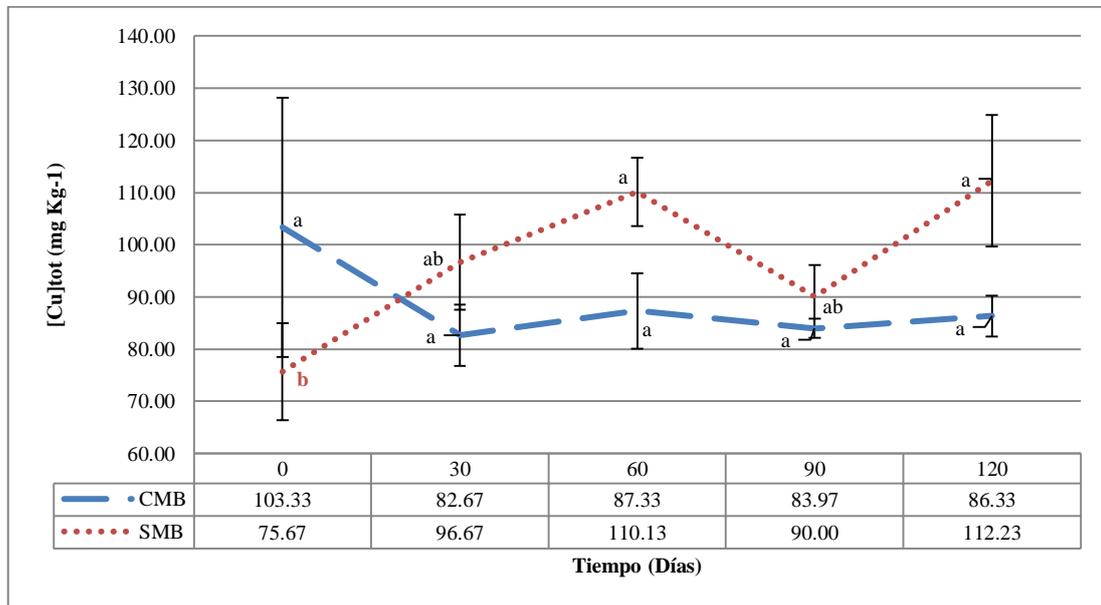


Figura 75: Concentración total de cobre ([Cu]tot) durante el proceso de compostaje de pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

El Cu extraído con DTPA muestra al inicio del proceso de compostaje valores de 6,89 y 6,16 mg.kg^{-1} y al término 13,68 y 16,15 mg.kg^{-1} para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 76:). Es decir un incremento en ambos tipos de pilas. El porcentaje biodisponible, considerando como base la concentración total, es al inicio del proceso (día 0) 6,67 y 8,14 por ciento y al término del proceso (día 120) 12,99 y 14,39 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente.

De acuerdo al análisis estadístico (LSD Fisher) se muestra una diferencia significativamente menor ($p < 0.05$) para la pila inoculada en el día 60, 90, 120 y la pila no inoculada para el mismo día.

En la investigación realizada por Ciavatta *et al.* (1993) en compost de residuos municipales domésticos durante 55 días muestra incremento en la concentración del Cu extraído con el DTPA con una tendencia similar a la observada en similar periodo de tiempo para las pilas no inoculadas. Huang *et al.* (2005) observaron una tendencia diferente, es decir una

reducción de la concentración durante 63 días de evaluación del compostaje de estiércol de cerdo y polvo de aserrín, observando que la concentración de Cu extraído con DTPA pasó de 15,7 a 11 mg.kg⁻¹.

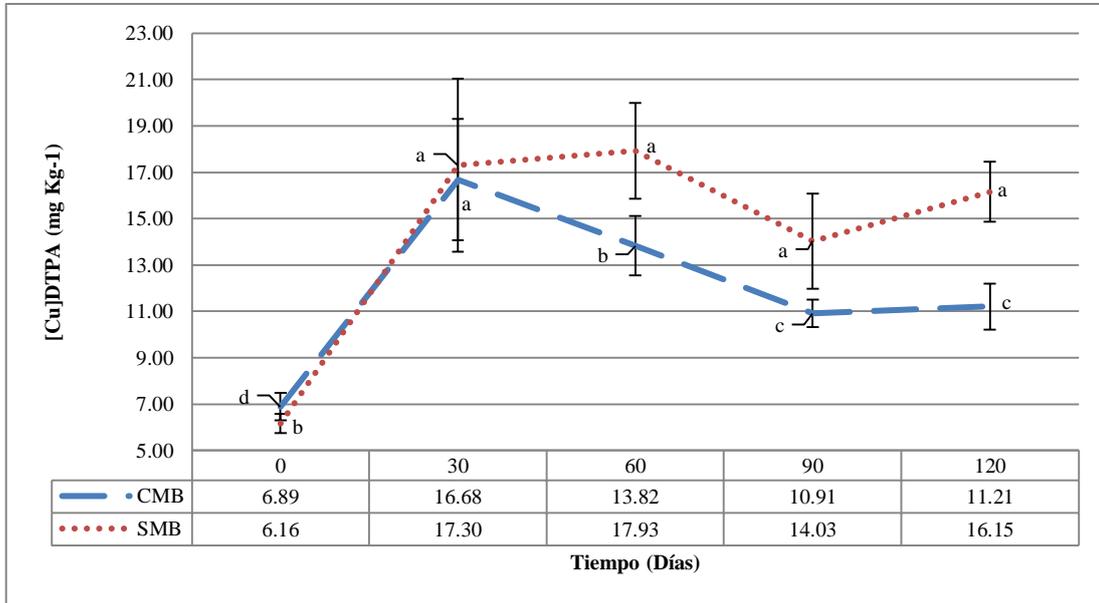


Figura 76: Concentración de cobre extraído con DTPA ([Cu]_{DTPA}) durante el proceso de compostaje en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La solubilidad en agua desionizada del Cu inicia con 2,62 y 2,25 mg.kg⁻¹ en promedio y concluye en 0,62 y 0,70 mg.kg⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 77:). Es claramente una tendencia decreciente para ambos tipos de pilas. El porcentaje de solubilidad con respecto a la concentración total en promedio al inicio fue de 2,54 y 2,97 por ciento y al final del proceso 0,72 y 0,62 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Huang *et al.* (2005) observaron similar tendencia decreciente en la solubilidad del Cu en agua desionizada para un compost a base de estiércol de cerdo durante 63 días de compostaje. Castaldi *et al.* (2006) mostraron una reducción del 100 por ciento de la concentración de Cu extraído con agua desionizada luego del compostaje de residuos sólidos municipales y residuos vegetales durante 100 días. Con respecto a este último dato para la investigación se tiene una reducción de 76,3 por ciento para las pilas inoculadas y 68,9 por ciento para las no inoculadas al día 120 del proceso de compostaje. Haroun *et al.* (2009) mostraron similar tendencia de reducción que la investigación y los autores citados.

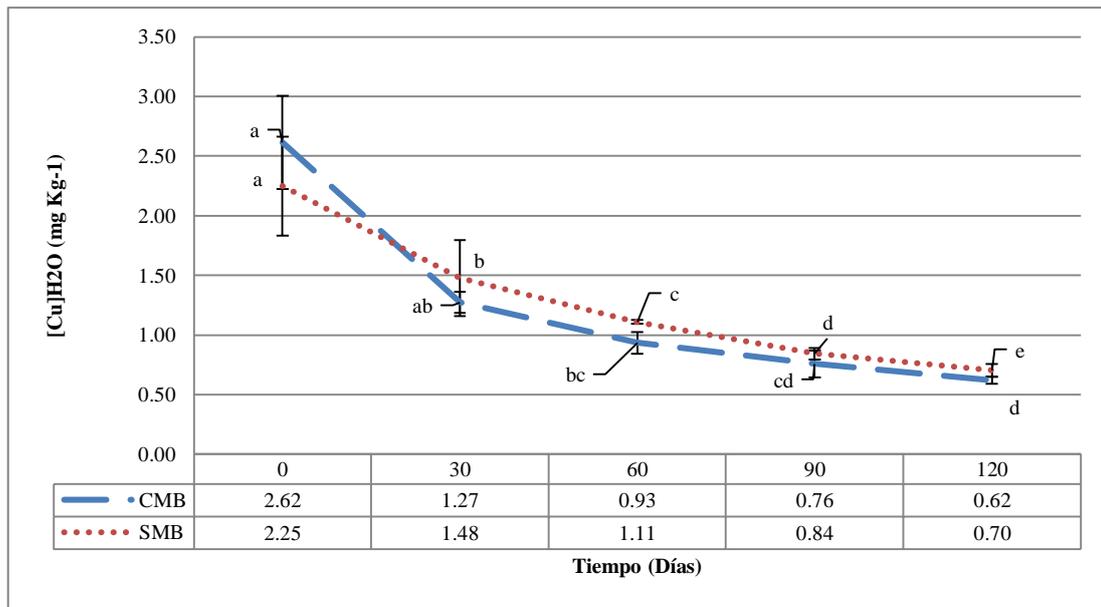


Figura 77: Concentración de cobre extraído con agua desionizada ($[Cu]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

d. Cromo (Cr)

La concentración total del Cr inicia con valores de 24,0 y 26,0 $mg \cdot kg^{-1}$ y concluye con 34,33 y 35,33 $mg \cdot kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 78:). Es decir se muestra un incremento en su concentración. Esto se puede deber principalmente al proceso de mineralización de la materia orgánica y la volatilización de ciertos elementos (Liu *et al.* 2006, Moreno & Moral 2011). Similares resultados presentaron Soobhany *et al.* (2015) durante el compostaje de estiércol vacuno, segado de césped y hojarasca, es decir un incremento de la concentración del Cr al final del proceso de compostaje (de 21,7 a 35,2 $mg \cdot kg^{-1}$).

Los valores obtenidos cumplen con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:) y la norma de Perú para abonos o fertilizantes orgánicos (1200,0 $mg \cdot kg^{-1}$) y de biosólidos de los lodos generados en las PTAR (1200,0 $mg \cdot kg^{-1}$).

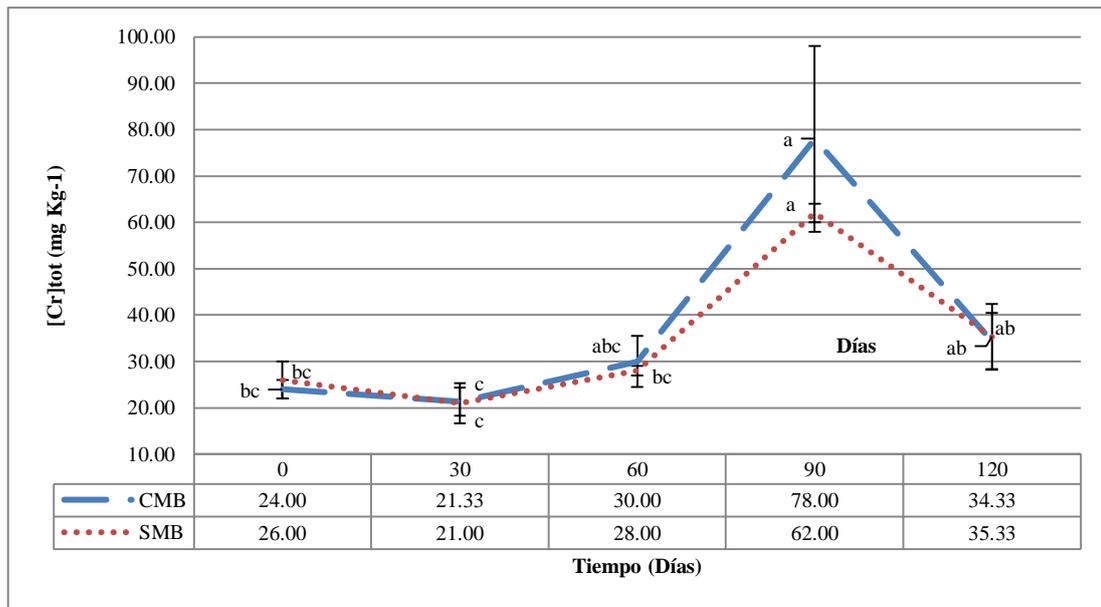


Figura 78: Concentración total de cromo ([Cr]tot) durante el proceso de compostaje en las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

El Cr extraído con DTPA mostró valores iniciales de 0,52 y 0,57 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ y concluyó con 0,35 y 0,32 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Figura 79:). Esto muestra una reducción en su concentración. No obstante que en otros momentos de la evaluación (30 y 60 días) mostró una reducción progresiva, en el día 90 mostró un incremento pero siempre inferior a los valores iniciales del proceso. Calculando sobre la base de la concentración total, el porcentaje promedio de biodisponibilidad al iniciar el proceso fue de 2,17 y 2,19 por ciento y al término 1,01 y 1,61 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Ciavatta *et al.* (1993) mostraron que el Cr extraído con el DTPA varía ligeramente su concentración al inicio de los 55 días evaluados y concluye casi similar al valor inicial.

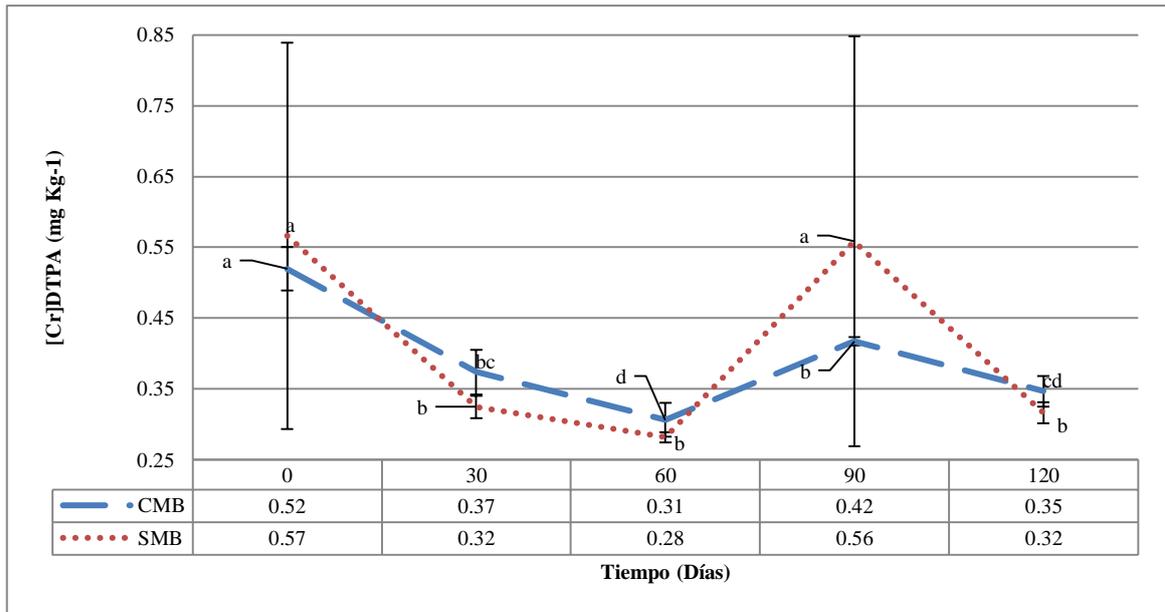


Figura 79: Concentración de cromo extraído con DTPA ($[Cr]_{DTPA}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

El Cr soluble en agua desionizada inició el proceso de compostaje con los valores de 0,36 y 0,27 $mg \cdot kg^{-1}$ para el día 0 y concluyó en el día 120 con 0,21 y 0,20 $mg \cdot kg^{-1}$ (Ver Figura 80:). Es decir una leve reducción. El porcentaje soluble con respecto a la concentración total fue al inicio de 1,5 y 1,04 por ciento y al término 0,61 y 0,57 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Ciavatta *et al.* (1993) mostraron que el Cr tiene un ligero incremento hacia el término de la evaluación (55 días), algo similar a lo observado en la pilas inoculadas y no inoculadas. Así mismo menciona el mismo autor que el Cr parece ser que tiende a insolubilizarse durante el compostaje y que el Cr liberado de la materia orgánica en suelos neutros o alcalinos precipitará en formas insolubles por lo cual no será adsorbido por la plantas.

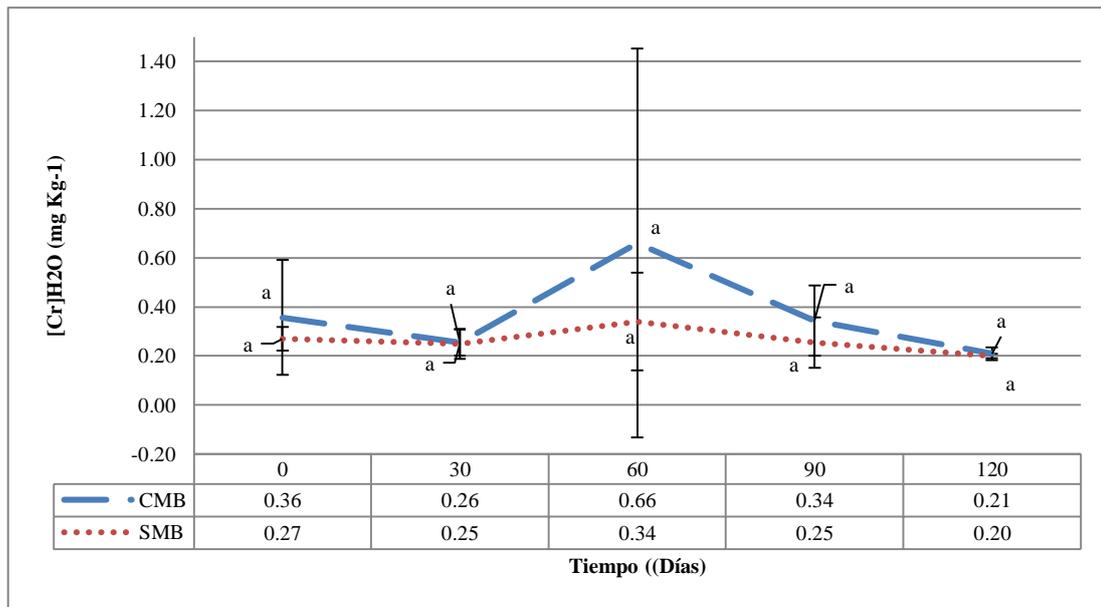


Figura 80: Concentración de cromo extraído con agua desionizada ($[Cr]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

e. Mercurio (Hg)

La concentración total de Hg inicia con los valores de 0,29 y 0,28 $mg.kg^{-1}$ y concluye con 0,39 y 0,38 $mg.kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 81:). Como se aprecia en el gráfico y los resultados mencionados existe un tendencia incremental, esto se puede deber a la mineralización de la materia orgánica y la volatilización de ciertos elementos como el carbono como dióxido de carbono, diferentes formas de nitrógeno y agua (Moreno & Moral 2011). Este incremento también fue observado en el balance de masas (numeral 3.2.2) a partir del análisis de los materiales crudos dejados como blancos. Los valores promedio al final del proceso cumplen con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:) y la norma de Perú para abonos o fertilizantes orgánicos ($17,0 mg.kg^{-1}$) y de biosólidos de los lodos generados en las PTAR ($17 mg.kg^{-1}$).

Usando como referencia la norma de Austria como cantidades máximas de aplicación (Cuadro 11:) para compost tipo A (agricultura y paisajismo) y la aplicación para paisajismo y cobertura de rellenos sanitarios (menor a $400 t.ha^{-1}$) para una capa arable de 0,1 m, una densidad aparente de $1,3 t.m^{-3}$, el valor promedio final de Hg ($0,38 mg.kg^{-1}$) y que no existe Hg en el suelo. Se obtiene que la concentración de Hg en el suelo, después de la aplicación

del compost (399 t.ha⁻¹), sería 0,12 mg.kg⁻¹ el cual es menor al exigido por la norma de Perú (Cuadro 5:) para suelo agrícola (6,6 mg.kg⁻¹).

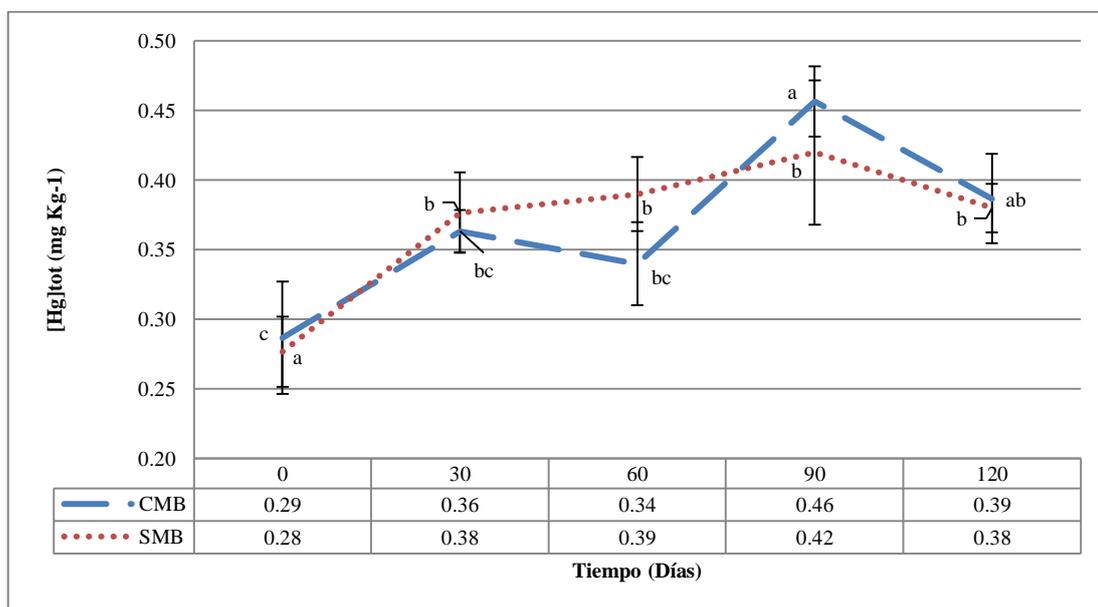


Figura 81: Concentración total de mercurio ([Hg]tot) durante el compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

De la concentración de Hg extraída con DTPA tenemos en promedio al inicio del proceso valores de 0,006 y 0,007 mg.kg⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente y al finalizar el mismo 0,001 mg.kg⁻¹ para ambos tipos de pilas (Figura 82:), es decir muestran una reducción. El porcentaje biodisponible, considerando la concentración total, en promedio al inicio fue de 2,07 y 2,5 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente y al término 0,26 por ciento para ambos tipos de pilas.

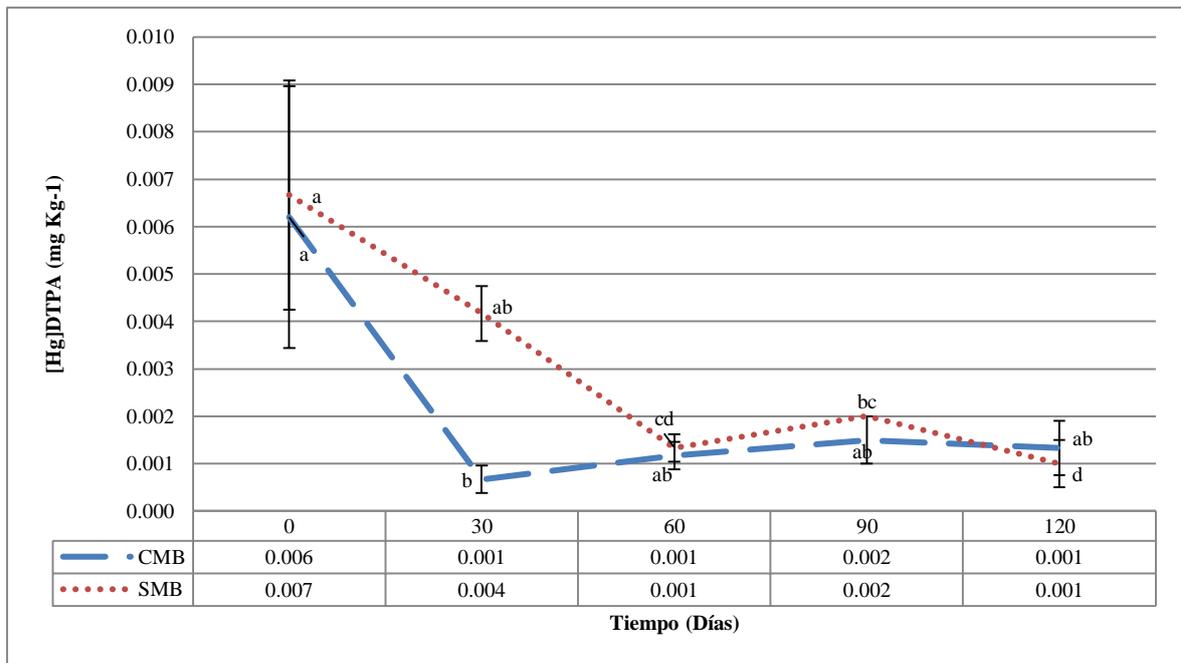


Figura 82: Concentración de mercurio extraído con DTPA ($[Hg]_{DTPA}$) durante el compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de Hg soluble en agua desionizada inició con valores de 0,008 y 0,005 $mg.kg^{-1}$ para pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente y concluyó con 0,002 $mg.kg^{-1}$ para ambos tipos de pilas, es decir una clara reducción (Figura 83:). En porcentaje, con respecto a la concentración total, se tiene en promedio para el inicio del proceso 2,76 y 1,79 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente y al término del proceso 0,51 y 0,52 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente.

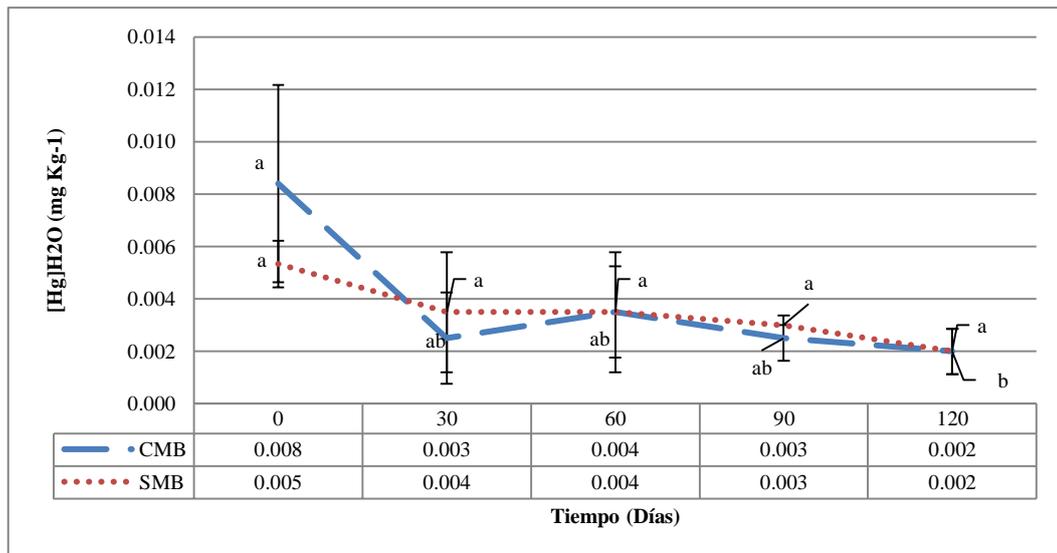


Figura 83: Concentración de mercurio extraído con agua desionizada ($[Hg]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje de pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

f. Molibdeno (Mo)

La concentración total del Mo inició el proceso con los valores promedio de 5,08 y 4,79 $mg.kg^{-1}$ (día 0) y término el proceso (día 120) 2,86 y 3,23 $mg.kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 84:). Esto valores son ligeramente mayores a lo encontrado por Bożym & Rajmund (2014) en el compost de depuradora con restos del segado de pastos y polvo de aserrín (2,18 $mg.kg^{-1}$).

A excepción del día 90 la tendencia fue a la reducción de la concentración durante el proceso de compostaje. Similar tendencia fue observada en el balance de masas (3.2.2) a partir de los análisis de los materiales crudos dejados como blancos. El valor final promedio del compost para ambos tipos de pilas, comparando con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:), no cumple para la norma de la Comunidad Europea de etiquetado ecológico (2,0 $mg.kg^{-1}$).

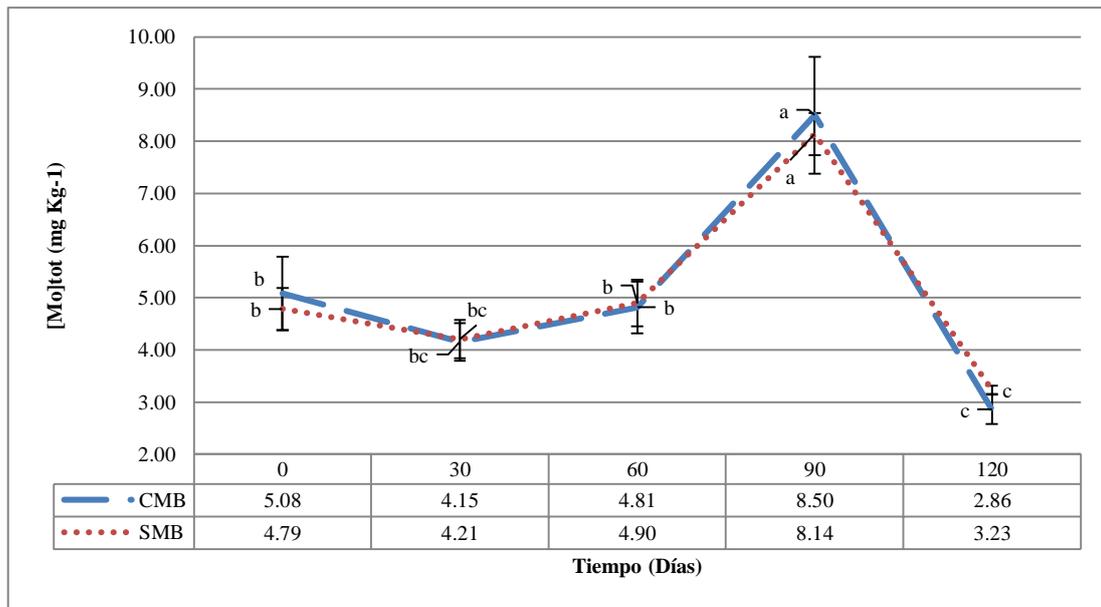


Figura 84: Concentración total de molibdeno ([Mo]tot) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de Mo extraído con DTPA inició con los valores de 0,082 y 0,145 mg.kg⁻¹ y concluyó el proceso con 0,372 y 0,409 mg.kg⁻¹ para pilas inoculadas y no inoculadas (Figura 85:). La tendencia fue al incremento en todo el proceso. El porcentaje promedio biodisponible al inicio del proceso fue 1,61 y 3,03 por ciento y al término 13,01 y 12,66 por ciento para pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Según Bożym *et al.* (2014) existe una relación marcada entre el Mo y el pH con una mayor movilidad en medios básicos y alcalinos.

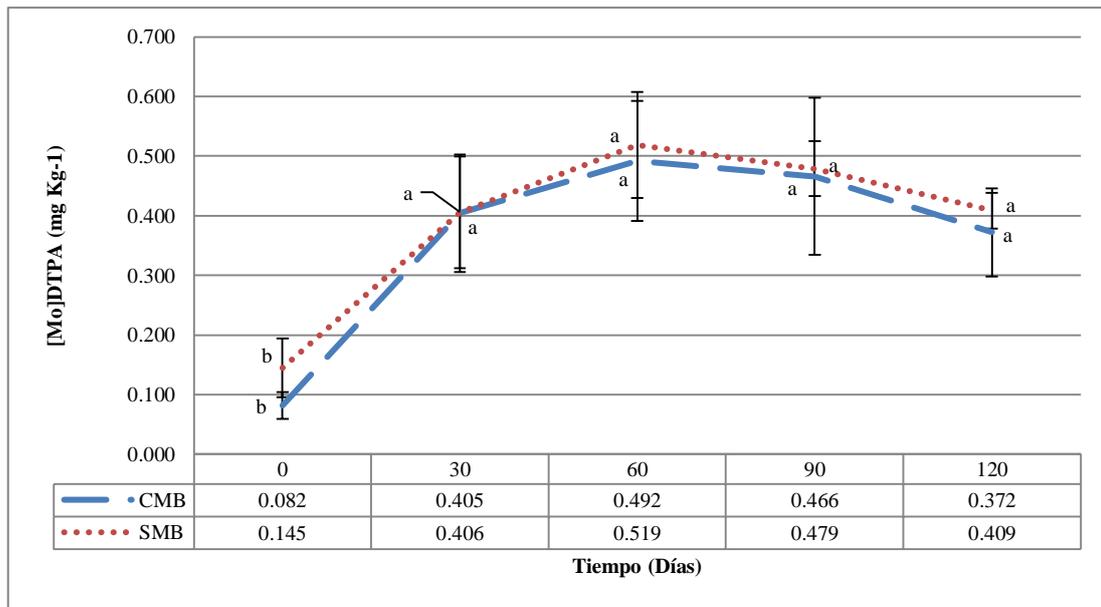


Figura 85: Concentración de Molibdeno extraído con DTPA ($[Mo]_{DTPA}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración soluble promedio de Mo en agua desionizada al inicio del proceso fue de 0,485 y 0,522 $mg.kg^{-1}$ y al término del proceso fue de 0,711 y 0,741 $mg.kg^{-1}$ para pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 86:), es decir un incremento significativo. El porcentaje soluble en promedio al inicio fue de 9,54 y 10,89 por ciento y al término 24,86 y 22,94 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Según Bożym *et al.* (2014) existe una relación marcada entre el Mo y el pH con una mayor movilidad en medios básicos y alcalinos.

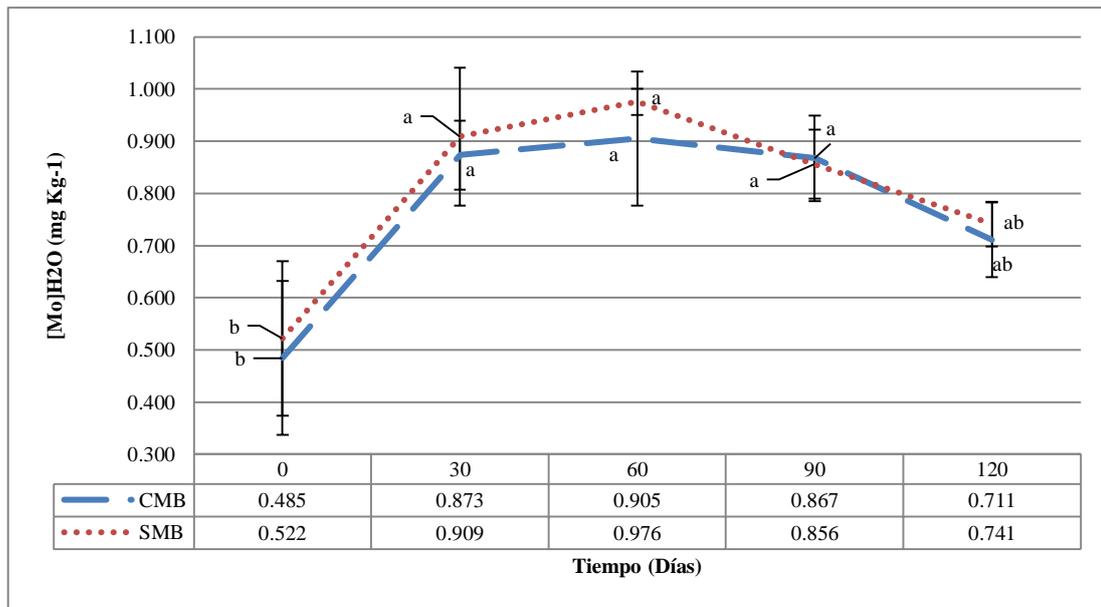


Figura 86: Concentración de molibdeno extraído con agua desionizada ($[Mo]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

g. Níquel (Ni)

La concentración total promedio del Ni al inicio del proceso fue de 7,77 y 7,00 $mg.kg^{-1}$ y al término del proceso fue de 13,83 y 14,37 $mg.kg^{-1}$ (Figura 87:). Es decir un incremento significativo aproximadamente el doble de lo presentado inicialmente. Este incremento se puede deber a la mineralización de la materia orgánica y la volatilización de elementos como el carbono, nitrógeno y agua (Liu *et al.* 2006, Moreno & Moral 2011). Similar tendencia presentaron Soobhany *et al.* (2015) durante el compostaje de estiércol vacuno, segado de césped y hojarasca, es decir un incremento de la concentración del Ni al final del proceso de compostaje (de 16,5 a 53,2 $mg.kg^{-1}$). Este incremento también fue observado en el balance de masas (numeral 3.2.2) a partir de los análisis en los materiales crudos dejados como blancos.

Los valores finales promedio obtenidos cumplen con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:) y la norma de Perú para abonos o fertilizantes orgánicos (420,0 $mg.kg^{-1}$) y de biosólidos de los lodos generados en las PTAR (400 $mg.kg^{-1}$).

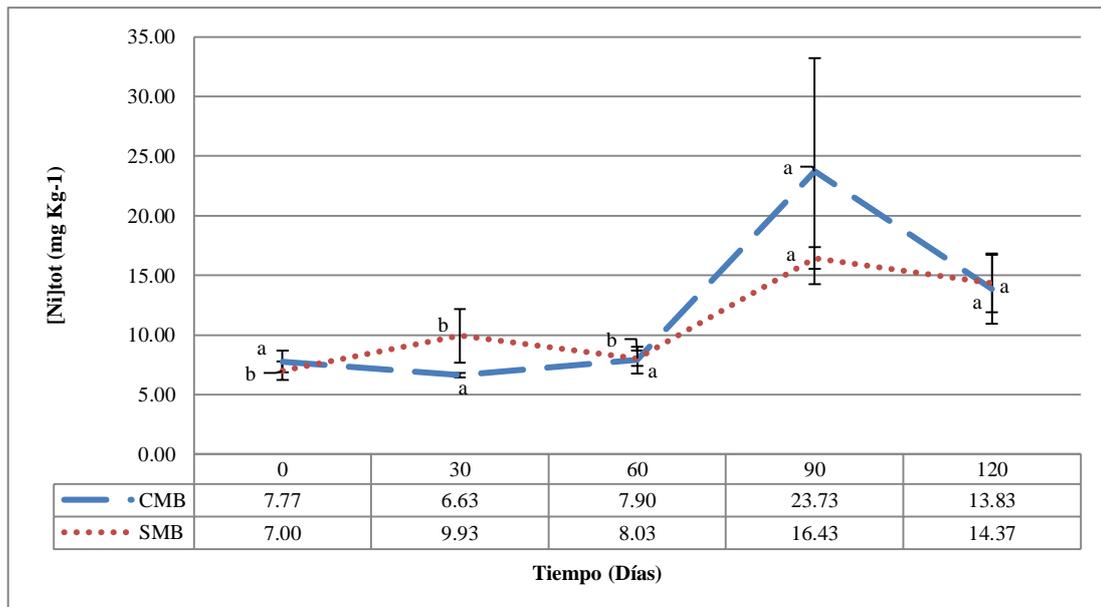


Figura 87: Concentración total de níquel ([Ni]tot) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración promedio del Ni extraído con DTPA al inicio del proceso fue de 1,03 y 0,6 mg.kg⁻¹ y terminó con 0,33 y 0,37 mg.kg⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 88:). El porcentaje de biodisponibilidad, considerando la concentración total, al inicio del proceso fue de 13,25 y 8,57 por ciento y al término fue de 2,39 y 2,57 por ciento. Es significativa la reducción de la biodisponibilidad del Ni. Ciavatta *et al.* (1993) mostraron resultados con tendencia contraria a lo evaluado, es decir, con un incremento de la concentración del Ni durante los 55 días de evaluación del compostaje.

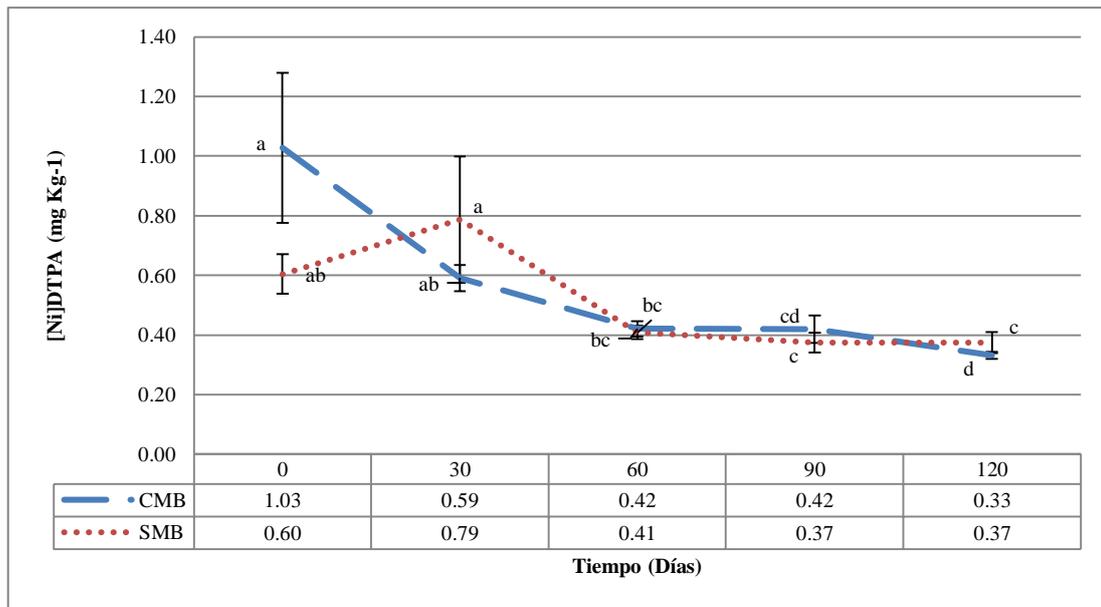


Figura 88: Concentración de Níquel extraído con DTPA ($[Ni]_{DTPA}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La solubilidad promedio del Ni en agua desionizada al inicio del proceso contó con valores de 0,268 y 0,2 $mg.kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas y al término 0,09 $mg.kg^{-1}$ para ambos tipos de pilas (Figura 89:), es decir un clara reducción que acompañó todo el proceso. El porcentaje de solubilidad, con respecto a la concentración total, al inicio del proceso fue de 3,45 y 2,86 por ciento y al término fue 0,65 y 0,63 por ciento para pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Ciavatta *et al.* (1993) mostraron más bien un incremento en la concentración de Ni soluble durante los 55 días de evaluación.

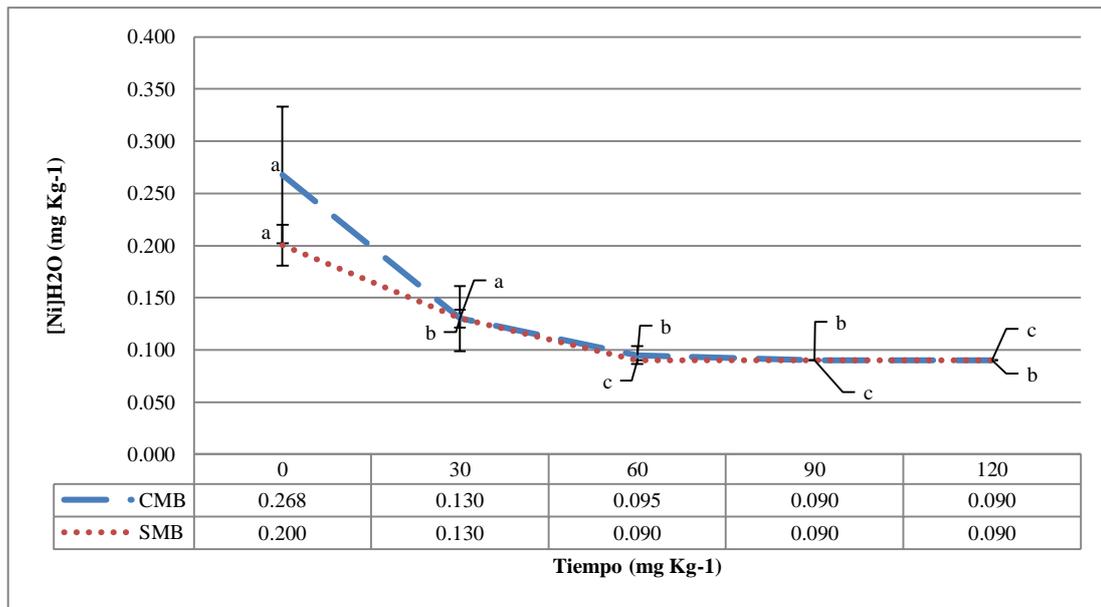


Figura 89: Concentración de níquel extraído con agua desionizada ($[Ni]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje de las pilas **CMB** y **SMB**.

Fuente: Elaboración propia.

h. Plomo (Pb)

La concentración total promedio de Pb al inicio del proceso presentó valores de 47,63 y 57,33 $mg.kg^{-1}$ y al término 71,20 y 73,23 $mg.kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas. Como se observa en la Figura 90:, la tendencia ha sido creciente. Esto se puede deber a la mineralización de la materia orgánica y a la volatilización de algunos compuestos que han generado una reducción de las masas de las pilas (Liu *et al.* 2006, Moreno & Moral 2011, Hanc *et al.* 2014). Los valores promedio finales, en comparación con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:), no cumplen solo con la norma de Austria para Agricultura orgánica, compost clase A+ (45,0 $mg.kg^{-1}$) y cumple con la norma de Perú para abonos o fertilizantes orgánicos (300,0 $mg.kg^{-1}$).

Usando como referencia la norma de Austria como cantidades máximas de aplicación (Cuadro 11:) para compost tipo A (agricultura y paisajismo) y la aplicación para paisajismo y cobertura de rellenos sanitarios (menor a 400 $t.ha^{-1}$) para una capa arable de 0,1 m, una densidad aparente de 1,3 $t.m^{-3}$, el valor promedio final de Pb para pilas no inoculadas (73,23 $mg.kg^{-1}$) y que no existe Pb en el suelo. Se obtiene que la concentración de Pb en el suelo, después de la enmienda con compost (399 $t.ha^{-1}$), sería 22,48 $mg.kg^{-1}$ el cual es menor al exigido por la norma de Perú (Cuadro 5:) para suelo agrícola (70 $mg.kg^{-1}$).

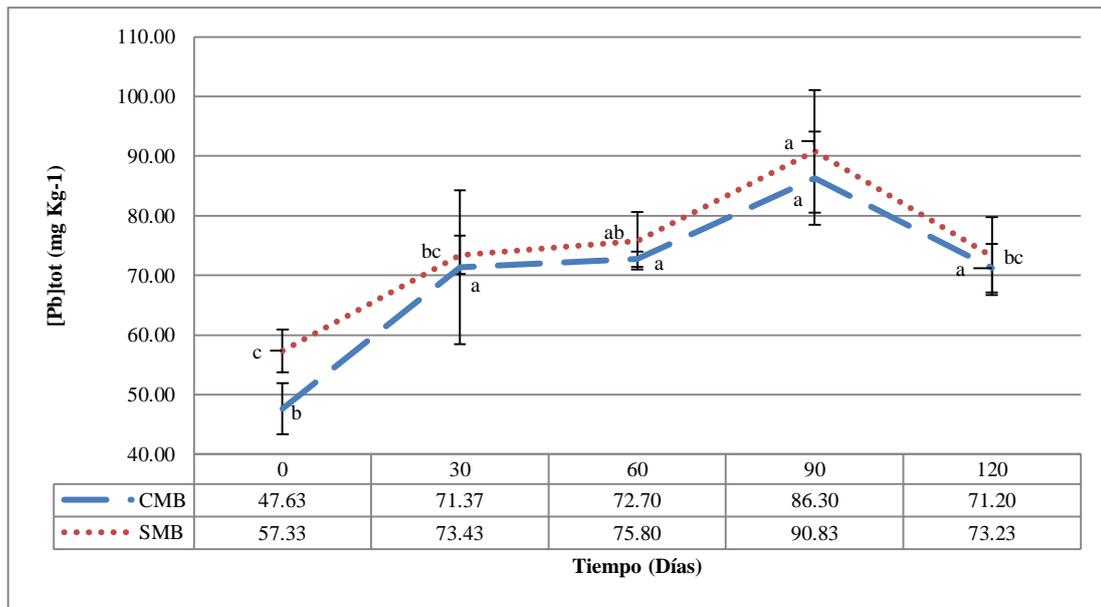


Figura 90: Concentración total de plomo ([Pb]tot) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La extracción de Pb con DTPA ha presentado valores promedio al inicio del proceso (día 0) de 24,32 y 26,93 mg.kg⁻¹ y al finalizar (día 120) 24,51 y 27,21 mg.kg⁻¹ (Figura 91:). Esto muestra un ligero incremento en su concentración. El porcentaje de biodisponibilidad, sobre la concentración total, al inicio del proceso fue de 51,06 y 46,97 por ciento y al término fue de 34,42 y 37,11 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas. Si bien se incrementó ligeramente la biodisponibilidad en términos de concentración en porcentaje sobre el total de la concentración más bien se redujo. Ciavatta *et al.* (1993) mostraron una tendencia similar, incremento, de la concentración del Pb extraído con DTPA durante los 55 días de registro del proceso de compostaje de residuos sólidos municipales en Italia.

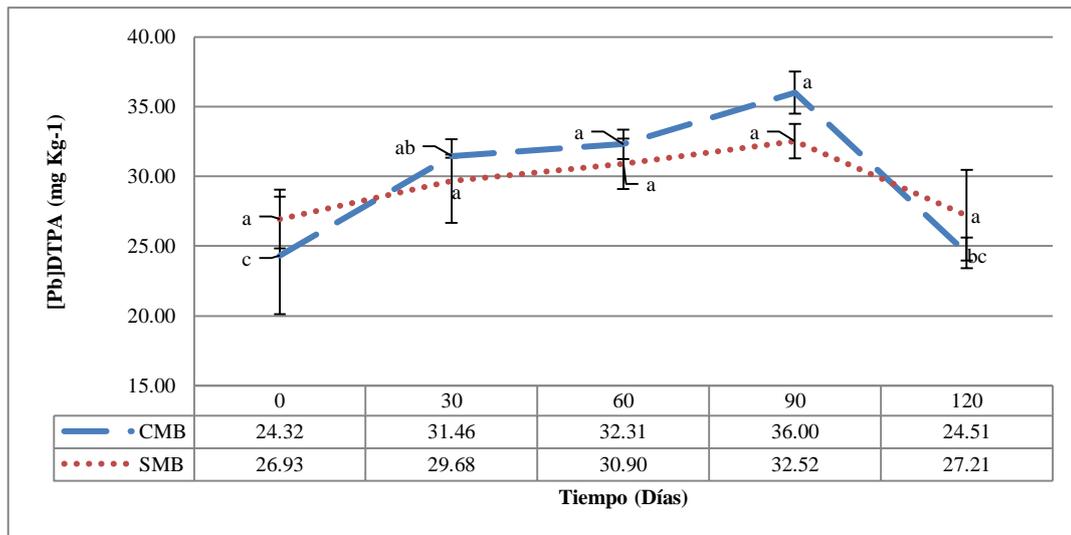


Figura 91: Concentración de plomo extraído con DTPA ($[Pb]_{DTPA}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración promedio de Pb soluble con agua desionizada al inicio del proceso presentó como valores 0,719 y 0,547 $mg.kg^{-1}$ y al término del proceso 0,260 y 0,285 $mg.kg^{-1}$ (Figura 92:). Esto muestra una clara reducción, la cual puede observarse a lo largo del proceso. En cuanto al porcentaje de Pb soluble con respecto a la concentración total tenemos en promedio 1,51 y 0,95 por ciento y al término 0,37 y 0,39 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente, reafirmando la reducción expuesta también en la concentración. A diferencia de lo observado Ciavatta *et al.* (1993) mostraron un ligero incremento de la concentración del Pb soluble en agua desionizada durante los 55 días del compostaje de residuos sólidos municipales en Italia. Castaldi *et al.* (2006) mostraron una reducción de 95 por ciento de la concentración del Pb extraído con agua desionizada luego del compostaje de residuos sólidos municipales y residuos vegetales durante 100 días. Con respecto a este último dato en la investigación se tiene una reducción de 63,8 por ciento para las pilas inoculadas y 47,9 por ciento para las pilas no inoculadas a los 120 días de compostaje.

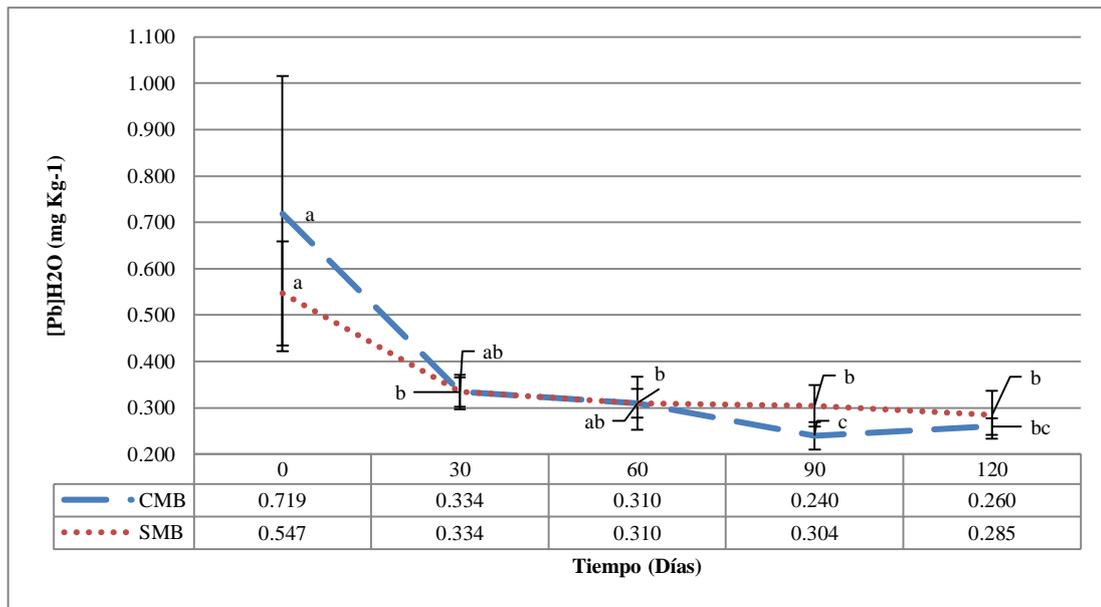


Figura 92: Concentración de plomo extraído con agua desionizada ($[Pb]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

i. Selenio (Se)

La concentración total de Se se inicia con 0,65 y 0,79 $mg \cdot kg^{-1}$ y concluye con 1,38 y 1,55 $mg \cdot kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 93:). Se observa un incremento en la concentración la cual muestra una tendencia creciente durante el proceso de compostaje. Este incremento de porcentaje se puede deber a la mineralización de la materia orgánica, la volatilización de elementos como el carbono y nitrógeno y la pérdida de humedad que generan una reducción de la masa de las pilas de compostaje (Moreno & Moral 2011). Los valores promedio finales, comparando con la normatividad internacional seleccionada, no cumple con el valor de la norma de Europa para etiquetado ecológico en el caso de las pilas no inoculadas ($1,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

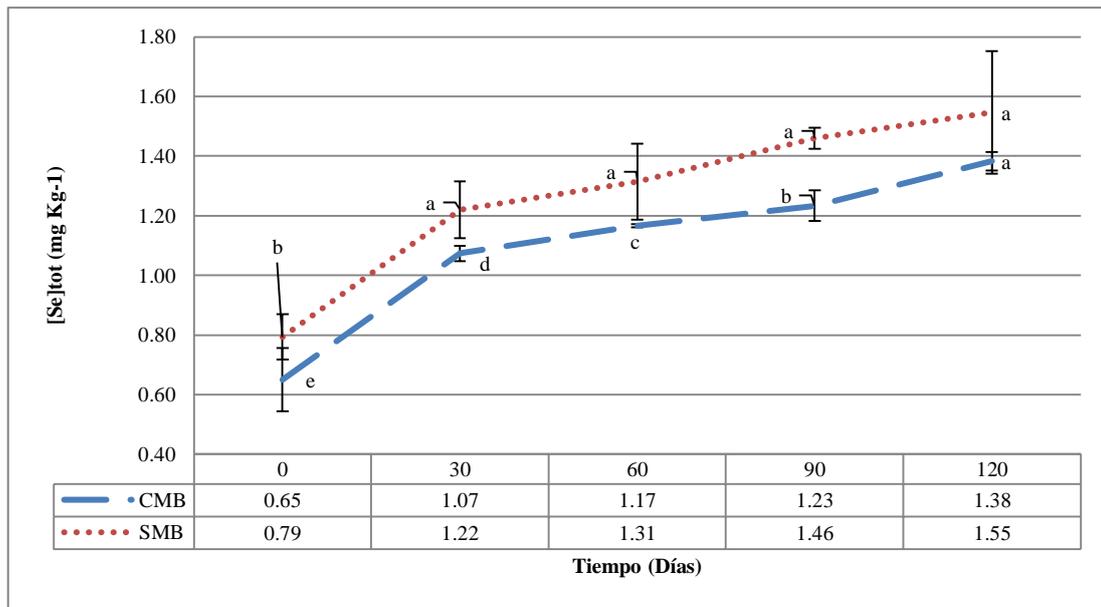


Figura 93: Concentración total de selenio ([Se]tot) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de Se extraído con DTPA al inicio del proceso presentó valores de 0,1313 y 0,1243 mg.kg^{-1} y al término del proceso de 0,0713 y 0,0713 mg.kg^{-1} (Figura 94:). Calculando el porcentaje de Se biodisponible sobre la base de la concentración total tenemos que al inicio del proceso (día 0) se obtuvieron valores promedio de 20,2 y 15,73 por ciento y en el término del proceso (día 120) 5,16 y 4,6 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente.

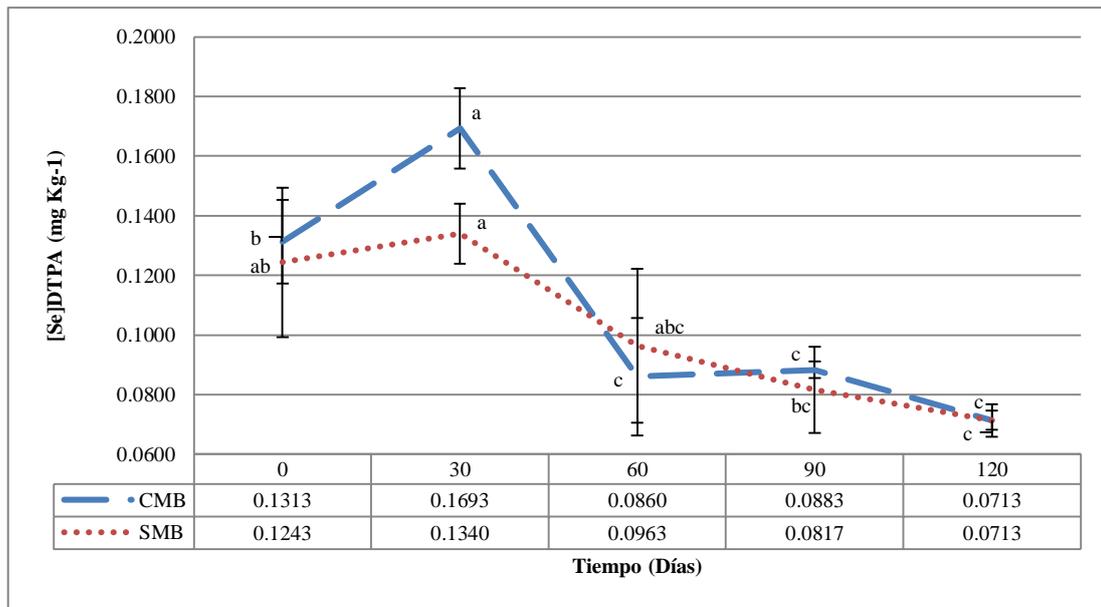


Figura 94: Concentración de selenio extraído con DTPA ($[Se]_{DTPA}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración promedio de Se extraído con agua desionizada se inició con valores de 0,604 y 0,566 $mg \cdot kg^{-1}$ y concluyó con 0,435 y 0,359 $mg \cdot kg^{-1}$ (Figura 95:). Lo cual muestra una reducción de su concentración. Los valores de porcentaje de solubilidad sobre la concentración total fueron para el inicio del proceso 92,92 y 71,64 por ciento y al término 31,52 y 23,16 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas mostrando una reducción de su solubilidad.

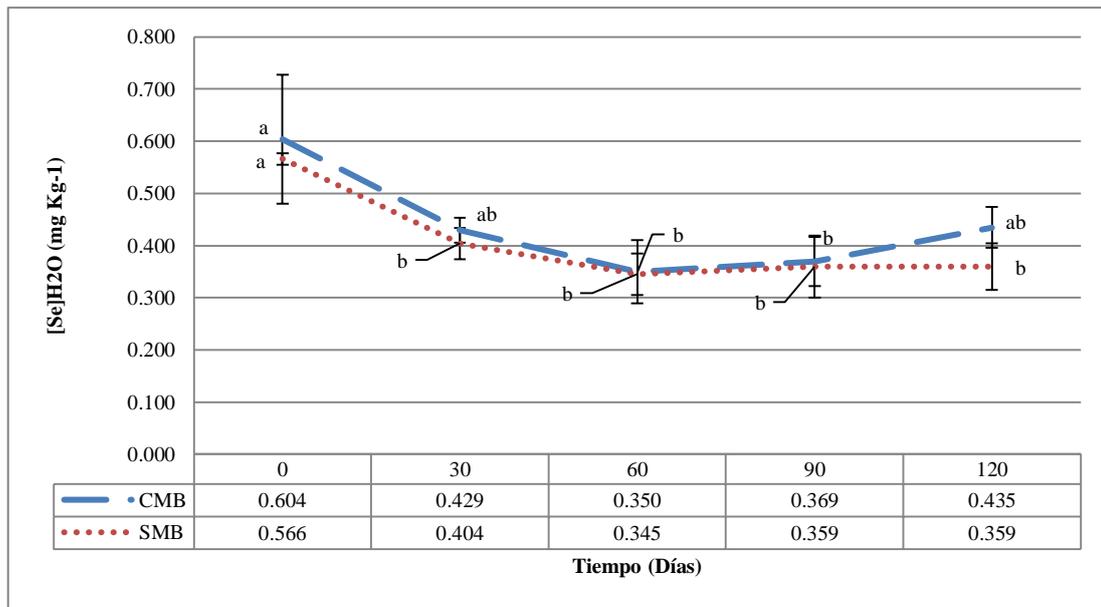


Figura 95: Concentración de selenio extraído con agua desionizada ($[Se]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

j. Zinc (Zn)

La concentración promedio total de Zn se inició con 258,67 y 318,67 $mg \cdot kg^{-1}$ y concluyó con 404,33 y 466,00 $mg \cdot kg^{-1}$ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 96:). Se evidencia un crecimiento de la concentración del Zn, la cual es observable durante el proceso de compostaje. Esto se puede deber, similar a los otros metales pesados y elementos traza de interés analizados, a la mineralización de la materia orgánica y la volatilización de ciertos elementos (carbonatados, nitrogenados y agua) lo que genera una reducción de la masa de las pilas de compostaje (Liu *et al.* 2006, Villar *et al.* 2010, Moreno & Moral 2011, Hanc *et al.*, 2014). Similar tendencia presentaron Soobhany *et al.* (2015) durante el compostaje de estiércol vacuno, segado de césped y hojarasca, es decir un incremento de la concentración del Zn al final del proceso de compostaje (de 294,1 a 326,2 $mg \cdot kg^{-1}$). Este incremento también fue observado por Huang *et al.* (2005).

Comparando los valores finales, con la normatividad internacional seleccionada (Cuadro 3:), no cumple con la norma de Chile para Compost Clase A (200,00 $mg \cdot kg^{-1}$), la norma de Brasil para producción vegetal ecológica (200,00 $mg \cdot kg^{-1}$), la norma de Austria para Agricultura orgánica (200,00 $mg \cdot kg^{-1}$) y el etiquetado ecológico para Europa

(300,00 mg.kg⁻¹). Pero si cumple con la norma de Perú (VIVIENDA 2017) de biosólidos de los lodos generados en las PTAR (150 mg.kg⁻¹).

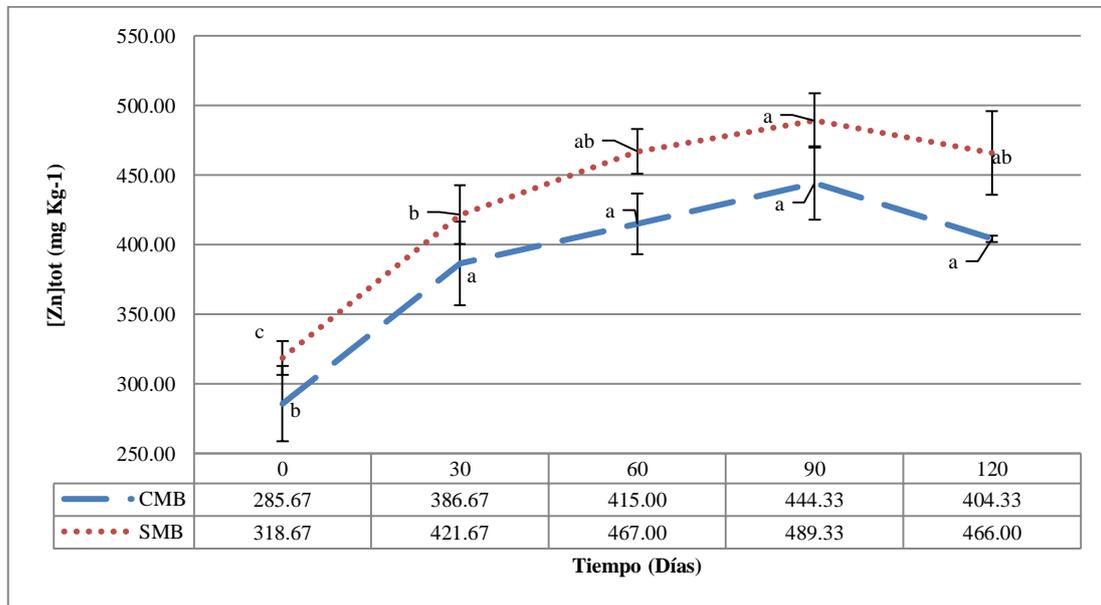


Figura 96: Concentración total de Zinc ([Zn]tot) durante el proceso de compostaje de las pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración promedio de Zn extraído con DTPA inicia con los valores 83,32 y 85,14 mg.kg⁻¹ y concluye con 91,60 y 118,95 mg.kg⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente (Figura 97:). Se observa que existe un crecimiento en la concentración. En la estimación del porcentaje biodisponible con respecto a la concentración total tenemos al inicio del proceso valores de 29,17 y 26,72 por ciento y finalizando el proceso de compostaje 22,65 y 25,53 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. No obstante que se observa un incremento en la concentración biodisponible su porcentaje muestra una reducción leve.

De acuerdo al análisis estadístico (LSD Fisher) se muestra una diferencia significativamente menor ($p < 0.05$) para la pila inoculada en el día 120 y la pila no inoculada para el mismo día.

Ciavatta *et al.* (1993) mostraron una tendencia similar en la concentración de Zn con DTPA durante el compostaje de residuos sólidos domiciliarios durante 55 días de evaluación.

Huang *et al.* (2005) observaron una tendencia diferente, es decir una reducción de la concentración durante 63 días de evaluación del compostaje de estiércol de cerdo y polvo de aserrín, se observó que la concentración de Zn extraído con DTPA pasó de 119,85 a 94,9 mg.kg⁻¹.

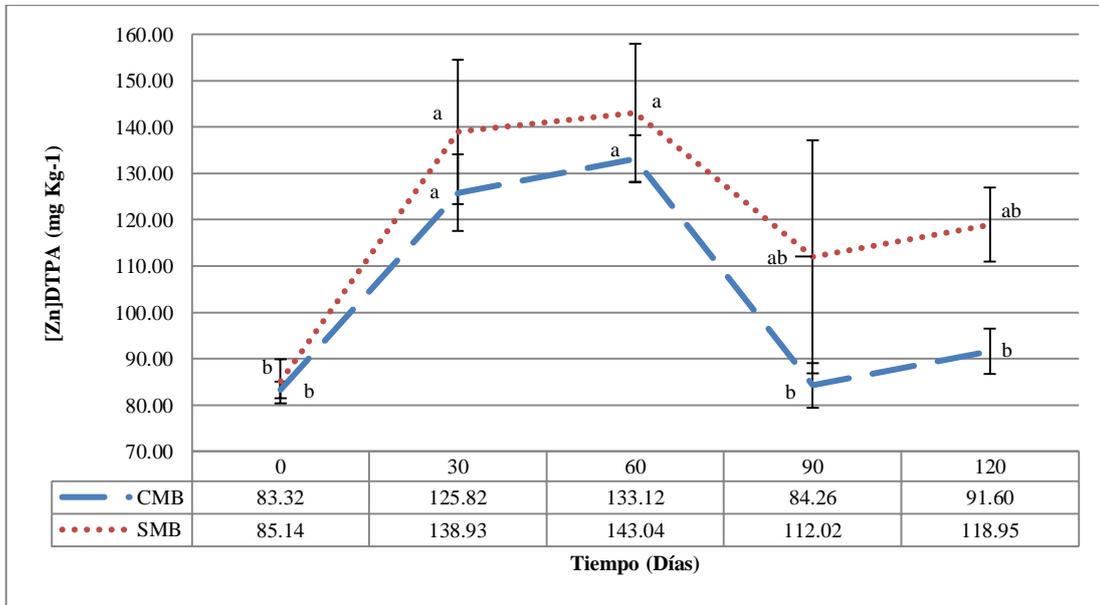


Figura 97: Concentración de Zinc extraído con DTPA ([Zn]_{DTPA}) durante el proceso de compostaje de pilas CMB y SMB.

Fuente: Elaboración propia.

Al inicio del proceso la concentración soluble de Zn presentó valores de 4,764 y 3,933 mg.kg⁻¹ y al final 1,689 y 1,852 mg.kg⁻¹ para las pilas inoculadas y no inoculadas (Figura 98:). Es decir una reducción de su valor. En porcentaje observamos al inicio valores de 1,67 y 1,23 por ciento y finalizando el proceso con valores de 0,42 y 0,4 por ciento para las pilas inoculadas y no inoculadas respectivamente. Esto último muestra una clara reducción de la solubilidad del Zn durante el proceso de compostaje. Una tendencia similar encontraron Kumar *et al.* (2011) con un contenido, al final del proceso, de Zn soluble en agua desionizada de 0,44 mg kg⁻¹ correspondiendo 0,43 por ciento de la concentración total. Castaldi *et al.* (1993) y Huang *et al.* (2005) mostraron una tendencia similar, es decir una reducción pero muy leve. Castaldi *et al.* (2006) reportaron una reducción de 60 por ciento de la concentración de Zn extraído con agua desionizada luego del compostaje de residuos sólidos municipales y residuos vegetales durante 100 días. Con respecto a este último dato

se tiene para la presente investigación una reducción de 64,5 por ciento para las pilas inoculadas y 52,9 por ciento para las no inoculadas.

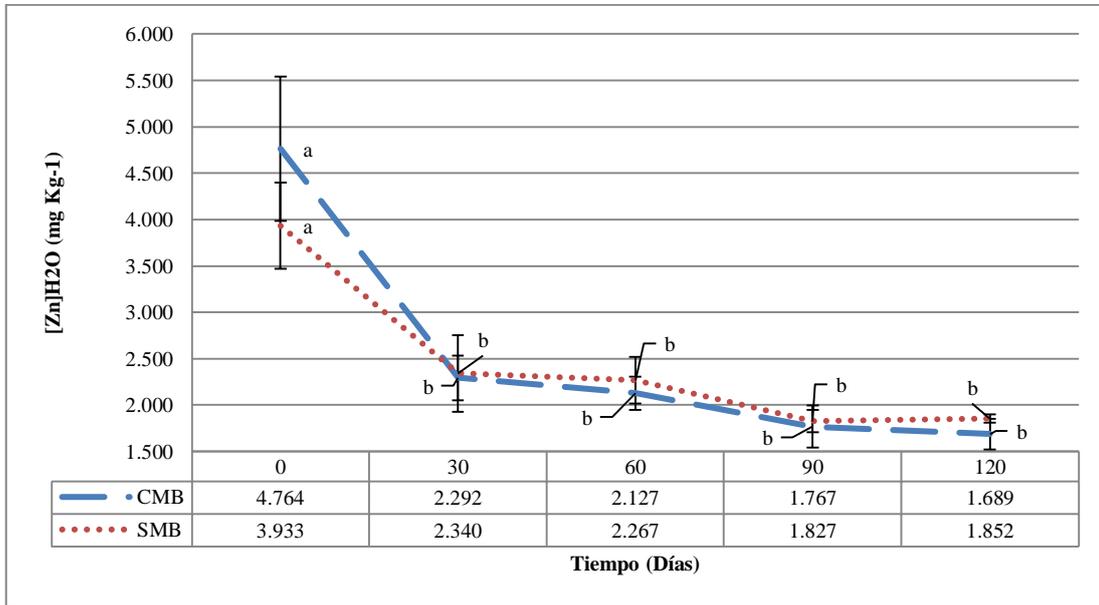


Figura 98: Concentración de Zinc extraído con agua desionizada ($[Zn]_{H_2O}$) durante el proceso de compostaje de las pilas **CMB** y **SMB**.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Análisis estadístico de las variables primarias y secundarias de la etapa de evaluación

a. Correlación de Variables

Sobre la base de aquellas variables que tuvieron significancia (p -valor < 0,05) en la correlación de Pearson con un valor de coeficiente superior al 0,5 y no mostraron diferencias entre sus factoriales (inoculación y no inoculación) se observó que para los elementos Cu, Ni, Zn, Cd, Pb, Se y Hg extraídos con agua cuentan con una correlación negativa importante con la fracción de ácidos húmicos (Cuadro 31:). Lo propio acontece con el Se, Ni y Hg extraído con ácido pentético. Es importante anotar que en el caso del Ni y Hg si mostraron diferencias entre la inoculación y no inoculación pero estas fueron poco significativas por eso que se agruparon para la correlación. Lo contrario acontece con el Mo extraído con ácido pentético que muestra una correlación positiva con la fracción de ácidos húmicos y en la concentración total del Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, Zn y Se. Castaldi *et al.* (2006) encontraron una correlación de -0,95; -0,95; -0,92 y -0,90 ($p < 0,01$) entre el Pb, Cd, Zn y Cu extraído con

agua desionizada respectivamente y los AH en 100 días de compostaje de residuos sólidos municipales en Italia, valores superiores a los encontrados en el presente investigación, pero que confirman la afinidad entre estas dos variables para estos elementos.

Cuadro 31: Valores de la Correlación de Pearson entre variables primarias y los AH con significancia sin influencia del factorial inoculación

Variable primaria (mg.kg ⁻¹)	Variable secundaria fisisicoquímica (%)	n	Pearson	p-valor
[Cu] _{H2O}	AH	30	-0,8410	5,94E-09
[Se] _{DTPA}	AH	30	-0,8382	7,45E-09
[Ni] _{DTPA}	AH	30	-0,7680	7,26E-07
[Ni] _{H2O}	AH	30	-0,7550	1,43E-06
[Zn] _{H2O}	AH	30	-0,7377	3,29E-06
[Cd] _{H2O}	AH	30	-0,6705	5,04E-05
[Hg] _{DTPA}	AH	30	-0,6615	6,88E-05
[Pb] _{H2O}	AH	30	-0,6269	2,10E-04
[Se] _{H2O}	AH	30	-0,6266	2,12E-04
[Hg] _{H2O}	AH	30	-0,5201	3,22E-03
[Cd] _{tot}	AH	30	0,5176	3,40E-03
[Cr] _{tot}	AH	30	0,5788	8,06E-04
[Ni] _{tot}	AH	30	0,5864	6,61E-04
[Mo] _{DTPA}	AH	30	0,6223	2,41E-04
[Pb] _{tot}	AH	30	0,6254	2,19E-04
[Hg] _{tot}	AH	30	0,6633	6,47E-05
[Zn] _{tot}	AH	30	0,7385	3,18E-06
[Se] _{tot}	AH	30	0,8024	9,65E-08

Fuente: Elaboración propia, []_{tot}: Concentración total; []_{DTPA}: Concentración extraída con el ácido pentético; []_{H2O}: Concentración extraída con agua desionizada; AH: Fracción de ácidos húmicos.

b. Análisis de Ordenación no Restringida con Examen de Componentes Principales

Las variables C/N y M.O. (%) están muy correlacionadas, así como Da (g.cm⁻³) con el [Cr]_{Tot}(mg.kg⁻¹); las variables con una correlación negativa: [Zn]_{DTPA} (mg.kg⁻¹) y AF(%). En la mayoría de los casos no se ve el efecto de añadir microorganismo afecte a los resultados respecto al tiempo. En la mayoría de los casos los puntos son cercanos. Respeto al tiempo, es notable una diferencia, por ejemplo 30 y 90 son muy diferentes, también 0 respecto a 120,

90 y 60. Las variables C/N, M.O. (%) y [Se]_{DTPA} (mg.kg⁻¹) están más relacionados a los tiempos: 0 y 30 (especialmente CMB-30). Las variables Da (g.cm⁻³) con el [Cr]Tot (mg.kg⁻¹) están relacionados a los tiempos 90 y 120; las variables [Zn]_{DTPA} (mg.kg⁻¹) y [Cu]_{DTPA} (mg.kg⁻¹) están más relacionados al tiempo 60 (Ver Figura 99:). Si bien no se muestra una influencia significativa entre la inoculación y no inoculación de los microorganismos benéficos, que se apreció en el análisis del factorial (véase Anexo 1), si se aprecia una diferenciación marcada entre los tratamientos o tiempos de compostaje sobre todo entre el tiempo inicial (0 días) y el tiempo final (120 días) lo cual fue inicialmente analizado mediante el análisis de ANOVA y Kruskal Wallis (véase Anexo 1).

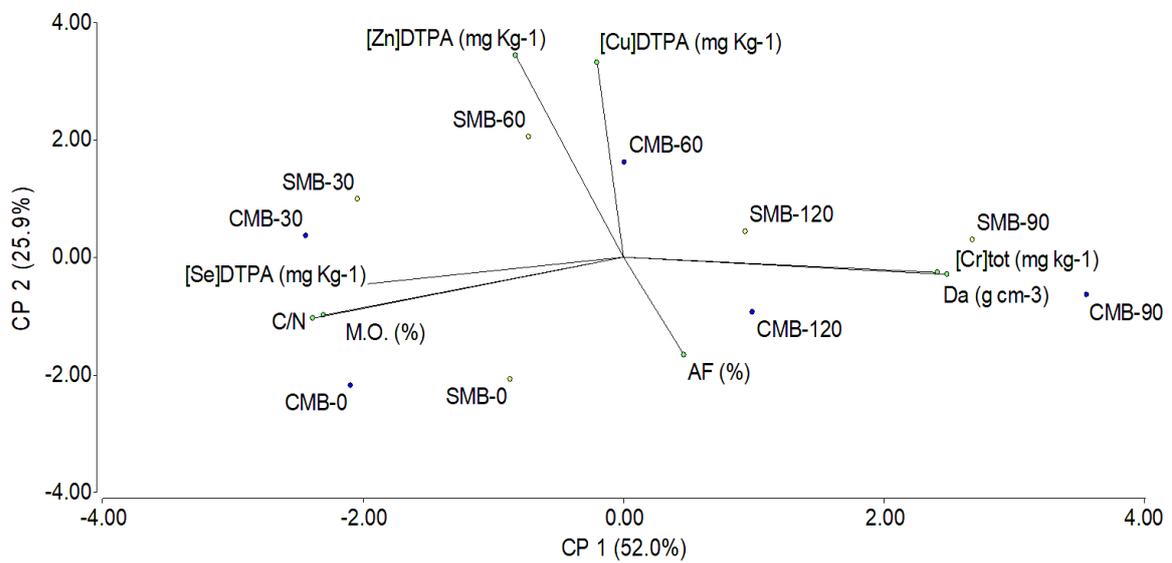


Figura 99: Análisis de ordenación no restringida (con examen de componentes principales).

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

a) **Sobre la variación del contenido total, biodisponibilidad y solubilidad de los metales pesados y elementos traza de interés durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca arbórea.**

- Existió *variación de la concentración total entre el día 0 y 120* con una significación estadística ($p < 0,05$) en Hg, Mo, Se y Zn para ambos tipos de pilas (CMB y SMB). En **Hg** con 34,5 por ciento de incremento (de 0,29 a 0,39 mg.kg⁻¹) para las pilas CMB y 35,7 por ciento de incremento (de 0,28 a 0,38 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En **Se** con 112,3 por ciento de incremento (de 0,65 a 1,38 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 96,2 por ciento de incremento (de 0,79 a 1,55 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB y en el **Zn** con 41,5 por ciento de incremento (de 285,67 a 404,33 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 46,2 por ciento de incremento (de 318,67 a 466,0 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En **Mo** se observó 43,7 por ciento de reducción (de 5,08 a 2,86 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 32,6 por ciento de reducción (de 4,79 a 3,23 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En las variaciones no se aprecia una tendencia que indique alguna influencia de la inoculación de los microorganismos benéficos. El incremento de la concentración total en Hg, Se y Zn se pudiera deber a la pérdida de masa producto de la mineralización y volatilización de carbono y nitrógeno. La reducción en el Mo puede estar asociada al efecto del pH o la afinidad a los AH que ha generado su movilidad.
- Existió *variación de la concentración extraída con ácido pentético entre el día 0 y 120* con una significación estadística ($p < 0,05$) en Cu, Cr, Mo, Ni y Se para ambos tipos de pilas (CMB y SMB). En **Cu** con 62,7 por ciento de incremento (de 6,89 a 11,21 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 162,2 por ciento de incremento (de 6,16 a 16,15 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En **Mo** con 353,7 por ciento de incremento (de 0,082 a 0,372 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 182,1 por ciento de incremento (de 0,145 a 0,409 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En **Cr** con 32,7 por ciento de reducción

- (de 0,52 a 0,35 mg.kg⁻¹) para las pilas CMB y 43,9 por ciento de reducción (de 0,57 a 0,32 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En **Ni** con 68,0 por ciento de reducción (de 1,03 a 0,33 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 38,3 por ciento de reducción (de 0,60 a 0,37 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En **Se** con 45,7 por ciento de reducción (de 0,13 a 0,07 mg.kg⁻¹) para las pilas CMB y 42,6 por ciento de reducción (de 0,12 a 0,07 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. Los incrementos y reducción de la biodisponibilidad de estos elementos están ligados a los procesos de mineralización que en algunos caso incrementa la disponibilidad (Cu y Mo) o forma complejos insolubles e inmobilizables (Cr, Ni y Se).
- Existió **variación de la concentración extraída con agua desionizada entre el día 0 y 120** con una significación estadística ($p < 0,05$) en Cu, Ni, Pb y Zn en ambos tipos de pilas (inoculadas y no inoculadas). En **Cu** con 76,3 por ciento de reducción (de 2,62 a 0,62 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 68,9 por ciento de reducción (de 2,25 a 0,70 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En **Ni** 66,4 por ciento de reducción (de 0,268 a 0,09 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 55,0 por ciento de reducción (de 0,2 a 0,09 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. En **Pb** con 63,8 por ciento de reducción (de 0,719 a 0,26 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 47,9 por ciento de reducción (de 0,547 a 0,285 mg.kg⁻¹) en las pilas no inoculadas. En **Zn** con 64,5 por ciento de reducción (de 4,764 a 1,689 mg.kg⁻¹) en las pilas CMB y 52,9 por ciento de reducción (de 3,933 a 1,852 mg.kg⁻¹) en las pilas SMB. Estos resultados indican que el proceso de compostaje redujo la solubilidad y lixiviación del Cu, Ni, Pb y Zn y que existieron mayores valores de reducción de solubilidad para estos elementos en las pilas inoculadas que en las no inoculadas. Se entiende que el proceso de oxidación y la formación de complejos órgano-metálicos influyeron en la reducción del contenido soluble de los elementos mencionados.

b) Sobre la influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos en la concentración total, biodisponibilidad y solubilidad de los metales pesados y elementos traza de interés durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca arbórea.

- Existió una correlación positiva entre la fracción de ácidos húmicos y la concentración total de Se, Zn, Hg, Pb, Ni, Cr y Cd. En el orden Se (+0,80) > Zn (+0,73) > Hg (0,66) > Pb (+0,63) > Ni (+0,59) > Cr (+0,58) > Cd (+0,52). A partir de los registros se puede concluir que los ácidos húmicos pudieran apoyar en la

retención en la matriz compost de los elementos mencionados lo que haría reducir su movilidad e incrementar su concentración (bioaumentación) mientras la materia orgánica se mineraliza. Esta afinidad se confirma al comparar con los resultados de variación entre los días 0 y 120 para pilas inoculadas y no inoculadas. Se destaca que el As al presentar el menor incremento en la concentración total (<10 por ciento) para ambas pilas confirma la no afinidad con los AH.

- Existió una correlación negativa entre la concentración de la fracción de los ácidos húmicos y la concentración extraída con ácido pentético del Se, Ni y Hg. En el orden Se (-0,84) > Ni (-0,77) > Hg (-0,66). Se puede entender un efecto de quelamiento o secuestro en la megaestructura de la fracción de los ácidos húmicos, lo cual generó un fenómeno de “inmovilidad” en la matriz del compost. Esto se confirma con el análisis de la variación entre los días 0 y 120 para las pilas inoculadas y no inoculadas debido a que estos tres elementos presentan las mayores reducciones de sus concentraciones extraídas. Se destaca que el As al presentar la menor reducción extraída con ácido pentético (<6 por ciento) para ambas pilas confirma la no afinidad con los AH.
- Existió una correlación positiva (+0,62) entre la concentración de la fracción de los ácidos húmicos y la concentración extraída con ácido pentético del Mo. Lo cual puede inferir una posible afinidad en la disposición de este elemento para las plantas en la presencia de los ácidos húmicos. Esto se confirma con el análisis de la variación entre los días 0 y 120 para las pilas inoculadas y no inoculadas debido a que este elemento presenta el mayor incremento de su concentración extraída.
- Existió correlación negativa entre la concentración de la fracción de los ácidos húmicos y la concentración de la extracción con agua desionizada del Cu, Ni, Zn, Cd, Pb, Se y Hg. En el orden Cu (-0,84) > Ni (-0,76) > Zn (-0,74) > Cd (-0,67) > Pb (-0,63) > Se (-0,63) > Hg (-0,52). Es posible que el incremento de la concentración de la fracción de ácidos húmicos durante el proceso de compostaje influyó en la reducción de la solubilidad de estos elementos, lo cual infiere una redistribución de las fracciones solubles en agua hacia formas más estables ligadas fuertemente a los fracciones de los ácidos húmicos. Esto se confirma con el análisis de la variación entre los días 0 y 120 para las pilas inoculadas y no inoculadas debido a que estos elementos presentan las mayores reducciones de sus concentraciones extraídas. Se destaca que el As al presentar la menor reducción

de la concentración extraída con agua desionizada (<6por ciento) para ambas pilas confirma la no afinidad con los AH.

- La concentración de la fracción de los ácidos fúlvicos no mostraron correlación significativa con ninguna de las variables primarias analizadas.

c) Sobre la influencia de la inoculación de microorganismos benéficos en la concentración total, biodisponibilidad y solubilidad de los metales pesados y elementos traza de interés

- La concentración total de **Cu**, del día 0 al 120, se redujo en aquellas pilas CMB de 103,33 a 86,33 mg.kg⁻¹ y se incrementó en las pilas SMB de 75,67 a 112,23 mg.kg⁻¹. Comparando el diferencial entre ambos tiempos se obtuvo para las pilas inoculadas una reducción de 17 mg.kg⁻¹ y un incremento de 36,56 mg.kg⁻¹ lo que significó 16,45 por ciento de reducción y un incremento de 48,32 por ciento respectivamente. Comparando la concentración en el producto final (día 120) de las pilas CMB y SMB se observó que las pilas CMB registraron 23,08 por ciento menos concentración de Cu total. De acuerdo a lo registrado se puede concluir que la inoculación de microorganismos benéficos redujo la concentración total de Cu.
- La concentración de **Cu** extraído, del día 0 al 120, con ácido pentético se incrementó en las pilas CMB de 6,89 a 11,21 mg.kg⁻¹ y en las pilas SMB de 6,16 a 16,15 mg.kg⁻¹. Comparando el diferencia entre ambos tiempos se tiene para las pilas CMB 4,32 mg.kg⁻¹ y para las SMB 9,99 mg.kg⁻¹ lo que correspondió a un incremento de 62,7 y 162,2 por ciento respectivamente. Comparando la concentración de Cu extraído con ácido pentético en el producto final (día 120) se tiene que las pilas inoculadas obtuvieron 30,6 por ciento menos. De lo mencionado se concluye que la inoculación de los microorganismos benéficos redujeron el incremento de la biodisponibilidad de Cu en las pilas inoculadas.
- La concentración de **Zn** extraído, del día 0 al 120, con ácido pentético se incrementó en las pilas CMB de 83,32 a 91,60 mg.kg⁻¹ y en las pilas SMB de 85,14 a 118,95 mg.kg⁻¹. Comparando la diferencia entre ambos tiempos se tiene para las pilas CMB 8,28 mg.kg⁻¹ y para las SMB 33,81 mg.kg⁻¹ lo que correspondió a un incremento de 9,94 y 39,71 por ciento respectivamente.

Comparando la concentración de Zn extraído con ácido pentético en el producto final (día 120) se tiene que las pilas inoculadas contaron con 23 por ciento menos. De lo mencionado se concluye que la inoculación de los microorganismos benéficos redujeron el incremento de la biodisponibilidad de Zn en las pilas inoculadas.

- La inoculación de microorganismos benéficos no influenció, con una significación estadística ($p < 0,05$), en la extracción con agua desionizada de los metales pesados y elementos traza de interés o la solubilidad de estos elementos.

VI. RECOMENDACIONES

- La afinidad positiva entre el Mo y los ácidos húmicos es algo que se puede emplear a favor de aquellos suelos con escasez de este elemento debido a que también es un elemento esencial para plantas y animales.
- En virtud de los resultados de la reducción de la solubilidad de los metales pesados en agua durante el compostaje, es recomendable el compostaje de los restos de podas de áreas forestadas urbanas debido a la reducción de su potencial movilización hacia otros compartimentos ambientales que implican mayores riesgos hacia la salud de los seres vivos como el agua superficial y subterránea.
- De acuerdo a lo anteriormente indicado también es recomendable el compostaje de estiércoles debido a que su aplicación cruda a los suelos puede generar una carga importante de metales pesados y elementos traza que lixiviarían rápidamente contaminando los acuíferos someros y aguas superficiales. En el caso específico del Zn y el Cu, que son elementos presentes en valores significativos en el estiércol de ganado vacuno, conociendo su afinidad con los ácidos húmicos su lixiviación sería menor en material compostado.
- Se recomienda la inoculación de microorganismos benéficos en el compostaje sobre todo en aquellos materiales crudos que tengan contenidos significativos de Cu y Zn.
- Se debe realizar el riego de las pilas de compostaje con agua tratada previamente ya que pudieran aportar metales pesados como el Cd en la presente investigación.
- En cuanto a los microorganismos patógenos se observa claramente la reducción de estos sobre todo en *Escherichia coli*, coliformes fecales y *Salmonella spp.* a excepción de los huevos de helmintos viables lo cual se puede estimar que no se pudo erradicar debido a las temperaturas alcanzadas, las cuales no superaron los 65 °C. Se recomienda mejorar las condiciones de temperatura para el incremento de la temperaturas a valores que encuentren entre los 60 y 70 °C. Una técnica puede ser el incremento de volteos o la adición de una mayor concentración de microorganismos benéficos. Es importante

señalar que solo en los coliformes fecales se obtuvo una reducción con significación estadística ($p < 0,05$) tanto en la pila inoculada como la no inoculada y la población en la inoculada fue menor ($5,33 \text{ NMP.g}^{-1}$ en las pilas CMB versus $1,33 \times 10 \text{ NMP.g}^{-1}$ en las pilas SMB en el día 120) lo cual puede inferir un efecto en dicha aplicación de microorganismos benéficos.

- Cuando se realizó el cálculo de la agregación de compost urbano a un suelo hipotético, de acuerdo a la dosis máxima establecida por Austria para un compost tipo A para la aplicación en paisajismo y cobertura de rellenos sanitarios, se observó que en el caso de aquellos elementos considerados por la legislación nacional Peruana (As, Cd, Hg y Pb) para uso agrícola se cumplían con el valor de referencia asumiendo que el valor de fondo del suelo a aplicar fuera cero. No obstante lo mencionado es importante realizar una caracterización de los niveles de fondo de los suelos previo a la aplicación del compost urbano debido a que en algunos casos estos pueden estar superando los valores exigidos por la normatividad Peruana y se incrementarían con el contenido del compost a emplear. Es importante mencionar que la tasa calculada fue de 399 t/ha en 10 años, lo cual se puede ir variando de acuerdo a la real necesidad. Por ejemplo en rehabilitación de suelos por actividad minera se puede usar una tasa 16 t de compost por ha al año (Reyes 2010).
- Al comparar la concentración total de metales pesados y elementos traza de interés con las concentraciones máximas estipuladas en la normativa internacional seleccionada se observa que la mayoría de elementos superaron los valores de referencia en los productos de los cuatro productos compostados evaluados (hojarasca, estiércol vacuno + rastrojo vegetal, estiércol vacuno + hojarasca inoculado y estiércol vacuno + hojarasca no inoculado). En los cuatro tipos de compost el Cr y el Ni no superan referidos valores. En el caso de los compost a base de estiércol adicionalmente no superaron el valor de Hg y adicionalmente en el caso del compost de estiércol y rastrojo vegetal no superó en Cu. En conclusión se puede comentar que ninguno de los productos de los cuatro compost analizados cumple con la normativa internacional seleccionada para productos orgánicos vegetales o etiquetados ecológico, es decir, el uso para el cual pudieran ser empleados sería principalmente en paisajismo y

rehabilitación de tierras. Esto va de acuerdo a lo manifestado por el Reglamento Técnico para Productos Orgánicos de Perú (MINAG 2006) donde se menciona que el compost urbano tiene un uso restringido para reforestamiento. No obstante lo mencionado los productos de los compost analizados cumplen con la normatividad de Perú para abonos o fertilizantes orgánicos sólidos (INDECOPI 2013) y la de biosólidos de lodos de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales (VIVIENDA 2017). De esto último mencionado se puede considerar que es factible realizar agricultura no orgánica a partir del compost urbano, sin embargo se recomienda que estos sean inoculados con microorganismos benéficos para mejorar las propiedades de reducción de patógenos y biodisponibilidad de metales pesados y elementos traza de interés.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abou El Saadat, E; Hassan, M; Hassan, I and Weheda, B. 2011. Heavy Metal Content in Leaves of *Ficus retusa* Collected from Contaminated and Uncontaminated Sites in Northern Egypt: Mitigation of Toxicity by Washing Treatments. Universal Journal of Environmental Research and Technology. Volume 1, Issue 4: 408-415.

Akan, J; Inuwa, L; Chellube, Z & Lawan, B. 2013. Heavy Metals in Leaf, Stem Bark of Neem Tree (*Azadirachta indica*) and Roadside Dust in Maiduguri Metropolis, Borno State, Nigeria. Environment and Pollution; Vol. 2, No. 1.

Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. 2da. Edición. AGT Editor, S.A.México D.F., México. 491 p.

Alloway, B.J (Ed.). 1990. Heavy metals in soils. Blackie Academic & Professional. Glasgow, UK. 339 p.

Alloway, B.J (Ed.). 2013. Heavy metals in soils. Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Third Edition. Volume 22. Environmental Pollution. Springer Science+Business Media Dordrecht. Whiteknights, Reading, UK. 613 p.

Alvarez, M. Tesis de Doctor. 2018. Caracterización de microorganismos benéficos provenientes de tres pisos altitudinales de Azuay – Ecuador y su influencia en el cultivo de fresa. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 291 p.

Ahmed, M; Idris, A & Syed Omer, S.R. 2007. Behaviour and fate of heavy metals in the composting of industrial tannery sludge. The Malaysian Journal of Analytical Sciences Vol 11 No 2: 340-350.

Ahmed, M; Idris, A & Syed Omer, S.R. 2007(2). Physicochemical characterization of compost of the industrial tannery sludge. Journal of Engineering Science and Technology. Vol. 2, No. 1. 81-94.

Amir, S; Hafidi, M; Merlina, G; Revel, J-C. 2004. Sequential extraction of heavy metals during composting of sewage sludge. *Chemosphere* 59; 801–810.

Antisari, L; Orsini, F; Marchetti, L; Gilmo, V and Gianquinto, G. 2015. Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens. *Agron. Sustain. Dev.* 35:1139–1147.

APHA. 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 3rd Ed. Chapter 13. Washington D.C., USA.

APROLAB. 2007. Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces. Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú (APROLAB) - Convenio ALA/2004/016-895 FONDO CONCURSABLE – Instructivo No. 001-2007. Lima, Perú. 21 p.

AOAC. 2005. Method AOAC 955.04 18th Ed. Nitrogen (Total) in Fertilizers. Kjeldahl Method. Association of Official Analytical Chemists Inc. Virginia, EUA.

Ashraf, R; Shahid, F & Adam Ali, T.A.. 2007. Association of fungi, bacteria and actinomycetes with different composts. *Pak. J. Bot.*, 39(6): 2141-2151.

Ayari, F; Chairi, R & Kossai, R. 2008. Sequential extraction of heavy metals during composting of urban waste. *Chin.J.Geochem.* 27 : 121–125.

Azeez, J.O. & Van Averbek, W. 2012. Dynamics of soil pH and electrical conductivity with the application of three animal manures. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43:865–874.

Batham, M; Gupta, R & Tiwari, A. 2013. Implementation of Bulking Agents in Composting: A Review. *J Bioremed Biodeg* 4: 205. doi:10.4172/2155- 6199.1000205.

Blanc, M; Marilley, L; Beffa, T & Aragno, M. 1999. Thermophilic bacterial communities in hot composts as revealed by most probable number counts and molecular (16S rDNA) methods. *FEMS Microbiology Ecology* 28, 141-149.

Brady, N.C. & Weil, R.R. 2008. *The nature and properties of soil*. 14th ed. Pearson Prentice Hall. New Jersey, USA. 975 p.

Brinton, W.F.; Storms, Jr.P & Blewett, T.C. 2009. Occurrence and levels of fecal indicators and pathogenic bacteria in market-ready recycled organic matter composts. *Journal of Food Protection*, Vol. 72, No. 2, Pages 332–339.

BOKU ____Analytical Methods for Compost (ABF-BOKU). Vienna, Austria.

Bożym, M & Rajmund, A. 2014. The study of molybdenum leaching from soils fertilized with sewage sludge and their composts. *CHEMIK*, 68, 10, 874–879.

Buffle, J., Greter, F.L., Haerdi ,W. 1977. Measurement of complexation properties of humic and fulvic acids in natural waters with lead and copper ion-selective electrodes. *Anal. Chem.* 49:216. 222.

Bustamante, M.A.; Paredes, C.; Moral, R.; Galvez-Sola, L. & Andreu, F.J. 2010. Efecto de la adición de estiércol vacuno durante el proceso de compostaje de resto de poda de níspero. II Jornadas de la red Española de compostaje, IV reunión de la red Española de compostaje. Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos. Imprenta Amábar, S.L. Burgos, España. pp. 486-494.

Cabrera, F; Guevara, C; Castillo,J & Chavarria, W. 2002. Estándarización del método Kononova-Belchikova para la extracción, fraccionamiento, análisis y purificación de las sustancias húmicas en suelos andisoles. *Revista de Ciencias Agrícolas*, Volumen XIX, Número I-II. p. 131-139.

Cáceres, R & Marfà, O. 2010. Compostaje estático versus compostaje dinámico en el tratamiento de estiércol de vacuno. II Jornadas de la red Española de compostaje, IV reunión de la red Española de compostaje. Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos. Imprenta Amábar, S.L. Burgos, España. pp. 446-456.

Cardenas, J; Quipuzco, L & Meza, V. 2013. Calidad de biogas y boil obtenidos a partir de residuos orgánicos domésticos pretatados con la técnica del bocashi. *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*. Vol. 16, No 32, pp. 7-12.

Cai, Q-Y; Mob,C-H; Wu, Q-T, Zenga, Q-Y & Katsoyiannis, A. 2007. Concentration and speciation of heavy metals in six different sewage sludge-composts. *Journal of Hazardous Materials* 147, 1063–1072. Guangzhou, China.

- Castaldi, P; Santona, L and Melis, P. 2006. Evolution of heavy metals mobility during municipal solid waste composting. *Fresenius Environmental Bulletin*. Volume 15 – No 9b. Sassari, Italy.
- Chang Chien, S.W.; Wang, M.C. & Huang, C.C. 2006. Reactions of compost-derived humic substances with lead, copper, cadmium, and zinc. *Chemosphere*.12.041.
- Chiang, K-Y; Huang, H-J and Chang, C-N. 2007. Enhancement of heavy metal stabilization by different amendments during sewage sludge composting process. *J. Environ. Eng. Manage.*, 17(4), 249-256.
- Chimuka, L & Manungufala, T. 2009. Sources, bioavailability and fate of heavy metals and organic contaminants in compost manure. *Dynamic Soil, Dynamic Plant 3 (Specials Issues)*, 32-38 @Global Science Book.
- Ch'ng, H; Ahmed, O; Kassim, S & Ab Majid, N. 2013. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2:23.
- Ciavatta, C; Govi, M; Simoni, A & Sequi, P. 1993. Evaluation of heavy metals during stabilization of organic matter compost produced with municipal solid wastes. *Bioresource Technology* 43, 147-153.
- Companys, E; Puy, J; and Galceran, J. 2007. Humic acid complexation to Zn and Cd determined with the new electroanalytical technique AGNES. *Environ. Chem.* 4, 347–354.
- Dadea, C; Casagrande Bacchiocchi, S; La Rocca, N; Mimmo, T; Russo, A and Zerbe, S. 2016. Heavy metal accumulation in urban soils and deciduous trees in the City of Bolzano, N Italy. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* 15 S. 35–42.
- Danon, M; Franke-Whittle, I; Insam, H; Chen, Y & Hadar, Y. 2008. Molecularanalysis of bacterial community succession during prolonged compost curing. *Federation of European Microbiological Societies*, 65, 133–144.
- Daylam-Jafarabad, M; Azadfar, D; Arzanesh, M. 2013. The ability to filter heavy metals of lead, copper and zinc in some species of tree and shrub. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research (IJABBR)*. Volume 1, Issue 1, PP 53-60.

De Jesus, B and Yllano, O. 2005. Bioaccumulation and Bioconcentration of Pb in the Tissues of *Zea mays* L. *Philippine Journal of Science*. 134 (1): 21-29.

Di Rienzo, J; Macchiavelli, R; Casanoves, F. 2017. Modelos Lineales Generalizados Mixtos Aplicaciones en InfoStat. Primera Edición Especial. 101 pp.

Diallo, N; Mbengue, M , Nguer, M; Kâ, M; Tine, E & Mbaye, C. 2017. Composting of sugar cane bagasse by *Bacillus* strains. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 16(3), pp. 113-123, 18.

Dogan, Y; Unver, M; Ugulu, I; Calis, M; And Durkan, N. 2014. Heavy metal accumulation in the bark and leaves of *Juglans regia* planted in Artvin City, Turkey. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. Vol. 28, No. 4, 643 – 649.

EC (The Comission of the European Communities). 2006. Establishing revised ecological criteria and the related assessment and verification requirements for the award of the Community eco-label to soil improvers. (2006/799/EC).

ECN e.V. 2010. Quality Manual of European Compost Network – Quality Assurance Scheme. Oelde, Germany.

Eivazihollagh, A. 2018. Dr. Thesis. Metal-Chelate Complexes in Alkaline Solution: On Recovery Techniques and Cellulose-based Hybrid Material Synthesis. Mid Sweden University. Sundsvall, Sweden. 68 pp.

El Fels, L; Ouhdouch, Y & HafidI, M. 2015. Use of the co-composting time extract agar to evaluate the microbial community changes during the co-composting of activated sludge and date palm waste. *Int J Recycl Org Waste Agricult* (4): 95–103.

EPA. 1987. Method EPA 9045D. Soil and Waste pH. Test Method for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods (SW 846) 3rd Ed. Washington D.C., USA.

EPA. 2007. Method EPA 3050B. Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils. Test Method for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods (SW 846) Final Update IV. Washington D.C., USA.

EPA. 2007. Method EPA 6020A. Inductively Coupled Plasma—Mass Spectrometry. Test Method for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods (SW 846) Final update IV. Washington D.C., USA.

Escobar, N; Mora, J & Romero, N. 2012. Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca. ISSN 0123 - 3068 bol.cient.mus.hist.nat. 16 (1): 75 – 88.

Fang, M & Wong, J.W.C. 1999. Effects of lime amendment on availability of heavy metals and maturation in sewage sludge composting. *Environmental Pollution*, 106, 83-89.

FAO. 2014. Growing Greener Cities in Latin America and the Caribbean. Rome, Italy. 91 p.

Faatih, M; 1, Widada, J & Ngadiman, N. 2009. Succession of actinomycetes during composting process of dairy-farm waste investigated by culture-dependent and independent approaches. *Indonesian Journal of Biotechnology*, Vol. 13, No. 2, pp. 1085-1091.

Ferrer, A. 2003. Intoxicación por metales. *ANALES Sis San Navarra* 2003; 26 (Supl. 1): 141-153. Zaragoza, España.

Fontana, D; Lascano, V; Solá, N; Martinez, S; Virgolini, M y Mazzieri, M. 2013. Intoxicación por plomo y su tratamiento farmacológico. *Revista de Salud Pública*, (XVII) 1:49-59, abr. 2013. Córdoba, Argentina.

Font-Palma, C. 2019. Methods for the treatment of cattle manure—A Review. *Journal of Carbon Research*. 5, 27; doi:10.3390/c5020027.

Ganoulis, J. 2012. *Ganoulis International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 2012, 1:3. Thessaloniki, Greece.

García; C; Hernández, T & Costa, F. 1991. Changes in carbon fractions during composting and maturation of organic wastes. *Environmental Management* Vol. 15, No. 3, pp 433-439.

Gigliotti, G; Businelli, D & Giusquiani, P. 1996. Trace metals uptake and distribution in corn plants grown on a 6-year urban waste compost amended soil. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. 58, 199-206. Perugia, Italy.

Gomes, I.; Baptista, M, Gonçalves, M. 2004. Legislation Survey on Composting Operations and Compost Use & Methods for Evaluation of Process Efficiency and Compost Quality in Participating Countries. Fifth Framework Programme 1998-2002. Deliverable 13.

Guan, T.X.; He, H.B; Zhang, X.D. & Bai, Z. 2011. Cu fractions, mobility and bioavailability in soil-wheat system after Cu-enriched livestock manure applications. *Chemosphere* 82, 215–222.

Hanc, A; Szakova, J And Ocheцова, P. 2014. Differences in the mobility of Cd, Cu, Pb and Zn during composting of two types of household bio-waste collected in four seasons. *Bioresource Technology* 168, 204–213. Prague, Czech Republic.

Hao, X & Benke, M. 2008. Nitrogen transformation and losses during composting and mitigation strategies. *Dynamic soil, dynamic plant 2* (Special Issue 1), 10-18, Global Science Book.

Hargreaves, J.C.; Adl, M.S and Warman, P.R. 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123, 1–14.

Haroun, M; Idris; A & Omar, S. 2009. Analysis of heavy metals during composting of the tannery sludge using physicochemical and spectroscopic techniques. *Journal of Hazardous Materials*, 165, 111–119.

Hassen, A; Belguith, K; Naceur Jedidi; N; Cherif, M & Boudabous, A. 2002. Microbial characterization during composting of municipal solid waste. *Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management, Tunis (EPCOWM'2002)*, p.357-368.

Haseena, A; Nishad, V & Balasundaran, M. 2016. Consortium of thermophilic microorganisms for aerobic composting. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*. Volume 10, Issue 1 Ver. I, PP 49-56.

He, M-M; Tian, G-M; Liang, X-Q. 2009. Phytotoxicity and speciation of copper, zinc and lead during the aerobic composting of sewage sludge. *Journal of Hazardous Materials* 163, 671–677. Hangzhou, China.

Higa, T & Parr, Jf. 1994. Beneficial and effective microorganism for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center No. 808: Atami, Japan. 25 p.

Hogarh, J; Fobil, J and Ofosu-Budu, G. 2008. Assessment of heavy metal contamination and macro-nutrient content of composts for environmental pollution control in Ghana. *Global Journal of Environmental Research* 2 (3): 133-139. Kumasi, Ghana.

Hokayem, B and El Azzi, D. 2014. Fate of Copper and Zinc in Cattle Manure. International Conference on Chemical, Environment & Biological Sciences (CEBS-2014) Sept. 17-18, Kuala Lumpur (Malaysia).

Hou, E; Xiang, H; Li, J; Li, J & Wen, D. 2014. Heavy metal in soils of remant natural and plantation forests in an urbanized region of the Pearl River Delta, China. *Forests*. 5, 885-900.

Hsu, J-H; Lo, S-L. 2001. Effect of composting on characterization and leaching of copper, manganese, and zinc from swine manure. *Environmental Pollution* 114, 119 – 127.

Huang, G; Wong, W; Nagar, B; Wu, Q & Li, F. 2005. Bioavailability of heavy metals during humification of organic matter in pig manure compost. <https://www.eco-web.com/edi/050915.html>. Guangdong, China.

Huang, G; Wu, Q; Wong, J & Nagar, B. 2006. Transformation of organic matter during co-composting of pig manure with sawdust. *Bioresource Technology* 97; 1834–1842.

ICMSF. 1983. 2da. Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Iwegbue, C.M.A.; Emuh, F.N.; Isirimah, N.O. & Egun, A.C. 2007. Fractionation, characterization and speciation of heavy metals in composts and compost-amended soils. *African Journal of Biotechnology* Vol. 6 (2), pp. 067-078. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>.

Irshad, M; Malik, A; Shaukat, S; Mushtaq, S & Ashraf, M. 2012. Characterization of heavy metals in livestock manures. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 22. No. 4, 1257-1262. Abbottabad, Pakistan.

INDECOPI. 2013. NTP 311.577:2013. Norma Técnica Peruana. FERTILIZANTES. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelos. 1era Edición. Lima, Perú. 74 p.

INEI, 2012. IV Censo nacional agropecuario. Lima, Perú (<http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/> visitado el 30 de diciembre de 2016).

INEI, 2015. Anuario de estadísticas ambientales. Lima, Perú.

INN-Chile. 2004. Norma Chilena Oficial Nch 2880.Of 2004. Compost – Clasificación y Requisitos.

Instrução Normativa Nº 46. 2011. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal.

Jin, Y; Luan, Y; Ning, Y & Lingyan Wang, L. 2018. Effects and Mechanisms of Microbial Remediation of Heavy Metals in Soil: A Critical Review. *Applied Science* 8, 1336; doi:10.3390/app8081336.

Jørgensen, S. 1993. Removal of heavy metals from compost and soil by ecotechnological methods. *Ecological Engineering*, 2, 89-100. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.

Kang, J; Zhang, Z & Wang, J. 2011. Influence of humic substances on bioavailability of Cu and Zn during sewage sludge composting. *Bioresource Technology*, 102, 8022–8026.

Kumar, B; Kumar, S; Prakash, D; Singh, S; Mishra, M; Jain, P; Lal, R; Sharma, C & Mukherjee, D. 2011. A Study on Sugar Mill Pressmud Compost for Some Heavy Metal Content and their Bio-availability. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 1 (3):115-122.

Lahlali, R; Hamadi, Y; Drider, R; Misson, C; El Guilli, M & Jijakli, H. 2014. Control of citrus blue mold by the antagonist yeast *Pichia guilliermondii* Z1: Compatibility with commercial fruit waxes and putative mechanisms of action. *Food Control* 45, 8e15.

Larney,F; Yanke, L; Miller, J & Mcallister, T. 2003. Fate of coliform bacteria in composted beef cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.* 32:1508–1515.

Lena Q.M. & Gade N.R. 1997. Chemical fractionation of cadmium, copper, nickel, and zinc in contaminated soils. *J. Env, Qual.* 26, 259-264.

Lemunier, M; Francou, C; Rousseaux, S; Houot, S; Dantigny, P; Piveteau, P & Guzzo, J. 2005. Long-Term Survival of Pathogenic and Sanitation Indicator Bacteria in Experimental Biowaste Composts. *Applied And Environmental Microbiology*, p. 5779–5786.

Li, L; Ishikawa, Y & Mihara, M. 2013. Effects of adding *Bacillus sp.* on crop residue composting and enhancing compost quality. *IJERD – International Journal of Environmental and Rural Development*, 4-2.

Li, Y; Chen, Y; Chen, Y; Wu, Y; Zhang, Ch; Peng, Z; Liu, Y; Wang, S; Xu, R & Zeng, Z. 2019. Effects of Physico-Chemical Parameters on Actinomycetes Communities during Composting of Agricultural Waste. *Sustainability*, 11, 2229.

Lim, L.Y; Chua, L.S. & Lee, C.T. 2013. Composting and microbiological additive effects on composting. *Environmental Science: An Indian Journal*. Volume 8, Issue 9. *ESAIJ*, 8(9), 333-343.

Liu, Y; Ma, L; Li, Y & Zheng, L. 2006. Evolution of heavy metal speciation during the aerobic composting process of sewage sludge. *Chemosphere* 67, 1025–1032.

Koledzi, E; Baba, G; Tcheguani, S; Segbeay, K.N.; Koriko, M; Matejka, G and Tchangbedji, G. 2013. Fate of some heavy metals in the composting of the urban solid waste produced in Lome, Togo. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*. Vol. 5(7), pp. 196-201.

Marchi, G; Guimarães Guilherme, L.R.; Chang, A.C. & Araújo Do Nascimento, C.W. 2009. Heavy metals extractability in a soil amended with sewage sludge. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.66, n.5, p.643-649.

Marmolejo, Y; Perez, F; Prieto, F & Acevedo, O. 2014. Effect of the Application of Manure of Cattle on the Properties Chemistry of Soil in Tizayuca, Hidalgo, Mexico. *International Journal of Applied Science and Technology*. Vol. 4 No. 3.

Martínez-Fernández, D; Arco-Lázaro, E; Bernal, M.P. and Clemente, R. 2014. Comparison of compost and humic fertiliser effect on growth and trace elements accumulation of native

plant species in a mine soil phytorestitution experiment. *Ecological Engineering*. 73, 588-597.

McBride, M; Shayler, H, Spliethoff, H; Mitchell, R; Marquez-Bravo, L; Ferenz, G; Russell-Anelli, J; Casey, L; and Bachmand, S. 2014. Concentrations of lead, cadmium and barium in urban gardengrown vegetables: the impact of soil variables. *Environ Pollut*. 2014 November ; 194: 254–261. doi:10.1016/j.envpol.2014.07.036.

Merrington, G; Winder, L; Parkinson; R and Redman, M 2005. *Agricultural Pollution. Environmental problems and practical solutions*. Taylor & Francis e-Library. London, UK. 241 p.

Meza, V. 2013. Manual de laboratorio “Aislamiento y selección de microorganismos benéficos de interés comercial” del Curso Manejo de Residuos Sólidos (CC 8047). UNALM. Programa de Doctorado de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Lima, Perú.

Miaomiao, H, Wenhong, L, Xinqiang, L, Donglei, W & Guangming, T. 2009. Effect of composting process on phytotoxicity and speciation of copper, zinc and lead in sewage sludge and swine manure. *Waste Management* 29, 590–597.

MINAG. 2006. Decreto Supremo No 044-2006-AG. Reglamento técnico para productos orgánicos. Lima, Perú.

MINAM. 2014. Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013. Lima, Perú.

MINAM. 2015. Decreto Supremo 015-2015-MINAM Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Lima, Perú.

MINAM. 2017. D.S. No 011-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo. Lima, Perú.

MINAGRI. 2017. Estudio de la ganadería lechera en el Perú. Gráfica Andina Perú S.A.C. Lima, Perú. 80 pp.

- Mokhtar, M.M. & El-Mougy, N.S. 2014. Antagonistic yeast for controlling bean root rot disease under field conditions. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)* Volume 4, Issue 1, July 2014.
- Montgomery, D. 2014. *Diseño y análisis de experimentos*. 2da. Edición. Editorial Limusa S.A. de C.V. México D.F., México. 686 pp.
- Moodley, P; Archer, C & Hawksworth, D. 2008. Standards Methods for The Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost And Urine–Diversion Waste in South Africa. WRC Report No. TT322/08. Pretoria, South Africa. 26 p.
- Moreno, J & Moral, R. 2011. *Compostaje*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 570 p.
- Mouria, B; Ouazzani-Touhami, A; Mouria, A; Benkirane, R & Douira. 2015. Effect of compost and antagonistic fungi on suppression of Tomato Grey Mold. *Biolife*, Vol 3, Issue 2.
- Murphy, E.M. & Zachara, J.M. 1995. The role of sorbed humic substances on the distribution of organic and inorganic contaminants in groundwater. *Geoderma* 67, 107-124.
- Navarro, G & Navarro, S. 2013. *Química agrícola: Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas*. 3era edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 492 p.
- Naveed, N; Batool, A; Rehman, F and Hameed, U. 2010. Leaves of roadside plants as bioindicator of traffic related lead pollution during different seasons in Sargodha, Pakistan. *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 4(11), pp. 770-774.
- Nicholson, F.A.; Chambers, B.J.; Williams J.R. and Unwin, R.J. 1999. Heavy metal contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales. *Bioresource Technology* 70 (1999) 23±31.
- Nomeda, S; Valdas, P; Chem, S.Y. & Lin, J.G.. 2008. Variations of metal distribution in sewage sludge composting. *Waste Management* 28, 1637–1644.
- Noble; R & Roberts, S.J. 2004. Survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. *Annals of Microbiology*, 53 (4), 349-410.

Ntui, N.T.; Hassan U.F.; Ushie. O.A. 2014. Determination of heavy metals concentration in cow dung of grazing cattle in Bauchi urban area, Nigeria. *International Journal of Modern Analytical and Separation Sciences*, 3(1): 13-19.

OECD. 2010. Trends in Urbanisation and Urban Policies in OECD Countries: What Lessons for China?.

OISCA-BID. 2009. Manual Práctico de Uso de EM. Banco Interamericano de Desarrollo - Convenio Fondo Especial de Japón / BID ATN/JO-10792 UR 35 p.

Ogbede, S.C.; Saidu, A.N.; Kabiru, A.Y. & Busari, M. B. 2015. Nutrient And Anti-Nutrient Compositions Of *Brassica Oleraceae* Var. *Capitata L.* *IOSR Journal Of Pharmacy (e)-ISSN: 2250-3013, (p)-ISSN: 2319-4219 www.iosrphr.org Volume 5, Issue 3, PP. 19-25.*

Ozlu, E & Kumar, S. 2018. Response of soil organic carbon, ph, electrical conductivity, and water stable aggregates to long-term annual manure and inorganic fertilizer. *Soil Sci. Soc. Am. J.* Accepted Paper, posted 06/15/2018. doi:10.2136/sssaj2018.02.0082.

Pallag , A; Filip, G.A.; Olteanu, D; Clichici, S; Baldea, I; Jurca, T; Micle, O; Vicaș, L; Marian, E; Sorițău, O; Cenariu, M & Mureșan, M. 2018. Equisetum arvense L. Extract Induces Antibacterial Activity and Modulates Oxidative Stress, Inflammation, and Apoptosis in Endothelial Vascular Cells Exposed to Hyperosmotic Stress. *Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity* Volume 2018, Article ID 3060525, 14 pages <https://doi.org/10.1155/2018/3060525>.

Patel, K.S., Sharma, R., Dahariya, N.S., Yadav, A., Blazhev, B., Matini, L. And Hoinkis, J. 2015. Heavy metal contamination of tree leaves. *American Journal of Analytical Chemistry*, 6, 687-693.

Partanen, P; Hultman, J; Paulin, L; Auvinen, P & Romantschuk, M. 2010. Bacterial diversity at different stages of the composting process. *BMC Microbiology*, 10:94.

Peña-Méndez, E; Josef Havel, J & Patočka, J. 2005. Humic substances . compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *Journal of Applied Biomedicine*. 3: 13.24.

Pérez, A; Ribó, M; Albiach, R.; Pomares, F.; Ingelmo, F. & Canet, R. 2010. Análisis comparativo de materiales de partida y procesos en el compostaje de restos verdes a escala industrial: Primeros resultados. II Jornadas de la red Española de compostaje, IV reunión de la red Española de compostaje. Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos. Imprenta Amábar, S.L. Burgos, España. pp. 468-476.

Perkins, L; Blank, R; Ferguson, S; Johnson, D; Lindemann, W & Rau, B. 2013. Quick start guide to soil methods for ecologists. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. PPEES-25203.

Piccolo, A. 2002. The supramolecular structure of the humic substances: A novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. *Advances in Agronomy*, Volume 75, 57-134.

Poincelot, R. 1975. *The Biochemistry and Methodology of Composting*. Connecticut Agricultural Experiment Station Bulletin 754. The Connecticut Agricultural Experiment, New Haven. Connecticut, USA.

Porta, J; López-Acevedo, M & Roquero, C. 2003. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. 3era edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 960 pp.

Premalatha, N; Sundaram, S; Krishnamoorthy, R; Anandham, R; Kwon, Sw; Gopal, N; Thiyageshwari, S; Indirani, R; Kumutha, K & Diby, P. 2017. Organic waste composting with bacterial consortium and its effect on plant growth promotion. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 8(3):22-30.

Provin, T & Zhang, H. 2014. SERA-IEG-6. Soil Test Methods From the Southeastern United States. Chapter 4.5. DTPA and DTPA-Sorbitol Extraction of Micronutrients. Kentucky, USA.

Raiola, A; Errico, A; Petruk, G; Monti, D.M.; Barone, A & Rigano, M.M. 2017. Bioactive Compounds in Brassicaceae Vegetables with a Role in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*, 23, 15; doi:10.3390/molecules23010015.

Ramdani, N; Lousdad, A & Hamous, A. 2015. Study of the biodegradation and fertility of the co-composting produced from sewage sludge and green waste and its effects on the speciation of heavy metals. *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (5) 1310-1320.

Rebollido,R; Martínez; J; Aguilera, Y; Melchor, K; Koerner, I & Stegmann, R. 2008. Microbial populations during composting process of organic fraction of municipal solid waste. *Applied Ecology And Environmental Research* 6(3): 61-67.

Reddy, D.N. & Al-Rajab, A.J. 2016. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of *Ruta graveolens* L. volatile oils. *Cogent Chemistry*, 2: 1220055 <http://dx.doi.org/10.1080/23312009.2016.1220055>.

Reddy, Gs; Pranavi, S; Srimoukthika, B & Reddy, V. 2017. Isolation and characterization of bacteria from compost for municipal solid waste from Guntur and Vijayawada. *J. Pharm. Sci. & Res.* Vol. 9(9), 1490-1497.

Renaloea. 2014. Análisis Microbiológicos de los Alimentos. Metodología Analítica Oficial. Volumen 3. Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos. Buenos Aires, Argentina. 149 p.

Reis, K.B.; De Carvalho M.V.; Martins, F.S.; Corsi, M.C.; De Paula, J.R & Cardoso, E. 2015. Characterization of rue extract and its potential for controlling rice blast. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.50, n.12, p.1121-1130.

Reyes, K. 2008. Tesis Mg.Sc. Evaluación de cuatro tratamientos de revegetación mediante hidrosiembra en la mina Yanacocha. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 77 pp.

Rezig, Amr; Elhadi, Ea, and Mubarak, AR. 2012. Effect of incorporation of some wastes on a wheat-guar rotation system on soil physical and chemical properties. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 2012, 1:1. <http://www.ijrowa.com/content/1/1/1>.

Rodríguez, K.A.; Monreal, C.T.; Huerta, J; Soria, J.C. & Gálvez, R.J. 2013. Contribution of beneficial microorganisms while added to the dried cabbage (*Brassica oleracea var capitata*) residues and its effect on pH soil. *Revista Mexicana de Fitopatología*, vol. 31, núm. 1, pp. 29-44.

Rodriguez, H. 2015. Métodos de análisis de suelos y plantas: criterios de interpretación. 3era ed. Editorial Trilla S.A. de C.V. UANL.México D.F., México. 288 p.

Romero-Yam, L. A., Almaraz-Suárez, J. J., Velasco-Velasco, J., Galvis-Spinola, A., & Gavi-Reyes, F. 2015. Microbial dynamics during composting of filter cake reactivated with chicken manure. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 21(1), 21-31. doi: 10.5154/r.rchsh.2013.09.032

Ryckeboer, J; Mergaert, J; Vaes, K; Klammer, S; De Clercq, D; Coosemans, Insam, H & Swings, J. 2003. A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. *Annals of Microbiology*, 53 (4), 349-410.

Samuel, P; Ingmar, P; Boubié, G & Daniel, L. 2013. Trivalent Chromium removal from Aqueous solution using Raw Natural Mixed Clay from BURKINA FASO. *International Research Journal of Environment Sciences*. Vol. 2(2), 30-37.

Shaheen, Ma; El-Nakhlawy, Fs; Almeahadi, Fm & Al-Shareef, AR. 2014. Heavy metals montents in Ziziphus tree leaves under the effect of different industrial activities. *Journal of Agricultural Science*; Vol. 6, No. 1.

Shapiro, S.S. & Francia, R.S. 1972. An approximate analysis of variance test for normality. *Journal of the American Statistical Association*. *Journal of the American Statistical Association*. 67:337, 215-216.

Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Grez Z. Y M.L. Mora G. 2005. Métodos de análisis de compost. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Serie Actas N° 30, Santiago, Chile, 142 p.

Singh, J & Kalamdhad, A. 2012. Reduction of Heavy Metals during Composting- A Review. *International Journal of Environmental Protection*. Vol. 2 Iss. 9, PP. 36-43.

Singh, J & Kalamdhad, A. 2013. Bioavailability and leachability of heavy metals during composting – A review. *International Research Journal of Environmental Science*. Vol. 2(4), 59-64.

Singh, S & Nain, L. 2014. Microorganisms in the Conversion of Agricultural Wastes to Compost. *Proc Indian Natn Sci Acad* 80 No. 2 Spl. Sec. pp. 473-481.

Singh, W & Kalamdhad, A. 2015. Reduction of bioavailability and leachability of heavy metals during agitated pile composting of *Salvinia natans* weed of Loktak lake. *Int J Recycl Org Waste Agricult.* 4:143–156.

Singh, W & Kalamdhad, A. 2016. Transformation of nutrients and heavy metals during vermicomposting of the invasive green weed *Salvinia natans* using *Eisenia fetida*. *Int J Recycl Org Waste Agricult.* DOI 10.1007/s40093-016-0129-3. Springerlink.com.

SINGH, S and NAIN, L. 2014. Microorganisms in the Conversion of Agricultural Wastes to Compost. *Proc Indian Natn Sci Acad* 80 No. 2. pp. 473-481.

Smith, K.S. & Huyck, H.L. 1999. An overview of the abundance, relative mobility, bioavailability, and human toxicity of metals. *Society of Economic Geologist. Reviews in Economic Geology.* V 6; p 20-70, Chapter 2.

Smith, S. 2009. A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. *Environment International* 35, 142–156.

Sole-Mauri, F; Illa, J; Magri, A; Prenafeta-Boldu, F.X. & Flotats, X. 2007. An integrated biochemical and physical model for the composting process. *Bioresource Technology* 98, 3278–3293.

Soobhany, N; Mohee, R & Garg, V. 2015. Comparative assessment of heavy metals content during the composting and vermicomposting of Municipal Solid Waste employing *Eudrilus eugeniae*. *Waste Management* 39, 130–145.

Sunar, N.M.; Stentiford, E.I.; Stewart, D.I & Fletcher, L.A. 2009. the process and pathogen behaviour in composting: A review. *Proceeding UMT-MSD 2009 Post Graduate Seminar 2009.* Universiti Malaysia Terengganu, Malaysian Student Department UK & Institute for Transport Studies University of Leeds. pp: 78-87; ISBN: 978-967-5366-04-8.

Sumintarti; Fatimasari, N; Hajrah-Yusuf, A.S; Ruslin, M. 2018. Effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) leaf extract on angular cheilitis induced by staphylococcus aureus and candida albicans in male wistar rats. *International Journal of Applied Pharmaceutics.* Vol 10, Special Issue 1.

SSS. 1984. Method SCS 6A1a. Organic carbon, acid-dichromate digestion and FeSO₄ Titration. Procedures for Collecting Soil Samples and Methods of Analysis for Soil Survey, Soil Survey Investigations Report (SSIR) No. 1. Department of Agriculture. Washington D.C., USA.

SSS. 1984. Method SCS 8A1a. Conductivity of Saturation Extract. Procedures for Collecting Soil Samples and Methods of Analysis for Soil Survey, Soil Survey Investigations Report (SSIR) No. 1. Department of Agriculture. Washington D.C., USA.

Stevenson F.J. 1982. Humus chemistry genesis, composition, reactions. Willey Interscience, New York.

Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions, 2nd edn. New York: Wiley.

Stevenson, F.J. & Olsen, R.A. 1989. A simplified representation of the chemical nature and reactions of soil humus. J. Agron. Educ., Vol. 18, no. 2, pp. 85-88.

Stella, M & M. Sashikala, M. 2016. Beneficial microorganisms isolated from vegetable compost. J. Trop. Agric. and Fd. Sc. 44(2): 277 – 293.

Strom, P. 1985. Identification of thermophilic bacteria in solid-waste composting. Applied And Environmental Microbiology, p. 906-913.

Taiwo, L & Oso, B. 2004. Influence of composting techniques on microbial succession, temperature and pH in a composting municipal solid waste. African Journal of Biotechnology Vol. 3 (4), pp. 239-243.

Takarada, K & Mihara, M. 2009. Enhancing plant residue composting using *Bacillus* sp. in semi-arid regions. Journal of Arid Land Studies. 19-1, 145- 148.

Tam, N & Tiquia, S. 1998. Nitrogen transformation during co-composting of spent pig manure, sawdust litter and sludge under forced-aerated system. Environmental Technology, Vol 20, pp 259-267.

Tello, L; Jave, J & Juan Guerrero, J. 2018. Análisis de cuantificación de plomo en suelos de parques recreacionales de la ciudad de Lima-Perú. Ecología Aplicada, 17(1).

Tessier, A; Campbell, P.G.C. and Bisson, M. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. ANALYTICAL CHEMISTRY. VOL. 51. No. 7.

Tipping, E. 2004. Cation binding by humic substances. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 434 p.

Topal, E; Unlu, A & Topal, M. 2016. Effect of aeration rate on elimination of coliforms during composting of vegetable–fruit wastes. Int J Recycl Org Waste Agricult.

Torres, A; Quipuzco, L & Meza, V. 2013. Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi) en el pre-compost para la producción de biogas y boil en biodigestores tipo batch. Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM. Vol. 16, No 32, pp. 62-67.

Tripetchkul, S; Pundee, K; Koonsrisuk, S & Akeprathumchai, S. 2012. Co-composting of coir pith and cow manure: initial C/N ratio vs physico-chemical changes. International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 1:15.

UNALM, 2014. Gestión de la Investigación Período 2009 – 2013. Lima, Perú.

UNALM, 2016. Prospecto de Admisión 2016-I. Lima, Perú.

Urbano, P. 2008. Fitotecnia: Ingeniería de la producción vegetal. Grupo Mundi-Prensa. Madrid, España. 528 p.

USEPA. 1994. A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule. Washington D.C., USA.

USCC & USDA. 2001. Test methods for the examination of composting and compost (TMECC). Washington D.C., USA.

Vásquez De Díaz, M.C.; Prada P.A. & Mondragon, M.A. 2010. Optimización del proceso de compostaje de productos post-cosecha (cereza) del café con la aplicación de microorganismos nativos. NOVA - Publicación Científica EN CIENCIAS BIOMÉDICAS - ISSN:1794-2470 Vol.8 No. 14: 121 – 240.

Villar, I; Pérez, D.; Patiño, J.; Domínguez, J. & Mato, S. 2010. Estudio de la concentración de metales pesados en distintas fracciones granulométricas durante el compostaje de residuos

orgánicos municipales. II Jornadas de la red Española de compostaje, IV reunión de la red Española de compostaje. Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos. Imprenta Amábar, S.L. Burgos, España. pp. 671-680.

VIVIENDA. 2017. D.S. N° 015-2017-VIVIENDA, Decreto supremo que aprueba el Reglamento para el Reaprovechamiento de Lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Lima, Perú.

Wadkar, D. V.; Modak P. R. & Kote, A. 2013. Aerobic-thermophilic composting of municipal solid wastes using solar energy. *Journal of Environmental Research And Development* Vol. 7 No. 4A.

Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Science*, 37, 29-38.

Wong, J.W.C. & Selvam, A. 2006. Speciation of heavy metals during co-composting of sewage sludge with lime. *Chemosphere* 63, 980–986.

Xu, J; Garcia Bravo, A; Lagerkvist, A; Bertilsson, S; Sjöblomb, R and Kumpiene, J. 2014. Sources and remediation techniques for mercury contaminated soil. *Environmental international*. 74, 42-53.

Young, I; Renault, S and Markham, J. 2014. Low levels organic amendments improve fertility and plant cover on non-acid generating gold mine tailings. Winnipeg, Canada. *Ecological Engineering*. 74, 250-257.

Zhang, F; Li, Y; Yang, M and Li, W. 2012. Content of heavy metals in animal feeds and manures from farms of different scales in Northeast China. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 9, 2658-2668; doi:10.3390/ijerph9082658.

Zuñiga, D. 2012. Manual de Microbiología Agrícola Rhizobium, PGPRs, Indicadores de Fertilidad E Inocuidad. 1era. Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Q&P Impresores S.R.L. Lima, Perú. 112 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANOVA Y KRUSKAL WALLIS

A continuación se pueden observar cuadros con el resumen de los resultados de los análisis realizados a cada una de las 55 variables, exceptuando la variables microbiológica *Salmonella sp.* que cuenta con resultados cualitativos, a través de las pruebas de ANOVA o Kruskal Wallis. En el algunos casos se cumplen los principios de normalidad y homogeneidad para poder realizar la prueba de ANOVA, en ausencia de alguno de los principios o ambos se aplicó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis. En algunos casos no se ha obtenido diferencias en las pruebas de comparación entre tratamientos (tiempos de compostaje). Los tratamientos con similares letras muestran agrupamientos con similitudes entre sus valores promedio y desviaciones estándar.

En cuanto a las variables primarias (metales pesados y elementos traza de interés) se observa que la concentración total del Cd, Cu y Ni no mostraron diferencias entre sus tratamiento o tiempos de compostaje cuando se inocularon con microorganismos benéficos. Similar situación se observa en Cr y Pb extraídos con DTPA sin inoculación. En el caso de la concentración extraída con agua desionizada para As, Cd, Cr y Hg sin inocular y el Cr inoculado tampoco mostraron diferencias entre los tiempos de compostaje. En las variables secundarias físicoquímicas solo no se observaron diferencias en CE para ambas diluciones con o sin inoculación. En el caso de las variables microbiológicas se observaron en la mayoría similitudes entre sus tratamientos a excepción de *Lactobacillus sp.* y huevos de helmintos.

VARIABLES PRIMARIAS

Cuadro 32: Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de la concentración total de los metales pesados o elementos traza de interés.

Concentración Total del Metal Pesado o elemento traza de interés	Factorial	Normalidad	Homogeneidad	Prueba	Pruebas de Comparación	T0	T30	T60	T90	T120
[As]tot	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	ab	ab	a	ab
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	b	b	a	b
[Cd]tot	CMB	SI	NO	Kruskal Wallis	NO					
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	d	bc	a	cd	ab
[Cr]tot	CMB	SI	NO	Kruskal Wallis	SI	bc	c	abc	a	ab
	SMB	SI	SI	Anova	SI	bc	c	bc	a	b
[Cu]tot	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	ab	a	ab	a
[Hg]tot	CMB	SI	SI	Anova	SI	c	bc	bc	a	ab
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	a
[Mo]tot	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	bc	b	a	c
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	bc	b	a	c
[Ni]tot	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	b	b	a	a
[Pb]tot	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	a
	SMB	SI	SI	Anova	SI	c	bc	ab	a	bc
[Se]tot	CMB	SI	NO	Kruskal Wallis	SI	e	d	c	b	a
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	a
[Zn]tot	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	a
	SMB	SI	SI	Anova	SI	c	b	ab	a	ab

Cuadro 33: Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de la concentración extraída con DTPA de los metales pesados o elementos traza de interés.

Concentración de metal pesado o elemento traza extraído con ácido pentético	Factorial	Normalidad	Homogeneidad	Prueba	Pruebas de Comparación	T0	T30	T60	T90	T120
[As]DTPA	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	b	b	b
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	ab	b	b
[Cd]DTPA	CMB	SI	SI	Anova	SI	c	ab	a	bc	bc
	SMB	SI	SI	Anova	NO					
[Cr]DTPA	CMB	SI	SI	Anova	SI	a	bc	d	b	cd
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	b	b	a	b
[Cu]DTPA	CMB	SI	SI	Anova	SI	d	a	b	c	c
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	a
[Hg]DTPA	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	b	ab	ab	ab
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	ab	cd	bc	d
[Mo]DTPA	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	a
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	a
[Ni]DTPA	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	ab	bc	cd	d
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	ab	a	bc	c	c
[Pb]DTPA	CMB	SI	NO	Kruskal Wallis	SI	c	ab	a	a	bc
	SMB	SI	SI	Anova	NO					
[Se]DTPA	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	c	c	c
	SMB	SI	SI	Anova	SI	ab	a	abc	bc	c
[Zn]DTPA	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	b	b
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	ab	ab

Cuadro 34: Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de la concentración extraída con agua desionizada de los metales pesados o elementos traza de interés.

Concentración de metal pesado o elemento traza extraído con agua destilada	Factorial	Normalidad	Homogeneidad	Prueba	Pruebas de Comparación	T0	T30	T60	T90	120
[As]H2O	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	ab	ab	b
	SMB	SI	SI	Anova	NO					
[Cd]H2O	CMB	NO	SI	Kruskal Wallis	SI	a	ab	b	c	c
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
[Cr]H2O	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
	SMB	SI	NO	Kruskal Wallis	NO					
[Cu]H2O	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	ab	bc	cd	d
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	b	c	d	e
[Hg]H2O	CMB	SI	SI	Anova	SI	a	ab	ab	ab	b
	SMB	SI	NO	Kruskal Wallis	NO					
[Mo]H2O	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	ab
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	ab
[Ni]H2O	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	a	b	b	b
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	b	c	c	c
[Pb]H2O	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	ab	ab	c	bc
	SMB	SI	SI	Anova	SI	a	b	b	b	b
[Se]H2O	CMB	SI	SI	Anova	SI	a	ab	b	b	ab
	SMB	SI	SI	Anova	SI	a	b	b	b	b
[Zn]H2O	CMB	SI	SI	Anova	SI	a	b	b	b	b
	SMB	SI	SI	Anova	SI	a	b	b	b	b

VARIABLES SECUNDARIAS FISCOQUÍMICAS

Cuadro 35: Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de las variables secundarias fiscoquímicas.

Concentración u unidades de concentración de la variable fiscoquímica	Tratamiento	Normalidad	Homogeneidad	Prueba	Pruebas de Comparación	T0	T30	T60	T90	T120
H (%)	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	a	c
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	a	b	c
pH <1/10>	CMB	SI	SI	Anova	SI	c	ab	a	b	a
	SMB	SI	SI	Anova	SI	d	b	a	c	ab
pH <1/5>	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	b	a	a	a
	SMB	SI	SI	Anova	SI	c	b	a	b	a
CE <1/10> (dS m-1)	CMB	SI	SI	Anova	NO					
	SMB	SI	SI	Anova	NO					
CE <1/5> (dS m-1)	CMB	SI	SI	Anova	NO					
	SMB	SI	SI	Anova	NO					
Corg (%)	CMB	SI	SI	Anova	SI	ab	a	cd	d	bc
	SMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	b	c	b
Ntot (%)	CMB	SI	SI	Anova	SI	b	a	ab	b	ab
	SMB	SI	SI	Anova	SI	c	a	bc	abc	ab
C/N	CMB	SI	SI	Anova	SI	a	ab	cd	d	bc
	SMB	SI	SI	Anova	SI	a	a	a	b	a
AH (%)	CMB	SI	SI	Anova	SI	c	c	b	a	a
	SMB	SI	SI	Anova	SI	c	c	b	a	a
AF (%)	CMB	SI	SI	Anova	SI	ab	ab	b	ab	a
	SMB	SI	SI	Anova	SI	ab	ab	b	a	a
AH / AF	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	b	b	a	a	ab
	SMB	SI	SI	Anova	SI	c	c	a	ab	b
N-NH4+	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	ab	b	b	b
	SMB	SI	SI	Anova	SI	a	b	c	c	c
M.o. (%)	CMB	SI	SI	Anova	SI	a	ab	bc	c	c
	SMB	SI	SI	Anova	SI	ab	a	bc	c	c
Da (g cm-3)	CMB	SI	SI	Anova	SI	c	c	bc	a	b
	SMB	SI	SI	Anova	SI	bc	c	c	a	b

VARIABLES SECUNDARIAS MICROBIOLÓGICAS

Cuadro 36: Análisis ANOVA o KRUSKAL WALLIS de las variables secundarias microbiológicas.

Variable Microbiológica por Unidad de Población Microbiana	Tratamiento	Normalidad	Homogeneidad	Prueba	Pruebas de Comparación	T0	T30	T60	T90	T120
Aerobios mesófilos viables (UFC g-1)	CMB	SI	SI	Anova	SI	a	b	b	b	b
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
Aerobios termófilos viables (UFC g-1)	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	a	b	b	ab
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	ab	a	ab	b	b
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	ab	ab	c	bc
Mohos y levaduras (UFC g-1)	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
	SMB	NO	SI	Kruskal Wallis	NO					
Bacillus sp. (UFC g-1)	CMB	SI	SI	Anova	NO					
	SMB	SI	NO	Kruskal Wallis	NO					
Actinomicetus sp. (UFC g-1)	CMB	SI	NO	Kruskal Wallis	SI	b	a	ab	a	ab
	SMB	SI	NO	Kruskal Wallis	NO					
Coliformes totales (NMP g-1)	CMB	SI	NO	Kruskal Wallis	SI	a	a	b	a	ab
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
Coliformes fecales (NMP g-1)	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	a	b	ab	b
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	a	b	ab	b
Escherichia coli (NMP g-1)	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	NO					
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	a	ab	b	b	b
Huevos de helmintos (No /4 g)	CMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	e	a	d	c	b
	SMB	NO	NO	Kruskal Wallis	SI	c	a	bc	ab	a

A continuación se muestra un ejemplos de salida del software R.

```
> DTPA.CMB.data <- read.table(file = "D:/Tesis Kelvin/DTPA/DTPA_CMB.txt",
header = TRUE)
> DTPA.CMB.data
  Tratamiento As.DTPA Cd.DTPA Cr.DTPA Cu.DTPA Hg.DTPA Mo.DTPA Ni.DTPA Pb.
DTPA Se.DTPA Zn.DTPA
1   T0CMB  2.931 0.6515  0.553  6.635 0.0053 0.0593  1.232 23.983  0.127
81.355
2   T0CMB  3.085 0.7502  0.513  7.562 0.0093 0.0813  0.746 28.688  0.120
84.897
3   T0CMB  2.119 0.6443  0.493  6.463 0.0040 0.1046  1.106 20.288  0.147
83.710
4   T30CMB  5.099 0.8681  0.408 17.631 0.0010 0.3881  0.642 31.323  0.17
9 135.007
5   T30CMB  4.491 0.7624  0.368 16.989 0.0005 0.5103  0.567 31.581  0.15
4 119.102
6   T30CMB  4.225 0.8485  0.345 15.408 0.0005 0.3151  0.564 31.470  0.17
5 123.342
7   T60CMB  3.784 0.9512  0.333 13.421 0.0015 0.5196  0.448 33.386  0.10
4 138.699
8   T60CMB  3.488 0.8738  0.299 14.744 0.0010 0.5757  0.398 32.260  0.06
5 131.930
9   T60CMB  3.195 0.9024  0.287 13.304 0.0010 0.3804  0.416 31.273  0.08
9 128.723
10  T90CMB  3.218 0.7619  0.414 10.311 0.0015 0.5588  0.472 36.292  0.09
0 78.966
11  T90CMB  2.999 0.8018  0.424 11.378 0.0020 0.5235  0.393 37.334  0.08
5 88.500
12  T90CMB  2.589 0.7389  0.414 11.029 0.0010 0.3150  0.393 34.373  0.09
0 85.307
13  T120CMB  2.729 0.7272  0.372 10.447 0.0020 0.4003  0.332 23.455  0.0
69 88.155
```

```

14 T120CMB 2.474 0.7556 0.334 11.322 0.0010 0.4284 0.319 24.429 0.0
70 89.458
15 T120CMB 2.458 0.8352 0.334 11.848 0.0010 0.2887 0.344 25.636 0.0
75 97.178

```

```

> #####
> ##### Cu.DTPA.CMB
> #####
> Cu.DTPA.CMB.anova <- aov(Cu.DTPA ~ Tratamiento, data = DTPA.CMB.data)
>

```

```

> #### Prueba de normalidad
>
> library(nortest)
> ad.test(residuals(Cu.DTPA.CMB.anova))

```

Anderson-Darling normality test

```

data: residuals(Cu.DTPA.CMB.anova)
A = 0.2587, p-value = 0.6636

```

Se cumple el supuesto de normalidad.

```

> #### Prueba de homogeneidad
>
> bartlett.test(Cu.DTPA ~ Tratamiento, data = DTPA.CMB.data)

```

Bartlett test of homogeneity of variances

```

data: Cu.DTPA by Tratamiento
Bartlett's K-squared = 1.2324, df = 4, p-value = 0.8727

```

Se cumple el supuesto de homogeneidad.

```

> #### ANOVA
>
> summary(Cu.DTPA.CMB.anova)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento 4 159.34   39.83   64.36 4.25e-07 ***
Residuals 10   6.19    0.62
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Existen diferencias en al menos uno de los tratamientos.

```

> #### Tukey
>
> TukeyHSD(Cu.DTPA.CMB.anova)
Tukey multiple comparisons of means
 95por ciento family-wise confidence level

Fit: aov(formula = Cu.DTPA ~ Tratamiento, data = DTPA.CMB.data)

```

```

$`Tratamiento`
      diff      lwr      upr      p adj
T120CMB-T0CMB 4.3190000 2.2049111 6.4330889 0.0003880
T30CMB-T0CMB  9.7893333 7.6752444 11.9034222 0.0000002
T60CMB-T0CMB  6.9363333 4.8222444  9.0504222 0.0000061
T90CMB-T0CMB  4.0193333 1.9052444  6.1334222 0.0006942
T30CMB-T120CMB 5.4703333 3.3562444  7.5844222 0.0000518

```

```
T60CMB-T120CMB 2.6173333 0.5032444 4.7314222 0.0149144
T90CMB-T120CMB -0.2996667 -2.4137556 1.8144222 0.9887950
T60CMB-T30CMB -2.8530000 -4.9670889 -0.7389111 0.0085792
T90CMB-T30CMB -5.7700000 -7.8840889 -3.6559111 0.0000323
T90CMB-T60CMB -2.9170000 -5.0310889 -0.8029111 0.0073995
```

```
> library(TukeyC)
> summary(TukeyC(Cu.DTPA.CMB.anova))
Groups of means at sig.level = 0.05
  Means G1 G2 G3 G4
T30CMB 16.68 a
T60CMB 13.82 b
T120CMB 11.21 c
T90CMB 10.91 c
T0CMB 6.89 d
```

Hay cuatro grupos de tratamientos con el mismo promedio:

- Primer grupo: T30CMB
- Segundo grupo: T60CMB
- Tercer grupo: T120CMB y T90CMB
- Cuarto grupo: T0CMB

```
> H2O.CMB.data <- read.table(file = "D:/Tesis kelvin/H2O/H2O_CMB.txt", header = TRUE)
> H2O.CMB.data
  Tratamiento As.H2O Cd.H2O Cr.H2O Cu.H2O Hg.H2O Mo.H2O Ni.H2O Pb.H2O Se.
H2O Zn.H2O
1 T0CMB 3.134 0.027 0.627 3.030 0.012 0.376 0.343 1.060 0.507 5.612
2 T0CMB 2.836 0.016 0.222 2.260 0.004 0.425 0.222 0.517 0.561 4.594
3 T0CMB 3.788 0.022 0.223 2.555 0.009 0.652 0.238 0.579 0.743 4.085
4 T30CMB 3.988 0.009 0.195 1.274 0.005 0.816 0.135 0.345 0.450 2.548
5 T30CMB 3.984 0.011 0.300 1.363 0.002 0.945 0.135 0.359 0.434 2.262
6 T30CMB 4.267 0.011 0.270 1.183 0.002 0.859 0.120 0.299 0.404 2.066
7 T60CMB 3.771 0.009 0.209 0.943 0.005 0.865 0.105 0.284 0.404 2.080
8 T60CMB 3.581 0.009 0.195 0.839 0.002 1.049 0.090 0.270 0.360 1.978
9 T60CMB 3.687 0.011 1.574 1.019 0.005 0.802 0.090 0.375 0.285 2.323
10 T90CMB 3.636 0.006 0.494 0.838 0.003 0.949 0.090 0.269 0.389 1.960
11 T90CMB 3.774 0.008 0.329 0.809 0.002 0.869 0.090 0.240 0.404 1.827
12 T90CMB 3.538 0.008 0.210 0.630 0.003 0.784 0.090 0.210 0.315 1.514
13 T120CMB 3.389 0.008 0.240 0.645 0.002 0.783 0.090 0.270 0.390 1.874
14 T120CMB 2.954 0.006 0.195 0.630 0.002 0.711 0.090 0.270 0.465 1.635
15 T120CMB 2.904 0.006 0.195 0.584 0.003 0.639 0.090 0.239 0.449 1.557
```

```
> #####
> ##### Cu.DTPA.CMB
> #####
> Cu.H2O.CMB.anova <- aov(Cu.H2O ~ Tratamiento, data = H2O.CMB.data)
>
```

```
> #### Prueba de normalidad
>
> library(nortest)
> ad.test(residuals(Cu.H2O.CMB.anova))

Anderson-Darling normality test
```

```
data: residuals(Cu.H2O.CMB.anova)
A = 0.74872, p-value = 0.03974
```

No se cumple el supuesto de normalidad.

```
> #### Prueba de homogeneidad
>
> bartlett.test(Cu.H2O ~ Tratamiento, data = H2O.CMB.data)

Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: Cu.H2O by Tratamiento
Bartlett's K-squared = 10.304, df = 4, p-value = 0.0356
```

No se cumple el supuesto de homogeneidad.

```
> #### Prueba Kruskal Wallis
>
> kruskal.test(Cu.H2O ~ Tratamiento, data = H2O.CMB.data)

kruskal-wallis rank sum test
```

```
data: Cu.H2O by Tratamiento
kruskal-wallis chi-squared = 13.148, df = 4, p-value = 0.01057
```

Existen diferencias de medianas en al menos en uno de los tratamientos.

```
> library(agricolae)
> kruskal(H2O.CMB.data$Cu.H2O, H2O.CMB.data$Tratamiento, group = TRUE, p.
adj = "bonferroni")$groups
H2O.CMB.data$Cu.H2O groups
T0CMB      14.0  a
T30CMB     11.0  ab
T60CMB      8.0  bc
T90CMB      4.5  cd
T120CMB     2.5  d
```

ANÁLISIS FACTORIAL – MODELO LINEAL GENERALIZADO Y MIXTO

Después del análisis de las medias de las variables primarias, es decir los metales pesados y elementos y elementos traza de interés, en su concentración total, extraídos con DTPA o agua desionizada se observaron diferencias significativas en $[Cd]_{tot}$, $[Cu]_{tot}$, $[Cu]_{DTPA}$, $[Hg]_{DTPA}$, $[Ni]_{DTPA}$ y $[Zn]_{DTPA}$. En cuanto a las variables secundarias fisicoquímicas se observó diferencias significativas en Hpor ciento, Corg, relación C/N, M.o. y Da. Las variables secundarias microbiológicas mostraron diferencias en *Bacillus sp.*, Coliformes Totales y Helmintos. Es posible inferir que en el caso de las variables mencionadas exista alguna influencia en la inoculación de los microorganismos benéficos.

No obstante lo mencionado y debido a la magnitud de la diferencia y la naturaleza de las variables, que es posible observarla también de manera cualitativa, se puede mencionar que en el caso específico de la Concentración Total de Cu, la Concentración extraída con DTPA del Cobre y Zn son las únicas variables que mostraron diferencias en el día 120. Esto complementa a las gráficas mostradas en los numerales anteriores (4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3) pero en este caso ejecutadas a través del programa estadístico InfoStat™. A continuación se muestran las gráficas y las significaciones de los tratamientos de cada factorial.

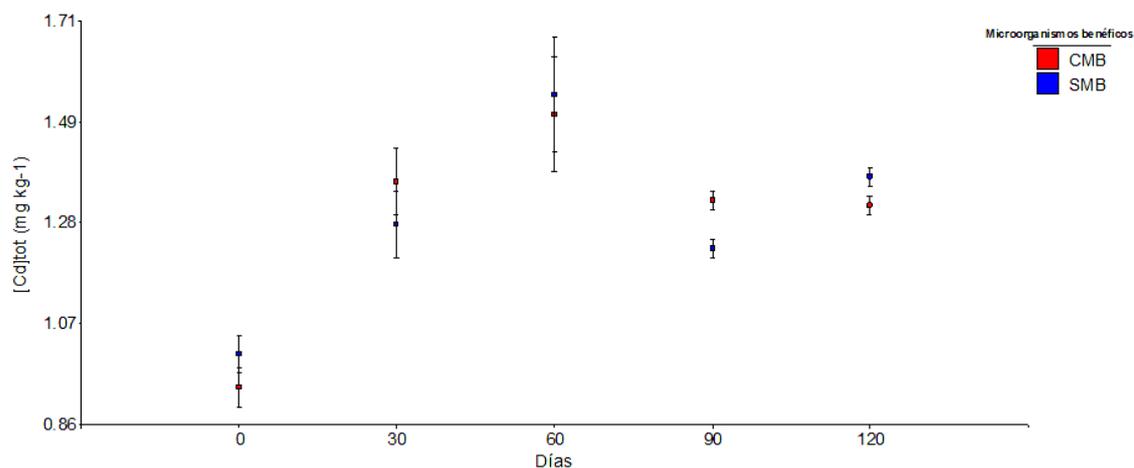


Figura 100: Análisis factorial en la concentración total de Cd ($[Cd]_{tot}$) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Cd.tot.mg.kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Factorial*Dias

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Factorial	Dias	Medias	E.E.		
SMB	60	1.55	0.12	A	
CMB	60	1.51	0.12	A	
SMB	120	1.38	0.02	A	
CMB	30	1.37	0.07	A	B
CMB	90	1.33	0.02	A	B
CMB	120	1.32	0.02	A	B
SMB	30	1.28	0.07	A	B
SMB	90	1.23	0.02		B
SMB	0	1.01	0.04		C
CMB	0	0.94	0.04		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

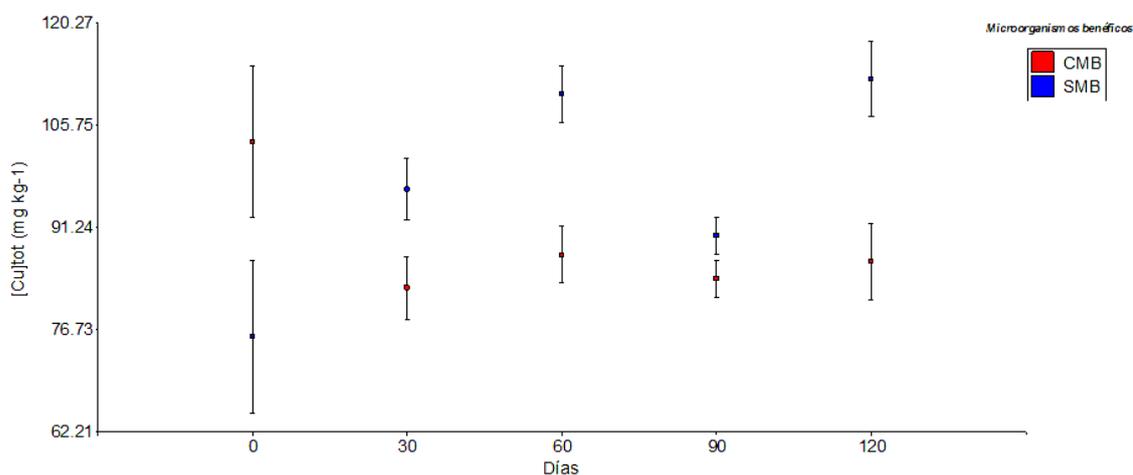


Figura 101: Análisis factorial en la concentración total del Cu ([Cu]tot) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Cu.tot.mg.kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Factorial*Dias

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Factorial	Dias	Medias	E.E.		
SMB	120	112.23	5.40	A	
SMB	60	110.13	3.98	A	
CMB	0	103.33	10.82	A	B
SMB	30	96.67	4.41		B
SMB	90	90.00	2.62		B
CMB	60	87.33	3.98		B
CMB	120	86.33	5.40		B

CMB	90	83.97	2.62	B
CMB	30	82.67	4.41	B
SMB	0	75.67	10.82	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

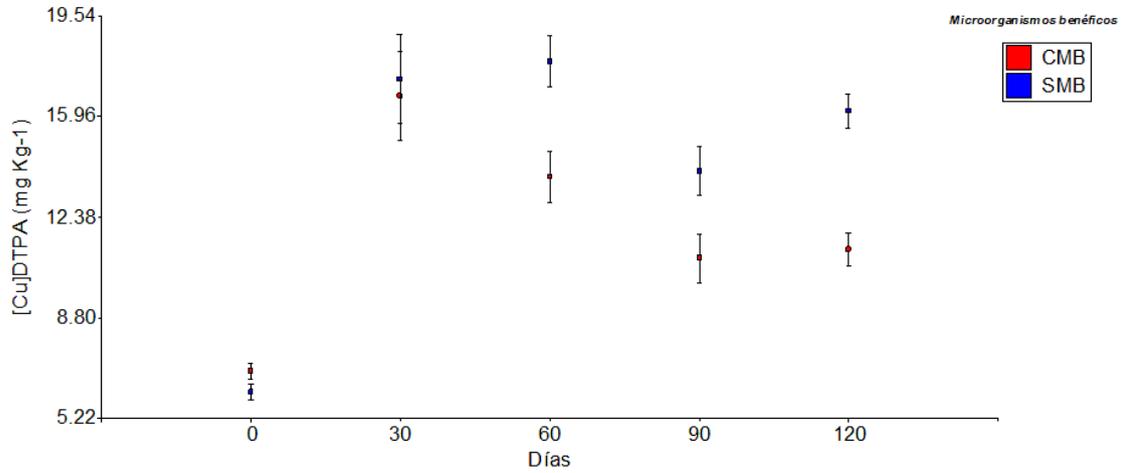


Figura 102: Análisis factorial en Cu extraído con ácido pentético ($[Cu]_{DTPA}$) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Cu.DTPA.mg.Kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Factorial*Días

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Factorial	Días	Medias	E.E.		
SMB	60	17.93	0.91	A	
SMB	30	17.30	1.59	A	B
CMB	30	16.68	1.59	A	B
SMB	120	16.15	0.60	A	B
SMB	90	14.03	0.86		B
CMB	60	13.82	0.91		B
CMB	120	11.21	0.60		C
CMB	90	10.91	0.86		C
CMB	0	6.89	0.29		D
SMB	0	6.16	0.29		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

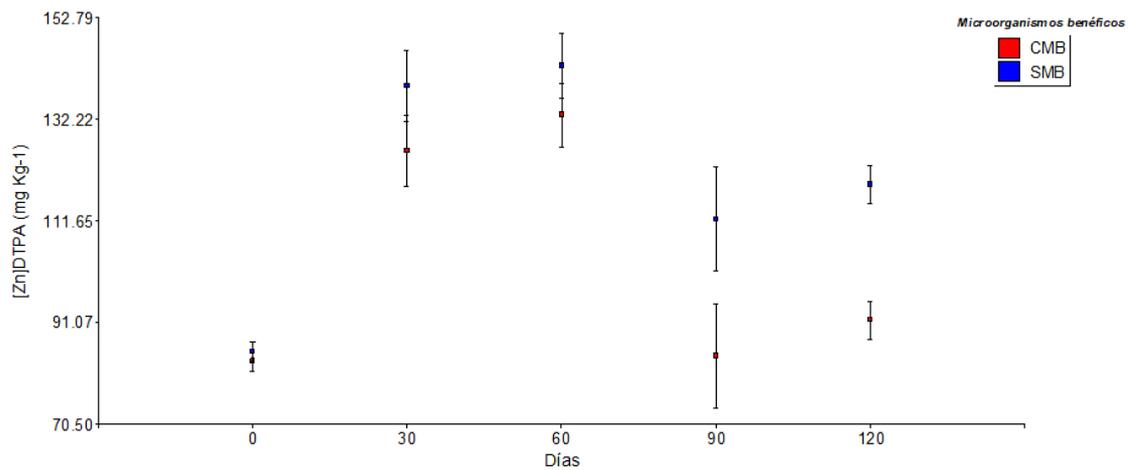


Figura 103: Análisis factorial en Zn extraído con ácido pentético ([Zn]DTPA) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Zn.DTPA.mg.Kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Factorial*Dias

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Factorial	Dias	Medias	E.E.					
SMB	60	143.04	6.43	A				
SMB	30	138.93	7.18	A				
CMB	60	133.12	6.43	A	B			
CMB	30	125.82	7.18	A	B			
SMB	120	118.95	3.81		B			
SMB	90	112.02	10.47		B	C		
CMB	120	91.60	3.81			C	D	
SMB	0	85.14	2.06			C	D	
CMB	90	84.26	10.47			C	D	
CMB	0	83.32	2.06				D	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

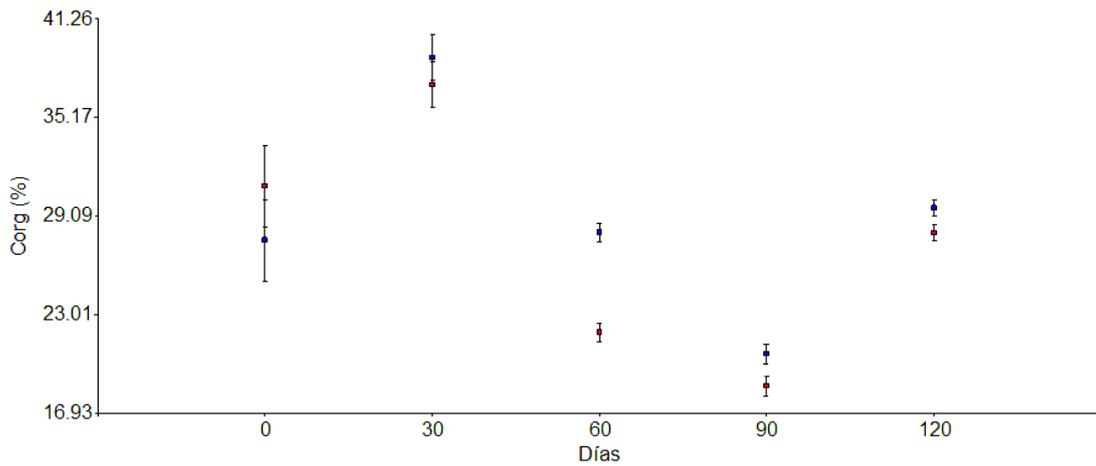


Figura 104: Análisis factorial en Carbono orgánico total (Corg) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Corg - Medias ajustadas y errores estándares para Factorial*Dias

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Factorial	Dias	Medias	E.E.		
SMB	30	38.84	1.40	A	
CMB	30	37.20	1.40	A	
CMB	0	30.95	2.50		B
SMB	120	29.58	0.51		B
SMB	60	28.06	0.59		B
CMB	120	28.04	0.51		B
SMB	0	27.58	2.50		B
CMB	60	21.89	0.59		C
SMB	90	20.57	0.62		C
CMB	90	18.58	0.62		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

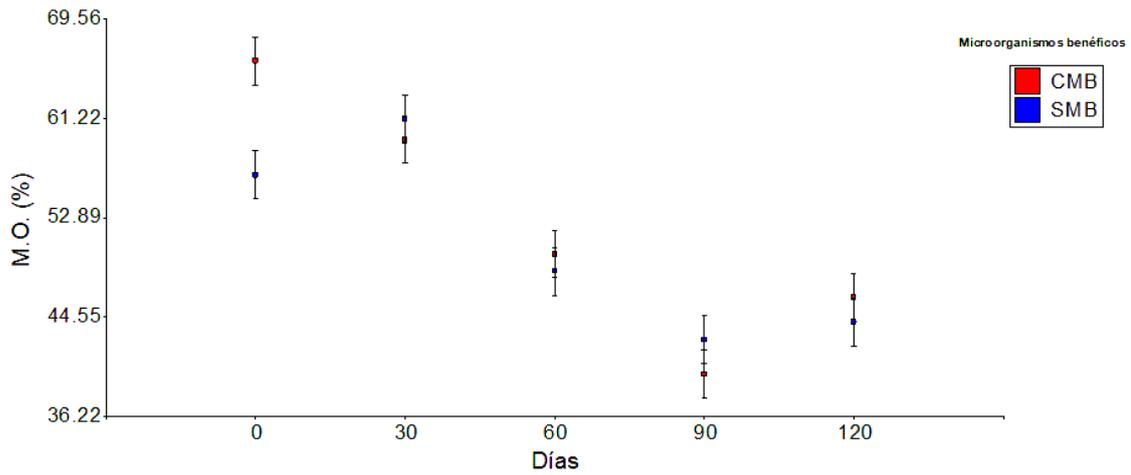


Figura 105: Análisis factorial en Materia Orgánica (M.o.) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

M.o - Medias ajustadas y errores estándares para Factorial*Días

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Factorial	Días	Medias	E.E.						
CMB	0	66.03	2.01	A					
SMB	30	61.13	2.01	A	B				
CMB	30	59.44	2.01			B			
SMB	0	56.48	2.01		B				
CMB	60	49.84	2.01				C		
SMB	60	48.37	2.01			C	D		
CMB	120	46.17	2.01				C	D	
SMB	120	44.10	2.01			C	D	E	
SMB	90	42.61	2.01				D	E	
CMB	90	39.74	2.01						E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

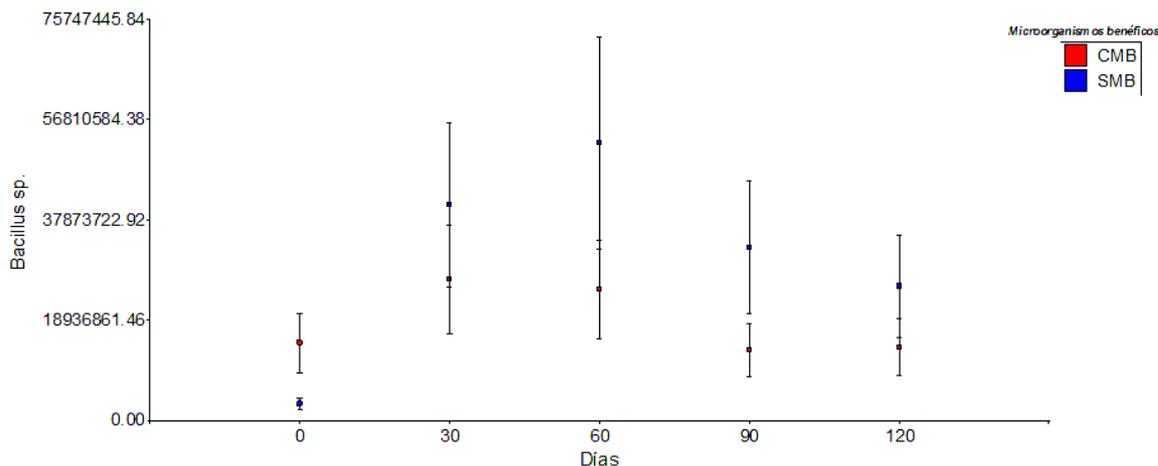


Figura 106: Análisis factorial en *Bacillus sp.* durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Bacillus.sp.UFC.g.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Bacterias*Días

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Bacterias	Días	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
SMB	60	17.77	0.38	52333333.33	19898581.46	A
SMB	30	17.52	0.38	40700000.00	15475266.32	A B
SMB	90	17.30	0.38	32666666.67	12420770.76	A B
CMB	30	17.10	0.38	26666666.67	10139404.78	A B
SMB	120	17.05	0.38	25333333.33	9632434.57	A B
CMB	60	17.02	0.38	24733333.33	9404297.97	A B
CMB	0	16.50	0.38	14700000.00	5589347.08	B
CMB	120	16.45	0.38	13900000.00	5285164.95	B
CMB	90	16.40	0.38	13266666.67	5044354.10	B
SMB	0	14.95	0.38	3100000.00	1178706.19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

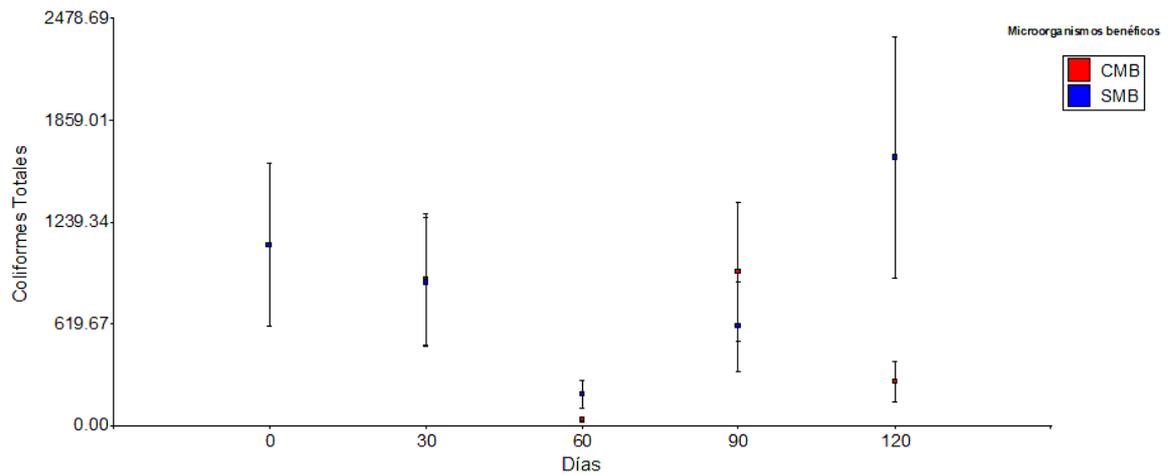


Figura 107: Análisis factorial en Coliformes Totales durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Coliformes.totales.NMP.g.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Factorial*Días

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Factorial	Días	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
SMB	120	7.40	0.45	1630.00	735.62	A
SMB	0	7.00	0.45	1100.00	496.55	A
CMB	0	7.00	0.45	1100.00	496.55	A
CMB	90	6.84	0.45	933.33	421.37	A B
CMB	30	6.79	0.45	886.67	400.32	A B
SMB	30	6.77	0.45	870.00	392.80	A B
SMB	90	6.40	0.45	603.33	272.52	A B C
CMB	120	5.58	0.45	266.33	120.50	B C
SMB	60	5.25	0.45	190.67	86.37	C
CMB	60	3.63	0.46	37.67	17.36	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

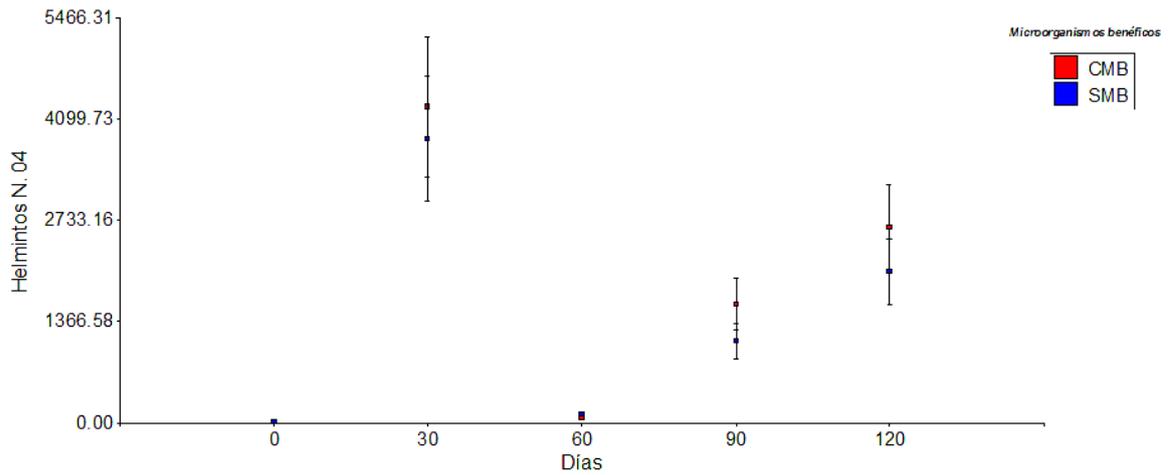


Figura 108: Análisis factorial en Helmintos durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en las pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Helmintos.No.4.g - Medias ajustadas y errores estándares para Factorial*Días

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

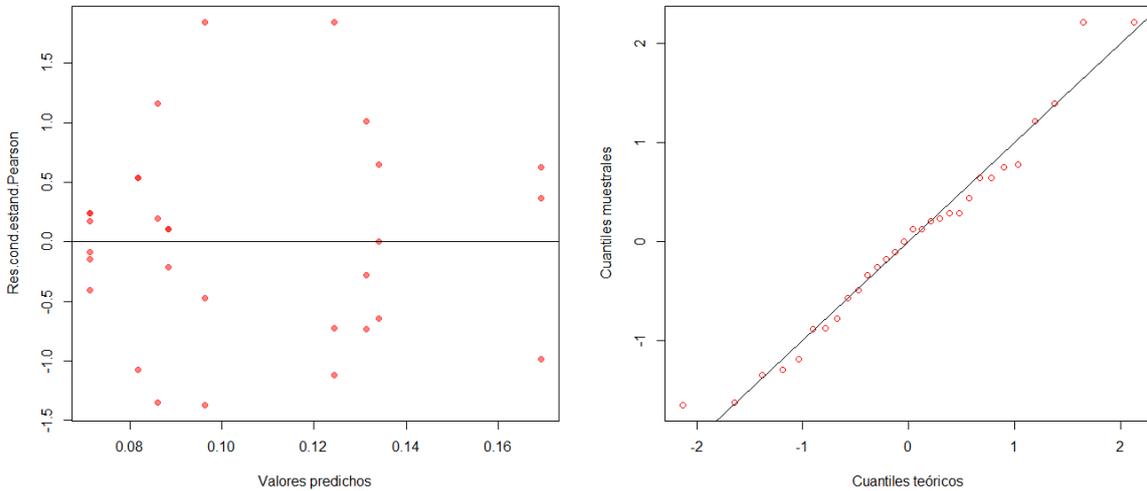
Procedimiento de corrección de p-valores: No

Bacterias	Días	PredLin	E.E.	Media	E.E.									
CMB	30	8.36	0.22	4266.67	939.83	A								
SMB	30	8.25	0.22	3833.33	844.45	A	B							
CMB	120	7.88	0.22	2633.33	580.34	A	B	C						
SMB	120	7.62	0.22	2033.33	448.28		B	C	D					
CMB	90	7.38	0.22	1600.00	352.91			C	D					
SMB	90	7.01	0.22	1103.33	243.59				D					
SMB	60	4.77	0.23	117.67	26.64					E				
CMB	60	3.98	0.23	53.33	12.47						F			
CMB	0	2.64	0.27	14.00	3.76									G
SMB	0	2.08	0.30	8.00	2.40									G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

A continuación se muestra salidas del software estadístico InfoStat.

- **Se con DTPA (CUMPLIMIENTO DE SUPUESTOS, NO HAY DIFERENCIAS ENTRE FACTORIALES)**



Se cumple los supuestos básicos:

- Homogeneidad de varianzas
- Errores con distribución normal.

Variable dependiente: *Se.DTPA.mg.Kg.1*

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
30	-76.86	-65.90	49.43	0.02	0.86	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1381.93	<0.0001
Bacteria	1	1.86	0.1878
Dias	4	27.51	<0.0001
Bacteria:Dias	4	1.79	0.1709

Se.DTPA.mg.Kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Bacteria

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Bacteria	Medias	E.E.	
CMB	0.11	4.0E-03	A
SMB	0.10	4.0E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

NO hay diferencias.

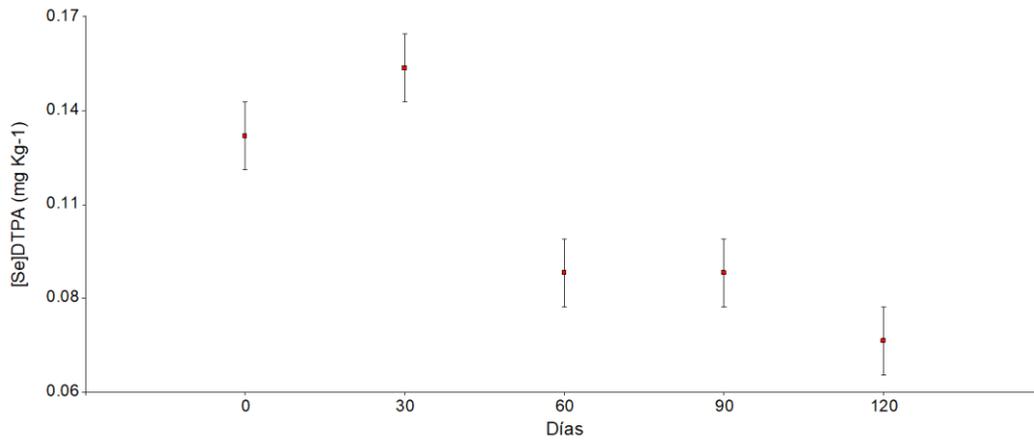
Se.DTPA.mg.Kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Dias

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Dias	Medias	E.E.	
30	0.15	0.01	A
0	0.13	0.01	B
60	0.09	0.01	C
90	0.09	0.01	C D
120	0.07	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

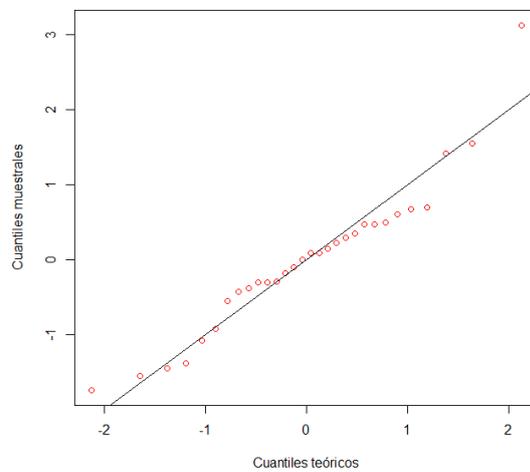
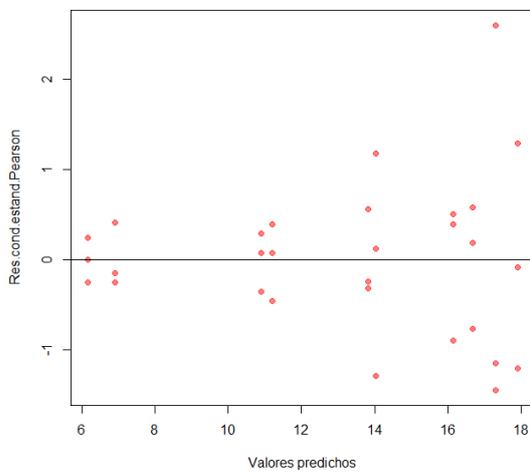


La mayor media fue para el día 30.

- Cu con DTPA (NO CUMPLE SUPUESTOS, MODELADO Y SI HAY DIFERENCIAS ENTRE FACTORIALES)

Caso 1: No cumple los supuestos

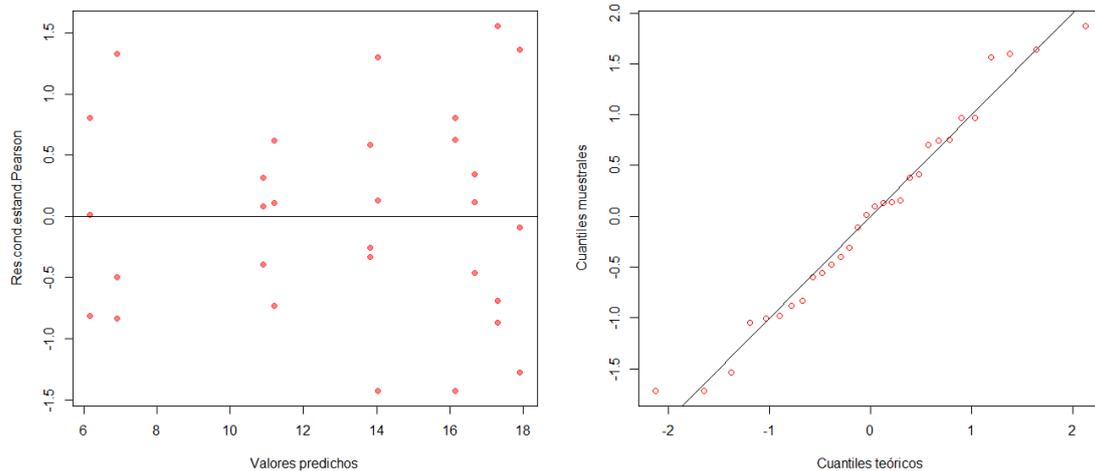
AIC: 109.857



Caso 2

AIC: 107

Dado que AIC en el caso 2 es menor que en el caso 1, el caso 2 tiene un mejor modelo



Se cumple los supuestos básicos:

- Homogeneidad de varianzas
- Errores con distribución normal.

Variable dependiente: *Cu.DTPA.mg.Kg.1*

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
30	107.63		122.56	-38.81	0.51	0.90

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1885.40	<0.0001
Bacteria	1	16.02	0.0007
Dias	4	115.12	<0.0001
Bacteria:Dias	4	11.86	<0.0001

Estructura de varianzas

Modelo de varianzas: *varIdent*

Formula: $\sim 1 \mid \text{Dias}$

Parámetros de la función de varianza

Parámetro	Estim
0	1.00
30	5.42
60	3.08
90	2.94

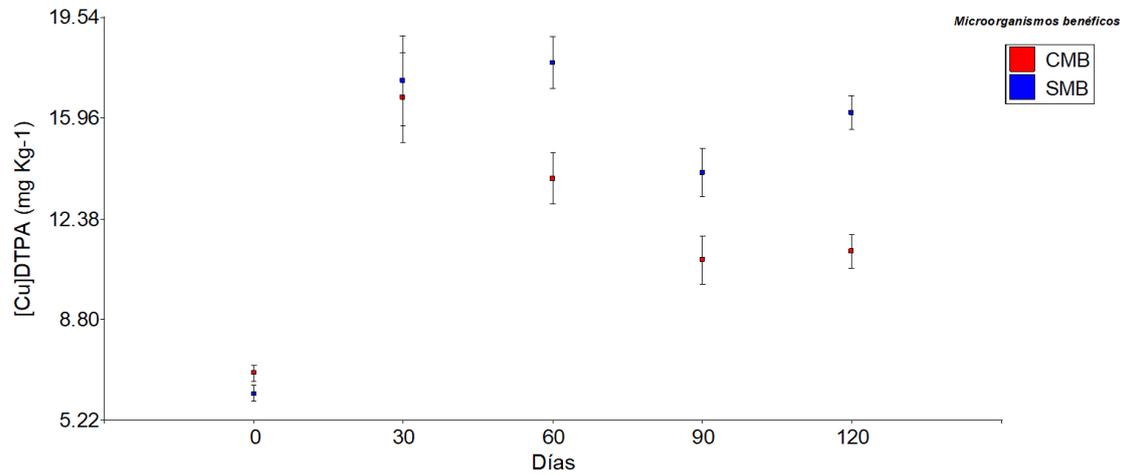
Cu.DTPA.mg.Kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Bacteria*Dias

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Bacteria	Dias	Medias	E.E.		
SMB	60	17.93	0.91	A	
SMB	30	17.30	1.59	A	B
CMB	30	16.68	1.59	A	B
SMB	120	16.15	0.60	A	B
SMB	90	14.03	0.86		B
CMB	60	13.82	0.91		B
CMB	120	11.21	0.60		C
CMB	90	10.91	0.86		C
CMB	0	6.89	0.29		D
SMB	0	6.16	0.29		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

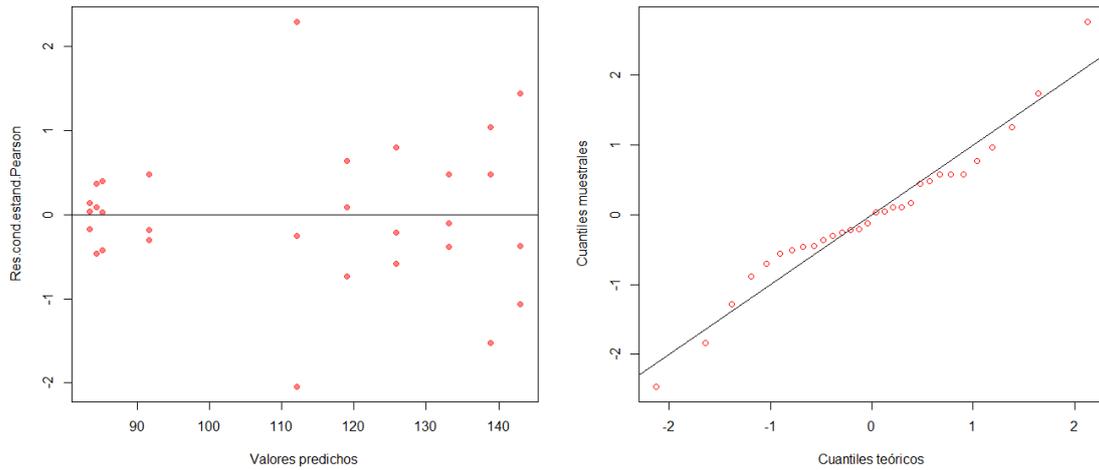


La mayor media fue entre los días 30 y 60.

- **Zn con DTPA (NO CUMPLE SUPUESTOS, MODELADO Y SI HAY DIFERENCIAS ENTRE FACTORIALES)**

Caso 1: No cumple supuestos

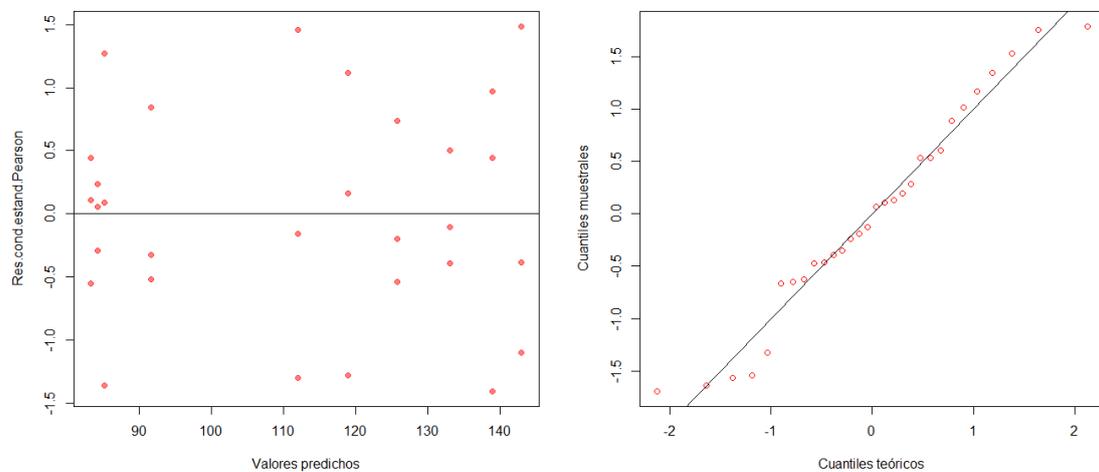
AIC: 187.503



Caso 2

AIC:185

Dado que AIC en el caso 2 es menor que en el caso 1, el caso 2 tiene un mejor modelo



Se cumple los supuestos básicos:

- Homogeneidad de varianzas
- Errores con distribución normal.

Resultados para el modelo: `mlm.modelo.019_Zn.DTPA.mg.Kg.1_REML`

Variable dependiente: `Zn.DTPA.mg.Kg.1`

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
30	185.65	200.59	-77.83	3.58	0.85	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	2817.03	<0.0001
Bacteria	1	14.46	0.0011
Dias	4	53.31	<0.0001
Bacteria:Dias	4	4.85	0.0067

Estructura de varianzas

Modelo de varianzas: `varIdent`

Formula: `~ 1 | Dias`

Parámetros de la función de varianza

Parámetro	Estim
0	1.00
30	3.48
60	3.11
90	5.07
120	1.84

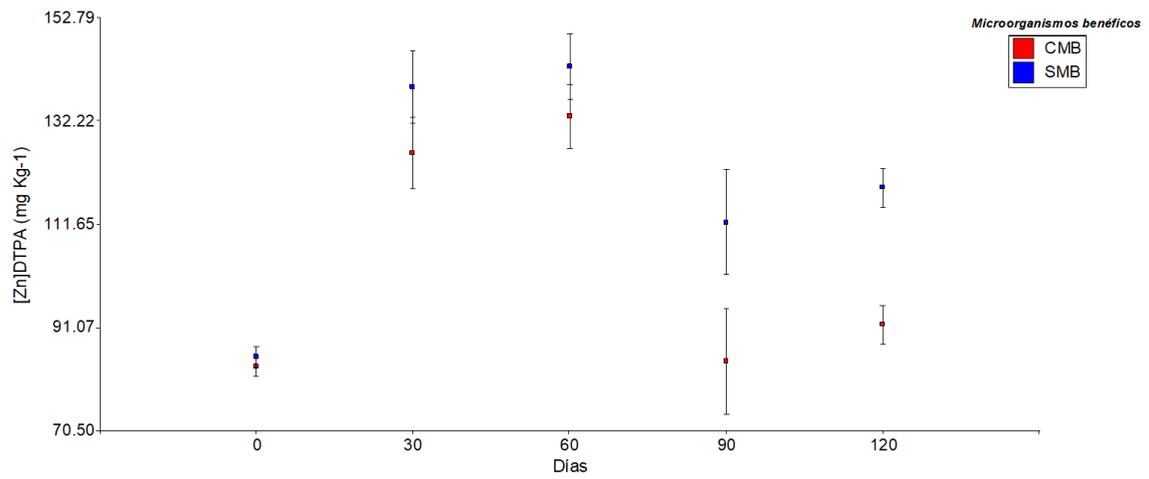
Zn.DTPA.mg.Kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Bacteria*Dias

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Bacteria	Dias	Medias	E.E.			
SMB	60	143.04	6.43	A		
SMB	30	138.93	7.18	A		
CMB	60	133.12	6.43	A	B	
CMB	30	125.82	7.18	A	B	
SMB	120	118.95	3.81		B	
SMB	90	112.02	10.47		B	C
CMB	120	91.60	3.81			C
SMB	0	85.14	2.06			C
CMB	90	84.26	10.47			C
CMB	0	83.32	2.06			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

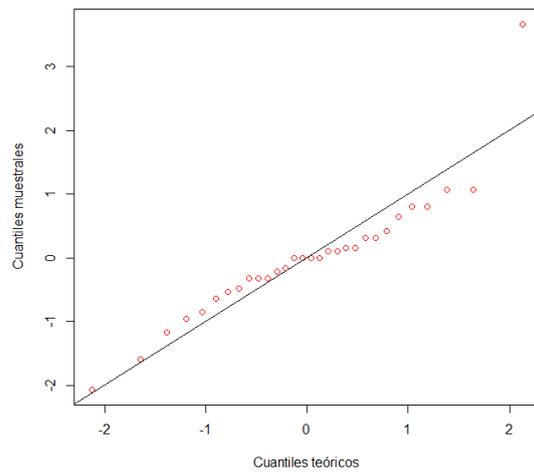
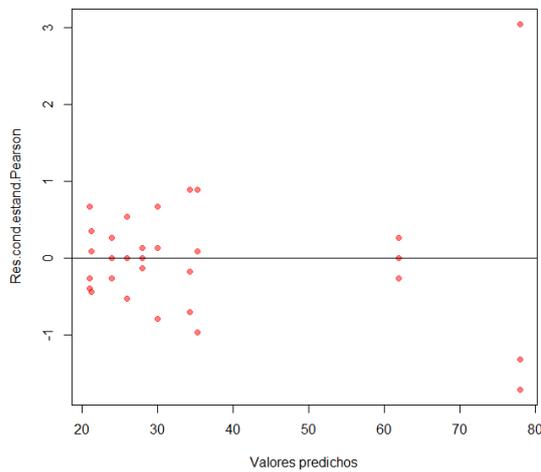


Entre los días 30 y 60 se logra la mayor media.

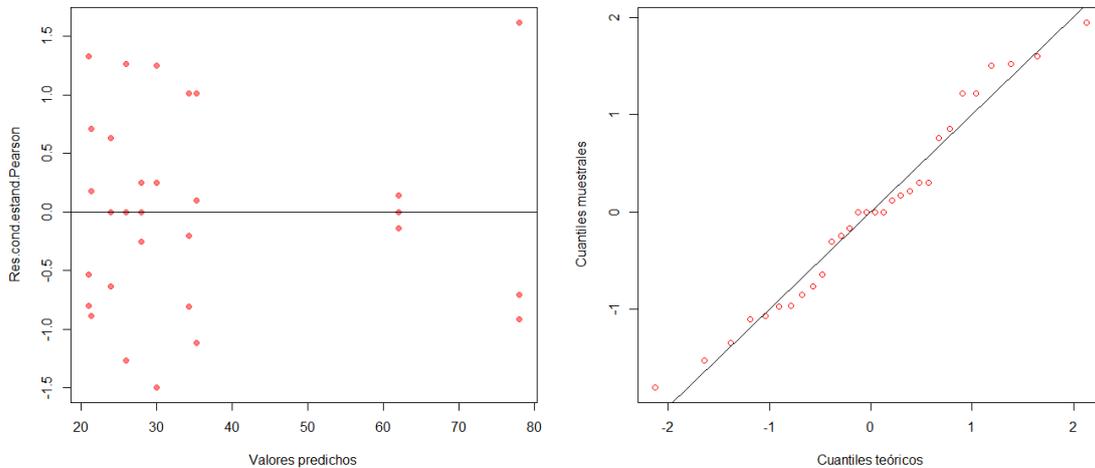
- **Cr total (NO CUMPLE SUPUESTOS, MODELADO Y NO HAY DIFERENCIAS ENTRE FACTORIALES)**

Caso1: Varianzas heterogéneas

AIC: 170.61



Caso2:Modelado



Se cumple los supuestos básicos:

- Homogeneidad de varianzas
- Errores con distribución normal.

AIC: 164.94

En el 2do caso se obtuvo un mejor modelo (menor AIC).

Variable dependiente: *Cr.tot.mg.kg.1*

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
30	164.95		179.88	-67.47	3.16	0.89

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	682.11	<0.0001
Bacterias	1	1.24	0.2792
Dias	4	20.42	<0.0001
Bacterias:Dias	4	0.73	0.5809

Estructura de varianzas

Modelo de varianzas: *varIdent*

Formula: $\sim 1 \mid \text{Dias}$

Parámetros de la función de varianza

Parámetro	Estim
0	1.00
30	1.19
60	1.26
90	4.49
120	2.08

Cr.tot.mg.kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Bacterias

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Bacterias	Medias	E.E.	
CMB	37.53	1.95	A
SMB	34.47	1.95	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

No hay diferencias entre CMB y SMB

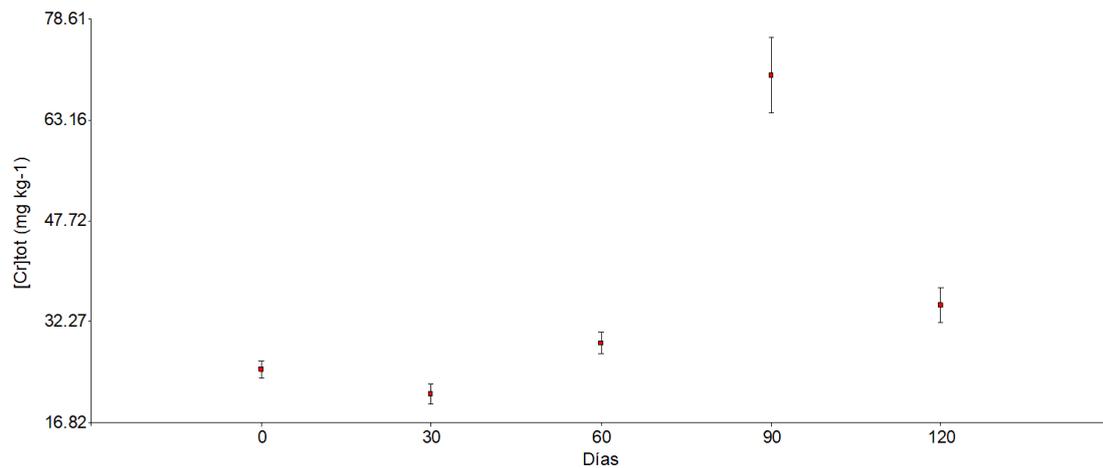
Cr.tot.mg.kg.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Días

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Dias	Medias	E.E.			
90	70.00	5.80	A		
120	34.83	2.69		B	
60	29.00	1.63		B	C
0	25.00	1.29			C D
30	21.17	1.54			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



La mayor media fue con 90 días.

- **Aerobios.mesofilos.UFC.g.1 (NO HAY DIFERENCIAS ENTRE FACTORIALES)**

General

Familia	Enlace	Convergencia	Escala
Negative Binomial(2.8229)	log	Alcanzada	1.00

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
30	1101.99	1117.40	-539.99	31.75

AIC y BIC menores implica mejor

La relación: Deviance/N cercano a 1. El modelo ajusta bien

Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Bacterias	1	20	7.29	0.0138
Días	4	20	34.80	<0.0001
Bacterias:Días..	4	20	1.33	0.2925

Al menos un tratamiento difiere a los demás.

Aerobios.mesofilos.UFC.g.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Bacterias

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Bacterias	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
SMB	17.52	0.15	40706439.85	6255653.84	A
CMB	16.94	0.15	22641315.98	3479455.47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

No hay diferencias entre aplicar microorganismos y no aplicarlos.

Aerobios.mesofilos.UFC.g.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Días

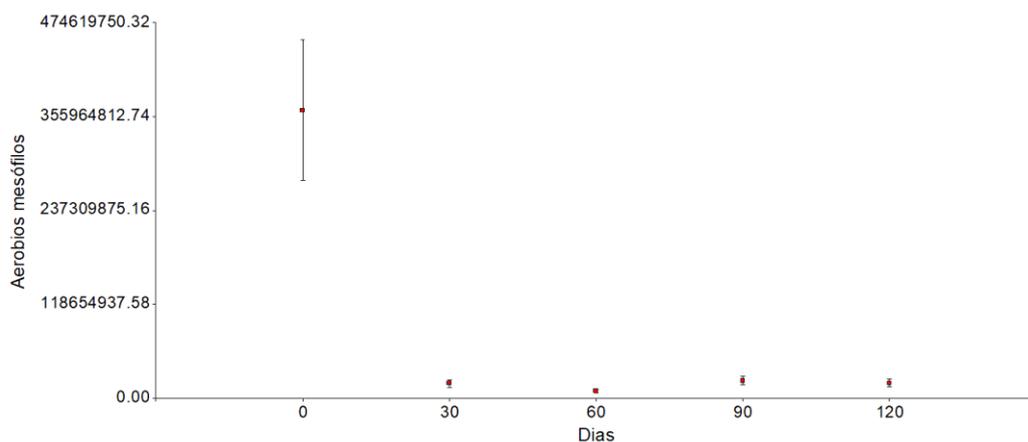
Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Días	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
0	19.71	0.24	363913909.23	88425642.95	A
90	16.91	0.24	22154758.71	5383275.69	B
120	16.77	0.24	19154923.94	4654360.68	B
30	16.75	0.24	18766992.30	4560099.07	B
60	16.00	0.24	8897565.21	2161975.85	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Entre el tiempo 0 hay diferencias respecto a los demás.

- ***Bacillus.sp.UFC.g.1_ML (SI HAY DIFERENCIAS ENTRE FACTORIALES)***

Variable dependiente: *Bacillus.sp.UFC.g.1*

General

Familia	Enlace	Convergencia	Escala
Negative Binomial(2.3056)	log	Alcanzada	1.00

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
30	1080.82	1096.23	-529.41	32.13

AIC y BIC menores implica mejor

La relación: Deviance/N cercano a 1. El modelo ajusta bien

Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos

Source	numDF	denDF	F-value	p-value	
Bacterias	1	20	0.86	0.3639	
Días		4	20	6.15	0.0021
Bacterias:Días..		4	20	3.53	0.0245

Bacillus.sp.UFC.g.1 - Medias ajustadas y errores estándares para Bacterias*Días

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

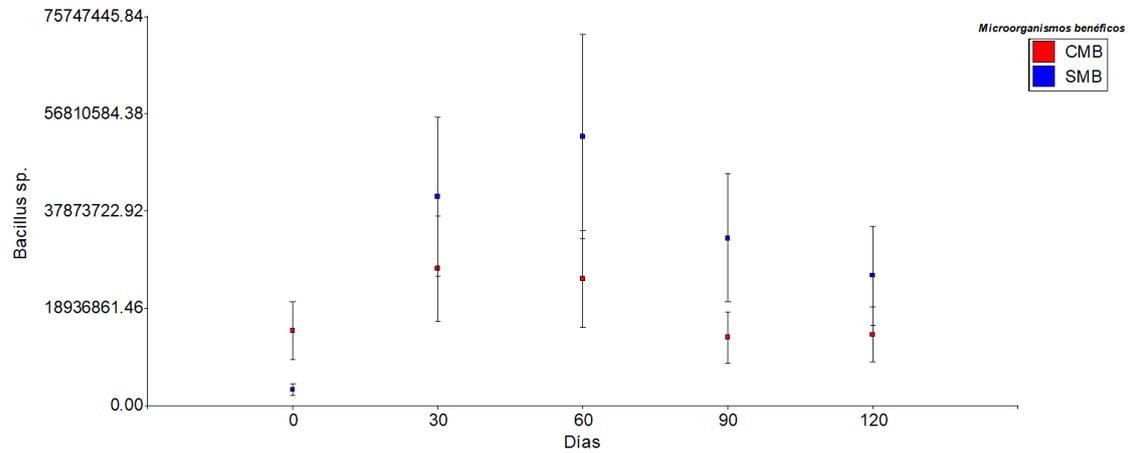
LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Bacterias	Días	PredLin	E.E.	Media	E.E.		
SMB	60	17.77	0.38	52333333.33	19898581.46	A	
SMB	30	17.52	0.38	40700000.00	15475266.32	A	B
SMB	90	17.30	0.38	32666666.67	12420770.76	A	B
CMB	30	17.10	0.38	26666666.67	10139404.78	A	B

SMB	120	17.05	0.38	25333333.33	9632434.57	A	B
CMB	60	17.02	0.38	24733333.33	9404297.97	A	B
CMB	0	16.50	0.38	14700000.00	5589347.08		B
CMB	120	16.45	0.38	13900000.00	5285164.95		B
CMB	90	16.40	0.38	13266666.67	5044354.10		B
SMB	0	14.95	0.38	3100000.00	1178706.19		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Respecto a *Bacillus sp.*: hay diferencias en el día 0, con CMB la media fue mayor respecto a SMB. No hay diferencias entre los demás días independiente a microorganismos benéficos.

CORRELACIONES (PEARSON)

Correlaciones Negativas con significación $p < 0,05$

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.8822	1.17E-10
N-NH4+ (mg kg-1)	AH (%)	30	-0.8750	2.56E-10
N-NH4+ (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.8713	3.74E-10
M.O. (%)	AH (%)	30	-0.8706	4.01E-10
N-NH4+ (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.8584	1.32E-09
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.8563	1.59E-09
Coliformes fecales (NMP g-1)	pH <1/5>	30	-0.8562	1.60E-09
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.8538	2.00E-09
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.8531	2.12E-09
N-NH4+ (mg kg-1)	pH <1/5>	30	-0.8450	4.26E-09
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.8443	4.54E-09
N-NH4+ (mg kg-1)	pH <1/10>	30	-0.8425	5.25E-09
AH (%)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	-0.8410	5.94E-09
AH (%)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.8382	7.45E-09
pH <1/10>	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	-0.8314	1.27E-08
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.8219	2.58E-08
N-NH4+ (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.8158	3.95E-08
pH <1/10>	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	-0.8100	5.88E-08
[Se]H2O (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.8090	6.29E-08
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.8062	7.56E-08
Coliformes fecales (NMP g-1)	AH (%)	30	-0.8020	9.90E-08
pH <1/10>	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	-0.7992	1.19E-07
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.7918	1.87E-07
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.7913	1.93E-07
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.7875	2.42E-07
pH <1/5>	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	-0.7823	3.28E-07
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	pH <1/10>	30	-0.7796	3.83E-07
pH <1/5>	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	-0.7789	3.99E-07
Da (g cm-3)	M.O. (%)	30	-0.7765	4.57E-07
pH <1/10>	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7714	6.03E-07
AH (%)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7680	7.26E-07
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7675	7.47E-07
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.7575	1.26E-06
M.O. (%)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.7575	1.26E-06
N-NH4+ (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.7570	1.29E-06
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	-0.7570	1.29E-06
N-NH4+ (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.7558	1.37E-06
AH (%)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	-0.7550	1.43E-06
C/N	[Cr]tot (mg kg-1)	30	-0.7522	1.65E-06
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.7519	1.67E-06
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.7513	1.71E-06
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7480	2.02E-06
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7463	2.19E-06
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.7463	2.20E-06
pH <1/10>	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	-0.7440	2.45E-06
N-NH4+ (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.7431	2.55E-06
pH <1/10>	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	-0.7425	2.63E-06
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.7415	2.76E-06
AH (%)	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	-0.7377	3.29E-06
M.O. (%)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.7377	3.30E-06
pH <1/5>	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7333	4.04E-06
[Hg]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.7298	4.72E-06
[Se]H2O (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.7291	4.89E-06
Corg (%)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	-0.7210	6.98E-06
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	-0.7179	7.96E-06
pH <1/5>	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7154	8.84E-06
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7113	1.05E-05
pH <1/10>	[Se]H2O (mg kg-1)	30	-0.7105	1.09E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.7067	1.27E-05
[Se]H2O (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.7062	1.30E-05
pH <1/5>	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	-0.7051	1.36E-05

[Zn]H2O (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.7050	1.36E-05
[Hg]DTPA (mg Kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.7039	1.43E-05
[Ni]DTPA (mg Kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.7037	1.44E-05
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.7012	1.59E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	pH <1/10>	30	-0.7002	1.65E-05
M.O. (%)	pH <1/5>	30	-0.6999	1.67E-05
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6961	1.94E-05
[Se]H2O (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6953	2.00E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.6938	2.13E-05
[Mo]DTPA (mg Kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6924	2.24E-05
AH (%)	C/N	30	-0.6912	2.35E-05
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.6905	2.41E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.6869	2.76E-05
M.O. (%)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6867	2.79E-05
M.O. (%)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	-0.6844	3.03E-05
C/N	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6839	3.09E-05
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.6829	3.21E-05
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6799	3.59E-05
Da (g cm-3)	C/N	30	-0.6789	3.72E-05
N-NH4+ (mg kg-1)	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	-0.6784	3.79E-05
[Hg]DTPA (mg Kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.6765	4.05E-05
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.6761	4.12E-05
[Ni]DTPA (mg Kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.6753	4.24E-05
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6748	4.31E-05
Da (g cm-3)	Corg (%)	30	-0.6720	4.78E-05
AH (%)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	-0.6705	5.04E-05
[Se]H2O (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.6666	5.76E-05
[Se]H2O (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.6661	5.87E-05
M.O. (%)	[Ni]tot (mg kg-1)	30	-0.6645	6.20E-05
[Se]H2O (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6629	6.56E-05
AH (%)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6615	6.88E-05
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6613	6.93E-05
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	-0.6590	7.48E-05
pH <1/5>	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	-0.6588	7.54E-05
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.6563	8.22E-05
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.6550	8.57E-05
pH <1/5>	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	-0.6544	8.75E-05
AH/AF	AF (%)	30	-0.6524	9.34E-05
pH <1/5>	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6516	9.59E-05
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.6504	9.99E-05
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.6502	1.01E-04
[Ni]DTPA (mg Kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6476	1.09E-04
pH <1/5>	[Se]H2O (mg kg-1)	30	-0.6463	1.14E-04
[Hg]H2O (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.6411	1.35E-04
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	AH (%)	30	-0.6390	1.44E-04
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.6380	1.49E-04
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.6354	1.62E-04
[Se]H2O (mg kg-1)	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	-0.6314	1.83E-04
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6306	1.87E-04
[Hg]DTPA (mg Kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.6299	1.91E-04
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	-0.6270	2.09E-04
AH (%)	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	-0.6269	2.10E-04
AH (%)	[Se]H2O (mg kg-1)	30	-0.6266	2.12E-04
C/N	[Ni]tot (mg kg-1)	30	-0.6262	2.14E-04
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6212	2.49E-04
[Hg]H2O (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.6205	2.54E-04
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	pH <1/5>	30	-0.6195	2.61E-04
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	AH (%)	30	-0.6173	2.79E-04
pH <1/10>	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6169	2.83E-04
[Hg]DTPA (mg Kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6160	2.90E-04
[Ni]DTPA (mg Kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6143	3.05E-04
pH <1/10>	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	-0.6136	3.11E-04

Corg (%)	[Mo]tot (mg kg-1)	30	-0.6127	3.19E-04
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6100	3.45E-04
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.6058	3.89E-04
[Hg]H2O (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.6047	4.01E-04
M.O. (%)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.6027	4.24E-04
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.6024	4.27E-04
C/N	[As]tot (mg kg-1)	30	-0.5984	4.77E-04
C/N	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.5955	5.17E-04
pH <1/10>	[Cr]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5947	5.29E-04
AH (%)	Corg (%)	30	-0.5928	5.57E-04
AF (%)	H (%)	30	-0.5918	5.71E-04
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5916	5.75E-04
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.5911	5.83E-04
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5862	6.64E-04
C/N	[Mo]tot (mg kg-1)	30	-0.5846	6.92E-04
N-NH4+ (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5840	7.04E-04
[Hg]H2O (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5823	7.35E-04
[Hg]DTPA (mg Kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5822	7.38E-04
[Se]DTPA (mg Kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.5819	7.43E-04
[Ni]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.5753	8.82E-04
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5724	9.49E-04
Aerobios termófilos (UFC g-1)	AH (%)	30	-0.5712	9.79E-04
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.5697	1.02E-03
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5677	1.07E-03
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	-0.5662	1.11E-03
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	-0.5637	1.18E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.5636	1.18E-03
C/N	[Pb]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5628	1.20E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.5609	1.26E-03
C/N	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.5604	1.28E-03
Da (g cm-3)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5596	1.30E-03
[Hg]H2O (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.5595	1.31E-03
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	AH (%)	30	-0.5592	1.32E-03
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	Da (g cm-3)	30	-0.5528	1.54E-03
[Se]H2O (mg kg-1)	[Zn]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5504	1.63E-03
C/N	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5501	1.64E-03
M.O. (%)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5487	1.69E-03
Da (g cm-3)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5476	1.73E-03
[Cr]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.5467	1.77E-03
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5437	1.90E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5396	2.09E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	-0.5342	2.36E-03
pH <1/5>	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	-0.5310	2.54E-03
Corg (%)	[Ni]tot (mg kg-1)	30	-0.5258	2.84E-03
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	pH <1/5>	30	-0.5251	2.89E-03
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5240	2.96E-03
[Se]DTPA (mg Kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	-0.5232	3.01E-03
[Hg]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5231	3.02E-03
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	pH <1/5>	30	-0.5223	3.07E-03
AH (%)	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	-0.5201	3.22E-03
C/N	[Se]tot (mg kg-1)	30	-0.5156	3.55E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	pH <1/10>	30	-0.5151	3.58E-03
[Se]H2O (mg kg-1)	[Pb]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5139	3.67E-03
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5128	3.76E-03
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	-0.5125	3.78E-03
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5117	3.85E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	-0.5110	3.90E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	pH <1/5>	30	-0.5087	4.10E-03
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Ni]tot (mg kg-1)	30	-0.5069	4.25E-03
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	[Ni]tot (mg kg-1)	30	-0.5066	4.28E-03
Da (g cm-3)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	-0.5043	4.49E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	-0.5035	4.56E-03
pH <1/5>	[Cr]DTPA (mg Kg-1)	30	-0.5000	4.90E-03

Correlaciones Positivas con significación $p < 0,05$

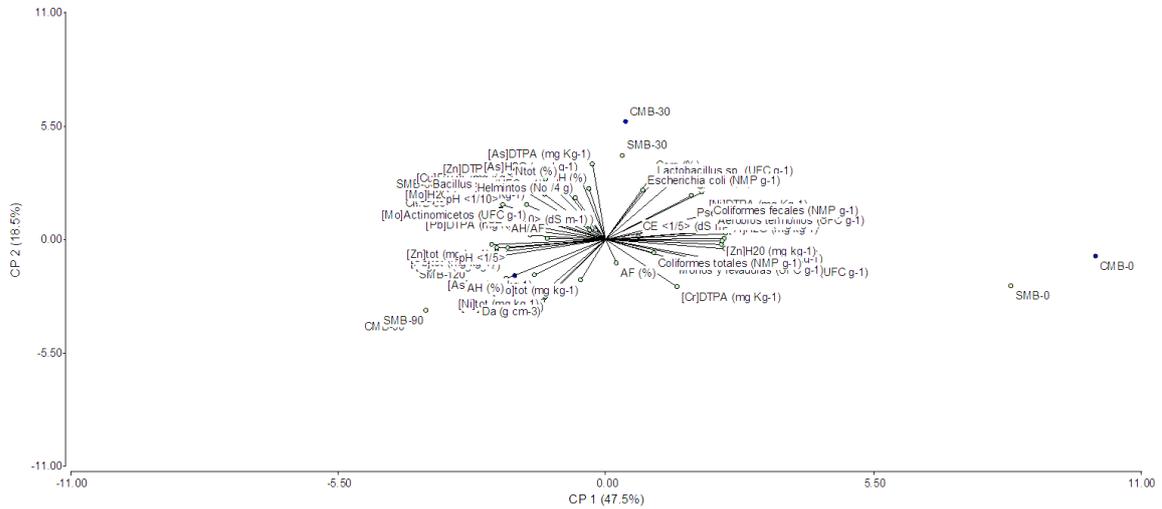
pH <1/10>	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.5022	4.69E-03
[Cu]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5025	4.66E-03
[Mo]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5033	4.58E-03
Corg (%)	[As]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5052	4.41E-03
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5073	4.22E-03
Actinomicetos (UFC g-1)	Bacillus sp. (UFC g-1)	30	0.5105	3.95E-03
H (%)	[Zn]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5121	3.82E-03
[Zn]DTPA (mg Kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5139	3.67E-03
Helmintos (No /4 g)	Corg (%)	30	0.5145	3.63E-03
Da (g cm-3)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	0.5145	3.63E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	M.O. (%)	30	0.5165	3.48E-03
AH (%)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.5176	3.40E-03
Coliformes fecales (NMP g-1)	Aerobios termófilos (UFC g-1)	30	0.5191	3.29E-03
[Pb]DTPA (mg Kg-1)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	0.5201	3.22E-03
[Zn]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.5202	3.21E-03
[Se]H2O (mg kg-1)	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	0.5206	3.18E-03
pH <1/10>	[Pb]tot (mg kg-1)	30	0.5218	3.10E-03
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	0.5228	3.04E-03
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	Corg (%)	30	0.5231	3.02E-03
Coliformes fecales (NMP g-1)	Pseudomonas sp. (NMP g-1)	30	0.5231	3.02E-03
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.5238	2.97E-03
[Se]DTPA (mg Kg-1)	[As]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5269	2.77E-03
[Zn]DTPA (mg Kg-1)	[As]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5288	2.66E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	C/N	30	0.5306	2.56E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.5309	2.54E-03
Corg (%)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5309	2.54E-03
pH <1/5>	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	0.5310	2.53E-03
[Zn]tot (mg kg-1)	[As]tot (mg kg-1)	30	0.5348	2.33E-03
H (%)	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	0.5378	2.17E-03
Coliformes fecales (NMP g-1)	Aerobios mesófilos (UFC g-1)	30	0.5411	2.02E-03
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	0.5421	1.97E-03
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	M.O. (%)	30	0.5444	1.87E-03
pH <1/5>	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5449	1.85E-03
[Ni]DTPA (mg Kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5508	1.61E-03
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	Aerobios termófilos (UFC g-1)	30	0.5526	1.54E-03
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.5527	1.54E-03
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.5555	1.44E-03
M.O. (%)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5564	1.41E-03
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.5572	1.38E-03
[Pb]tot (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.5609	1.26E-03
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	0.5619	1.23E-03
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Pb]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5639	1.17E-03
Helmintos (No /4 g)	[As]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5645	1.15E-03
Ntot (%)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5664	1.10E-03
[Pb]DTPA (mg Kg-1)	[As]tot (mg kg-1)	30	0.5683	1.05E-03
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5686	1.04E-03
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	M.O. (%)	30	0.5703	1.00E-03
H (%)	[Pb]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5727	9.41E-04
[Pb]tot (mg kg-1)	[Ni]tot (mg kg-1)	30	0.5734	9.26E-04
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	0.5749	8.91E-04
C/N	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.5769	8.46E-04
M.O. (%)	[Se]H2O (mg kg-1)	30	0.5778	8.27E-04
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	0.5785	8.11E-04
AH (%)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	0.5788	8.06E-04
Ntot (%)	Corg (%)	30	0.5806	7.69E-04
[Se]H2O (mg kg-1)	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	0.5843	6.97E-04
[Mo]H2O (mg kg-1)	[As]H2O (mg kg-1)	30	0.5851	6.84E-04
AH (%)	[Ni]tot (mg kg-1)	30	0.5864	6.61E-04
Coliformes fecales (NMP g-1)	C/N	30	0.5869	6.52E-04
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	N-NH4+ (mg kg-1)	30	0.5878	6.37E-04
[Se]tot (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.5884	6.26E-04
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.5914	5.78E-04
Actinomicetos (UFC g-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.5924	5.63E-04
C/N	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5960	5.11E-04
pH <1/10>	[Zn]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5961	5.09E-04
M.O. (%)	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	0.5967	5.01E-04
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.5981	4.82E-04
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	0.6000	4.57E-04
Bacillus sp. (UFC g-1)	[Zn]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6010	4.45E-04
N-NH4+ (mg kg-1)	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	0.6023	4.29E-04
C/N	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	0.6023	4.28E-04
[Pb]DTPA (mg Kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6051	3.97E-04
Mohos y levaduras (UFC g-1)	[Cr]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6079	3.66E-04
Ntot (%)	[As]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6088	3.57E-04
[Zn]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6095	3.50E-04
[Ni]tot (mg kg-1)	[As]tot (mg kg-1)	30	0.6133	3.14E-04

Pseudomonas sp. (NMP g-1)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.6145	3.03E-04
N-NH4+ (mg kg-1)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6163	2.88E-04
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	[As]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6171	2.81E-04
AH (%)	pH <1/10>	30	0.6174	2.78E-04
[Cd]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.6193	2.63E-04
C/N	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	0.6211	2.50E-04
C/N	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.6216	2.46E-04
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Zn]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6220	2.43E-04
AH (%)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6223	2.41E-04
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.6229	2.37E-04
[Mo]DTPA (mg Kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.6243	2.27E-04
C/N	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.6244	2.27E-04
AH (%)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	0.6254	2.19E-04
[Se]H2O (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6259	2.16E-04
pH <1/10>	[Cd]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6281	2.02E-04
[Se]H2O (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6282	2.02E-04
[Cu]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.6296	1.93E-04
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6327	1.76E-04
[Se]DTPA (mg Kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6339	1.69E-04
C/N	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6339	1.69E-04
Da (g cm-3)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.6350	1.64E-04
[Pb]DTPA (mg Kg-1)	[Mo]tot (mg kg-1)	30	0.6364	1.57E-04
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6446	1.21E-04
[Pb]DTPA (mg Kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	0.6463	1.14E-04
Da (g cm-3)	[As]tot (mg kg-1)	30	0.6465	1.13E-04
Da (g cm-3)	AH (%)	30	0.6499	1.02E-04
[Mo]DTPA (mg Kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6542	8.81E-05
N-NH4+ (mg kg-1)	C/N	30	0.6548	8.63E-05
Bacillus sp. (UFC g-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6549	8.61E-05
Da (g cm-3)	[Mo]tot (mg kg-1)	30	0.6555	8.45E-05
Corg (%)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6568	8.07E-05
[Pb]tot (mg kg-1)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	0.6572	7.96E-05
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6576	7.86E-05
Da (g cm-3)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	0.6583	7.68E-05
[Ni]tot (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.6602	7.20E-05
[Hg]tot (mg kg-1)	[As]tot (mg kg-1)	30	0.6608	7.04E-05
[Se]H2O (mg kg-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.6623	6.70E-05
AH (%)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.6633	6.47E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Se]H2O (mg kg-1)	30	0.6639	6.33E-05
pH <1/5>	[Zn]tot (mg kg-1)	30	0.6660	5.89E-05
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	0.6679	5.51E-05
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.6688	5.34E-05
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.6695	5.21E-05
[Cu]DTPA (mg Kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	0.6699	5.15E-05
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.6703	5.06E-05
[Hg]tot (mg kg-1)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	0.6707	5.00E-05
[Zn]tot (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.6712	4.91E-05
M.O. (%)	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	0.6718	4.80E-05
[Mo]DTPA (mg Kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	0.6733	4.55E-05
pH <1/5>	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6754	4.23E-05
M.O. (%)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.6768	4.02E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6813	3.41E-05
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6829	3.21E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	0.6832	3.17E-05
[As]H2O (mg kg-1)	[As]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6855	2.91E-05
[Mo]tot (mg kg-1)	[As]tot (mg kg-1)	30	0.6867	2.78E-05
[Hg]H2O (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.6868	2.78E-05
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	0.6877	2.69E-05
[Se]tot (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	0.6879	2.66E-05
H (%)	[As]H2O (mg kg-1)	30	0.6907	2.39E-05
pH <1/10>	[Zn]tot (mg kg-1)	30	0.6920	2.27E-05
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	0.6936	2.14E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.6949	2.03E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.6955	1.99E-05
[Se]tot (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.7029	1.48E-05
Coliformes fecales (NMP g-1)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7106	1.08E-05
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7112	1.06E-05
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Se]H2O (mg kg-1)	30	0.7129	9.86E-06
H (%)	[As]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7136	9.56E-06
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	[Se]H2O (mg kg-1)	30	0.7161	8.59E-06
[Cu]DTPA (mg Kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	0.7170	8.28E-06
Helminthos (No /4 g)	Ntot (%)	30	0.7187	7.68E-06
pH <1/5>	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.7196	7.39E-06
Aerobios termófilos (UFC g-1)	N-NH4+ (mg kg-1)	30	0.7215	6.81E-06
M.O. (%)	Corg (%)	30	0.7227	6.46E-06

pH <1/5>	[Se]tot (mg kg-1)	30	0.7244	6.00E-06
[Mo]DTPA (mg Kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	0.7272	5.31E-06
pH <1/10>	[Se]tot (mg kg-1)	30	0.7280	5.12E-06
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7290	4.89E-06
M.O. (%)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7296	4.76E-06
[Se]H2O (mg kg-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.7323	4.22E-06
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7349	3.74E-06
[Pb]tot (mg kg-1)	[As]tot (mg kg-1)	30	0.7359	3.59E-06
M.O. (%)	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	0.7371	3.39E-06
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7382	3.22E-06
AH (%)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	0.7385	3.18E-06
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7413	2.78E-06
N-NH4+ (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7435	2.51E-06
[Hg]H2O (mg kg-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.7436	2.50E-06
[Cr]tot (mg kg-1)	[As]tot (mg kg-1)	30	0.7449	2.35E-06
pH <1/10>	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7474	2.08E-06
[Mo]tot (mg kg-1)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	0.7488	1.94E-06
pH <1/10>	[Mo]H2O (mg kg-1)	30	0.7500	1.83E-06
[Pb]tot (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.7505	1.78E-06
[Se]H2O (mg kg-1)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.7524	1.63E-06
M.O. (%)	C/N	30	0.7569	1.30E-06
[Mo]DTPA (mg Kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)	30	0.7570	1.29E-06
[Cd]H2O (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7588	1.17E-06
M.O. (%)	N-NH4+ (mg kg-1)	30	0.7602	1.10E-06
[Mo]DTPA (mg Kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.7615	1.02E-06
[Zn]tot (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	30	0.7626	9.66E-07
Da (g cm-3)	[Ni]tot (mg kg-1)	30	0.7639	9.02E-07
M.O. (%)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.7650	8.54E-07
M.O. (%)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.7665	7.86E-07
Aerobios termófilos (UFC g-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7735	5.40E-07
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	0.7744	5.13E-07
Aerobios mesófilos (UFC g-1)	N-NH4+ (mg kg-1)	30	0.7808	3.57E-07
N-NH4+ (mg kg-1)	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	0.7831	3.13E-07
Coliformes fecales (NMP g-1)	M.O. (%)	30	0.7835	3.06E-07
Lactobacillus sp. (UFC g-1)	[Se]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7884	2.29E-07
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	0.7898	2.12E-07
Coliformes fecales (NMP g-1)	N-NH4+ (mg kg-1)	30	0.7933	1.71E-07
N-NH4+ (mg kg-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.7979	1.29E-07
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.7988	1.21E-07
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.8017	1.01E-07
AH (%)	[Se]tot (mg kg-1)	30	0.8024	9.65E-08
N-NH4+ (mg kg-1)	[Se]H2O (mg kg-1)	30	0.8033	9.11E-08
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.8085	6.47E-08
[Hg]H2O (mg kg-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.8120	5.13E-08
pH <1/10>	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	0.8151	4.14E-08
[Zn]tot (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	30	0.8186	3.24E-08
M.O. (%)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.8213	2.67E-08
AH (%)	pH <1/5>	30	0.8370	8.17E-09
N-NH4+ (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg Kg-1)	30	0.8376	7.81E-09
pH <1/5>	pH <1/10>	30	0.8379	7.62E-09
pH <1/10>	[Cd]tot (mg kg-1)	30	0.8391	6.92E-09
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Hg]H2O (mg kg-1)	30	0.8471	3.57E-09
C/N	Corg (%)	30	0.8550	1.80E-09
Da (g cm-3)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	0.8586	1.29E-09
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg Kg-1)	30	0.8591	1.23E-09
[Zn]DTPA (mg Kg-1)	[Cu]DTPA (mg Kg-1)	30	0.8678	5.33E-10
CE <1/5> (dS m-1)	CE <1/10> (dS m-1)	30	0.8693	4.57E-10
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.8705	4.06E-10
[Cu]H2O (mg kg-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.8807	1.38E-10
[Mo]H2O (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg Kg-1)	30	0.8869	6.81E-11
N-NH4+ (mg kg-1)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.8883	5.78E-11
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.9037	7.99E-12
N-NH4+ (mg kg-1)	[Zn]H2O (mg kg-1)	30	0.9039	7.76E-12
[Ni]tot (mg kg-1)	[Cr]tot (mg kg-1)	30	0.9076	4.58E-12
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.9083	4.15E-12
[Zn]tot (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	30	0.9166	1.16E-12
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.9201	6.49E-13
N-NH4+ (mg kg-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.9244	3.05E-13
[Pb]H2O (mg kg-1)	[Cd]H2O (mg kg-1)	30	0.9268	1.97E-13
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Pb]H2O (mg kg-1)	30	0.9274	1.76E-13
[Ni]H2O (mg kg-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.9310	8.82E-14
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Ni]H2O (mg kg-1)	30	0.9397	1.42E-14
[Zn]H2O (mg kg-1)	[Cu]H2O (mg kg-1)	30	0.9436	5.77E-15

ANÁLISIS DE ORDENACIÓN NO RESTRINGIDA CON EXÁMEN DE COMPONENTES PRINCIPALES

Primera Corrida



En esta primera salida se obtienen demasiados autovalores con valores mayores a 1 (en amarillo). Para esto debemos analizar que variables debemos eliminar

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	26.13	0.48	0.48
2	10.19	0.19	0.66
3	5.45	0.10	0.76
4	5.13	0.09	0.85
5	3.83	0.07	0.92
6	1.78	0.03	0.95
7	1.03	0.02	0.97
8	0.81	0.01	0.99
9	0.64	0.01	1.00
10	0.00	0.00	1.00
11	0.00	0.00	1.00
12	0.00	0.00	1.00
13	0.00	0.00	1.00
14	0.00	0.00	1.00
15	0.00	0.00	1.00
16	0.00	0.00	1.00
17	0.00	0.00	1.00
18	0.00	0.00	1.00
19	0.00	0.00	1.00
20	0.00	0.00	1.00
21	0.00	0.00	1.00
22	0.00	0.00	1.00
23	0.00	0.00	1.00
24	0.00	0.00	1.00
25	0.00	0.00	1.00
26	0.00	0.00	1.00
27	0.00	0.00	1.00

28	0.00	0.00	1.00
29	0.00	0.00	1.00
30	0.00	0.00	1.00
31	0.00	0.00	1.00
32	0.00	0.00	1.00
33	0.00	0.00	1.00
34	0.00	0.00	1.00
35	0.00	0.00	1.00
36	0.00	0.00	1.00
37	0.00	0.00	1.00
38	0.00	0.00	1.00
39	0.00	0.00	1.00
40	0.00	0.00	1.00
41	0.00	0.00	1.00
42	0.00	0.00	1.00
43	0.00	0.00	1.00
44	0.00	0.00	1.00
45	0.00	0.00	1.00
46	0.00	0.00	1.00
47	0.00	0.00	1.00
48	0.00	0.00	1.00
49	0.00	0.00	1.00
50	0.00	0.00	1.00
51	0.00	0.00	1.00
52	0.00	0.00	1.00
53	0.00	0.00	1.00
54	0.00	0.00	1.00
55	0.00	0.00	1.00

Las variables y sus pesos en los primeros compontes, debemos trabajar con los valores absolutos, y ver que variables pesan más en los dos primeros componentes.

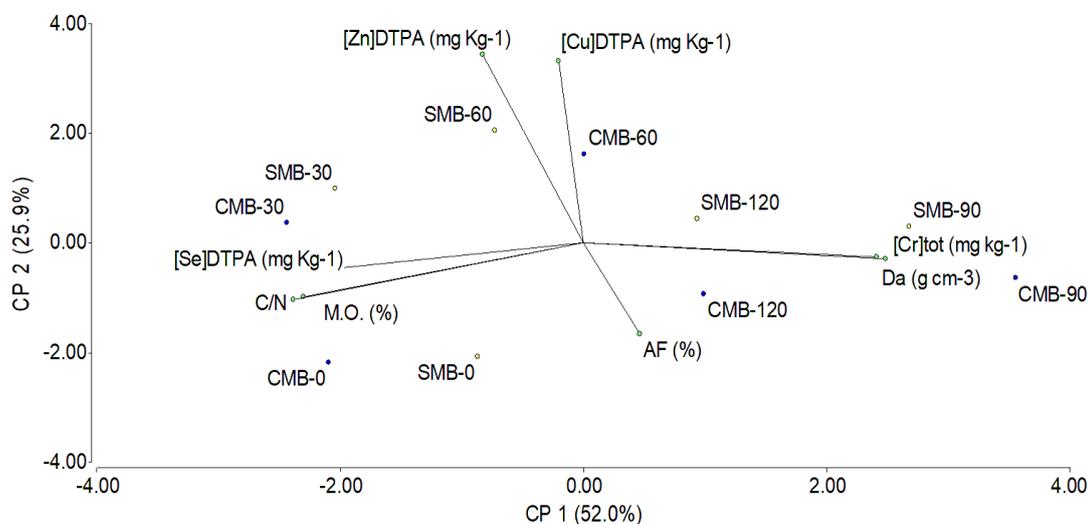
Autovectores

Variables	e1	e2
[As]tot (mg kg ⁻¹)	-0.11	-0.14
[Cd]tot (mg kg ⁻¹)	-0.17	0.12
[Cr]tot (mg kg ⁻¹)	-0.10	-0.22
[Cu]tot (mg kg ⁻¹)	-0.03	0.04
[Hg]tot (mg kg ⁻¹)	-0.17	-0.06
[Mo]tot (mg kg ⁻¹)	-0.04	-0.15
[Ni]tot (mg kg ⁻¹)	-0.10	-0.21
[Pb]tot (mg kg ⁻¹)	-0.18	-0.05
[Se]tot (mg kg ⁻¹)	-0.18	-0.03
[Zn]tot (mg kg ⁻¹)	-0.18	-0.02
[As]DTPA (mg Kg ⁻¹)	-0.02	0.29
[Cd]DTPA (mg Kg ⁻¹)	-0.13	0.13
[Cr]DTPA (mg Kg ⁻¹)	0.11	-0.18
[Cu]DTPA (mg Kg ⁻¹)	-0.14	0.19
[Hg]DTPA (mg Kg ⁻¹)	0.19	-0.08
[Mo]DTPA (mg Kg ⁻¹)	-0.19	0.06
[Ni]DTPA (mg Kg ⁻¹)	0.16	0.09
[Pb]DTPA (mg Kg ⁻¹)	-0.12	0.02
[Se]DTPA (mg Kg ⁻¹)	0.11	0.22
[Zn]DTPA (mg Kg ⁻¹)	-0.10	0.23
[As]H2O (mg kg ⁻¹)	-0.04	0.24
[Cd]H2O (mg kg ⁻¹)	0.19	-0.08
[Cr]H2O (mg kg ⁻¹)	-0.02	0.04
[Cu]H2O (mg kg ⁻¹)	0.19	0.03

[Hg]H2O (mg kg-1)	0.19	-0.08
[Mo]H2O (mg kg-1)	-0.17	0.13
[Ni]H2O (mg kg-1)	0.19	2.0E-03
[Pb]H2O (mg kg-1)	0.19	-0.02
[Se]H2O (mg kg-1)	0.19	-0.04
[Zn]H2O (mg kg-1)	0.19	-0.01
H (por ciento)	-0.03	0.19
pH <1/10>	-0.17	0.11
pH <1/5>	-0.16	-0.03
CE <1/10> (dS m-1)	-0.03	0.04
CE <1/5> (dS m-1)	0.05	0.01
Corg (por ciento)	0.07	0.24
Ntot (por ciento)	-0.08	0.22
C/N	0.14	0.17
AH (por ciento)	-0.16	-0.15
AF (por ciento)	0.02	-0.09
AH/AF	-0.09	4.7E-03
N-NH4+ (mg kg-1)	0.19	0.02
M.O. (por ciento)	0.15	0.18
Da (g cm-3)	-0.10	-0.23
Aerobios mesófilos (UFC g..	0.18	-0.09
Aerobios termófilos (UFC g..	0.17	0.03
Lactobacillus sp. (UFC g-1..	0.08	0.22
Mohos y levaduras (UFC g-1..	0.11	-0.08
Pseudomonas sp. (NMP g-1)	0.14	0.06
Bacillus sp. (UFC g-1)	-0.10	0.17
Actinomicetos (UFC g-1)	-0.12	0.06
Coliformes totales (NMP g-..	0.08	-0.05
Coliformes fecales (NMP g-..	0.17	0.07
Escherichia coli (NMP g-1)..	0.06	0.19
Helmintos (No /4 g)	-0.05	0.16

Tomando en cuenta el peso de las variables se obtuvo

Al final se tomaron las variables mostradas en el gráfico, con eso se obtuvo dos autovalores con valores mayores a 1 (se eliminaron las variables que tenían menos peso en los dos primeros ejes).



Del gráfico se puede decir:

Las variables C/N y M.O.% están muy correlacionadas, así como Da (gcm^{-3}) con el [Cr]Tot(mg kg^{-1}); las variables con una correlación negativa: [Zn]DTPA (mg kg^{-1}) y AF(%).

En todos los casos no se ve el efecto de añadir microorganismo afecte a los resultados respecto al tiempo. En todos los casos los puntos son cercanos.

Respeto al tiempo, es notable una diferencia, por ejemplo 30 y 90 son muy diferentes, también 0 respecto a 120, 90 y 60.

Las variables C/N, M.O.% y [Se]DTPA(mg kg^{-1}) están más relacionados a los tiempos: 0 y 30 (especialmente CMB-30). Las variables Da (gcm^{-3}) con el [Cr]Tot(mg kg^{-1}) están relacionados a los tiempos 90 y 120; las variables [Zn]DTPA (mg kg^{-1}) y [Cu]DTPA(mg kg^{-1}) están más relacionados al tiempo 60.

Entre los componentes 1 y 2 se explica el 78% de la varianza. Los dos primeros autovalores son mayores a 1.

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	3.45	0.49	0.49
2	1.98	0.28	0.78
3	0.92	0.13	0.91
4	0.56	0.08	0.99
5	0.07	0.01	1.00
6	0.03	4.2E-03	1.00
7	2.7E-03	3.9E-04	1.00

Se presentan los pesos de las componentes en los componentes principales.

Autovectores

Variables	e1	e2
[Cr]tot (mg kg^{-1})	0.49	0.03
[Cu]DTPA (mg Kg^{-1})	-0.10	0.65
[Se]DTPA (mg Kg^{-1})	-0.41	-0.18
[Zn]DTPA (mg Kg^{-1})	-0.24	0.63
AF (%)	0.17	-0.24
M.O. (%)	-0.47	-0.30
Da (g cm^{-3})	0.52	0.05

ANEXO 2 PLANILLAS DE RESULTADOS

ETAPA DE CARACTERIZACIÓN

Cuadro 37: Variables fisico químicas del compost de estiércol vacuno y rastrojo vegetal

Parámetros	Pilas			Parámetros Estadístico	
	P-1	P-2	P-3	Promedio	Desviación Estándar
pH	7.90	8.10	8.10	8.03	0.12
CE (dS/m)	9.92	9.83	12.02	10.59	1.24
COrg (mg/kg)	138590.00	130440.00	155250.00	141426.67	12645.91
Ntot (mg/kg)	7229.15	8132.17	9363.94	8241.75	1071.61
C/N	19.17	16.04	16.58	17.26	1.67

Cuadro 38: Variables fisico químicas del compost de compost de hojarasca

Parámetros	Pilas			Parámetros Estadístico	
	T-1	T-2	T-3	Promedio	Desviación Estándar
pH	7.40	6.80	7.40	7.20	0.35
CE (dS/m)	4.60	3.87	3.44	3.97	0.59
COrg (mg/kg)	120500.00	131800.00	81670.00	111323.33	26294.73
Ntot (mg/kg)	7660.26	6707.16	5778.81	6715.41	940.75
C/N	15.73	19.65	14.13	16.50	2.84

Cuadro 39: Concentración de los Metales y Elementos Traza del Producto del Compost de Estiércol Vacuno y Rastrojo Vegetal

Nombre del Metal Pesado /Elemento Traza	Símbolo	P-1	P2	P-3	Parrámetros Estadístico	
		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	Promedio	Desviación Estándar
Arsénico	As	33.82	48.34	32.11	38.09	8.92
Cadmio	Cd	0.90	1.77	0.77	1.15	0.54
Cobre	Cu	51.19	71.4	57.15	59.91	10.38
Cromo	Cr	8.98	10.73	8.91	9.54	1.03
Mercurio	Hg	0.40	0.40	0.24	0.35	0.09
Molibdeno	Mo	1.56	2.29	2.58	2.14	0.53
Níquel	Ni	6.42	7.54	5.95	6.64	0.82
Plomo	Pb	67.82	85.99	47.96	67.26	19.02
Selenio	Se	1.99	1.55	1.40	1.65	0.31
Zinc	Zn	331.94	566.32	315.42	404.56	140.33

Cuadro 40: Concentración de los Metales y Elementos Traza del Producto del Compost de Hojarasca

Nombre del Metal Pesado / Elemento Traza	Símbolo	TV I	TV II	TV III	Parámetros Estadístico	
		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	Promedio	Desviación Estándar
Arsénico	As	68.59	67.98	84.78	73.78	9.53
Cadmio	Cd	1.70	2.40	2.19	2.10	0.36
Cobre	Cu	79.57	88.17	83.72	83.82	4.30
Cromo	Cr	29.62	28.62	36.95	31.73	4.55
Mercurio	Hg	0.96	0.60	0.73	0.76	0.18
Molibdeno	Mo	2.23	2.22	1.66	2.04	0.33
Níquel	Ni	8.44	8.55	8.49	8.49	0.06
Plomo	Pb	175.00	161.42	183.54	173.32	11.16
Selenio	Se	1.92	4.45	2.7	3.02	1.30
Zinc	Zn	488.05	544.27	569.04	533.79	41.50

ETAPA DE EVALUACIÓN

Cuadro 41: Registros promedio de las variables fisicoquímicas durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas(SMB).

Variables fisicoquímicas	0 días		30 días		60 días		90 días		120 días											
	CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB									
	Prom	Desv.	Prom	Desv.	Prom.	Desv.	Prom	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.								
H (%)	56,07 ±	1,73 (b)	57,07 ±	0,97(b)	62,33 ±	0,58(a)	62,66 ±	1,79(a)	62,57 ±	1,71(a)	62,95 ±	1,58(a)	60,64 ±	1,61(a)	56,15 ±	1,47(b)	52,00 ±	0,87(c)	51,14 ±	0,41(c)
pH <1/10>	7,40 ±	0,12(c)	7,45 ±	0,10(d)	8,17 ±	0,08(ab)	8,17 ±	0,05(b)	8,36 ±	0,09(a)	8,44 ±	0,08(a)	8,07 ±	0,07(b)	7,91 ±	0,05(c)	8,35 ±	0,05(a)	8,32 ±	0,05(ab)
pH <1/5>	7,20 ±	0,17(b)	7,20 ±	0,10(c)	7,37 ±	0,09(b)	7,51 ±	0,07(b)	8,15 ±	0,09(a)	8,19 ±	0,08(a)	7,87 ±	0,09(a)	7,64 ±	0,06(b)	8,14 ±	0,06(a)	8,14 ±	0,06(a)
CE <1/10> (dS m ⁻¹)	4,56 ±	0,17(a)	4,40 ±	0,23(a)	5,18 ±	0,47(a)	4,21 ±	0,55(a)	5,05 ±	0,35(a)	4,14 ±	0,34(a)	4,85 ±	0,84(a)	4,22 ±	0,37(a)	5,09 ±	0,52(a)	4,59 ±	0,34(a)
CE <1/5> (dS m ⁻¹)	9,77 ±	0,25(a)	8,40 ±	0,71(a)	9,55 ±	0,63(a)	7,78 ±	1,03(a)	9,29 ±	1,03(a)	8,17 ±	0,49(a)	8,74 ±	1,64(a)	8,26 ±	0,72(a)	9,42 ±	1,09(a)	8,67 ±	0,73(a)
Corg (%)	30,95 ±	4,75(a)	27,58 ±	3,88(a)	37,20 ±	3,23(a)	38,84 ±	1,13(a)	21,89 ±	0,43(cd)	28,06 ±	1,37(b)	18,58 ±	1,35(d)	20,57 ±	0,73(c)	28,04 ±	1,07(b)	29,58 ±	0,65(b)
Ntot (%)	1,70 ±	0,07(b)	1,61 ±	0,11(c)	2,13 ±	0,09(a)	2,07 ±	0,04(a)	1,83 ±	0,06(ab)	1,78 ±	0,14(bc)	1,75 ±	0,14(b)	1,83 ±	0,03(a)	1,92 ±	0,16(a)	1,91 ±	0,09(ab)
C/N	18,19 ±	2,11(a)	17,13 ±	2,47(a)	17,48 ±	1,01(ab)	17,14 ±	1,27(a)	11,97 ±	0,25(cd)	15,77 ±	0,68(a)	10,63 ±	0,32(b)	11,24 ±	0,41(d)	14,65 ±	1,03(b)	15,51 ±	0,96(a)
AH (%)	1,95 ±	0,10(c)	1,77 ±	0,18(c)	2,44 ±	0,12(c)	2,46 ±	0,12(c)	5,42 ±	0,24(b)	5,50 ±	0,15(b)	6,52 ±	0,40(a)	6,44 ±	0,67(a)	6,70 ±	0,23(a)	7,22 ±	0,21(a)
AF (%)	1,85 ±	0,37(a)	1,97 ±	0,30(a)	2,06 ±	0,37(ab)	1,93 ±	0,30(ab)	1,00 ±	0,70(b)	1,31 ±	0,07(b)	1,80 ±	0,16(a)	2,20 ±	0,42(b)	2,39 ±	0,46(b)	2,49 ±	0,21(b)
AH / AF	1,10 ±	0,29(b)	0,92 ±	0,19(c)	1,21 ±	0,18(b)	1,30 ±	0,26(c)	12,44 ±	14,98(a)	4,22 ±	0,31(a)	3,64 ±	0,43(a)	3,05 ±	0,95(a)	2,89 ±	0,70(a)	2,91 ±	0,16(b)
N-NH4+ (mg.kg ⁻¹)	372,33 ±	42,77(a)	354,33 ±	27,75(a)	198,00 ±	6,93(ab)	204,67 ±	13,32(b)	93,67 ±	4,51(b)	98,33 ±	3,79(c)	93,67 ±	4,51(b)	98,33 ±	3,79(c)	86,33 ±	17,10(b)	95,33 ±	13,32(c)
M.O. (%)	66,03 ±	4,92(a)	56,48 ±	2,10(a)	59,44 ±	3,00(ab)	61,13 ±	5,69(a)	49,84 ±	0,86(bc)	48,37 ±	2,36(bc)	39,74 ±	2,85(c)	42,61 ±	1,36(c)	46,17 ±	5,71(c)	44,10 ±	1,58(c)
Da (g.cm ⁻³)	0,19 ±	0,02(c)	0,24 ±	0,03(b)	0,20 ±	0,04(c)	0,21 ±	0,01(c)	0,22 ±	0,02(bc)	0,22 ±	0,01(c)	0,37 ±	0,03(a)	0,34 ±	0,03(a)	0,26 ±	0,01(b)	0,28 ±	0,01(b)

- Tiempos que presentan la misma letra no difieren significativamente a un nivel del 5por ciento (p<0,05).

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 42: Variables microbiológicas de los microorganismos no patógenos durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Variables Microbiológica	0 días		30 días				60 días				90 días				120 días					
	CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB	
	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.
Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g) / Aerobios mesófilos (UFC g-1)	2,90E +08	± 2,65E (a)	4,57E +08	± 2,80E (a)	1,80E +07	± 4,36E (b)	1,96E +07	± 2,56E (a)	4,17E +06	± 4,28E (b)	1,90E +07	± 1,39E (a)	1,96E +07	± 1,13E (b)	2,50E +07	± 8,54E (a)	1,39E +07	± 9,96E (b)	2,63E +07	± 8,39E (a)
Recuento de Aerobios termófilos (UFC /g) / Aerobios termófilos (UFC g-1)	1,39E +08	± 1,45E (a)	9,80E +07	± 8,27E (a)	3,10E +07	± 1,13E (a)	1,05E +08	± 8,08E (a)	1,28E +07	± 1,10E (a)	2,17E +07	± 2,52E (b)	1,93E +07	± 4,93E (a)	1,69E +07	± 8,31E (b)	2,20E +07	± 1,66E (a)	2,60E +07	± 2,00E (ab)
Recuento de Lactobacillus sp. (UFC/g) / Lactobacillus sp. (UFC g-1)	2,43E +06	± 1,73E (ab)	3,37E +06	± 1,12E (a)	8,33E +06	± 3,06E (a)	2,17E +06	± 1,68E (ab)	1,04E +06	± 9,49E (ab)	1,98E +06	± 1,28E (ab)	1,73E +05	± 6,47E (b)	8,03E +04	± 4,54E (c)	1,51E +05	± 7,41E (b)	1,50E +05	± 5,20E (bc)
Recuento de Mohos y levaduras (UFC /g) / Mohos y levaduras (UFC g-1)	1,10E +06	± 1,12E (a)	9,67E +09	± 1,67E (a)	1,33E +05	± 1,21E (a)	5,73E +04	± 4,83E (a)	5,90E +04	± 1,15E (a)	7,33E +04	± 3,33E (a)	7,97E +04	± 2,35E (a)	6,63E +04	± 8,02E (a)	5,30E +04	± 3,11E (a)	2,02E +06	± 3,45E (a)
Recuento de Bacillus sp. (UFC /g) / Bacillus sp. (UFC g-1)	1,47E +07	± 1,85E (a)	3,10E +06	± 1,67E (a)	2,67E +07	± 1,46E (a)	4,07E +07	± 3,50E (a)	2,47E +07	± 2,29E (a)	5,23E +07	± 1,78E (a)	1,33E +07	± 6,13E (a)	3,27E +07	± 2,98E (a)	1,39E +07	± 9,81E (a)	2,53E +07	± 9,24E (a)
Recuento de Actinomicetos (UFC/g) / Actinomicetos (UFC g-1)	9,70E +04	± 1,26E (b)	2,20E +05	± 3,81E (a)	7,90E +06	± 2,72E (a)	6,70E +06	± 3,93E (a)	3,60E +06	± 3,21E (ab)	4,37E +06	± 1,91E (a)	7,60E +06	± 5,13E (a)	9,67E +06	± 8,13E (a)	2,23E +06	± 1,31E (ab)	2,83E +06	± 0,00E (a)

- Tiempos que presentan la misma letra no difieren significativamente a un nivel del 5por ciento ($p < 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 43: Variables microbiológicas de los microorganismos patógenos durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Variables microbiológicas	0 días		30 días				60 días				90 días				120 días					
	CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB	
	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.
Enumeración de Pseudomonas sp. en 25 g (NMP/g) / Pseudomonas sp. (NMP g-1)	1,10E +04	0,00E +00 (a)	8,83E +03	3,75E +03 (a)	1,48E +03	9,70E +02 (a)	1,30E +04	1,15E +04 (a)	2,15E +03	3,59E +03 (a)	3,42E +03	2,94E +03 (a)	1,89E +03	1,14E +03 (a)	2,16E +03	1,87E +03 (a)	5,77E +02	2,31E +01 (a)	1,43E +03	1,53E +03 (a)
Enumeración de coliformes totales (NMP/g) / Coliformes totales (NMP g-1)	1,10E +03	0,00E +00 (a)	1,10E +03	0,00E +00(a)	8,87E +02	5,52E +02(a)	8,70E +02	5,80E +02(a)	3,77E +01	3,22E +01(b)	1,91E +02	1,12E +02(a)	9,33E +02	2,89E +02 (a)	6,03E +02	2,08E +01(a)	2,66E +02	2,80E +02(ab)	1,63E +03	2,75E +03(a)
Enumeración de coliformes fecales (NMP/g) / Coliformes fecales (NMP g-1)	1,10E +03	0,00E +00(a)	1,10E +03	0,00E +00(a)	8,40E +02	6,32E +02(a)	8,70E +02	5,80E +02(a)	3,00E +00	0,00E +00(b)	3,00E +00	0,00E +00(b)	1,39E +02	2,35E +02(ab)	4,03E +02	3,41E +02(ab)	5,33E +00	4,04E +00(b)	1,33E +01	5,51E +00(b)
Enumeración de Escherichia coli (NMP/g) / Escherichia coli (NMP g-1)	1,83E +01	1,12E +01(a)	2,03E +01	1,97E +01(a)	7,87E +01	1,31E +02(a)	8,67E +00	4,93E +00(ab)	3,00E +00	0,00E +00(a)	3,00E +00	0,00E +00(b)	3,00E +00	0,00E +00(a)	3,00E +00	0,00E +00(b)	3,00E +00	0,00E +00(a)	3,00E +00	0,00E +00(b)
Detección de Salmonella sp. en 25 g (Ausencia/Presencia) / Salmonella sp. (Ausencia/Presencia)	Presencia ±		Ausencia ±		Ausencia ±		Ausencia ±		Ausencia ±		Ausencia ±		Ausencia ±		Ausencia ±		Ausencia ±		Ausencia ±	
Conteo de Larvas y huevos de Helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos (No/4 g) / Helmintos (No /4 g)	1,40E +01	1,06E +01(e)	8,00E +00	4,00E +00(c)	4,27E +03	8,02E +02(a)	3,83E +03	3,37E +03(a)	5,33E +01	1,63E +01(d)	1,18E +02	5,89E +01(bc)	1,60E +03	2,00E +02(c)	1,10E +03	4,95E +02(ab)	2,63E +03	5,77E +01(b)	2,03E +03	9,02E +02(a)

- Tiempos que presentan la misma letra no difieren significativamente a un nivel del 5por ciento (p<0,05).

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 44: concentración total promedio de metales pesados y elementos traza de interés (mg kg⁻¹) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Concentración total del metal pesado o elemento traza de interés	0 días		30 días		60 días		90 días		120 días			
	CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB	
	Pro m.	Desv.	Pro m.	Desv.	Pro m.	Desv.	Pro m.	Desv.	Pro m.	Desv.	Pro m.	Desv.
[As]tot	25,67 ± 5,69(b)	29,00 ± 5,00(b)	29,33 ± 2,08(a)	29,67 ± 1,15(b)	29,33 ± 0,58(a)	35,33 ± 3,51(a)	37,00 ± 2,00(a)	28,00 ± 1,00(a)	29,67 ± 2,08(b)			
[Cd]tot	0,94 ± 0,08(b)	1,01 ± 0,04(a)	1,37 ± 0,16(b)	1,28 ± 0,03(a)	1,51 ± 0,20(a)	1,55 ± 0,23(a)	1,33 ± 0,02(a)	1,23 ± 0,04(c)	1,32 ± 0,01(a)	1,38 ± 0,05(b)		
[Cr]tot	24,00 ± 2,00(b)	26,00 ± 4,00(bc)	21,33 ± 3,06(c)	21,00 ± 4,36(c)	30,00 ± 5,57(a)	28,00 ± 1,00(b)	78,00 ± 19,97(a)	62,00 ± 2,00(a)	34,33 ± 6,11(a)	35,33 ± 7,02(b)		
[Cu]tot	103,33 ± 24,83(a)	75,67 ± 9,29(b)	82,67 ± 5,86(a)	96,67 ± 9,07(a)	87,33 ± 7,20(a)	110,13 ± 6,57(a)	83,97 ± 1,81(a)	90,00 ± 6,16(a)	86,33 ± 3,96(a)	112,23 ± 12,62(a)		
[Hg]tot	0,29 ± 0,04(c)	0,28 ± 0,03(b)	0,36 ± 0,02(bc)	0,38 ± 0,03(a)	0,34 ± 0,03(b)	0,39 ± 0,03(a)	0,46 ± 0,03(a)	0,42 ± 0,05(a)	0,39 ± 0,03(a)	0,38 ± 0,02(a)		
[Mo]tot	5,08 ± 0,71(b)	4,79 ± 0,40(b)	4,15 ± 0,36(bc)	4,21 ± 0,36(b)	4,81 ± 0,50(b)	4,90 ± 0,44(b)	8,50 ± 1,12(a)	8,14 ± 0,40(a)	2,86 ± 0,28(c)	3,23 ± 0,09(c)		
[Ni]tot	7,77 ± 0,90(a)	7,00 ± 0,78(b)	6,63 ± 0,21(a)	9,93 ± 2,24(b)	7,90 ± 1,11(a)	8,03 ± 0,64(b)	23,73 ± 9,49(a)	16,43 ± 0,91(a)	13,83 ± 2,90(a)	14,37 ± 2,45(a)		
[Pb]tot	47,63 ± 4,32(b)	57,33 ± 3,55(c)	71,37 ± 12,94(a)	73,43 ± 3,23(b)	72,70 ± 1,30(a)	75,80 ± 4,86(a)	86,30 ± 7,81(a)	90,83 ± 10,27(a)	71,20 ± 4,09(a)	73,23 ± 6,54(b)		
[Se]tot	0,65 ± 0,11(e)	0,79 ± 0,08(b)	1,07 ± 0,03(d)	1,22 ± 0,10(a)	1,17 ± 0,01(c)	1,31 ± 0,13(a)	1,23 ± 0,05(b)	1,46 ± 0,04(a)	1,38 ± 0,03(a)	1,55 ± 0,21(a)		
[Zn]tot	285,67 ± 27,10(b)	318,67 ± 12,06(c)	386,67 ± 30,01(a)	421,67 ± 21,08(b)	415,00 ± 21,93(a)	467,00 ± 16,09(ab)	444,33 ± 26,50(a)	489,33 ± 19,66(a)	404,33 ± 2,31(a)	466,00 ± 29,87(ab)		

- Tiempos que presentan la misma letra no difieren significativamente a un nivel del 5por ciento (p<0,05).

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 45: Concentración promedio de metales pesados y elementos traza de interés extraídos con DTPA (mg kg⁻¹) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Concentración del metal pesado o elemento traza de interés extraído con DTPA	0 días		30 días		60 días		90 días		120 días											
	CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB									
	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.								
[As] _{DTPA}	2,71 ±	0,52(b)	2,70 ±	0,43(b)	4,61 ±	0,45(a)	3,96 ±	0,75(a)	3,49 ±	0,29(b)	3,35 ±	0,37(ab)	2,94 ±	0,32(b)	2,62 ±	0,09(b)	2,55 ±	0,15(b)	2,57 ±	0,28(b)
[Cd] _{DTPA}	0,68 ±	0,06(c)	0,74 ±	0,05(a)	0,83 ±	0,06(ab)	0,77 ±	0,05(a)	0,91 ±	0,04(a)	0,84 ±	0,01(a)	0,77 ±	0,03(bc)	0,75 ±	0,03(a)	0,77 ±	0,06(bc)	0,84 ±	0,08(a)
[Cr] _{DTPA}	0,52 ±	0,03(a)	0,57 ±	0,27(a)	0,37 ±	0,03(bc)	0,32 ±	0,02(b)	0,31 ±	0,02(d)	0,28 ±	0,01(b)	0,42 ±	0,01(b)	0,56 ±	0,29(a)	0,35 ±	0,02(cd)	0,32 ±	0,02(b)
[Cu] _{DTPA}	6,89 ±	0,59(d)	6,16 ±	0,41(b)	16,68 ±	1,14(a)	17,30 ±	3,73(a)	13,82 ±	0,80(b)	17,93 ±	2,07(a)	10,91 ±	0,54(c)	14,03 ±	2,05(a)	11,21 ±	0,71(c)	16,15 ±	1,29(a)
[Hg] _{DTPA}	0,006 ±	0,003(a)	0,007 ±	0,002(a)	0,001 ±	0,000(b)	0,004 ±	0,001(ab)	0,001 ±	0,000(ab)	0,001 ±	0,000(cd)	0,002 ±	0,001(ab)	0,002 ±	0,000(bc)	0,001 ±	0,001(ab)	0,001 ±	0,001(d)
[Mo] _{DTPA}	0,08 ±	0,02(b)	0,14 ±	0,05(b)	0,40 ±	0,10(a)	0,41 ±	0,09(a)	0,49 ±	0,10(a)	0,52 ±	0,09(a)	0,47 ±	0,13(a)	0,48 ±	0,05(a)	0,37 ±	0,07(a)	0,41 ±	0,03(a)
[Ni] _{DTPA}	1,03 ±	0,25(a)	0,60 ±	0,07(ab)	0,59 ±	0,04(ab)	0,79 ±	0,21(a)	0,42 ±	0,03(bc)	0,41 ±	0,02(bc)	0,42 ±	0,05(cd)	0,37 ±	0,03(c)	0,33 ±	0,01(d)	0,37 ±	0,03(c)
[Pb] _{DTPA}	24,32 ±	4,21(c)	26,93 ±	2,11(a)	31,46 ±	0,13(ab)	29,68 ±	3,01(a)	32,31 ±	1,06(a)	30,90 ±	1,80(a)	36,00 ±	1,50(a)	32,52 ±	1,25(a)	24,51 ±	1,09(bc)	27,21 ±	3,26(a)
[Se] _{DTPA}	0,13 ±	0,01(b)	0,12 ±	0,03(ab)	0,17 ±	0,01(a)	0,13 ±	0,01(a)	0,09 ±	0,02(c)	0,10 ±	0,03(abc)	0,09 ±	0,00(c)	0,08 ±	0,01(bc)	0,07 ±	0,00(c)	0,07 ±	0,01(c)
[Zn] _{DTPA}	83,32 ±	1,80(b)	85,14 ±	4,73(b)	125,82 ±	8,24(a)	138,93 ±	15,53(a)	133,12 ±	5,09(a)	143,04 ±	14,90(a)	84,26 ±	4,85(b)	112,02 ±	25,17(ab)	91,60 ±	4,88(b)	118,95 ±	7,95(ab)

Tiempos que presentan la misma letra no difieren significativamente a un nivel del 5por ciento (p<0,05).

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 46: Concentración promedio de metales pesados y elementos traza de interés extraídos con agua desionizada (mg kg⁻¹) durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno y hojarasca en pilas inoculadas con microorganismos benéficos (CMB) y no inoculadas (SMB).

Concentración total del metal pesado o elemento traza de interés extraído con H ₂ O	0 días		30 días		60 días		90 días		120 días											
	CMB		SMB		CMB		SMB		CMB		SMB									
	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.	Prom.	Desv.								
[As] _{H2O}	3,253 ±	0,487(b)	3,329 ±	0,721 (a)	4,080 ±	0,162 (a)	3,777 ±	0,443 (a)	3,680 ±	0,095 (ab)	3,770 ±	0,251 (ab)	3,649 ±	0,119 (a)	3,314 ±	0,175 (b)	3,082 ±	0,267	3,141 ±	0,196 (a)
[Cd] _{H2O}	0,022 ±	0,005(a)	0,015 ±	0,006 (a)	0,010 ±	0,001 (ab)	0,009 ±	0,002 (a)	0,010 ±	0,001 (b)	0,008 ±	0,001 (a)	0,007 ±	0,001 (c)	0,008 ±	0,001 (a)	0,007 ±	0,001 (c)	0,007 ±	0,001 (a)
[Cr] _{H2O}	0,357 ±	0,234(a)	0,269 ±	0,048 (a)	0,255 ±	0,054 (a)	0,250 ±	0,060 (a)	0,659 ±	0,792 (a)	0,340 ±	0,199 (a)	0,344 ±	0,143 (a)	0,255 ±	0,103 (a)	0,210 ±	0,026 (a)	0,200 ±	0,009 (a)
[Cu] _{H2O}	2,615 ±	0,388(a)	2,249 ±	0,414 (a)	1,273 ±	0,090 (ab)	1,477 ±	0,319 (b)	0,934 ±	0,090 (bc)	1,109 ±	0,015 (c)	0,759 ±	0,113 (cd)	0,844 ±	0,048 (d)	0,620 ±	0,032 (d)	0,704 ±	0,054 (e)
[Hg] _{H2O}	0,008 ±	0,004(a)	0,005 ±	0,001 (a)	0,003 ±	0,002 (ab)	0,004 ±	0,002(a)	0,004 ±	0,002 (ab)	0,004 ±	0,002 (a)	0,003 ±	0,001 (ab)	0,003 ±	0,000 (a)	0,002 ±	0,001 (b)	0,002 ±	0,001 (a)
[Mo] _{H2O}	0,485 ±	0,147(b)	0,522 ±	0,148 (b)	0,873 ±	0,066 (a)	0,909 ±	0,132 (a)	0,905 ±	0,128 (a)	0,976 ±	0,025 (a)	0,867 ±	0,082 (a)	0,856 ±	0,066 (a)	0,711 ±	0,072 (ab)	0,741 ±	0,043 (ab)
[Ni] _{H2O}	0,268 ±	0,066(a)	0,200 ±	0,020 (a)	0,130 ±	0,009 (a)	0,130 ±	0,031 (b)	0,095 ±	0,009 (b)	0,090 ±	0,000 (c)	0,090 ±	0,000 (b)	0,090 ±	0,000 (c)	0,090 ±	0,000 (b)	0,090 ±	0,000 (c)
[Pb] _{H2O}	0,719 ±	0,297(a)	0,547 ±	0,113 (a)	0,334 ±	0,031 (ab)	0,334 ±	0,038 (b)	0,310 ±	0,057 (ab)	0,310 ±	0,031 (b)	0,240 ±	0,030 (c)	0,304 ±	0,045 (b)	0,260 ±	0,018 (bc)	0,285 ±	0,052 (c)
[Se] _{H2O}	0,604 ±	0,124(a)	0,566 ±	0,011 (a)	0,429 ±	0,023 (ab)	0,404 ±	0,030 (b)	0,350 ±	0,060 (b)	0,345 ±	0,040 (b)	0,369 ±	0,048 (b)	0,359 ±	0,060 (b)	0,435 ±	0,040 (ab)	0,359 ±	0,045 (b)
[Zn] _{H2O}	4,764 ±	0,778(a)	3,933 ±	0,463 (a)	2,292 ±	0,242 (b)	2,340 ±	0,413 (b)	2,127 ±	0,177(b)	2,267 ±	0,254(b)	1,767 ±	0,229(b)	1,827 ±	0,117 (b)	1,689 ±	0,165 (b)	1,852 ±	0,046 (b)

Tiempos que presentan la misma letra no difieren significativamente a un nivel del 5por ciento (p<0,05).

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 47: Planilla con los datos concentración total de metales pesados y elementos traza (mg kg⁻¹)

Factorial	Tratamientos (días)	Repeticiones (pilas)	[As]tot (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	[Cr]tot (mg kg-1)	[Cu]tot (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	[Mo]tot (mg kg-1)	[Ni]tot (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)
CMB	0	P-1	32,00	0,85	26,00	131,00	0,33	5,90	7,70	45,60	0,55	260,00
CMB	0	P-2	21,00	0,96	22,00	96,00	0,25	4,70	8,70	44,70	0,64	283,00
CMB	0	P-3	24,00	1,01	24,00	83,00	0,28	4,65	6,90	52,60	0,76	314,00
CMB	30	P-1	27,00	1,25	18,00	76,00	0,35	4,50	6,40	56,50	1,05	357,00
CMB	30	P-2	30,00	1,55	22,00	87,00	0,38	3,78	6,70	80,10	1,07	417,00
CMB	30	P-3	31,00	1,30	24,00	85,00	0,36	4,18	6,80	77,50	1,10	386,00
CMB	60	P-1	29,00	1,46	31,00	79,20	0,31	4,46	8,10	71,20	1,16	399,00
CMB	60	P-2	29,00	1,33	35,00	92,90	0,34	5,38	8,90	73,40	1,17	406,00
CMB	60	P-3	30,00	1,73	24,00	89,90	0,37	4,60	6,70	73,50	1,17	440,00
CMB	90	P-1	32,00	1,35	65,00	83,70	0,43	7,85	19,50	78,00	1,19	414,00
CMB	90	P-2	35,00	1,32	68,00	85,90	0,46	9,79	17,10	87,40	1,22	456,00
CMB	90	P-3	39,00	1,33	101,00	82,30	0,48	7,86	34,60	93,50	1,29	463,00
CMB	120	P-1	27,00	1,33	33,00	82,20	0,40	2,63	13,20	68,50	1,39	403,00
CMB	120	P-2	29,00	1,31	29,00	86,70	0,35	2,77	11,30	75,90	1,35	407,00
CMB	120	P-3	28,00	1,32	41,00	90,10	0,41	3,17	17,00	69,20	1,41	403,00
SMB	0	P-4	34,00	1,05	26,00	86,00	0,28	5,10	7,50	58,00	0,86	320,00
SMB	0	P-5	29,00	1,00	30,00	73,00	0,30	4,93	7,40	60,50	0,81	330,00
SMB	0	P-6	24,00	0,98	22,00	68,00	0,25	4,33	6,10	53,50	0,71	306,00
SMB	30	P-4	29,00	1,31	18,00	107,00	0,36	4,38	12,50	69,70	1,33	446,00
SMB	30	P-5	31,00	1,27	19,00	93,00	0,36	3,79	8,90	75,40	1,16	410,00
SMB	30	P-6	29,00	1,25	26,00	90,00	0,41	4,45	8,40	75,20	1,17	409,00
SMB	60	P-4	29,00	1,36	29,00	117,50	0,41	4,95	8,30	71,10	1,46	480,00
SMB	60	P-5	29,00	1,80	28,00	108,00	0,40	4,43	7,30	75,50	1,25	449,00
SMB	60	P-6	30,00	1,49	27,00	104,90	0,36	5,31	8,50	80,80	1,23	472,00
SMB	90	P-4	35,00	1,19	60,00	95,60	0,39	7,69	17,40	82,00	1,47	504,00

«Continuación»

Factorial	Tratamientos (días)	Repeticiones (pilas)	[As]tot (mg kg-1)	[Cd]tot (mg kg-1)	[Cr]tot (mg kg-1)	[Cu]tot (mg kg-1)	[Hg]tot (mg kg-1)	[Mo]tot (mg kg-1)	[Ni]tot (mg kg-1)	[Pb]tot (mg kg-1)	[Se]tot (mg kg-1)	[Zn]tot (mg kg-1)
SMB	90	P-5	39,00	1,24	64,00	91,00	0,48	8,25	16,30	88,40	1,49	497,00
SMB	90	P-6	37,00	1,27	62,00	83,40	0,39	8,47	15,60	102,10	1,42	467,00
SMB	120	P-4	28,00	1,33	28,00	126,40	0,40	3,17	12,00	65,70	1,67	488,00
SMB	120	P-5	32,00	1,43	42,00	108,10	0,37	3,33	16,90	76,50	1,66	478,00
SMB	120	P-6	29,00	1,38	36,00	102,20	0,37	3,20	14,20	77,50	1,31	432,00

Cuadro 48: Planilla con datos de la concentración de metales pesados y elementos traza extraídos con ácido pentético (mg kg⁻¹)

Factorial	Tratamiento (días)	Repetición (pilas)	[As]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Cd]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Cr]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Cu]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Hg]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Mo]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Ni]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Pb]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Se]DTPA (mg kg ⁻¹)	[Zn]DTPA (mg kg ⁻¹)
CMB	0	P-1	2,9310	0,6515	0,5530	6,6350	0,0053	0,0593	1,2320	23,9830	0,1270	81,3550
CMB	0	P-2	3,0850	0,7502	0,5130	7,5620	0,0093	0,0813	0,7460	28,6880	0,1200	84,8970
CMB	0	P-3	2,1190	0,6443	0,4930	6,4630	0,0040	0,1046	1,1060	20,2880	0,1470	83,7100
CMB	30	P-1	5,0990	0,8681	0,4080	17,6310	0,0010	0,3881	0,6420	31,3230	0,1790	135,0070
CMB	30	P-2	4,4910	0,7624	0,3680	16,9890	0,0005	0,5103	0,5670	31,5810	0,1540	119,1020
CMB	30	P-3	4,2250	0,8485	0,3450	15,4080	0,0005	0,3151	0,5640	31,4700	0,1750	123,3420
CMB	60	P-1	3,7840	0,9512	0,3330	13,4210	0,0015	0,5196	0,4480	33,3860	0,1040	138,6990
CMB	60	P-2	3,4880	0,8738	0,2990	14,7440	0,0010	0,5757	0,3980	32,2600	0,0650	131,9300
CMB	60	P-3	3,1950	0,9024	0,2870	13,3040	0,0010	0,3804	0,4160	31,2730	0,0890	128,7230
CMB	90	P-1	3,2180	0,7619	0,4140	10,3110	0,0015	0,5588	0,4720	36,2920	0,0900	78,9660
CMB	90	P-2	2,9990	0,8018	0,4240	11,3780	0,0020	0,5235	0,3930	37,3340	0,0850	88,5000
CMB	90	P-3	2,5890	0,7389	0,4140	11,0290	0,0010	0,3150	0,3930	34,3730	0,0900	85,3070
CMB	120	P-1	2,7290	0,7272	0,3720	10,4470	0,0020	0,4003	0,3320	23,4550	0,0690	88,1550
CMB	120	P-2	2,4740	0,7556	0,3340	11,3220	0,0010	0,4284	0,3190	24,4290	0,0700	89,4580
CMB	120	P-3	2,4580	0,8352	0,3340	11,8480	0,0010	0,2887	0,3440	25,6360	0,0750	97,1780
SMB	0	P-4	2,9990	0,7817	0,4330	6,5710	0,0040	0,0906	0,6800	29,1950	0,1070	89,6970
SMB	0	P-5	2,8850	0,6848	0,3860	6,1690	0,0087	0,1559	0,5730	26,5810	0,1130	80,2620
SMB	0	P-6	2,2120	0,7642	0,8800	5,7500	0,0073	0,1879	0,5600	25,0260	0,1530	85,4650
SMB	30	P-4	3,4180	0,7329	0,3180	21,6020	0,0045	0,3896	0,7660	26,8160	0,1240	144,4060
SMB	30	P-5	3,6440	0,7671	0,3130	14,9040	0,0045	0,3216	1,0090	29,4000	0,1440	121,4030
SMB	30	P-6	4,8220	0,8241	0,3430	15,4020	0,0035	0,5071	0,5870	32,8090	0,1340	150,9840
SMB	60	P-4	2,9620	0,8412	0,2840	20,0650	0,0015	0,4637	0,4340	29,0460	0,1250	159,6110
SMB	60	P-5	3,4120	0,8224	0,2880	15,9310	0,0010	0,6208	0,3970	31,0090	0,0890	130,7580

«Continuación»

Factorial	Tratamiento (días)	Repetición (pilas)	[As]DTPA (mg kg-1)	[Cd]DTPA (mg kg-1)	[Cr]DTPA (mg kg-1)	[Cu]DTPA (mg kg-1)	[Hg]DTPA (mg kg-1)	[Mo]DTPA (mg kg-1)	[Ni]DTPA (mg kg-1)	[Pb]DTPA (mg kg-1)	[Se]DTPA (mg kg-1)	[Zn]DTPA (mg kg-1)
SMB	60	P-6	3,6850	0,8450	0,2740	17,7870	0,0015	0,4711	0,3930	32,6360	0,0750	138,7560
SMB	90	P-4	2,5250	0,7284	0,4040	15,9780	0,0020	0,4324	0,4080	31,7710	0,0900	138,5110
SMB	90	P-5	2,6490	0,7893	0,8920	14,2270	0,0020	0,4802	0,3730	31,8310	0,0650	109,1390
SMB	90	P-6	2,6940	0,7334	0,3790	11,8970	0,0020	0,5245	0,3430	33,9690	0,0900	88,4100
SMB	120	P-4	2,3120	0,7669	0,3000	16,8010	0,0010	0,3775	0,3400	24,1200	0,0650	120,0220
SMB	120	P-5	2,5320	0,9228	0,3300	16,9880	0,0005	0,4119	0,4090	30,6210	0,0740	126,3150
SMB	120	P-6	2,8710	0,8278	0,3190	14,6620	0,0015	0,4371	0,3740	26,9010	0,0750	110,5200

Cuadro 49: Concentración de metales pesados y elementos traza de interés extraídos con agua desionizada (mg kg⁻¹)

Factorial	Tratamiento (Días)	Repeticiones (Pilas)	[As]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Cd]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Cr]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Cu]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Hg]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Mo]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Ni]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Pb]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Se]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Zn]H ₂ O (mg kg ⁻¹)
CMB	0	P-1	3,134	0,027	0,627	3,030	0,012	0,376	0,343	1,060	0,507	5,612
CMB	0	P-2	2,836	0,016	0,222	2,260	0,004	0,425	0,222	0,517	0,561	4,594
CMB	0	P-3	3,788	0,022	0,223	2,555	0,009	0,652	0,238	0,579	0,743	4,085
CMB	30	P-1	3,988	0,009	0,195	1,274	0,005	0,816	0,135	0,345	0,450	2,548
CMB	30	P-2	3,984	0,011	0,300	1,363	0,002	0,945	0,135	0,359	0,434	2,262
CMB	30	P-3	4,267	0,011	0,270	1,183	0,002	0,859	0,120	0,299	0,404	2,066
CMB	60	P-1	3,771	0,009	0,209	0,943	0,005	0,865	0,105	0,284	0,404	2,080
CMB	60	P-2	3,581	0,009	0,195	0,839	0,002	1,049	0,090	0,270	0,360	1,978
CMB	60	P-3	3,687	0,011	1,574	1,019	0,005	0,802	0,090	0,375	0,285	2,323
CMB	90	P-1	3,636	0,006	0,494	0,838	0,003	0,949	0,090	0,269	0,389	1,960
CMB	90	P-2	3,774	0,008	0,329	0,809	0,002	0,869	0,090	0,240	0,404	1,827
CMB	90	P-3	3,538	0,008	0,210	0,630	0,003	0,784	0,090	0,210	0,315	1,514
CMB	120	P-1	3,389	0,008	0,240	0,645	0,002	0,783	0,090	0,270	0,390	1,874
CMB	120	P-2	2,954	0,006	0,195	0,630	0,002	0,711	0,090	0,270	0,465	1,635
CMB	120	P-3	2,904	0,006	0,195	0,584	0,003	0,639	0,090	0,239	0,449	1,557
SMB	0	P-4	3,163	0,009	0,217	1,849	0,004	0,354	0,188	0,433	0,578	3,408
SMB	0	P-5	4,119	0,016	0,312	2,676	0,006	0,633	0,223	0,550	0,565	4,282
SMB	0	P-6	2,705	0,021	0,278	2,223	0,006	0,579	0,190	0,658	0,556	4,109
SMB	30	P-4	3,590	0,008	0,195	1,840	0,002	0,904	0,120	0,299	0,374	2,004
SMB	30	P-5	3,458	0,011	0,314	1,243	0,003	0,780	0,165	0,329	0,434	2,216
SMB	30	P-6	4,283	0,009	0,240	1,348	0,006	1,044	0,105	0,374	0,404	2,801
SMB	60	P-4	3,625	0,008	0,225	1,094	0,006	0,990	0,090	0,300	0,315	2,052
SMB	60	P-5	4,060	0,009	0,569	1,124	0,002	0,947	0,090	0,285	0,390	2,202
SMB	60	P-6	3,626	0,008	0,225	1,109	0,003	0,990	0,090	0,345	0,330	2,547
SMB	90	P-4	3,115	0,009	0,374	0,899	0,003	0,801	0,090	0,344	0,300	1,962

«Continuación»

Factorial	Tratamiento (Días)	Repeticiones (Pilas)	[As]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Cd]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Cr]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Cu]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Hg]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Mo]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Ni]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Pb]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Se]H ₂ O (mg kg ⁻¹)	[Zn]H ₂ O (mg kg ⁻¹)
SMB	90	P-5	3,385	0,008	0,195	0,809	0,003	0,837	0,090	0,255	0,419	1,767
SMB	90	P-6	3,442	0,008	0,195	0,823	0,003	0,929	0,090	0,314	0,359	1,751
SMB	120	P-4	2,921	0,008	0,195	0,749	0,002	0,737	0,090	0,225	0,315	1,902
SMB	120	P-5	3,296	0,008	0,195	0,719	0,003	0,786	0,090	0,315	0,404	1,843
SMB	120	P-6	3,205	0,006	0,210	0,644	0,002	0,701	0,090	0,314	0,359	1,812

Cuadro 50: Planillas con los datos de las variables fisicoquímicas

Factorial	Tratamiento (días)	Repeticiones (pilas)	H (%)	pH <1/10>	pH <1/5>	CE <1/10> (dS m-1)	CE <1/5> (dS m-1)	Corg (%)	Ntot (%)	C/N	AH (%)	AF (%)	AH/AF	N-NH4+ (mg kg-1)	M.O. (%)	Da (g cm-3)
CMB	0	P-1	57,61	7,28	7,00	4,74	9,99	36,42	1,77	20,58	1,96	1,96	1,00	363,00	71,69	0,19
CMB	0	P-2	56,41	7,40	7,30	4,41	9,81	28,44	1,63	17,45	1,85	2,15	0,86	419,00	63,6	0,21
CMB	0	P-3	54,20	7,52	7,30	4,53	9,50	27,98	1,69	16,56	2,04	1,43	1,43	335,00	62,79	0,17
CMB	30	P-1	62,97	8,20	7,28	4,99	9,25	39,11	2,22	17,62	2,47	2,47	1,00	202,00	61,82	0,16
CMB	30	P-2	62,17	8,23	7,38	4,83	9,13	33,47	2,04	16,41	2,54	1,96	1,30	202,00	56,07	0,23
CMB	30	P-3	61,84	8,08	7,46	5,72	10,27	39,02	2,12	18,41	2,31	1,74	1,33	190,00	60,42	0,20
CMB	60	P-1	61,29	8,34	8,13	5,41	10,44	22,17	1,82	12,18	5,45	1,36	4,01	94,00	50,76	0,20
CMB	60	P-2	64,52	8,45	8,25	5,03	8,96	22,11	1,89	11,70	5,65	0,19	29,74	89,00	49,71	0,23
CMB	60	P-3	61,91	8,28	8,08	4,72	8,46	21,40	1,78	12,02	5,17	1,44	3,59	98,00	49,06	0,22
CMB	90	P-1	60,15	8,11	7,96	5,62	10,33	20,12	1,91	10,53	6,60	1,62	4,07	94,00	43,03	0,35
CMB	90	P-2	62,43	8,11	7,87	4,98	8,83	18,02	1,64	10,99	6,87	1,89	3,63	89,00	37,98	0,40
CMB	90	P-3	59,33	7,99	7,79	3,96	7,05	17,61	1,70	10,36	6,08	1,89	3,22	98,00	38,21	0,35
CMB	120	P-1	52,88	8,37	8,15	5,60	10,45	28,88	2,10	13,75	6,91	1,87	3,70	78,00	52,60	0,25
CMB	120	P-2	51,14	8,39	8,20	5,10	9,54	26,83	1,86	14,42	6,46	2,58	2,50	106,00	41,69	0,27
CMB	120	P-3	51,97	8,29	8,08	4,57	8,27	28,40	1,80	15,78	6,74	2,72	2,48	75,00	44,22	0,27
SMB	0	P-1	57,06	7,38	7,10	4,28	7,82	26,46	1,73	15,29	1,93	2,11	0,91	350,00	56,51	0,22
SMB	0	P-2	58,05	7,40	7,20	4,66	9,20	24,39	1,51	16,15	1,58	2,17	0,73	329,00	58,56	0,24
SMB	0	P-3	56,11	7,57	7,30	4,26	8,19	31,90	1,60	19,94	1,81	1,62	1,12	384,00	54,37	0,27
SMB	30	P-1	62,66	8,21	7,58	3,66	6,87	37,69	2,02	15,67	2,53	1,59	1,59	216,00	54,56	0,21
SMB	30	P-2	60,87	8,12	7,44	4,75	8,90	39,95	2,08	17,91	2,32	2,17	1,07	190,00	64,23	0,21
SMB	30	P-3	64,45	8,18	7,50	4,23	7,57	38,89	2,10	17,84	2,53	2,02	1,25	208,00	64,59	0,22
SMB	60	P-1	63,92	8,35	8,12	4,34	8,73	27,09	1,75	15,48	5,46	1,37	3,99	94,00	46,70	0,22
SMB	60	P-2	63,81	8,46	8,18	3,75	7,82	29,63	1,94	15,27	5,37	1,31	4,10	101,00	51,07	0,21
SMB	60	P-3	61,13	8,50	8,27	4,32	7,97	27,46	1,66	16,54	5,67	1,24	4,57	100,00	47,34	0,22
SMB	90	P-1	57,59	7,87	7,66	3,88	7,55	21,40	1,83	11,69	5,82	2,57	2,26	94,00	41,04	0,31

«Continuación»

Factorial	Tratamiento (días)	Repeticiones (pilas)	H (%)	pH <1/10>	pH <1/5>	CE <1/10> (dS m-1)	CE <1/5> (dS m-1)	Corg (%)	Ntot (%)	C/N	AH (%)	AF (%)	AH/AF	N-NH4+ (mg kg-1)	M.O. (%)	Da (g cm-3)
SMB	90	P-2	54,65	7,89	7,58	4,18	8,24	20,29	1,86	10,91	7,15	1,74	4,11	101,00	43,38	0,36
SMB	90	P-3	56,20	7,96	7,69	4,61	8,99	20,03	1,80	11,13	6,36	2,30	2,77	100,00	43,42	0,34
SMB	120	P-1	51,45	8,33	8,15	4,28	8,45	29,92	1,81	16,53	7,04	2,30	3,06	84,00	42,28	0,27
SMB	120	P-2	50,68	8,27	8,20	4,53	8,08	28,83	1,97	14,63	7,16	2,44	2,93	110,00	45,06	0,28
SMB	120	P-3	51,29	8,36	8,08	4,95	9,49	29,99	1,95	15,38	7,45	2,72	2,74	92,00	44,96	0,28

Cuadro 51: Planilla con los datos de las variables microbiológicas

Factorial	Tratamiento (días)	Repeticiones (pilas)	Aerobios mesófilos (UFC g-1)	Aerobios termófilos (UFC g-1)	Lactobacillus sp. (UFC g-1)	Mohos y levaduras (UFC g-1)	Pseudomonas sp. (NMP g-1)	Bacillus sp. (UFC g-1)	Actinomicetos (UFC g-1)	Coliformes totales (NMP g-1)	Coliformes fecales (NMP g-1)	Escherichia coli (NMP g-1)	Salmonella sp. (Ausencia/Presencia)	Helminthos (No /4 g)
CMB	0	P-1	2,70E+08	1,00E+08	4,90E+05	2,30E+06	1,10E+04	4,50E+06	1,00E+02	1,10E+03	1,10E+03	6,00E+00	Presencia	2,60E+01
CMB	0	P-2	2,80E+08	3,00E+08	3,00E+06	9,10E+05	1,10E+04	3,60E+06	5,10E+04	1,10E+03	1,10E+03	2,80E+01	Ausencia	6,00E+00
CMB	0	P-3	3,20E+08	1,80E+07	3,80E+06	8,60E+04	1,10E+04	3,60E+07	2,40E+05	1,10E+03	1,10E+03	2,10E+01	Presencia	1,00E+01
CMB	30	P-1	2,10E+07	3,80E+07	1,10E+07	2,70E+05	2,60E+03	2,90E+07	1,10E+07	1,30E+03	1,30E+03	3,00E+00	Ausencia	4,20E+03
CMB	30	P-2	2,00E+07	3,70E+07	9,00E+06	4,20E+04	8,50E+02	4,00E+07	5,90E+06	2,60E+02	1,20E+02	3,00E+00	Ausencia	3,50E+03
CMB	30	P-3	1,30E+07	1,80E+07	5,00E+06	8,80E+04	1,00E+03	1,10E+07	6,80E+06	1,10E+03	1,10E+03	2,30E+02	Ausencia	5,10E+03
CMB	60	P-1	9,10E+06	2,10E+07	1,90E+06	4,60E+04	3,80E+01	1,90E+07	1,90E+06	1,00E+01	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	3,90E+01
CMB	60	P-2	1,90E+06	3,30E+05	2,30E+04	6,30E+04	1,20E+02	5,20E+06	1,60E+06	3,00E+01	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	5,00E+01
CMB	60	P-3	1,50E+06	1,70E+07	1,20E+06	6,80E+04	6,30E+03	5,00E+07	7,30E+06	7,30E+01	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	7,10E+01
CMB	90	P-1	3,20E+07	1,70E+07	9,80E+04	1,00E+05	2,50E+03	6,80E+06	1,30E+07	1,10E+03	4,10E+02	3,00E+00	Ausencia	1,40E+03
CMB	90	P-2	9,90E+06	2,50E+07	2,10E+05	5,40E+04	2,60E+03	1,40E+07	2,80E+06	1,10E+03	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	1,80E+03
CMB	90	P-3	1,70E+07	1,60E+07	2,10E+05	8,50E+04	5,70E+02	1,90E+07	7,00E+06	6,00E+02	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	1,60E+03
CMB	120	P-1	2,20E+07	1,50E+07	1,40E+05	8,00E+04	5,90E+02	2,70E+06	1,20E+06	5,90E+02	1,00E+01	3,00E+00	Ausencia	2,60E+03
CMB	120	P-2	1,70E+07	1,00E+07	2,30E+05	1,90E+04	5,90E+02	1,80E+07	1,80E+06	1,10E+02	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	2,70E+03
CMB	120	P-3	2,80E+06	4,10E+07	8,30E+04	6,00E+04	5,50E+02	2,10E+07	3,70E+06	9,90E+01	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	2,60E+03
SMB	0	P-4	7,70E+08	7,40E+07	4,60E+06	3,60E+05	4,50E+03	4,90E+06	1,00E+02	1,10E+03	1,10E+03	4,30E+01	Ausencia	8,00E+00
SMB	0	P-5	2,30E+08	3,00E+07	2,40E+06	3,40E+05	1,10E+04	1,60E+06	6,60E+05	1,10E+03	1,10E+03	1,10E+01	Ausencia	4,00E+00
SMB	0	P-6	3,70E+08	1,90E+08	3,10E+06	2,90E+10	1,10E+04	2,80E+06	1,00E+02	1,10E+03	1,10E+03	7,00E+00	Ausencia	1,20E+01

«Continuación»

Factorial	Tratamiento (días)	Repeticiones (pilas)	Aerobios mesófilos (UFC g-1)	Aerobios termófilos (UFC g-1)	Lactobacillus sp. (UFC g-1)	Mohos y levaduras (UFC g-1)	Pseudomonas sp. (NMP g-1)	Bacillus sp. (UFC g-1)	Actinomicetos (UFC g-1)	Coliformes totales (NMP g-1)	Coliformes fecales (NMP g-1)	Escherichia coli (NMP g-1)	Salmonella sp. (Ausencia/Presencia)	Helminthos (No /4 g)
SMB	30	P-4	4,90E+07	1,10E+08	1,30E+06	1,10E+05	1,20E+04	7,70E+07	1,10E+07	2,10E+02	2,10E+02	3,00E+00	Ausencia	1,10E+03
SMB	30	P-5	7,30E+06	1,10E+08	4,10E+06	1,50E+04	2,50E+04	7,10E+06	3,30E+06	1,10E+03	1,10E+03	1,10E+01	Ausencia	2,80E+03
SMB	30	P-6	2,40E+06	9,60E+07	1,10E+06	4,70E+04	2,00E+03	3,80E+07	5,80E+06	1,30E+03	1,30E+03	1,20E+01	Ausencia	7,60E+03
SMB	60	P-4	3,50E+07	2,20E+07	1,90E+06	8,40E+04	6,50E+03	6,80E+07	2,20E+06	2,50E+02	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	6,30E+01
SMB	60	P-5	1,10E+07	1,90E+07	3,30E+06	3,60E+04	3,10E+03	3,30E+07	5,80E+06	2,60E+02	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	1,80E+02
SMB	60	P-6	1,10E+07	2,40E+07	7,50E+05	1,00E+05	6,50E+02	5,60E+07	5,10E+06	6,20E+01	3,00E+00	3,00E+00	Ausencia	1,10E+02
SMB	90	P-4	2,40E+07	9,70E+06	4,10E+04	7,40E+04	2,40E+03	1,80E+07	5,90E+06	6,10E+02	1,00E+01	3,00E+00	Ausencia	6,10E+02
SMB	90	P-5	3,40E+07	2,60E+07	7,00E+04	5,80E+04	1,80E+02	6,70E+07	1,90E+07	5,80E+02	5,80E+02	3,00E+00	Ausencia	1,60E+03
SMB	90	P-6	1,70E+07	1,50E+07	1,30E+05	6,70E+04	3,90E+03	1,30E+07	4,10E+06	6,20E+02	6,20E+02	3,00E+00	Ausencia	1,10E+03
SMB	120	P-4	2,20E+07	2,60E+07	1,20E+05	2,80E+04	5,70E+02	2,00E+07	3,40E+06	4,80E+03	8,00E+00	3,00E+00	Ausencia	1,10E+03
SMB	120	P-5	2,10E+07	2,80E+07	1,20E+05	3,80E+04	3,20E+03	2,00E+07	4,50E+06	4,50E+01	1,90E+01	3,00E+00	Ausencia	2,10E+03
SMB	120	P-6	3,60E+07	2,40E+07	2,10E+05	6,00E+06	5,20E+02	3,60E+07	5,80E+05	4,50E+01	1,30E+01	3,00E+00	Ausencia	2,90E+03

ANEXO 3 INFORMES DE ENSAYO DE LOS LABORATORIOS

ETAPA DE CARACTERIZACIÓN

INFORME DE ENSAYO No 121469L/15-MA (INSPECTORATE)



INSPECTORATE

INFORME DE ENSAYO No. 121469L/15-MA

Cliente : Domus Consultoria Ambiental S.A.C.
 Dirección : Av.Reducto 1397
 Producto : Suelos
 Cantidad de muestra : 06
 Presentación : Bolsa de plástico proporcionados por Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
 Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-02-13
 S/S 000240-14-LMA
 Referencia del Cliente : Estudio de Investigación - UNALM - Cotización N°LMA 9890/2014
 Fecha Ingreso de Muestra(s) : 2014-02-14
 Fecha de Inicio de Análisis : 2014-02-14
 Fecha de Término de Análisis : 2014-02-25
 Solicitud de Análisis : 00765/14

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	C Org.	Conductividad Especifica	pH	Nitrógeno Total
Laboratorio	Declarado por el Cliente	g/100g	dS/m	unidades	mg/Kg
00765-03020	G1	13,859	9,920	7,9	7229,15
00765-03021	G2	13,044	9,830	8,1	8132,17
00765-03022	G3B	15,525	12,020	8,1	9363,94
00765-03023	TV I	12,050	4,600	7,4	7660,26
00765-03024	TV II	13,180	3,870	6,8	6706,16
00765-03025	TV III	8,167	3,440	7,4	5778,81
Limite de Cuantificación			0,001	--	150,00

Metales (ICP-MS)

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Li	B	Be	Al	P	Ti	V	Cr	Mn	Co
Laboratorio	Declarado por el Cliente	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
00765-03020	G1	21,11	31,77	0,26	9 812,44	3 890,70	425,31	40,61	8,98	410,05	6,28
00765-03021	G2	21,20	34,27	0,36	9 954,76	4 885,81	451,87	43,51	10,73	476,82	7,00
00765-03022	G3B	21,79	40,41	0,20	9 030,05	5 171,91	396,58	41,32	8,91	392,01	5,70
00765-03023	TV I	29,09	51,94	0,29	13 132,70	2 017,83	591,90	45,15	29,62	484,06	7,41
00765-03024	TV II	24,42	52,90	0,28	11 730,89	1 832,93	556,03	42,62	28,62	394,38	7,46
00765-03025	TV III	29,03	28,61	0,55	13 969,19	1 910,92	613,67	49,26	36,95	595,35	8,85
Limite de Cuantificación		0,09	0,12	0,05	2,00	1,85	0,30	0,50	0,08	0,70	0,03

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Ni	Cu	Zn	As	Se	Sr	Mo	Ag	Cd	Sn
Laboratorio	Declarado por el Cliente	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
00765-03020	G1	6,42	51,19	331,94	33,82	1,99	112,59	1,56	0,64	0,90	1,46
00765-03021	G2	7,54	71,40	566,32	48,34	1,55	149,21	2,29	0,89	1,77	2,24
00765-03022	G3B	5,95	57,15	315,42	32,11	1,40	122,06	2,58	0,32	0,77	1,39
00765-03023	TV I	8,44	79,57	488,05	68,59	1,92	144,18	2,23	1,87	1,70	3,34
00765-03024	TV II	8,55	88,17	544,27	67,98	4,45	119,49	2,22	1,76	2,40	3,53
00765-03025	TV III	8,49	83,72	569,04	84,78	2,70	107,02	1,66	2,06	2,19	2,70
Limite de Cuantificación		0,07	0,23	0,50	0,50	0,09	0,30	0,05	0,06	0,05	0,08

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra	Sb	Ba	Ce	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U	Na
Laboratorio	Declarado por el Cliente	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
00765-03020	G1	2,03	86,45	15,10	0,40	<0,04	67,82	0,36	2,62	0,50	2 666,15
00765-03021	G2	2,65	113,21	17,99	0,40	<0,04	85,99	0,50	<0,13	0,55	2 780,09
00765-03022	G3B	1,67	78,86	12,77	0,24	<0,04	47,96	0,21	<0,13	0,41	2 887,21
00765-03023	TV I	3,83	152,65	18,19	0,96	0,12	175,00	0,78	<0,13	0,81	1 095,68
00765-03024	TV II	3,86	139,31	15,89	0,60	0,14	161,42	0,75	<0,13	0,83	934,80
00765-03025	TV III	4,78	174,75	20,83	0,73	0,15	163,54	0,81	<0,13	0,92	1 113,68
Limite de Cuantificación		0,07	0,05	0,06	0,03	0,04	0,50	0,04	0,13	0,03	6,00



INSPECTORATE

Pág. 02/2

INFORME DE ENSAYO No. 121469L/15-MA

Código de Laboratorio	Descripción de Muestra Declarado por el Cliente	Mg mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Fe mg/kg
00765-03020	G1	8 271,17	10 066,85	21 660,71	15 328,51
00765-03021	G2	8 698,74	11 564,28	26 461,47	16 008,72
00765-03022	G3B	8 437,09	12 693,86	19 295,99	13 500,69
00765-03023	TV I	7 102,39	4 063,69	24 548,52	19 821,65
00765-03024	TV II	6 145,69	1 881,70	22 989,44	19 244,04
00765-03025	TV III	7 158,57	3 444,51	18 366,35	20 793,83
Límite de Cuantificación		2,00	2,00	4,50	2,00

Métodos:

C Org.	SCS 6A1a Análisis Químico, Carbono Orgánico Digestión de Dicromato Ácido, Titulación de FeSO ₄ ; Soil Conservation Service US Department of Agriculture Washington D.C. EUA 1986
Conductividad Específica	SCS 8A1a Conductividad del Extracto de Saturación; Soil Conservation Service US Department of Agriculture Washington D.C. EUA 1986
pH	EPA 9045 D Soil and Waste Ph. Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods, SW 846 Method 7196 USGPO Washington DC 1987.
Nitrógeno Total	AOAC 955.04 18 Th.Ed. 2005 Nitrogen (Total) in Fertilizers.
Metales en suelos	EPA 6020A 2007, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

Las muestras ingresaron al Laboratorio, en cooler.

El informe de Control de Calidad les será proporcionado a su solicitud.

Este informe de Ensayo reemplaza al informe 20807L/14-MA emitido el 26 de Febrero del 2014.

Callao, 29 de Mayo del 2015

Inspectorate Services Perú S.A.C.
A Bureau Veritas Group Company

ING. EVELYN P. QUISPE LOROÑA
C.I.P. 98232
LABORATORIO MEDIO AMBIENTE

ETAPA DE EVALUACIÓN – VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y METALES PESADOS

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0001 (ANOBA)

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0001

CLIENTE	DOMUS Consultoría Ambiental
DIRECCIÓN	Av. Paseo de la República 6010- 5to Piso.
TELÉFONO	(511)2416876 - 2420687
CONTACTO	Kelvin Reyes Pinto
TIPO DE MUESTRA	Materia Orgánica
ENSAYOS SOLICITADOS	Según Presupuesto de Servicio N° 16022016-01
FECHA DE RECEPCIÓN	03/02/2016
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	06/02/2016
FECHA DE FIN DE ENSAYO	03/03/2016

Quím. Angel Morabuena Segovia

Coordinador de Laboratorio

CQP: 737

IMPORTANTE

A excepción de la humedad, Los resultados de este informe estan reportados en base seca.

Los resultados emitidos en este informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponde únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido. pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procedera con su eliminación final.

ID MUESTRA	Materia Orgánica (g/100g)	Nitrógeno Total (g/100g)	Nitrógeno Amoniacal (mg/Kg)	Carbono Orgánico (g/100g)	pH (1/10) -	CE (1/10) dS/m
P-1T ₀	71,69	1,77	363	36,42	7,28	4,74
P-2T ₀	63,60	1,63	419	28,44	7,40	4,41
P-3T ₀	62,79	1,69	335	27,98	7,52	4,53
P-4T ₀	56,51	1,73	350	26,46	7,38	4,28
P-5T ₀	58,56	1,51	329	24,39	7,40	4,66
P-6T ₀	54,37	1,60	384	31,90	7,57	4,26
P-1h	58,53	1,56	434	34,20	6,75	3,63
P-2h	63,45	1,54	441	31,44	6,63	4,29
P-3h	53,93	1,41	478	23,07	6,69	3,58
P-4h	58,93	1,30	460	30,82	6,94	3,28
P-5h	63,37	1,50	418	24,31	6,97	3,88
P-6h	56,15	1,36	460	30,20	6,68	3,68
P-1e	74,67	2,08	224	34,76	8,25	7,35
P-2e	73,81	2,29	248	36,37	8,04	8,39
P-3e	75,16	2,21	191	35,62	8,15	7,59
P-4e	75,20	2,03	245	39,63	8,10	7,64
P-5e	73,79	2,27	222	37,83	8,20	8,6
P-6e	72,85	2,10	250	34,26	8,34	7,42

ID MUESTRA	Humedad (g/100g)	Ácido Húmico (g/100g)	Ácido Fúlvico (g/100g)	Densidad (g/cm ³)
P-1T ₀	57,61	1,96	1,96	0,19
P-2T ₀	56,41	1,85	2,15	0,21
P-3T ₀	54,20	2,04	1,43	0,17
P-4T ₀	57,06	1,93	2,11	0,22
P-5T ₀	58,05	1,58	2,17	0,24
P-6T ₀	56,11	1,81	1,62	0,27
P-1h	35,85	1,85	1,89	
P-2h	34,78	1,67	2,24	
P-3h	39,35	1,07	3,08	
P-4h	39,42	1,20	2,07	
P-5h	38,23	2,14	1,04	
P-6h	35,62	1,74	1,94	

ID MUESTRA	Humedad (g/100g)	Ácido Húmico (g/100g)	Ácido Fúlvico (g/100g)
P-1e	15,07	2,34	3,35
P-2e	18,07	2,11	3,67
P-3e	16,58	2,68	3,14
P-4e	17,29	2,58	3,69
P-5e	16,62	1,85	3,93
P-6e	15,11	2,41	3,55

ID MUESTRA	Ag - DTPA (mg/Kg)	Al - DTPA (mg/Kg)	As - DTPA (mg/Kg)	B - DTPA (mg/Kg)	Ba - DTPA (mg/Kg)	Be - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₀	0,0313	24,516	2,931	11,13	1,013	<0.0065
P-2T ₀	0,0486	39,974	3,085	11,33	1,306	<0.0065
P-3T ₀	0,0313	39,710	2,119	12,73	1,139	<0.0065
P-4T ₀	0,0260	22,524	2,999	9,73	1,006	<0.0065
P-5T ₀	0,0366	24,449	2,885	11,39	0,933	<0.0065
P-6T ₀	0,0293	40,244	2,212	11,13	1,079	<0.0065

ID MUESTRA	Bi - DTPA (mg/Kg)	Ca - DTPA (mg/Kg)	Cd - DTPA (mg/Kg)	Ce - DTPA (mg/Kg)	Co - DTPA (mg/Kg)	Cr - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₀	0,0473	2832,627	0,6515	0,1872	0,4037	0,553
P-2T ₀	0,0566	2634,861	0,7502	0,3091	0,3917	0,513
P-3T ₀	0,0373	2736,292	0,6443	0,2965	0,3631	0,493
P-4T ₀	0,0560	2805,011	0,7817	0,2806	0,4825	0,433
P-5T ₀	0,0693	2757,481	0,6848	0,2758	0,4204	0,386
P-6T ₀	0,0413	2739,932	0,7642	0,2665	0,4278	0,880

ID MUESTRA	Cu - DTPA (mg/Kg)	Fe - DTPA (mg/Kg)	Hg - DTPA (mg/Kg)	K - DTPA (mg/Kg)	Li - DTPA (mg/Kg)	Mg - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₀	6,635	130,972	0,0053	9848,243	2,205	815,280
P-2T ₀	7,562	127,849	0,0093	9002,725	1,772	777,420
P-3T ₀	6,463	129,522	0,0040	8308,348	2,005	787,661
P-4T ₀	6,571	129,948	0,0040	8531,921	1,946	720,179
P-5T ₀	6,169	148,360	0,0087	9295,307	1,725	726,943
P-6T ₀	5,750	148,783	0,0073	10055,036	1,919	744,383

ID MUESTRA	Mn - DTPA (mg/Kg)	Mo - DTPA (mg/Kg)	Na - DTPA (mg/Kg)	Ni - DTPA (mg/Kg)	P - DTPA (mg/Kg)	Pb - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₀	75,326	0,0593	2244,451	1,232	164,482	23,983
P-2T ₀	79,681	0,0813	1810,005	0,746	152,433	28,688
P-3T ₀	78,086	0,1046	1673,396	1,106	150,710	20,288
P-4T ₀	89,697	0,0906	1604,958	0,680	92,230	29,195
P-5T ₀	78,530	0,1559	1665,201	0,573	127,708	26,581
P-6T ₀	81,068	0,1879	1777,605	0,560	155,246	25,026

ID MUESTRA	S - DTPA (mg/Kg)	Sb - DTPA (mg/Kg)	Se - DTPA (mg/Kg)	Sn - DTPA (mg/Kg)	Sr - DTPA (mg/Kg)	Ti - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₀	1810,830	0,1153	0,127	<0.020	13,763	1,133
P-2T ₀	1564,168	0,1219	0,120	<0.020	13,771	0,999
P-3T ₀	1834,832	0,1013	0,147	<0.020	13,525	1,266
P-4T ₀	1747,834	0,1146	0,107	<0.020	16,327	0,733
P-5T ₀	1797,772	0,1126	0,113	<0.020	13,470	0,933
P-6T ₀	1823,779	0,1066	0,153	<0.020	14,012	1,066

ID MUESTRA	Tl - DTPA (mg/Kg)	U - DTPA (mg/Kg)	V - DTPA (mg/Kg)	Zn - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₀	0,0027	0,0067	0,346	81,355
P-2T ₀	0,0040	0,0073	0,380	84,897
P-3T ₀	0,0027	0,0067	0,386	83,710
P-4T ₀	0,0020	0,0053	0,340	89,697
P-5T ₀	0,0033	0,0060	0,333	80,262
P-6T ₀	0,0033	0,0067	0,413	85,465

ID MUESTRA	Ag (mg/Kg)	Al (mg/Kg)	As (mg/Kg)	B (mg/Kg)	Ba (mg/Kg)	Be (mg/Kg)
P-1T ₀	0,68	5743	32	48	77	0,3
P-2T ₀	0,62	5411	21	72	65	0,2
P-3T ₀	0,74	6745	24	52	77	0,2
P-4T ₀	0,70	7478	34	60	89	0,2
P-5T ₀	0,69	8439	29	57	93	0,3
P-6T ₀	0,59	6662	24	69	73	0,2
P-1h	0,78	7046	33	88	88	0,3
P-2h	0,68	5356	24	105	71	0,4
P-3h	0,74	6297	26	102	80	0,2
P-4h	0,70	6722	30	107	83	0,3
P-5h	0,73	6664	28	105	82	0,2
P-6h	0,86	6544	28	103	82	0,2
P-1e	0,20	2202	10	47	32	0,1
P-2e	0,15	231	9	42	35	<0,1
P-3e	0,12	1715	5	40	30	<0,1
P-4e	0,11	1639	10	38	32	<0,1
P-5e	0,09	1535	6	41	29	<0,1
P-6e	0,12	1914	13	44	28	<0,1

ID MUESTRA	Bi (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ce (mg/Kg)	Co (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)
P-1T ₀	0,34	18451	0,85	6,83	3,7	26
P-2T ₀	0,27	21709	0,96	5,86	3,7	22
P-3T ₀	0,31	22017	1,01	7,62	4,2	24
P-4T ₀	0,35	24348	1,05	8,61	4,9	26
P-5T ₀	0,33	21390	1,00	9,34	5,1	30
P-6T ₀	0,29	21646	0,98	7,42	4,4	22
P-1h	0,37	26403	1,34	7,71	5,2	29
P-2h	0,31	28725	1,22	6,06	3,7	22
P-3h	0,38	31554	1,33	7,13	4,2	24
P-4h	1,45	30332	1,31	7,33	4,5	29
P-5h	0,38	29389	1,28	7,62	4,4	29
P-6h	0,35	27532	1,24	7,29	4,6	26
P-1e	0,08	12803	0,37	2,46	2,0	7
P-2e	0,08	15314	0,37	2,79	2,5	8
P-3e	0,07	13586	0,33	1,87	2,0	6
P-4e	0,06	13185	0,31	1,90	2,0	5
P-5e	0,05	14381	0,32	2,00	2,2	6
P-6e	0,08	11798	0,35	2,41	1,7	6

ID MUESTRA	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Li (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)
P-1T ₀	131	12609	0,33	5826	11	5414
P-2T ₀	96	10969	0,25	15359	12	5508
P-3T ₀	83	12291	0,28	15755	14	6102
P-4T ₀	86	16908	0,28	14280	15	6070
P-5T ₀	73	17258	0,30	15973	15	6346
P-6T ₀	68	12025	0,25	15308	12	6028
P-1h	56	14792	0,30	8335	15	5157
P-2h	44	10718	0,34	9106	11	4718
P-3h	50	11089	0,26	9013	13	5098
P-4h	47	14654	0,30	7445	15	4995
P-5h	49	13883	0,28	8929	13	5280
P-6h	48	12141	0,34	8399	14	5057

ID MUESTRA	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Li (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)
P-1e	64	5188	0,04	27266	6	5314
P-2e	107	5433	0,08	31420	5	6261
P-3e	104	3594	0,07	2800	4	5788
P-4e	105	4006	0,03	29679	4	5723
P-5e	130	4218	0,05	31816	5	5950
P-6e	58	4034	0,09	27904	5	5167

ID MUESTRA	Mn (mg/Kg)	Mo (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	P (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)
P-1T ₀	440	5,90	3468	7,7	3798	45,6
P-2T ₀	375	4,70	3162	8,7	3714	44,7
P-3T ₀	416	4,65	2954	6,9	4262	52,6
P-4T ₀	484	5,10	2714	7,5	3781	58,0
P-5T ₀	478	4,93	2831	7,4	3873	60,5
P-6T ₀	412	4,33	2788	6,1	3973	53,5
P-1h	450	5,68	333	7,9	2132	65,9
P-2h	344	3,35	2995	6,7	1917	51,7
P-3h	383	3,82	2869	6,8	2260	55,4
P-4h	407	4,96	2432	7,8	1774	56,8
P-5h	404	4,42	3068	7,3	2028	60,6
P-6h	421	4,51	2644	6,6	1927	63,6
P-1e	240	4,04	2900	3,4	5585	11,4
P-2e	346	4,38	3154	3,5	7094	11,2
P-3e	310	4,36	2744	2,8	7531	9,0
P-4e	337	4,25	2769	3,2	7365	8,4
P-5e	347	4,49	2813	3,2	7334	7,3
P-6e	218	4,12	2935	2,7	5163	9,3

ID MUESTRA	S (mg/Kg)	Sb (mg/Kg)	Se (mg/Kg)	Sn (mg/Kg)	Sr (mg/Kg)	Ti (mg/Kg)
P-1T ₀	4990	2,52	<1	1,2	102,8	0,02
P-2T ₀	4782	2,40	<1	1,2	143,2	0,02
P-3T ₀	4864	2,76	1	1,2	142,4	0,02
P-4T ₀	4781	3,04	<1	1,5	154,3	0,03
P-5T ₀	4556	3,12	<1	1,4	116,1	0,03
P-6T ₀	4598	2,70	1	1,3	127,0	0,02
P-1h	4530	3,19	<1	1,6	180,9	0,03
P-2h	4660	2,77	<1	1,7	195,1	0,02
P-3h	4794	3,01	<1	1,7	220,9	0,03
P-4h	4246	3,03	<1	1,5	201,1	0,03
P-5h	4827	3,15	<1	1,6	196,2	0,03
P-6h	4457	3,27	<1	1,8	193,6	0,03
P-1e	4919	0,84	1	0,6	74,5	<0,01
P-2e	5743	0,82	2	0,6	79,5	<0,01
P-3e	5410	0,64	2	0,5	70,4	<0,01
P-4e	5401	0,67	2	0,5	70,0	<0,01
P-5e	5540	0,64	2	0,6	72,9	<0,01
P-6e	4693	0,72	1	0,5	69,8	<0,01

ID MUESTRA	Tl (mg/Kg)	U (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)
P-1T ₀	2,37	0,35	20	260
P-2T ₀	0,34	0,35	18	283
P-3T ₀	0,18	0,44	22	314
P-4T ₀	0,80	0,50	25	320
P-5T ₀	0,30	0,49	29	330
P-6T ₀	0,17	0,39	23	306
P-1h	0,80	0,46	23	289
P-2h	0,17	0,38	18	239
P-3h	0,23	0,46	21	278
P-4h	0,42	0,47	22	257
P-5h	0,24	0,48	22	272
P-6h	0,26	0,47	23	273

ID MUESTRA	Tl (mg/Kg)	U (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)
P-1e	0,38	0,13	8	237
P-2e	0,24	0,17	9	335
P-3e	0,12	0,11	6	361
P-4e	0,72	0,11	6	357
P-5e	0,20	0,10	6	376
P-6e	0,24	0,12	7	212



REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Humedad	g/100g)	0,01	LQA-FO-003 Determinación de Humedad
pH (1/10)	--	2	EPA 9045D Soil and waste pH. Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods, SW 846 Method 7196 USGPO Washinhton DC 1987.
CE (1/10)	dS/m	0,07	SCS 8A1a Conductividad del extracto de saturación, Soil Conservation Service US Department of Agriculture Washington D.C. 1986.
Densidad	g/cm ³	0,05	LQA-FO-011 Determinación de la Densidad Aparente
Nitrógeno Total	g/100g	0,01	AOAC 955.04 18Th Ed. 2005 Nitrogen (Total) in Fertilizers
Nitrógeno Amoniacal	mg/Kg	50	Método del análisis de cómpost. Método 8.2.1. Rev. 2005. (Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Grez Z. y M.L. Mora G. 2005)
Materia Orgánica	g/100g	0,25	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 05.07-A LOSS ON IGNITION METHOD (USCC & USDA, 2001).
Carbono Orgánico	g/100g	0,14	LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable (basado en Walkley, A. and I. A. Black. 1934)
Fractionamiento de Materia Orgánica (Ácidos Húmicos y Fúlvicos)	g/100g	0,05	LQA-FO-008 Extracción de las Fracciones Húmicas LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable
Plata - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Aluminio - DTPA	mg/Kg	0,050	
Arsénico - DTPA	mg/Kg	0,065	
Boro - DTPA	mg/Kg	0,65	
Bario - DTPA	mg/Kg	0,315	
Berilio - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Bismuto - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Calcio - DTPA	mg/Kg	0,16	
Cadmio - DTPA	mg/Kg	0,0005	SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5 ¹
Cerio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Cobalto - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Cromo - DTPA	mg/Kg	0,065	
Cobre - DTPA	mg/Kg	0,03	
Hierro - DTPA	mg/Kg	0,070	
Mercurio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Potasio - DTPA	mg/Kg	0,245	
Litio - DTPA	mg/Kg	0,065	

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Magnesio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Manganeso - DTPA	mg/Kg	0,315	
Molibdeno - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Sodio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Niquel - DTPA	mg/Kg	0,030	
Fósforo - DTPA	mg/Kg	0,060	
Plomo - DTPA	mg/Kg	0,015	
Azufre - DTPA	mg/Kg	5.905	
Antimonio - DTPA	mg/Kg	0,0030	SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5 ¹
Selenio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Estaño - DTPA	mg/Kg	0,020	
Estroncio - DTPA	mg/Kg	0,030	
Titanio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Talio - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Uranio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Vanadio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Zinc - DTPA	mg/Kg	0,065	
Plata Total	mg/Kg	0,01	
Aluminio Total	mg/Kg	100	
Arsénico Total	mg/Kg	1	
Boro Total	mg/Kg	10	
Bario Total	mg/Kg	5	
Berilio Total	mg/Kg	0,1	
Bismuto Total	mg/Kg	0,02	
Calcio Total	mg/Kg	100	
Cadmio Total	mg/Kg	0,01	SGS-MN-ME-137 Digestion HNO ₃ /HCl - ICP MS ² (Basado en EPA3050/6020)
Cerio Total	mg/Kg	0,05	
Cobalto Total	mg/Kg	0,1	
Cromo Total	mg/Kg	1	
Cobre Total	mg/Kg	0,5	
Hierro Total	mg/Kg	100	
Mercurio Total	mg/Kg	0,01	
Potasio Total	mg/Kg	100	
Lítio Total	mg/Kg	1	
Magnesio Total	mg/Kg	100	

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Manganeso Total	mg/Kg	5	
Molibdeno Total	mg/Kg	0,05	
Sodio Total	mg/Kg	100	
Niquel Total	mg/Kg	0,5	
Fósforo Total	mg/Kg	50	
Plomo Total	mg/Kg	0,2	
Azufre Total	mg/Kg	100	
Antimonio Total	mg/Kg	0,05	SGS-MN-ME-137 Digestion HNO ₃ /HCl - ICP MS ² (Basado en EPA3050/6020)
Selenio Total	mg/Kg	1	
Estaño Total	mg/Kg	0,3	
Estroncio Total	mg/Kg	0,5	
Titanio Total	mg/Kg	100	
Talio Total	mg/Kg	0,02	
Uranio Total	mg/Kg	0,35	
Vanadio Total	mg/Kg	1	
Zinc Total	mg/Kg	1	

¹ Lectura por ICP MS Subcontratado

Informe SA1600191

² Ensayo Subcontratado

Informe SA1600190

INFORME DE ENSAYO SA1600190 (SGS)

INFORME DE ENSAYO SA1600190

Página 1 de 4

A solicitud de: ANOBA LAB SAC

Por cuenta de: ANOBA LAB SAC

Producto: COMPOST **Cantidad Muestras:** 18

Tipo de Análisis: PREPARACION Y ANALISIS QUIMICO **Fecha de Recepción:** 26/02/2016

Localidad de preparación: CALLAO **Fecha de Ensayo:** Del 26/02/2016
Al 03/03/2016

Descripción del Estado y Condición de la Muestra: En bolsas de plástico
muestras secas y tamizadas

Referencia Cliente: OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 23/02/2016

Notas: Las muestras pertenecen a Kelvin Reyes Pinto

Esquema **Método**

ICM12B SGS-MN-ME-137 / Julio 2015 Rev. 06/ Muestras de Exploración Geoquímica - Digestión Ácido Nítrico y Clorhídrico - ICPMS

Elemento		Al	B	Ba	Ca	Cr	Cu
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		100	10	5	100	1	0.5
COMPOST	P-1 To	5743	48	77	18451	26	131.0
COMPOST	P-2 To	5411	72	65	21709	22	95.5
COMPOST	P-3 To	6745	52	77	22017	24	83.4
COMPOST	P-4 To	7478	60	89	24348	26	85.6
COMPOST	P-5 To	8439	57	93	21390	30	73.4
COMPOST	P-6 To	6662	69	73	21646	22	68.1
COMPOST	P-1 h	7046	88	88	26403	29	55.7
COMPOST	P-2 h	5356	105	71	28725	22	44.3
COMPOST	P-3 h	6297	102	80	31554	24	49.7
COMPOST	P-4 h	6722	107	83	30332	29	47.3
COMPOST	P-5 h	6664	105	82	29389	29	48.8
COMPOST	P-6 h	6544	103	82	27532	26	47.5
COMPOST	P-1 e	2202	47	32	12803	7	64.1
COMPOST	P-2 e	2318	42	35	15314	8	107.2
COMPOST	P-3 e	1715	40	30	13586	6	104.3
COMPOST	P-4 e	1639	38	32	13185	5	104.6
COMPOST	P-5 e	1535	41	29	14381	6	129.5
COMPOST	P-6 e	1914	44	28	11798	6	58.4
COMPOST	*DUP P-4 To	7514	65	93	23976	25	85.5

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600190**

Página 2 de 4

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Fe ICM12B ppm 100	K ICM12B ppm 100	Li ICM12B ppm 1	Mg ICM12B ppm 100	Mn ICM12B ppm 5	Na ICM12B ppm 100
COMPOST P-1 To	12609	15826	11	5414	440	3468
COMPOST P-2 To	10969	15359	12	5508	375	3162
COMPOST P-3 To	12291	15755	14	6102	416	2954
COMPOST P-4 To	16908	14280	15	6070	484	2714
COMPOST P-5 To	17258	15973	15	6346	478	2831
COMPOST P-6 To	12025	15308	12	6028	412	2788
COMPOST P-1 h	14792	8335	15	5157	450	3033
COMPOST P-2 h	10718	9106	11	4718	344	2995
COMPOST P-3 h	11089	9013	13	5098	383	2869
COMPOST P-4 h	14654	7445	15	4995	407	2432
COMPOST P-5 h	13883	8929	13	5280	404	3068
COMPOST P-6 h	12141	8399	14	5057	421	2644
COMPOST P-1 e	5188	27266	6	5314	240	2900
COMPOST P-2 e	5433	31420	5	6261	346	3154
COMPOST P-3 e	3594	28800	4	5788	310	2744
COMPOST P-4 e	4006	29679	4	5723	337	2769
COMPOST P-5 e	4218	31816	5	5950	347	2813
COMPOST P-6 e	4034	27904	5	5167	218	2935
COMPOST *DUP P-4 To	15900	14353	14	6049	510	2714

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	P ICM12B ppm 50	S ICM12B ppm 100	Sr ICM12B ppm 0.5	Ti ICM12B ppm 100	V ICM12B ppm 1	Zn ICM12B ppm 1
COMPOST P-1 To	3798	4990	102.8	209	20	260
COMPOST P-2 To	3714	4782	143.2	176	18	283
COMPOST P-3 To	4262	4864	142.4	239	22	314
COMPOST P-4 To	3781	4781	154.3	291	25	320
COMPOST P-5 To	3873	4556	116.1	329	29	330
COMPOST P-6 To	3973	4598	127.0	237	23	306
COMPOST P-1 h	2132	4530	180.9	298	23	289
COMPOST P-2 h	1917	4660	195.1	229	18	239
COMPOST P-3 h	2260	4794	220.9	266	21	278
COMPOST P-4 h	1774	4246	201.1	294	22	257
COMPOST P-5 h	2028	4827	196.2	280	22	272
COMPOST P-6 h	1927	4457	193.6	298	23	273
COMPOST P-1 e	5585	4919	74.5	<100	8	237
COMPOST P-2 e	7094	5743	79.5	<100	9	335
COMPOST P-3 e	7531	5410	70.4	<100	6	361
COMPOST P-4 e	7365	5401	70.0	<100	6	357
COMPOST P-5 e	7334	5540	72.9	<100	6	376
COMPOST P-6 e	5163	4693	69.8	<100	7	212
COMPOST *DUP P-4 To	3532	4678	165.6	284	25	341

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO
SA1600190

Elemento		Ag	As	Be	Bi	Cd	Ce
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.01	1	0.1	0.02	0.01	0.05
COMPOST	P-1 To	0.68	32	0.3	0.34	0.85	6.83
COMPOST	P-2 To	0.62	21	0.2	0.27	0.96	5.86
COMPOST	P-3 To	0.74	24	0.2	0.31	1.01	7.62
COMPOST	P-4 To	0.70	34	0.2	0.35	1.05	8.61
COMPOST	P-5 To	0.69	29	0.3	0.33	1.00	9.34
COMPOST	P-6 To	0.59	24	0.2	0.29	0.98	7.42
COMPOST	P-1 h	0.78	33	0.3	0.37	1.34	7.71
COMPOST	P-2 h	0.68	24	0.4	0.31	1.22	6.06
COMPOST	P-3 h	0.74	26	0.2	0.38	1.33	7.13
COMPOST	P-4 h	0.70	30	0.3	1.45	1.31	7.33
COMPOST	P-5 h	0.73	28	0.2	0.38	1.28	7.62
COMPOST	P-6 h	0.86	28	0.2	0.35	1.24	7.29
COMPOST	P-1 e	0.20	10	0.1	0.08	0.37	2.46
COMPOST	P-2 e	0.15	9	<0.1	0.08	0.37	2.79
COMPOST	P-3 e	0.12	5	<0.1	0.07	0.33	1.87
COMPOST	P-4 e	0.11	10	<0.1	0.06	0.31	1.90
COMPOST	P-5 e	0.09	6	<0.1	0.05	0.32	2.00
COMPOST	P-6 e	0.12	13	<0.1	0.08	0.35	2.41
COMPOST	*DUP P-4 To	0.67	35	0.3	0.33	1.13	8.88

Elemento		Co	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.1	0.01	0.05	0.5	0.2	0.05
COMPOST	P-1 To	3.7	0.33	5.90	7.7	45.6	2.52
COMPOST	P-2 To	3.7	0.25	4.70	8.7	44.7	2.40
COMPOST	P-3 To	4.2	0.28	4.65	6.9	52.6	2.76
COMPOST	P-4 To	4.9	0.28	5.10	7.5	58.0	3.04
COMPOST	P-5 To	5.1	0.30	4.93	7.4	60.5	3.12
COMPOST	P-6 To	4.4	0.25	4.33	6.1	53.5	2.70
COMPOST	P-1 h	5.2	0.30	5.68	7.9	65.9	3.19
COMPOST	P-2 h	3.7	0.34	3.35	6.7	51.7	2.77
COMPOST	P-3 h	4.2	0.26	3.82	6.8	55.4	3.01
COMPOST	P-4 h	4.5	0.30	4.96	7.8	56.8	3.03
COMPOST	P-5 h	4.4	0.28	4.42	7.3	60.6	3.15
COMPOST	P-6 h	4.6	0.34	4.51	6.6	63.6	3.27
COMPOST	P-1 e	2.0	0.04	4.04	3.4	11.4	0.84
COMPOST	P-2 e	2.5	0.08	4.38	3.5	11.2	0.82
COMPOST	P-3 e	2.0	0.07	4.36	2.8	9.0	0.64
COMPOST	P-4 e	2.0	0.03	4.25	3.2	8.4	0.67
COMPOST	P-5 e	2.2	0.05	4.49	3.2	7.3	0.64
COMPOST	P-6 e	1.7	0.09	4.12	2.7	9.3	0.72
COMPOST	*DUP P-4 To	5.2	0.30	5.47	8.0	58.9	3.08

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

**INFORME DE ENSAYO
SA1600190**

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Se ICM12B ppm 1	Sn ICM12B ppm 0.3	Tl ICM12B ppm 0.02	U ICM12B ppm 0.05
COMPOST P-1 To	<1	1.2	2.37	0.35
COMPOST P-2 To	<1	1.2	0.34	0.35
COMPOST P-3 To	1	1.2	0.18	0.44
COMPOST P-4 To	<1	1.5	0.80	0.50
COMPOST P-5 To	<1	1.4	0.30	0.49
COMPOST P-6 To	1	1.3	0.17	0.39
COMPOST P-1 h	<1	1.6	0.80	0.46
COMPOST P-2 h	<1	1.7	0.17	0.38
COMPOST P-3 h	<1	1.7	0.23	0.46
COMPOST P-4 h	<1	1.5	0.42	0.47
COMPOST P-5 h	<1	1.6	0.24	0.48
COMPOST P-6 h	<1	1.8	0.26	0.47
COMPOST P-1 e	1	0.6	0.38	0.13
COMPOST P-2 e	2	0.6	0.24	0.17
COMPOST P-3 e	2	0.5	0.12	0.11
COMPOST P-4 e	2	0.5	0.72	0.11
COMPOST P-5 e	2	0.6	0.20	0.10
COMPOST P-6 e	1	0.5	0.24	0.12
COMPOST *DUP P-4 To	2	1.5	0.87	0.46

Emitido en Callao-Perú el , 25/04/2016

Edgar Zarate Aguilera
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600191 (SGS)

INFORME DE ENSAYO SA1600191

A solicitud de:	ANOBA LAB SAC	Cantidad Muestras:	6
Por cuenta de:	ANOBA LAB SAC	Fecha de Recepción:	23/02/2016
Producto:	SOLUCION	Fecha de Ensayo:	Del 23/02/2016 Al 03/03/2016
Tipo de Análisis:	ANALISIS QUIMICO		
Localidad de preparación:	CALLAO		
Descripción del Estado y Condición de la Muestra:	En frasco de vidrio con tapa soluciones		
Referencia Cliente:	OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 23/02/2016		
Notas:	Las muestras pertenecen a Kelvin Reyes Pinto		
Nota: No se analizó el duplicado de la muestra con código F016/0003, por muestra insuficiente.			

Esquema	Método
IMS80T	SGS-MN-ME-143 / Agosto 2013 Rev. 02/ ANÁLISIS DE SOLUCIONES DIVERSAS - SOLUCIONES AIRE - SOLUCIONES AGUA - SUELOS POR ICPMS

Elemento		Ag	Al	As	B	Ba	Be
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0001	0.010	0.013	0.13	0.063	0.0013
SOLUCION	F016 / 0001	0.0047	3.679	0.440	1.67	0.152	<0.0013
SOLUCION	F016 / 0002	0.0073	6.000	0.463	1.70	0.196	<0.0013
SOLUCION	F016 / 0003	0.0047	5.958	0.318	1.91	0.171	<0.0013
SOLUCION	F016 / 0004	0.0039	3.383	0.450	1.46	0.151	<0.0013
SOLUCION	F016 / 0005	0.0055	3.671	0.433	1.71	0.140	<0.0013
SOLUCION	F016 / 0006	0.0044	6.039	0.332	1.67	0.162	<0.0013
SOLUCION	*DUP F016 / 0003	0.0045	5.384	0.297	1.91	0.163	<0.0013

Elemento		Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0003	0.032	0.0001	0.0006	0.0013	0.013
SOLUCION	F016 / 0001	0.0071	401.190	0.0978	0.0281	0.0606	0.083
SOLUCION	F016 / 0002	0.0085	379.883	0.1126	0.0464	0.0588	0.077
SOLUCION	F016 / 0003	0.0056	397.361	0.0967	0.0445	0.0545	0.074
SOLUCION	F016 / 0004	0.0084	394.919	0.1173	0.0421	0.0724	0.065
SOLUCION	F016 / 0005	0.0104	404.900	0.1028	0.0414	0.0631	0.058
SOLUCION	F016 / 0006	0.0062	384.645	0.1147	0.0400	0.0642	0.132
SOLUCION	*DUP F016 / 0003	0.0057	397.361	0.0951	0.0445	0.0537	0.074

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600191**

Página 2 de 3

Elemento Esquema Unidad	Cu IMS80T mg/L	Fe IMS80T mg/L	Hg IMS80T mg/L	K IMS80T mg/L	Li IMS80T mg/L	Mg IMS80T mg/L
Límite de Detección	0.006	0.014	0.0001	0.049	0.013	0.005
SOLUCION F016 / 0001	0.996	19.660	0.0008	1478.300	0.331	122.380
SOLUCION F016 / 0002	1.135	19.193	0.0014	1351.300	0.266	116.690
SOLUCION F016 / 0003	0.970	19.443	0.0006	1247.000	0.301	118.221
SOLUCION F016 / 0004	0.986	19.499	0.0006	1280.300	0.292	108.070
SOLUCION F016 / 0005	0.926	22.269	0.0013	1395.300	0.259	109.120
SOLUCION F016 / 0006	0.863	22.328	0.0011	1509.100	0.288	111.720
SOLUCION *DUP F016 / 0003	0.950	17.512	0.0006	1247.000	0.302	117.992

Elemento Esquema Unidad	Mn IMS80T mg/L	Mo IMS80T mg/L	Na IMS80T mg/L	Ni IMS80T mg/L	P IMS80T mg/L	Pb IMS80T mg/L
Límite de Detección	0.063	0.0006	0.013	0.006	0.012	0.003
SOLUCION F016 / 0001	11.307	0.0089	336.910	0.185	24.690	3.600
SOLUCION F016 / 0002	11.960	0.0122	271.680	0.112	22.875	4.306
SOLUCION F016 / 0003	11.720	0.0157	251.160	0.166	22.623	3.045
SOLUCION F016 / 0004	13.460	0.0136	240.838	0.102	13.840	4.381
SOLUCION F016 / 0005	11.788	0.0234	249.960	0.086	19.169	3.990
SOLUCION F016 / 0006	12.167	0.0282	266.790	0.084	23.304	3.756
SOLUCION *DUP F016 / 0003	11.754	0.0140	239.160	0.165	23.063	2.876

Elemento Esquema Unidad	S IMS80T mg/L	Sb IMS80T mg/L	Se IMS80T mg/L	Sn IMS80T mg/L	Sr IMS80T mg/L	Ti IMS80T mg/L
Límite de Detección	1.181	0.0006	0.013	0.004	0.006	0.005
SOLUCION F016 / 0001	271.820	0.0173	0.019	<0.004	2.066	0.477
SOLUCION F016 / 0002	234.780	0.0183	0.018	<0.004	2.067	0.546
SOLUCION F016 / 0003	275.390	0.0152	0.022	<0.004	2.030	0.482
SOLUCION F016 / 0004	262.280	0.0172	0.016	<0.004	2.450	0.428
SOLUCION F016 / 0005	269.860	0.0169	0.017	<0.004	2.022	0.405
SOLUCION F016 / 0006	273.720	0.0160	0.023	<0.004	2.103	0.479
SOLUCION *DUP F016 / 0003	263.570	0.0149	0.021	<0.004	2.052	0.461

Elemento Esquema Unidad	Tl IMS80T mg/L	U IMS80T mg/L	V IMS80T mg/L	Zn IMS80T mg/L
Límite de Detección	0.0003	0.0006	0.013	0.013
SOLUCION F016 / 0001	0.0004	0.0010	0.052	12.212
SOLUCION F016 / 0002	0.0006	0.0011	0.057	12.743
SOLUCION F016 / 0003	0.0004	0.0010	0.058	12.564
SOLUCION F016 / 0004	0.0003	0.0008	0.051	13.460
SOLUCION F016 / 0005	0.0005	0.0009	0.050	12.048
SOLUCION F016 / 0006	0.0005	0.0010	0.062	12.827
SOLUCION *DUP F016 / 0003	0.0003	0.0010	0.060	12.645

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) 300 deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600191**

Emitido en Callao-Perú el , 25/04/2016

[Firma]
Revisor de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0002 (ANOBA)

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0002

CLIENTE	DOMUS Consultoría Ambiental
DIRECCIÓN	Av. Paseo de la República 6010- 5to Piso.
TELÉFONO	(511)2416876 - 2420687
CONTACTO	Kelvin Reyes Pinto
TIPO DE MUESTRA	Materia Orgánica
ENSAYOS SOLICITADOS	Según Presupuesto de Servicio N° 28032016-01
FECHA DE RECEPCIÓN	04/03/2016
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	05/03/2016
FECHA DE FIN DE ENSAYO	28/03/2016

Quim. Angel Norabuena Segovia
Coordinador de Laboratorio
CQP: 737

IMPORTANTE

A excepción de la humedad, Los resultados de este informe estan reportados en base seca.

Los resultados emitidos en este informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponde únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido. pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procedera con su eliminación final.

ID MUESTRA	pH (1/5)	CE (1/5)
	--	dS/m
P-1T ₀	7,0	9,99
P-2T ₀	7,3	9,81
P-3T ₀	7,3	9,50
P-4T ₀	7,1	7,82
P-5T ₀	7,2	9,20
P-6T ₀	7,3	8,19
P-1h	6,6	5,96
P-2h	6,5	6,38
P-3h	6,6	7,15
P-4h	6,7	4,86
P-5h	6,8	6,95
P-6h	6,5	7,12
P-1e	7,8	13,59
P-2e	7,5	15,18
P-3e	7,8	14,20
P-4e	7,8	13,25
P-5e	7,9	15,08
P-6e	7,8	13,74
P-1T ₃₀	7,28	9,25
P-2T ₃₀	7,38	9,13
P-3T ₃₀	7,46	10,27
P-4T ₃₀	7,58	6,87
P-5T ₃₀	7,44	8,9
P-6T ₃₀	7,5	7,57

ID MUESTRA	Materia Orgánica (g/100g)	Nitrógeno Total (g/100g)	Nitrógeno Amoniacal (mg/Kg)	Carbono Orgánico (g/100g)	pH (1/10)	CE (1/10)
					--	dS/m
P-1T ₃₀	61,82	2,22	202	39,11	8,20	4,99
P-2T ₃₀	56,07	2,04	202	33,47	8,23	4,83
P-3T ₃₀	60,42	2,12	190	39,02	8,08	5,72
P-4T ₃₀	54,56	2,02	216	37,69	8,21	3,66
P-5T ₃₀	64,23	2,08	190	39,95	8,12	4,75
P-6T ₃₀	64,59	2,10	208	38,89	8,18	4,23



ID MUESTRA	Humedad (g/100g)	Ácido Húmico (g/100g)	Ácido Fúlvico (g/100g)	Densidad (g/cm3)
P-1T ₃₀	62,97	2,47	2,47	0,16
P-2T ₃₀	62,17	2,54	1,96	0,23
P-3T ₃₀	61,84	2,31	1,74	0,20
P-4T ₃₀	62,66	2,53	1,59	0,21
P-5T ₃₀	60,87	2,32	2,17	0,21
P-6T ₃₀	64,45	2,53	2,02	0,22

ID MUESTRA	Ag - DTPA (mg/Kg)	Al - DTPA (mg/Kg)	As - DTPA (mg/Kg)	B - DTPA (mg/Kg)	Ba - DTPA (mg/Kg)	Be - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₃₀	0,0139	1,393	5,099	9,25	0,582	<0,0065
P-2T ₃₀	0,0109	1,084	4,491	8,06	0,557	<0,0065
P-3T ₃₀	0,0105	1,209	4,225	7,09	0,634	<0,0065
P-4T ₃₀	0,0095	1,035	3,418	6,92	0,448	<0,0065
P-5T ₃₀	0,0119	0,776	3,644	6,66	0,522	<0,0065
P-6T ₃₀	0,0105	0,732	4,822	6,67	0,523	<0,0065

ID MUESTRA	Bi - DTPA (mg/Kg)	Ca - DTPA (mg/Kg)	Cd - DTPA (mg/Kg)	Ce - DTPA (mg/Kg)	Co - DTPA (mg/Kg)	Cr - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₃₀	0,1035	2973,971	0,8681	0,1607	0,4109	0,408
P-2T ₃₀	0,1000	2761,896	0,7624	0,2054	0,4401	0,368
P-3T ₃₀	0,0989	3165,804	0,8485	0,2008	0,5089	0,345
P-4T ₃₀	0,0836	2456,467	0,7329	0,1811	0,6100	0,318
P-5T ₃₀	0,0875	2697,508	0,7671	0,2158	0,5463	0,313
P-6T ₃₀	0,1085	2792,016	0,8241	0,1951	0,5628	0,343

ID MUESTRA	Cu - DTPA (mg/Kg)	Fe - DTPA (mg/Kg)	Hg - DTPA (mg/Kg)	K - DTPA (mg/Kg)	Li - DTPA (mg/Kg)	Mg - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₃₀	17,631	94,973	0,0010	11864,441	1,517	792,124
P-2T ₃₀	16,989	95,090	<0,0005	11147,748	1,308	714,868
P-3T ₃₀	15,408	75,366	0,0005	12991,450	1,708	808,295
P-4T ₃₀	21,602	76,121	0,0045	8116,082	0,960	635,237
P-5T ₃₀	14,904	82,772	0,0045	10863,211	1,258	693,193
P-6T ₃₀	15,402	112,517	0,0035	9648,267	1,164	700,480

ID MUESTRA	Mn - DTPA (mg/Kg)	Mo - DTPA (mg/Kg)	Na - DTPA (mg/Kg)	Ni - DTPA (mg/Kg)	P - DTPA (mg/Kg)	Pb - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₃₀	141,291	0,3881	2873,027	0,642	95,073	31,323
P-2T ₃₀	133,410	0,5103	2477,520	0,567	72,760	31,581
P-3T ₃₀	140,288	0,3151	2866,839	0,564	69,922	31,470
P-4T ₃₀	153,117	0,3896	1718,890	0,766	64,827	26,816
P-5T ₃₀	139,335	0,3216	2231,005	1,009	67,112	29,400
P-6T ₃₀	139,608	0,5071	2136,125	0,587	75,542	32,809

ID MUESTRA	S - DTPA (mg/Kg)	Sb - DTPA (mg/Kg)	Se - DTPA (mg/Kg)	Sn - DTPA (mg/Kg)	Sr - DTPA (mg/Kg)	Ti - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₃₀	1896,529	0,0881	0,179	<0,020	17,084	<0,025
P-2T ₃₀	1638,617	0,0960	0,154	<0,020	15,328	<0,025
P-3T ₃₀	1975,438	0,0839	0,175	<0,020	18,694	<0,025
P-4T ₃₀	1313,956	0,0746	0,124	<0,020	13,115	<0,025
P-5T ₃₀	1486,160	0,0805	0,144	<0,020	14,481	<0,025
P-6T ₃₀	1278,988	0,1065	0,134	<0,020	15,024	<0,025

ID MUESTRA	Tl - DTPA (mg/Kg)	U - DTPA (mg/Kg)	V - DTPA (mg/Kg)	Zn - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₃₀	<0,0015	<0,0030	0,622	135,007
P-2T ₃₀	0,0015	0,0035	0,572	119,102
P-3T ₃₀	0,0020	<0,0030	0,514	123,342
P-4T ₃₀	0,0020	<0,0030	0,383	144,406
P-5T ₃₀	0,0020	<0,0030	0,363	121,403
P-6T ₃₀	<0,0015	0,0040	0,383	150,984

ID MUESTRA	Ag (mg/Kg)	Al (mg/Kg)	As (mg/Kg)	B (mg/Kg)	Ba (mg/Kg)	Be (mg/Kg)
P-1T ₃₀	1,09	7223	27	86	86	0,3
P-2T ₃₀	1,26	7347	30	93	90	0,3
P-3T ₃₀	0,93	7043	31	107	91	0,2
P-4T ₃₀	0,83	7026	29	106	96	0,3
P-5T ₃₀	0,87	7304	31	113	98	0,3
P-6T ₃₀	0,84	7686	29	100	101	0,3

ID MUESTRA	Bi (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ce (mg/Kg)	Co (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)
P-1T ₃₀	0,37	25457	1,25	8,42	4,3	18
P-2T ₃₀	0,76	25504	1,55	9,34	4,9	22
P-3T ₃₀	0,42	27972	1,30	9,45	5,2	24
P-4T ₃₀	0,40	29546	1,31	9,75	5,1	18
P-5T ₃₀	0,40	26004	1,27	9,52	5,2	19
P-6T ₃₀	0,43	25747	1,25	10,51	5,3	26

ID MUESTRA	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Li (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)
P-1T ₃₀	76	12392	0,35	16359	12	7060
P-2T ₃₀	87	12967	0,38	16377	15	7173
P-3T ₃₀	85	13276	0,36	17712	15	7190
P-4T ₃₀	107	13299	0,36	13751	15	7716
P-5T ₃₀	93	12962	0,36	15591	15	7248
P-6T ₃₀	90	14136	0,41	13376	16	7361

ID MUESTRA	Mn (mg/Kg)	Mo (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	P (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)
P-1T ₃₀	373	4,50	3735	6,4	4519	56,5
P-2T ₃₀	407	3,78	3701	6,7	4480	80,1 *
P-3T ₃₀	420	4,18	3694	6,8	4470	77,5
P-4T ₃₀	449	4,38	2685	12,5	5575	69,7
P-5T ₃₀	440	3,79	3294	8,9	4927	75,4
P-6T ₃₀	441	4,45	3013	8,4	4841	75,2

ID MUESTRA	S (mg/Kg)	Sb (mg/Kg)	Se (mg/Kg)	Sn (mg/Kg)	Sr (mg/Kg)	Ti (mg/Kg)
P-1T ₃₀	5636	3,16	1	1,5	173,0	0,03
P-2T ₃₀	4949	4,25	1	2,0	176,3	0,03
P-3T ₃₀	5247	3,64	1	1,6	191,8	0,03
P-4T ₃₀	4939	3,33	1	1,6	189,8	0,03
P-5T ₃₀	4957	3,53	1	1,4	183,4	0,03
P-6T ₃₀	4710	3,57	1	1,8	182,9	0,03

ID MUESTRA	Tl (mg/Kg)	U (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)
P-1T ₃₀	0,10	0,45	28	357
P-2T ₃₀	0,12	0,53	30	417
P-3T ₃₀	0,13	0,55	31	386
P-4T ₃₀	0,12	0,56	30	446
P-5T ₃₀	0,12	0,57	31	410
P-6T ₃₀	0,12	0,61	31	409



REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Humedad	g/100g)	0,01	LQA-FO-003 Determinación de Humedad
pH (1/10)	–	2	EPA 9045D Soil and waste Ph. Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods, SW 846 Method 7196 USGPO Washinhton DC 1987.
CE (1/10)	dS/m	0,07	SCS 8A1a Conductividad del extracto de saturación, Soil Conservation Service US Department of Agriculture Washington D.C. 1986.
pH (1/5)	–	2	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 04.11-A. Eletrometric pH Determination for Compost (USCC & USDA, 2001).
CE (1/5)	dS/m	0,07	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 04.10-A. Electrical Conductivity for Compost (USCC & USDA, 2001).
Densidad	g/cm ³	0,05	LQA-FO-011 Determinación de la Densidad Aparente
Nitrógeno Total	g/100g	0,01	AOAC 955.04 18Th Ed. 2005 Nitrogen (Total) in Fertilizers
Nitrógeno Amoniacal	mg/Kg	50	Método del análisis de cómpost. Método 8.2.1. Rev. 2005. (Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Grez Z. y M.L. Mora G. 2005)
Materia Orgánica	g/100g	0,25	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 05.07-A LOSS ON IGNITION METHOD (USCC & USDA, 2001).
Carbono Orgánico	g/100g	0,14	LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable (basado en Walkley, A. and I. A. Black. 1934)
Fraccionamiento de Materia Orgánica (Acidos Húmicos y Fúlvicos)	g/100g	0,05	LQA-FO-008 Extracción de las Fracciones Húmicas LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable
Plata - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Aluminio - DTPA	mg/Kg	0,050	
Arsénico - DTPA	mg/Kg	0,065	
Boro - DTPA	mg/Kg	0,65	
Bario - DTPA	mg/Kg	0,315	
Berilio - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Bismuto - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Calcio - DTPA	mg/Kg	0,16	
Cadmio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Cerio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Cobalto - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Cromo - DTPA	mg/Kg	0,065	
			SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5 ¹

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Cobre - DTPA	mg/Kg	0,03	
Hierro - DTPA	mg/Kg	0,070	
Mercurio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Potasio - DTPA	mg/Kg	0,245	
Litio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Magnesio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Manganeso - DTPA	mg/Kg	0,315	
Molibdeno - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Sodio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Niquel - DTPA	mg/Kg	0,030	
Fósforo - DTPA	mg/Kg	0,060	
Plomo - DTPA	mg/Kg	0,015	
Azufre - DTPA	mg/Kg	5,905	
Antimonio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Selenio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Estaño - DTPA	mg/Kg	0,020	
Estroncio - DTPA	mg/Kg	0,030	
Titanio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Talio - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Uranio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Vanadio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Zinc - DTPA	mg/Kg	0,065	
Plata Total	mg/Kg	0,01	
Aluminio Total	mg/Kg	100	
Arsénico Total	mg/Kg	1	
Boro Total	mg/Kg	10	
Bario Total	mg/Kg	5	
Berilio Total	mg/Kg	0,1	
Bismuto Total	mg/Kg	0,02	
Calcio Total	mg/Kg	100	
Cadmio Total	mg/Kg	0,01	
Cerio Total	mg/Kg	0,05	
Cobalto Total	mg/Kg	0,1	
Cromo Total	mg/Kg	1	
Cobre Total	mg/Kg	0,5	
Hierro Total	mg/Kg	100	

SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5 ¹

SGS-MN-ME-137 Digestion HNO₃/HCl - ICP MS ²
(Basado en EPA3050/6020)

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Mercurio Total	mg/Kg	0,01	
Potasio Total	mg/Kg	100	
Litio Total	mg/Kg	1	
Magnesio Total	mg/Kg	100	
Manganeso Total	mg/Kg	5	
Molibdeno Total	mg/Kg	0,05	
Sodio Total	mg/Kg	100	
Niquel Total	mg/Kg	0,5	
Fósforo Total	mg/Kg	50	
Plomo Total	mg/Kg	0,2	
Azufre Total	mg/Kg	100	SGS-MN-ME-137 Digestion HNO ₃ /HCl - ICP MS ² (Basado en EPA3050/6020)
Antimonio Total	mg/Kg	0,05	
Selenio Total	mg/Kg	1	
Estaño Total	mg/Kg	0,3	
Estroncio Total	mg/Kg	0,5	
Titanio Total	mg/Kg	100	
Talio Total	mg/Kg	0,02	
Uranio Total	mg/Kg	0,35	
Vanadio Total	mg/Kg	1	
Zinc Total	mg/Kg	1	

¹ Lectura por ICP MS Subcontratado

Informe SA1600293

² Ensayo Subcontratado

Informe SA1600294

* Informe Complementario

Informe SA1600835

INFORME DE ENSAYO SA1600293 (SGS)



**INFORME DE ENSAYO
SA1600293**

Página 1 de 3

A solicitud de:	ANOBA LAB SAC		
Por cuenta de:	ANOBA LAB SAC		
Producto:	SOLUCION	Cantidad Muestras:	6
Tipo de Análisis:	ANALISIS QUIMICO	Fecha de Recepción:	21/03/2016
Localidad de preparación:	CALLAO	Fecha de Ensayo:	Del 21/03/2016 Al 26/03/2016
Descripción del Estado y Condición de la Muestra:	En frasco de vidrio con tapa soluciones Peso aprox. de 38 g.		
Referencia Cliente:	OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 21/03/2016		
Notas:			

Esquema	Método
IMS80T	SGS-MN-ME-143 / Agosto 2013 Rev. 02/ ANÁLISIS DE SOLUCIONES DIVERSAS - SOLUCIONES AIRE - SOLUCIONES AGUA - SUELOS POR ICPMS

Elemento		Ag	Al	As	B	Ba	Be
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0001	0.010	0.013	0.13	0.063	0.0013
SOLUCION	F016 / 00019	0.0028	0.218	1.025	1.86	0.117	<0.0013
SOLUCION	F016 / 00020	0.0022	0.218	0.903	1.62	0.112	<0.0013
SOLUCION	F016 / 00021	0.0021	0.242	0.846	1.42	0.127	<0.0013
SOLUCION	F016 / 00022	0.0019	0.208	0.687	1.39	0.090	<0.0013
SOLUCION	F016 / 00023	0.0024	0.156	0.733	1.34	0.105	<0.0013
SOLUCION	F016 / 00024	0.0021	0.147	0.969	1.34	0.105	<0.0013
SOLUCION	*DUP F016 / 00020	0.0020	0.171	0.853	1.40	0.111	<0.0013

Elemento		Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0003	0.032	0.0001	0.0006	0.0013	0.013
SOLUCION	F016 / 00019	0.0208	597.780	0.1745	0.0323	0.0826	0.082
SOLUCION	F016 / 00020	0.0201	555.340	0.1533	0.0413	0.0885	0.074
SOLUCION	F016 / 00021	0.0198	633.870	0.1699	0.0402	0.1019	0.069
SOLUCION	F016 / 00022	0.0168	493.740	0.1473	0.0364	0.1226	0.064
SOLUCION	F016 / 00023	0.0176	542.620	0.1543	0.0434	0.1099	0.063
SOLUCION	F016 / 00024	0.0218	561.050	0.1656	0.0392	0.1131	0.069
SOLUCION	*DUP F016 / 00020	0.0194	549.490	0.1463	0.0401	0.0838	0.066

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600293**

Página 2 de 3

Elemento		Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.006	0.014	0.0001	0.049	0.013	0.005
SOLUCION	F016 / 00019	3.544	19.092	0.0002	2384.800	0.305	159.220
SOLUCION	F016 / 00020	3.416	19.118	<0.0001	2241.500	0.263	143.740
SOLUCION	F016 / 00021	3.085	15.087	0.0001	2601.200	0.342	161.840
SOLUCION	F016 / 00022	4.342	15.304	0.0009	1631.300	0.193	127.680
SOLUCION	F016 / 00023	2.998	16.654	0.0009	2185.200	0.253	139.440
SOLUCION	F016 / 00024	3.095	22.614	0.0007	1938.800	0.234	140.760
SOLUCION	*DUP F016 / 00020	3.301	17.762	<0.0001	2199.000	0.261	142.960

Elemento		Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.063	0.0006	0.013	0.006	0.012	0.003
SOLUCION	F016 / 00019	28.400	0.0780	577.490	0.129	19.110	6.296
SOLUCION	F016 / 00020	26.825	0.1026	498.160	0.114	14.635	6.350
SOLUCION	F016 / 00021	28.089	0.0631	574.010	0.113	13.998	6.301
SOLUCION	F016 / 00022	30.776	0.0783	345.490	0.154	13.026	5.390
SOLUCION	F016 / 00023	28.028	0.0647	448.780	0.203	13.504	5.914
SOLUCION	F016 / 00024	28.054	0.1019	429.250	0.118	15.178	6.593
SOLUCION	*DUP F016 / 00020	25.659	0.0992	488.120	0.107	12.709	6.073

Elemento		S	Sb	Se	Sn	Sr	Tl
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		1.181	0.0006	0.013	0.004	0.006	0.005
SOLUCION	F016 / 00019	381.210	0.0177	0.036	<0.004	3.434	0.045
SOLUCION	F016 / 00020	329.480	0.0193	0.031	<0.004	3.082	0.026
SOLUCION	F016 / 00021	395.530	0.0168	0.035	<0.004	3.743	0.036
SOLUCION	F016 / 00022	264.100	0.0150	0.025	<0.004	2.636	0.029
SOLUCION	F016 / 00023	298.950	0.0162	0.029	<0.004	2.913	0.021
SOLUCION	F016 / 00024	257.010	0.0214	0.027	<0.004	3.019	0.030
SOLUCION	*DUP F016 / 00020	312.000	0.0186	0.025	<0.004	2.933	0.033

Elemento		Tl	U	V	Zn
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0003	0.0006	0.013	0.013
SOLUCION	F016 / 00019	<0.0003	<0.0006	0.125	27.137
SOLUCION	F016 / 00020	0.0003	0.0007	0.115	23.948
SOLUCION	F016 / 00021	0.0004	<0.0006	0.103	24.696
SOLUCION	F016 / 00022	0.0004	<0.0006	0.077	29.025
SOLUCION	F016 / 00023	0.0004	<0.0006	0.073	24.421
SOLUCION	F016 / 00024	<0.0003	0.0008	0.077	30.340
SOLUCION	*DUP F016 / 00020	<0.0003	0.0006	0.112	22.521

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600293**

Página 3 de 3

Emitido en Callao-Perú el , 19/04/2016

Cogari Lorete Aguiar
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

COD. 310

INFORME DE ENSAYO SA1600294 (SGS)



**INFORME DE ENSAYO
SA1600294**

Página 1 de 3

A solicitud de:	ANOBA LAB SAC		
Por cuenta de:	ANOBA LAB SAC		
Producto:	COMPOST	Cantidad Muestras:	6
Tipo de Análisis:	PREPARACION Y ANALISIS QUIMICO	Fecha de Recepción:	22/03/2016
Localidad de preparación:	CALLAO	Fecha de Ensayo:	Del 22/03/2016 Al 28/03/2016
Descripción del Estado y Condición de la Muestra:	En bolsa de plástico muestras secas y tamizadas		
Referencia Cliente:	OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 21/03/2016		
Notas:	Notas: las muestras pertenecen a kelvin Reyes Pinto		

Esquema	Método
ICM12B	SGS-MN-ME-137 / Julio 2015 Rev. 06/ Muestras de Exploración Geoquímica - Digestión Ácido Nítrico y Clorhídrico - ICPMS

Elemento		Al	B	Ba	Ca	Cr	Cu
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		100	10	5	100	1	0.5
COMPOST	P-1 T30	7223	86	86	25457	18	75.9
COMPOST	P-2 T30	7347	93	90	25504	22	86.8
COMPOST	P-3 T30	7043	107	91	27972	24	84.7
COMPOST	P-4 T30	7026	106	96	29546	18	106.8
COMPOST	P-5 T30	7304	113	98	26004	19	93.0
COMPOST	P-6 T30	7686	100	101	25747	26	90.1
COMPOST	*DUP P-3 T30	7109	111	91	27531	21	79.8

Elemento		Fe	K	Li	Mg	Mn	Na
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		100	100	1	100	5	100
COMPOST	P-1 T30	12392	16359	12	7060	373	3735
COMPOST	P-2 T30	12967	16377	15	7173	407	3701
COMPOST	P-3 T30	13276	17712	15	7190	420	3694
COMPOST	P-4 T30	13299	13751	15	7716	449	2685
COMPOST	P-5 T30	12962	15591	15	7248	440	3294
COMPOST	P-6 T30	14136	13376	16	7361	441	3013
COMPOST	*DUP P-3 T30	13468	17497	16	7247	404	3897

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO
SA1600294

Elemento		P	S	Sr	Ti	V	Zn
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		50	100	0.5	100	1	1
COMPOST	P-1 T30	4519	5636	173.0	298	28	357
COMPOST	P-2 T30	4480	4949	176.3	306	30	417
COMPOST	P-3 T30	4470	5247	191.8	320	31	386
COMPOST	P-4 T30	5575	4939	189.8	289	30	446
COMPOST	P-5 T30	4927	4957	183.4	326	31	410
COMPOST	P-6 T30	4841	4710	182.9	317	31	409
COMPOST	*DUP P-3 T30	4321	5180	183.5	338	30	371

Elemento		Ag	As	Be	Bi	Cd	Ce
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.01	1	0.1	0.02	0.01	0.05
COMPOST	P-1 T30	1.09	27	0.3	0.37	1.25	8.42
COMPOST	P-2 T30	1.26	30	0.3	0.76	1.55	9.34
COMPOST	P-3 T30	0.93	31	0.2	0.42	1.30	9.45
COMPOST	P-4 T30	0.83	29	0.3	0.40	1.31	9.75
COMPOST	P-5 T30	0.87	31	0.3	0.40	1.27	9.52
COMPOST	P-6 T30	0.84	29	0.3	0.43	1.25	10.51
COMPOST	*DUP P-3 T30	0.86	30	0.3	0.37	1.33	8.91

Elemento		Co	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.1	0.01	0.05	0.5	0.2	0.05
COMPOST	P-1 T30	4.3	0.35	4.50	6.4	56.5	3.16
COMPOST	P-2 T30	4.9	0.38	3.78	6.7	265.5	4.25
COMPOST	P-3 T30	5.2	0.36	4.18	6.8	77.5	3.64
COMPOST	P-4 T30	5.1	0.36	4.38	12.5	69.7	3.33
COMPOST	P-5 T30	5.2	0.36	3.79	8.9	75.4	3.53
COMPOST	P-6 T30	5.3	0.41	4.45	8.4	75.2	3.57
COMPOST	*DUP P-3 T30	4.9	0.33	3.89	6.4	79.3	3.49

Elemento		Se	Sn	Tl	U
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		1	0.3	0.02	0.05
COMPOST	P-1 T30	1	1.5	0.10	0.45
COMPOST	P-2 T30	1	2.0	0.12	0.53
COMPOST	P-3 T30	1	1.6	0.13	0.55
COMPOST	P-4 T30	1	1.6	0.12	0.56
COMPOST	P-5 T30	1	1.4	0.12	0.57
COMPOST	P-6 T30	1	1.8	0.12	0.61
COMPOST	*DUP P-3 T30	1	1.4	0.11	0.65

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600294**

Página 3 de 3

Emitted in Callao-Perú el , 25/04/2016

Edgar Zarate Aguilar
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600835 (SGS)



**INFORME DE ENSAYO
SA1600835**

Página 1 de 2

A solicitud de:	ANOBA LAB SAC	Cantidad Muestras:	1
Por cuenta de:	ANOBA LAB SAC	Fecha de Recepción:	21/07/2016
Producto:	COMPOST	Fecha de Ensayo:	Del 21/07/2016 Al 26/07/2016
Tipo de Análisis:	PREPARACION Y ANALISIS QUIMICO		
Localidad de preparación:	CALLAO		
Descripción del Estado y Condición de la Muestra:	En bolsas de plástico con tape sedimento Peso aprox. de 36 g secas.		
Referencia Cliente:	OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 21/07/2016		
Notas:	Las muestras pertenecen a Kelvin Reyes Pinto		

Esquema	Método
ICM12B	SGS-MN-ME-137 / Julio 2015 Rev. 06/ Muestras de Exploración Geoquímica - Digestión Ácido Nítrico y Clorhídrico - ICPMS

Elemento	Al	B	Ba	Ca	Cr	Cu
Esquema	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección	100	10	5	100	1	0.5
COMPOST P2-T30	9975	50	108	27504	29	87.6
SUELOS *DUP P2-T30	9425	46	103	26485	31	86.4

Elemento	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na
Esquema	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección	100	100	1	100	5	100
COMPOST P2-T30	16985	11162	20	8295	489	1877
SUELOS *DUP P2-T30	15374	10977	18	8060	472	1846

Elemento	P	S	Sr	Ti	V	Zn
Esquema	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección	50	100	0.5	100	1	1
COMPOST P2-T30	4846	4073	148.9	339.777474	44	423
SUELOS *DUP P2-T30	4752	3988	146.2	302.35845	39	412

Elemento	Ag	As	Be	Bi	Cd	Ce
Esquema	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección	0.01	1	0.1	0.02	0.01	0.05
COMPOST P2-T30	0.92	33	0.3	0.45	1.10	13.52
SUELOS *DUP P2-T30	0.89	33	0.4	0.44	1.08	13.57

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600835**

Página 2 de 2

Elemento		Co	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.1	0.01	0.05	0.5	0.2	0.05
COMPOST	P2-T30	6.4	0.28	2.26	14.0	80.3	3.88
SUELOS	*DUP P2-T30	6.3	0.26	2.14	13.0	81.1	3.58

Elemento		Se	Sn	Tl	U
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		1	0.3	0.02	0.05
COMPOST	P2-T30	<1	2.3	0.15	0.63
SUELOS	*DUP P2-T30	<1	2.0	0.14	0.60

Emitido en Callao-Perú el , 09/08/2016

Logar Zarate Aguilar
Supervisor de Laboratorio
I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0003 (ANOBA)

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0003

CLIENTE	DOMUS Consultoría Ambiental
DIRECCIÓN	Av. Paseo de la República 6010- 5to Piso.
TELÉFONO	(511)2416876 - 2420687
CONTACTO	Kelvin Reyes Pinto
TIPO DE MUESTRA	Materia Orgánica
ENSAYOS SOLICITADOS	Según Presupuesto de Servicio N° 14042016-01
FECHA DE RECEPCIÓN	01/04/2016
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	03/04/2016
FECHA DE FIN DE ENSAYO	26/04/2016

Quím. Angel Norabuena Segovia

Coordinador de Laboratorio

CQP: 737

IMPORTANTE

A excepción de la humedad, Los resultados de este informe estan reportados en base seca.

Los resultados emitidos en este informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponde únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido. pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procedera con su eliminación final.

ID MUESTRA	Materia Orgánica (g/100g)	Nitrógeno Total (g/100g)	Nitrógeno Amoniacal (mg/Kg)	pH (1/10) --	CE (1/10) dS/m
P-1T ₆₀	50,76	1,82	94	8,34	5,41
P-2T ₆₀	49,71	1,89	89	8,45	5,03
P-3T ₆₀	49,06	1,78	98	8,28	4,72
P-4T ₆₀	46,70	1,75	94	8,35	4,34
P-5T ₆₀	51,07	1,94	101	8,46	3,75
P-6T ₆₀	47,34	1,66	100	8,50	4,32

ID MUESTRA	Humedad (g/100g)	Ácido Húmico (g/100g)	Ácido Fúlvico (g/100g)	Carbono Orgánico (g/100g)
P-1T ₆₀	61,29	5,45	1,36	22,17
P-2T ₆₀	64,52	5,65	0,19	22,11
P-3T ₆₀	61,91	5,17	1,44	21,40
P-4T ₆₀	63,92	5,46	1,37	20,40
P-5T ₆₀	63,81	5,37	1,31	20,46
P-6T ₆₀	61,13	5,67	1,24	20,06

ID MUESTRA	pH (1/5) --	CE (1/5) dS/m	Densidad (g/cm ³)
P-1T ₆₀	8,13	10,44	0,20
P-2T ₆₀	8,25	8,96	0,23
P-3T ₆₀	8,08	8,46	0,22
P-4T ₆₀	8,12	8,73	0,22
P-5T ₆₀	8,18	7,82	0,21
P-6T ₆₀	8,27	7,97	0,22

ID MUESTRA	Ag - DTPA (mg/Kg)	Al - DTPA (mg/Kg)	As - DTPA (mg/Kg)	B - DTPA (mg/Kg)	Ba - DTPA (mg/Kg)	Be - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₆₀	0,0099	0,472	3,784	7,76	0,582	<0,0065
P-2T ₆₀	0,0075	0,338	3,488	8,46	0,527	<0,0065
P-3T ₆₀	0,0064	0,639	3,195	9,66	0,550	<0,0065
P-4T ₆₀	0,0060	0,249	2,962	10,97	0,444	<0,0065
P-5T ₆₀	0,0050	0,397	3,412	9,14	0,467	<0,0065
P-6T ₆₀	0,0110	0,702	3,685	10,56	0,488	<0,0065

ID MUESTRA	Bi - DTPA (mg/Kg)	Ca - DTPA (mg/Kg)	Cd - DTPA (mg/Kg)	Ce - DTPA (mg/Kg)	Co - DTPA (mg/Kg)	Cr - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₆₀	0,0985	3302,769	0,9512	0,1517	0,2834	0,333
P-2T ₆₀	0,0965	3139,982	0,8738	0,1344	0,3249	0,299
P-3T ₆₀	0,0842	3277,744	0,9024	0,1521	0,3323	0,287
P-4T ₆₀	0,0863	3078,402	0,8412	0,1655	0,4009	0,284
P-5T ₆₀	0,0924	2948,943	0,8224	0,1246	0,4256	0,288
P-6T ₆₀	0,0931	3166,134	0,8450	0,1554	0,3102	0,274

ID MUESTRA	Cu - DTPA (mg/Kg)	Fe - DTPA (mg/Kg)	Hg - DTPA (mg/Kg)	K - DTPA (mg/Kg)	Li - DTPA (mg/Kg)	Mg - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₆₀	13,421	65,837	0,0015	13493,615	1,785	940,031
P-2T ₆₀	14,744	61,230	0,0010	11562,285	1,707	838,731
P-3T ₆₀	13,304	47,529	0,0010	9853,490	1,813	843,451
P-4T ₆₀	20,065	52,612	0,0015	9797,850	1,556	856,630
P-5T ₆₀	15,931	64,346	0,0010	10453,904	1,599	788,507
P-6T ₆₀	17,787	66,990	0,0015	9285,480	1,618	808,809

ID MUESTRA	Mn - DTPA (mg/Kg)	Mo - DTPA (mg/Kg)	Na - DTPA (mg/Kg)	Ni - DTPA (mg/Kg)	P - DTPA (mg/Kg)	Pb - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₆₀	94,374	0,5196	3357,964	0,448	69,889	33,386
P-2T ₆₀	92,291	0,5757	2630,467	0,398	63,445	32,260
P-3T ₆₀	98,936	0,3804	2347,482	0,416	61,467	31,273
P-4T ₆₀	106,710	0,4637	2252,578	0,434	67,536	29,046
P-5T ₆₀	114,926	0,6208	2337,031	0,397	61,113	31,009
P-6T ₆₀	89,473	0,4711	2025,237	0,393	79,509	32,636

ID MUESTRA	S - DTPA (mg/Kg)	Sb - DTPA (mg/Kg)	Se - DTPA (mg/Kg)	Sn - DTPA (mg/Kg)	Sr - DTPA (mg/Kg)	Ti - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₆₀	2199,250	0,0820	0,104	<0,020	17,185	0,159
P-2T ₆₀	1971,552	0,0926	<0,065	<0,020	15,938	0,095
P-3T ₆₀	1929,336	0,0773	0,089	<0,020	16,687	0,059
P-4T ₆₀	1831,783	0,0703	0,125	<0,020	13,214	<0,025
P-5T ₆₀	1788,701	0,0919	0,089	<0,020	13,860	<0,025
P-6T ₆₀	1740,305	0,0832	0,075	<0,020	15,103	0,055

ID MUESTRA	Tl - DTPA (mg/Kg)	U - DTPA (mg/Kg)	V - DTPA (mg/Kg)	Zn - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₆₀	0,0015	<0,0030	0,085	138,699
P-2T ₆₀	0,0015	<0,0030	0,075	131,930
P-3T ₆₀	0,0015	<0,0030	<0,065	128,723
P-4T ₆₀	0,0015	<0,0030	<0,066	159,611
P-5T ₆₀	0,0015	<0,0030	0,084	130,758
P-6T ₆₀	0,0020	<0,0030	0,065	138,756

ID MUESTRA	Ag (mg/Kg)	Al (mg/Kg)	As (mg/Kg)	B (mg/Kg)	Ba (mg/Kg)	Be (mg/Kg)
P-1T ₆₀	1,39	7391,00	29	<10	99	0,3
P-2T ₆₀	1,23	8405,00	29	<10	106	0,3
P-3T ₆₀	1,02	8271,00	30	<10	102	0,4
P-4T ₆₀	1,06	7918,00	29	<10	102	0,3
P-5T ₆₀	1,16	8392,00	29	<10	105	0,2
P-6T ₆₀	1,30	8640,00	30	<10	110	0,3

ID MUESTRA	Bi (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ce (mg/Kg)	Co (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)
P-1T ₆₀	0,40	25774	1,46	9,84	5,4	31
P-2T ₆₀	0,43	28897	1,33	10,48	5,6	35
P-3T ₆₀	0,40	32599	1,73	9,80	5,4	24
P-4T ₆₀	0,42	31044	1,36	9,87	5,9	29
P-5T ₆₀	0,41	31161	1,80	11,00	4,8	28
P-6T ₆₀	0,46	29870	1,49	11,67	6,1	27

ID MUESTRA	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Li (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)
P-1T ₆₀	79,2	16004	0,31	15922	15	7266
P-2T ₆₀	92,9	16983	0,34	16267	16	7997
P-3T ₆₀	89,9	16308	0,37	15376	17	8344
P-4T ₆₀	117,5	15615	0,41	15084	16	8299
P-5T ₆₀	108,0	16515	0,40	1838	16	8580
P-6T ₆₀	104,9	17426	0,36	15728	17	8375

ID MUESTRA	Mn (mg/Kg)	Mo (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	P (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)
P-1T ₆₀	433	4,46	3908	8,1	4739	71,2
P-2T ₆₀	459	5,38	3793	8,9	5102	73,4
P-3T ₆₀	445	4,60	3640	6,7	4930	73,5
P-4T ₆₀	490	4,95	3253	8,3	6091	71,1
P-5T ₆₀	487	4,43	3263	7,3	5603	75,5
P-6T ₆₀	499	5,31	3567	8,5	5327	80,8

ID MUESTRA	S mg/Kg	Sb (mg/Kg)	Se (mg/Kg)	Sn (mg/Kg)	Sr (mg/Kg)	Ti (mg/Kg)
P-1T ₆₀	5677	3,44	1	2,2	153,0	271
P-2T ₆₀	5713	3,77	1	2,3	170,0	303
P-3T ₆₀	5558	3,84	<1	2,2	176,3	294
P-4T ₆₀	5708	3,80	1	2,0	175,8	264
P-5T ₆₀	5551	3,63	<1	3,0	173,3	277
P-6T ₆₀	5621	3,83	<1	2,8	172,8	309

ID MUESTRA	Tl (mg/Kg)	U (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)
P-1T ₆₀	0,13	0,59	31	399
P-2T ₆₀	0,13	0,56	32	406
P-3T ₆₀	0,13	0,62	31	440
P-4T ₆₀	0,12	0,62	30	480
P-5T ₆₀	0,12	0,57	31	449
P-6T ₆₀	0,13	0,60	32	472

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Humedad	g/100g)	0,01	LQA-FO-003 Determinación de Humedad
pH (1/10)	–	2	EPA 9045D Soil and waste Ph. Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods, SW 846 Method 7196 USGPO Washinhton DC 1987.
CE (1/10)	dS/m	0,07	SCS 8A1a Conductividad del extracto de saturación, Soil Conservation Service US Department of Agriculture Washington D.C. 1986.
pH (1/5)	–	2	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 04.11-A. Eletrometric pH Determination for Compost (USCC & USDA, 2001).
CE (1/5)	dS/m	0,07	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 04.10-A. Electrical Conductivity for Compost (USCC & USDA, 2001).
Densidad	g/cm ³	0,05	LQA-FO-011 Determinación de la Densidad Aparente
Nitrógeno Total	g/100g	0,01	AOAC 955.04 18Th Ed. 2005 Nitrogen (Total) in Fertilizers
Nitrógeno Amoniacal	mg/Kg	50	Método del análisis de cómpost. Método 8.2.1. Rev. 2005. (Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Grez Z. y M.L. Mora G. 2005)
Materia Orgánica	g/100g	0,25	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 05.07-A LOSS ON IGNITION METHOD (USCC & USDA, 2001).
Carbono Orgánico	g/100g	0,14	LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable (basado en Walkley, A. and I. A. Black. 1934)
Fraccionamiento de Materia Orgánica (Acidos Húmicos y Fúlvicos)	g/100g	0,05	LQA-FO-008 Extracción de las Fracciones Húmicas LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable
Plata - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Aluminio - DTPA	mg/Kg	0,050	
Arsénico - DTPA	mg/Kg	0,065	
Boro - DTPA	mg/Kg	0,65	
Bario - DTPA	mg/Kg	0,315	
Berilio - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Bismuto - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Calcio - DTPA	mg/Kg	0,16	
Cadmio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Cerio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Cobalto - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Cromo - DTPA	mg/Kg	0,065	
			SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5 ¹

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Cobre - DTPA	mg/Kg	0,03	
Hierro - DTPA	mg/Kg	0,070	
Mercurio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Potasio - DTPA	mg/Kg	0,245	
Litio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Magnesio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Manganeso - DTPA	mg/Kg	0,315	
Molibdeno - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Sodio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Niquel - DTPA	mg/Kg	0,030	
Fósforo - DTPA	mg/Kg	0,060	SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5 ¹
Plomo - DTPA	mg/Kg	0,015	
Azufre - DTPA	mg/Kg	5.905	
Antimonio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Selenio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Estaño - DTPA	mg/Kg	0,020	
Estroncio - DTPA	mg/Kg	0,030	
Titanio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Talio - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Uranio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Vanadio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Zinc - DTPA	mg/Kg	0,065	
Plata Total	mg/Kg	0,01	
Aluminio Total	mg/Kg	100	
Arsénico Total	mg/Kg	1	
Boro Total	mg/Kg	10	
Bario Total	mg/Kg	5	
Berilio Total	mg/Kg	0,1	
Bismuto Total	mg/Kg	0,02	SGS-MN-ME-137 Digestion HNO ₃ /HCl - ICP MS ² (Basado en EPA3050/6020)
Calcio Total	mg/Kg	100	
Cadmio Total	mg/Kg	0,01	
Cerio Total	mg/Kg	0,05	
Cobalto Total	mg/Kg	0,1	
Cromo Total	mg/Kg	1	
Cobre Total	mg/Kg	0,5	
Hierro Total	mg/Kg	100	

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Mercurio Total	mg/Kg	0,01	
Potasio Total	mg/Kg	100	
Litio Total	mg/Kg	1	
Magnesio Total	mg/Kg	100	
Manganeso Total	mg/Kg	5	
Molibdeno Total	mg/Kg	0,05	
Sodio Total	mg/Kg	100	
Niquel Total	mg/Kg	0,5	
Fósforo Total	mg/Kg	50	
Plomo Total	mg/Kg	0,2	
Azufre Total	mg/Kg	100	SGS-MN-ME-137 Digestion HNO ₃ /HCl - ICP MS ² (Basado en EPA3050/6020)
Antimonio Total	mg/Kg	0,05	
Selenio Total	mg/Kg	1	
Estaño Total	mg/Kg	0,3	
Estroncio Total	mg/Kg	0,5	
Titanio Total	mg/Kg	100	
Talio Total	mg/Kg	0,02	
Uranio Total	mg/Kg	0,35	
Vanadio Total	mg/Kg	1	
Zinc Total	mg/Kg	1	

¹ Lectura por ICP MS Subcontratado

Informe SA1600399

² Ensayo Subcontratado

Informe SA1600351

INFORME DE ENSAYO SA1600399 (SGS)

INFORME DE ENSAYO SA1600399

A solicitud de: ANOBA LAB SAC

Por cuenta de: ANOBA LAB SAC

Producto: SOLUCION **Cantidad Muestras:** 6

Tipo de Análisis: ANALISIS QUIMICO **Fecha de Recepción:** 22/04/2016

Localidad de preparación: CALLAO **Fecha de Ensayo:** Del 22/04/2016
Al 28/04/2016

Descripción del Estado y Condición de la Muestra: En frasco de vidrio con tapa
Soluciones.

Referencia Cliente: OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 22/04/2016

Notas: Las muestras pertenecen al Ing. Kelvin Reyes Pinto

Esquema **Método**

IMS80T SGS-MN-ME-143 / Agosto 2013 Rev. 02/ ANÁLISIS DE SOLUCIONES DIVERSAS - SOLUCIONES AIRE - SOLUCIONES AGUA - SUELOS POR ICPMS

Elemento		Ag	Al	As	B	Ba	Be
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0001	0.010	0.013	0.13	0.063	0.0013
SOLUCION	F016-0025	0.0020	0.095	0.761	1.56	0.117	<0.0013
SOLUCION	F016-0026	0.0015	0.068	0.701	1.70	0.106	<0.0013
SOLUCION	F016-0027	0.0013	0.129	0.645	1.95	0.111	<0.0013
SOLUCION	F016-0028	0.0012	0.050	0.594	2.20	0.089	<0.0013
SOLUCION	F016-0030	0.0010	0.080	0.687	1.84	0.094	<0.0013
SOLUCION	FO160029	0.0022	0.141	0.740	2.12	0.098	<0.0013
SOLUCION	*DUP F016-0027	0.0013	0.111	0.633	2.18	0.108	<0.0013

Elemento		Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0003	0.032	0.0001	0.0006	0.0013	0.013
SOLUCION	F016-0025	0.0198	664.200	0.1913	0.0305	0.0570	0.067
SOLUCION	F016-0026	0.0194	631.017	0.1756	0.0270	0.0653	0.060
SOLUCION	F016-0027	0.0170	661.770	0.1822	0.0307	0.0671	0.058
SOLUCION	F016-0028	0.0173	617.355	0.1687	0.0332	0.0804	0.057
SOLUCION	F016-0030	0.0186	593.811	0.1656	0.0251	0.0857	0.058
SOLUCION	FO160029	0.0187	635.823	0.1697	0.0312	0.0623	0.055
SOLUCION	*DUP F016-0027	0.0170	639.882	0.1745	0.0291	0.0660	0.058

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600399**

Página 2 de 3

Elemento Esquema Unidad		Cu IMS80T mg/L	Fe IMS80T mg/L	Hg IMS80T mg/L	K IMS80T mg/L	Li IMS80T mg/L	Mg IMS80T mg/L
Límite de Detección		0.006	0.014	0.0001	0.049	0.013	0.005
SOLUCION	F016-0025	2.699	13.240	0.0003	2713.620	0.359	189.044
SOLUCION	F016-0026	2.963	12.305	0.0002	2323.580	0.343	168.553
SOLUCION	F016-0027	2.686	9.596	0.0002	1989.400	0.366	170.291
SOLUCION	F016-0028	4.024	10.551	0.0003	1964.900	0.312	171.792
SOLUCION	F016-0030	3.208	12.957	0.0002	2105.040	0.322	158.777
SOLUCION	FO160029	3.572	13.453	0.0003	1864.710	0.325	162.425
SOLUCION	*DUP F016-0027	2.603	9.341	0.0003	1984.500	0.368	164.392

Elemento Esquema Unidad		Mn IMS80T mg/L	Mo IMS80T mg/L	Na IMS80T mg/L	Ni IMS80T mg/L	P IMS80T mg/L	Pb IMS80T mg/L
Límite de Detección		0.063	0.0006	0.013	0.006	0.012	0.003
SOLUCION	F016-0025	18.979	0.1045	675.300	0.090	14.055	6.714
SOLUCION	F016-0026	18.547	0.1157	528.624	0.080	12.750	6.483
SOLUCION	F016-0027	19.975	0.0768	473.952	0.084	12.410	6.314
SOLUCION	F016-0028	21.400	0.0930	451.741	0.087	13.544	5.825
SOLUCION	F016-0030	23.142	0.1250	470.594	0.080	12.306	6.244
SOLUCION	FO160029	17.968	0.0946	406.708	0.079	15.967	6.554
SOLUCION	*DUP F016-0027	19.656	0.0736	460.989	0.079	12.572	6.252

Elemento Esquema Unidad		S IMS80T mg/L	Sb IMS80T mg/L	Se IMS80T mg/L	Sn IMS80T mg/L	Sr IMS80T mg/L	Ti IMS80T mg/L
Límite de Detección		1.181	0.0006	0.013	0.004	0.006	0.005
SOLUCION	F016-0025	442.728	0.0165	0.021	<0.004	3.456	0.032
SOLUCION	F016-0026	396.207	0.0186	<0.013	<0.004	3.203	0.019
SOLUCION	F016-0027	389.529	0.0156	0.018	<0.004	3.369	0.012
SOLUCION	F016-0028	367.353	0.0141	0.025	<0.004	2.650	<0.005
SOLUCION	F016-0030	360.180	0.0185	0.018	<0.004	2.791	<0.005
SOLUCION	FO160029	349.488	0.0167	0.015	<0.004	3.033	0.011
SOLUCION	*DUP F016-0027	377.307	0.0144	0.017	<0.004	3.231	0.014

Elemento Esquema Unidad		Tl IMS80T mg/L	U IMS80T mg/L	V IMS80T mg/L	Zn IMS80T mg/L
Límite de Detección		0.0003	0.0006	0.013	0.013
SOLUCION	F016-0025	0.0003	<0.0006	0.017	27.893
SOLUCION	F016-0026	0.0003	<0.0006	0.015	26.513
SOLUCION	F016-0027	0.0003	<0.0006	<0.013	25.989
SOLUCION	F016-0028	0.0003	<0.0006	<0.013	32.009
SOLUCION	F016-0030	0.0003	<0.0006	0.017	26.330
SOLUCION	FO160029	0.0004	<0.0006	0.013	27.865
SOLUCION	*DUP F016-0027	0.0003	<0.0006	<0.013	25.359

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600399**

Emitido en Callao-Perú el , 10/05/2016

Edgar Zárate Aguilar
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 72151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600351 (SGS)



INFORME DE ENSAYO
SA1600351

Página 1 de 3

A solicitud de: ANOBA LAB SAC

Por cuenta de: ANOBA LAB SAC

Producto: COMPOST **Cantidad Muestras:** 6

Tipo de Análisis: PREPARACION Y ANALISIS QUIMICO **Fecha de Recepción:** 05/04/2016

Localidad de preparación: CALLAO **Fecha de Ensayo:** Del 05/04/2016
Al 09/04/2016

Descripción del Estado y Condición de la Muestra:
muestras secas y tamizadas
muestras secas y tamizadas

Referencia Cliente: ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 05/04/2016

Notas: Las muestras pertenecen al Ing. Kelvin Reyes Pinto

Esquema **Método**

ICM12B SGS-MN-ME-137 / Julio 2015 Rev. 06/ Muestras de Exploración Geoquímica - Digestión Ácido Nítrico y Clorhídrico - ICPMS

Elemento		Al	B	Ba	Ca	Cr	Cu
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Límite de Detección		100	10	5	100	1	0.5
COMPOST	P-1 T60	7391	<10	99	25774	31	79.2
COMPOST	P-2 T60	8405	<10	106	28897	35	92.9
COMPOST	P-3 T60	8271	<10	102	32599	24	89.9
COMPOST	P-4 T60	7918	<10	102	31044	29	117.5
COMPOST	P-5 T60	8392	<10	105	31161	28	108.0
COMPOST	P-6 T60	8640	<10	110	29870	27	104.9
COMPOST	*DUP P-6 T60	8745	<10	111	30341	27	101.5

Elemento		Fe	K	Li	Mg	Mn	Na
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Límite de Detección		100	100	1	100	5	100
COMPOST	P-1 T60	16004	15922	15	7266	433	3908
COMPOST	P-2 T60	16983	16267	16	7997	459	3793
COMPOST	P-3 T60	16308	15376	17	8344	445	3640
COMPOST	P-4 T60	15615	15084	16	8299	490	3253
COMPOST	P-5 T60	16515	14838	16	8580	487	3263
COMPOST	P-6 T60	17426	15728	17	8375	499	3567
COMPOST	*DUP P-6 T60	17543	16132	17	8464	492	3621

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO
SA1600351

Elemento		P	S	Sr	Ti	V	Zn
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		50	100	0.5	100	1	1
COMPOST	P-1 T60	4739	5677	153.0	271	31	399
COMPOST	P-2 T60	5102	5713	170.9	303	32	406
COMPOST	P-3 T60	4930	5558	176.3	294	31	440
COMPOST	P-4 T60	6091	5708	175.8	264	30	480
COMPOST	P-5 T60	5603	5551	173.3	277	31	449
COMPOST	P-6 T60	5327	5621	172.8	309	32	472
COMPOST	*DUP P-6 T60	5347	5628	172.5	315	32	454

Elemento		Ag	As	Be	Bi	Cd	Ce
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.01	1	0.1	0.02	0.01	0.05
COMPOST	P-1 T60	1.39	29	0.3	0.40	1.46	9.84
COMPOST	P-2 T60	1.23	29	0.3	0.43	1.33	10.48
COMPOST	P-3 T60	1.02	30	0.4	0.40	1.73	9.80
COMPOST	P-4 T60	1.06	29	0.3	0.42	1.36	9.87
COMPOST	P-5 T60	1.16	29	0.2	0.41	1.38	11.00
COMPOST	P-6 T60	1.30	30	0.3	0.46	1.49	11.67
COMPOST	*DUP P-6 T60	1.20	31	0.2	0.50	1.55	11.18

Elemento		Co	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.1	0.01	0.05	0.5	0.2	0.05
COMPOST	P-1 T60	5.4	0.31	4.46	8.1	71.2	3.44
COMPOST	P-2 T60	5.6	0.34	5.38	8.9	73.4	3.77
COMPOST	P-3 T60	5.4	0.37	4.60	6.7	73.5	3.84
COMPOST	P-4 T60	5.9	0.41	4.95	8.3	71.1	3.80
COMPOST	P-5 T60	4.8	0.40	4.43	7.3	75.5	3.63
COMPOST	P-6 T60	6.1	0.36	5.31	8.5	80.8	3.83
COMPOST	*DUP P-6 T60	5.9	0.40	5.16	7.8	79.4	3.89

Elemento		Se	Sn	Tl	U
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		1	0.3	0.02	0.05
COMPOST	P-1 T60	1	2.2	0.13	0.59
COMPOST	P-2 T60	1	2.3	0.13	0.56
COMPOST	P-3 T60	<1	2.2	0.13	0.62
COMPOST	P-4 T60	1	2.0	0.12	0.62
COMPOST	P-5 T60	1	3.0	0.12	0.57
COMPOST	P-6 T60	<1	2.8	0.13	0.60
COMPOST	*DUP P-6 T60	<1	2.8	0.14	0.60

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600351**

Emitido en Callao-Perú el , 25/04/2016

Eduar Zavate Aguilar
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

COD. 310

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0004 (ANOBA)

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0004

CLIENTE	DOMUS Consultoría Ambiental
DIRECCIÓN	Av. Paseo de la República 6010- 5to Piso.
TELÉFONO	(511)2416876 - 2420687
CONTACTO	Kelvin Reyes Pinto
TIPO DE MUESTRA	Materia Orgánica
ENSAYOS SOLICITADOS	Según Presupuesto de Servicio N° 06052016-01
FECHA DE RECEPCIÓN	02/05/2016
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	03/05/2016
FECHA DE FIN DE ENSAYO	28/05/2016

Quim. Angel Norabuena
Coordinador de Laboratorio
CQP: 737

IMPORTANTE

A excepción de la humedad, Los resultados de este informe estan reportados en base seca.

Los resultados emitidos en este informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponde únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido. pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procedera con su eliminación final.

ID MUESTRA	Materia Orgánica (g/100g)	Nitrógeno Total (g/100g)	Nitrógeno Amoniacal (mg/Kg)	pH (1/10) --	CE (1/10) dS/m
P-1T ₉₀	43,03	1,91	94	8,11	5,62
P-2T ₉₀	37,98	1,64	89	8,11	4,98
P-3T ₉₀	38,21	1,70	98	7,99	3,96
P-4T ₉₀	41,04	1,83	94	7,87	3,88
P-5T ₉₀	43,38	1,86	101	7,89	4,18
P-6T ₉₀	43,42	1,80	100	7,96	4,61

ID MUESTRA	Humedad (g/100g)	Ácido Húmico (g/100g)	Ácido Fúlvico (g/100g)	Carbono Orgánico (g/100g)
P-1T ₉₀	60,15	6,60	1,62	20,12
P-2T ₉₀	62,43	6,87	1,89	18,02
P-3T ₉₀	59,33	6,08	1,89	17,61
P-4T ₉₀	57,59	5,82	2,57	21,40
P-5T ₉₀	54,65	7,15	1,74	20,29
P-6T ₉₀	56,20	6,36	2,30	20,03

ID MUESTRA	pH (1/5) --	CE (1/5) dS/m	Densidad (g/cm ³)
P-1T ₉₀	7,96	10,33	0,35
P-2T ₉₀	7,87	8,83	0,40
P-3T ₉₀	7,79	7,05	0,35
P-4T ₉₀	7,66	7,55	0,31
P-5T ₉₀	7,58	8,24	0,36
P-6T ₉₀	7,69	8,99	0,34



ID MUESTRA	Ag - DTPA (mg/Kg)	Al - DTPA (mg/Kg)	As - DTPA (mg/Kg)	B - DTPA (mg/Kg)	Ba - DTPA (mg/Kg)	Be - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₉₀	0,0100	0,328	3,218	8,60	0,529	<0,0065
P-2T ₉₀	0,0115	0,458	2,999	9,15	0,539	<0,0065
P-3T ₉₀	0,0085	0,388	2,589	8,26	0,524	<0,0065
P-4T ₉₀	0,0095	0,348	2,525	8,65	0,409	<0,0065
P-5T ₉₀	0,0085	0,333	2,649	9,65	0,459	<0,0065
P-6T ₉₀	0,0075	0,358	2,694	7,96	0,504	<0,0065

ID MUESTRA	Bi - DTPA (mg/Kg)	Ca - DTPA (mg/Kg)	Cd - DTPA (mg/Kg)	Ce - DTPA (mg/Kg)	Co - DTPA (mg/Kg)	Cr - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₉₀	0,0848	3638,449	0,7619	0,1144	0,1826	0,414
P-2T ₉₀	0,0853	3686,269	0,8018	0,1298	0,2240	0,424
P-3T ₉₀	0,0758	3838,089	0,7389	0,1293	0,2185	0,414
P-4T ₉₀	0,0733	3412,785	0,7284	0,1099	0,2609	0,404
P-5T ₉₀	0,0788	3552,413	0,7893	0,1228	0,2684	0,892
P-6T ₉₀	0,0783	3451,349	0,7334	0,1094	0,2559	0,379

ID MUESTRA	Cu - DTPA (mg/Kg)	Fe - DTPA (mg/Kg)	Hg - DTPA (mg/Kg)	K - DTPA (mg/Kg)	Li - DTPA (mg/Kg)	Mg - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₉₀	10,311	56,085	0,0015	11644,469	1,567	977,111
P-2T ₉₀	11,378	59,121	0,0020	9888,897	1,437	955,429
P-3T ₉₀	11,029	47,059	0,0010	8176,592	1,327	885,646
P-4T ₉₀	15,978	50,124	0,0020	8478,471	1,217	893,122
P-5T ₉₀	14,227	50,149	0,0020	9086,704	1,392	904,686
P-6T ₉₀	11,897	51,453	0,0020	9819,768	1,422	886,643

ID MUESTRA	Mn - DTPA (mg/Kg)	Mo - DTPA (mg/Kg)	Na - DTPA (mg/Kg)	Ni - DTPA (mg/Kg)	P - DTPA (mg/Kg)	Pb - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₉₀	47,799	0,5588	3434,800	0,472	69,267	36,292
P-2T ₉₀	50,946	0,5235	2926,088	0,393	69,442	37,334
P-3T ₉₀	51,814	0,3150	2475,303	0,393	66,538	34,373
P-4T ₉₀	59,242	0,4324	2278,025	0,408	72,605	31,771
P-5T ₉₀	64,400	0,4802	2569,651	0,373	66,433	31,831
P-6T ₉₀	62,380	0,5245	2746,223	0,343	64,313	33,969

ID MUESTRA	S - DTPA (mg/Kg)	Sb - DTPA (mg/Kg)	Se - DTPA (mg/Kg)	Sn - DTPA (mg/Kg)	Sr - DTPA (mg/Kg)	Ti - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₉₀	2096,121	0,0751	0,090	<0,020	18,968	1,8792
P-2T ₉₀	1922,645	0,0781	0,085	<0,020	19,063	1,7296
P-3T ₉₀	1686,316	0,0607	0,090	<0,020	18,659	1,9888
P-4T ₉₀	1694,038	0,0597	0,090	<0,020	16,144	2,0636
P-5T ₉₀	1842,417	0,0687	<0,065	<0,020	16,958	1,7894
P-6T ₉₀	1874,562	0,0697	0,090	<0,020	16,104	1,7545

ID MUESTRA	Tl - DTPA (mg/Kg)	U - DTPA (mg/Kg)	V - DTPA (mg/Kg)	Zn - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₉₀	0,0020	<0,0030	0,259	78,966
P-2T ₉₀	0,0015	<0,0030	0,264	88,500
P-3T ₉₀	0,0020	<0,0030	0,234	85,307
P-4T ₉₀	0,0020	<0,0030	0,259	138,511
P-5T ₉₀	0,0020	<0,0030	0,244	109,139
P-6T ₉₀	0,0015	<0,0030	0,264	88,410

ID MUESTRA	Ag (mg/Kg)	Al (mg/Kg)	As (mg/Kg)	B (mg/Kg)	Ba (mg/Kg)	Be (mg/Kg)
P-1T ₉₀	1,00	11618	32	58	111	0,5
P-2T ₉₀	1,10	13077	35	53	127	0,4
P-3T ₉₀	1,20	14413	39	55	136	0,4
P-4T ₉₀	1,12	13251	35	48	127	0,3
P-5T ₉₀	1,15	14389	39	49	131	0,5
P-6T ₉₀	1,05	13201	37	53	125	0,4

ID MUESTRA	Bi (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ce (mg/Kg)	Co (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)
P-1T ₉₀	0,47	29047	1,35	12,74	6,5	65
P-2T ₉₀	0,53	29686	1,32	15,60	7,5	68
P-3T ₉₀	0,55	30416	1,33	17,10	8,1	101
P-4T ₉₀	0,44	32197	1,19	14,78	7,4	60
P-5T ₉₀	0,48	29895	1,24	15,81	7,9	64
P-6T ₉₀	0,46	30620	1,27	14,86	7,3	62

ID MUESTRA	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Li (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)
P-1T ₉₀	83,7	20872	0,43	12944	20	7879
P-2T ₉₀	85,9	24773	0,46	11814	23	8349
P-3T ₉₀	82,3	25497	0,48	10415	25	8370
P-4T ₉₀	95,6	25207	0,39	11213	22	8917
P-5T ₉₀	91,0	26711	0,48	11159	23	8679
P-6T ₉₀	83,4	26642	0,39	11967	23	8666

ID MUESTRA	Mn (mg/Kg)	Mo (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	P (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)
P-1T ₉₀	463	7,85	3641	19,5	4846	78,0
P-2T ₉₀	537	9,79	3187	17,1	4633	87,4
P-3T ₉₀	565	7,86	2763	34,6	4359	93,5
P-4T ₉₀	545	7,69	2742	17,4	5469	82,0
P-5T ₉₀	568	8,25	2854	16,3	4916	88,4
P-6T ₉₀	568	8,47	3062	15,6	4674	102,1

ID MUESTRA	S mg/Kg	Sb (mg/Kg)	Se (mg/Kg)	Sn (mg/Kg)	Sr (mg/Kg)	Ti (mg/Kg)
P-1T ₉₀	4826	3,61	1	2,5	199,3	431
P-2T ₉₀	4287	4,18	1	2,7	205,4	501
P-3T ₉₀	3947	4,51	<1	3,0	204,8	586
P-4T ₉₀	4318	4,06	1	2,5	206,5	480
P-5T ₉₀	4373	4,34	2	2,4	204,2	566
P-6T ₉₀	4416	4,12	1	2,4	203,6	516

ID MUESTRA	Tl (mg/Kg)	U (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)
P-1T ₉₀	0,17	0,70	41	414
P-2T ₉₀	0,19	0,76	44	456
P-3T ₉₀	0,22	0,71	49	463
P-4T ₉₀	0,17	0,66	46	504
P-5T ₉₀	0,17	0,70	50	497
P-6T ₉₀	0,17	0,76	47	467

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Humedad	g/100g)	0,01	LQA-FO-003 Determinación de Humedad
pH (1/10)	--	2	EPA 9045D Soil and waste Ph. Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods, SW 846 Method 7196 USGPO Washinhton DC 1987.
CE (1/10)	dS/m	0,07	SCS 8A1a Conductividad del extracto de saturación, Soil Conservation Service US Department of Agriculture Washington D.C. 1986.
pH (1/5)	--	2	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 04.11-A. Eletrometric pH Determination for Compost (USCC & USDA, 2001).
CE (1/5)	dS/m	0,07	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 04.10-A. Electrical Conductivity for Compost (USCC & USDA, 2001).
Densidad	g/cm ³	0,05	LQA-FO-011 Determinación de la Densidad Aparente
Nitrógeno Total	g/100g	0,01	AOAC 955.04 18Th Ed. 2005 Nitrogen (Total) in Fertilizers
Nitrógeno Amoniacal	mg/Kg	50	Método del análisis de cómpost. Método 8.2.1. Rev. 2005. (Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Grez Z. y M.L. Mora G. 2005)
Materia Orgánica	g/100g	0,25	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 05.07-A LOSS ON IGNITION METHOD (USCC & USDA, 2001).
Carbono Orgánico	g/100g	0,14	LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable (basado en Walkley, A. and I. A. Black. 1934)
Fraccionamiento de Materia Orgánica (Acidos Húmicos y Fúlvicos)	g/100g	0,05	LQA-FO-008 Extracción de las Fracciones Húmicas LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable
Plata - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Aluminio - DTPA	mg/Kg	0,050	
Arsénico - DTPA	mg/Kg	0,065	
Boro - DTPA	mg/Kg	0,65	
Bario - DTPA	mg/Kg	0,315	
Berilio - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Bismuto - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Calcio - DTPA	mg/Kg	0,16	
Cadmio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Cerio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Cobalto - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Cromo - DTPA	mg/Kg	0,065	

SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5¹

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Cobre - DTPA	mg/Kg	0,03	
Hierro - DTPA	mg/Kg	0,070	
Mercurio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Potasio - DTPA	mg/Kg	0,245	
Litio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Magnesio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Manganeso - DTPA	mg/Kg	0,315	
Molibdeno - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Sodio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Niquel - DTPA	mg/Kg	0,030	
Fósforo - DTPA	mg/Kg	0,060	SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5 ¹
Plomo - DTPA	mg/Kg	0,015	
Azufre - DTPA	mg/Kg	5.905	
Antimonio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Selenio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Estaño - DTPA	mg/Kg	0,020	
Estroncio - DTPA	mg/Kg	0,030	
Titanio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Talio - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Uranio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Vanadio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Zinc - DTPA	mg/Kg	0,065	
Plata Total	mg/Kg	0,01	
Aluminio Total	mg/Kg	100	
Arsénico Total	mg/Kg	1	
Boro Total	mg/Kg	10	
Bario Total	mg/Kg	5	
Berilio Total	mg/Kg	0,1	
Bismuto Total	mg/Kg	0,02	
Calcio Total	mg/Kg	100	SGS-MN-ME-137 Digestion HNO ₃ /HCl - ICP MS ² (Basado en EPA3050/6020)
Cadmio Total	mg/Kg	0,01	
Cerio Total	mg/Kg	0,05	
Cobalto Total	mg/Kg	0,1	
Cromo Total	mg/Kg	1	
Cobre Total	mg/Kg	0,5	
Hierro Total	mg/Kg	100	

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Mercurio Total	mg/Kg	0,01	
Potasio Total	mg/Kg	100	
Litio Total	mg/Kg	1	
Magnesio Total	mg/Kg	100	
Manganeso Total	mg/Kg	5	
Molibdeno Total	mg/Kg	0,05	
Sodio Total	mg/Kg	100	
Niquel Total	mg/Kg	0,5	
Fósforo Total	mg/Kg	50	
Plomo Total	mg/Kg	0,2	
Azufre Total	mg/Kg	100	SGS-MN-ME-137 Digestion HNO ₃ /HCl - ICP MS ² (Basado en EPA3050/6020)
Antimonio Total	mg/Kg	0,05	
Selenio Total	mg/Kg	1	
Estaño Total	mg/Kg	0,3	
Estroncio Total	mg/Kg	0,5	
Titanio Total	mg/Kg	100	
Talio Total	mg/Kg	0,02	
Uranio Total	mg/Kg	0,35	
Vanadio Total	mg/Kg	1	
Zinc Total	mg/Kg	1	

¹ Lectura por ICP MS Subcontratado

Informe SA1600470

² Ensayo Subcontratado

Informe SA1600469



INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0005 (ANOBA)

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0005

CLIENTE	DOMUS Consultoría Ambiental
DIRECCIÓN	Av. Paseo de la República 6010- 5to Piso.
TELÉFONO	(511)2416876 - 2420687
CONTACTO	Kelvin Reyes Pinto
TIPO DE MUESTRA	Materia Orgánica
ENSAYOS SOLICITADOS	Según Presupuesto de Servicio N° 10062016-01
FECHA DE RECEPCIÓN	02/06/2016
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	03/06/2016
FECHA DE FIN DE ENSAYO	22/06/2016

Quim. Angel Norabuena Segovia
Coordinador de Laboratorio
CQP: 737

IMPORTANTE

A excepción de la humedad, Los resultados de este informe estan reportados en base seca.

Los resultados emitidos en este informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponde únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido. pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procedera con su eliminación final.



ID MUESTRA	Materia Orgánica (g/100g)	Nitrógeno Total (g/100g)	Nitrógeno Amoniacal (mg/Kg)	pH (1/10) –	CE (1/10) dS/m
P-1T ₁₂₀	52,60	2,10	78	8,37	5,6
P-2T ₁₂₀	41,69	1,86	106	8,39	5,1
P-3T ₁₂₀	44,22	1,80	75	8,29	4,57
P-4T ₁₂₀	42,28	1,81	84	8,33	4,28
P-5T ₁₂₀	45,06	1,97	110	8,27	4,53
P-6T ₁₂₀	44,96	1,95	92	8,36	4,95

ID MUESTRA	Humedad (g/100g)	Ácido Húmico (g/100g)	Ácido Fúlvico (g/100g)	Carbono Orgánico (g/100g)
P-1T ₁₂₀	52,88	6,91	1,87	28,88
P-2T ₁₂₀	51,14	6,46	2,58	26,83
P-3T ₁₂₀	51,97	6,74	2,72	28,40
P-4T ₁₂₀	51,45	7,04	2,30	29,92
P-5T ₁₂₀	50,68	7,16	2,44	28,39
P-6T ₁₂₀	51,29	7,45	2,72	29,99

ID MUESTRA	pH (1/5) –	CE (1/5) dS/m	Densidad (g/cm ³)
P-1T ₁₂₀	8,15	10,45	0,25
P-2T ₁₂₀	8,20	9,54	0,27
P-3T ₁₂₀	8,08	8,27	0,27
P-4T ₁₂₀	8,11	8,45	0,27
P-5T ₁₂₀	8,07	8,08	0,28
P-6T ₁₂₀	8,16	9,49	0,28

ID MUESTRA	Ag - DTPA (mg/Kg)	Al - DTPA (mg/Kg)	As - DTPA (mg/Kg)	B - DTPA (mg/Kg)	Ba - DTPA (mg/Kg)	Be - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	0,0054	0,05	2,729	7,68	0,451	<0,0065
P-2T ₁₂₀	0,0040	0,17	2,474	6,88	0,479	<0,0065
P-3T ₁₂₀	0,0050	0,05	2,458	7,03	0,494	<0,0065
P-4T ₁₂₀	0,0060	0,09	2,312	7,09	0,399	<0,0065
P-5T ₁₂₀	0,0074	0,13	2,532	7,29	0,493	<0,0065
P-6T ₁₂₀	0,0065	0,06	2,871	6,53	0,463	<0,0065

ID MUESTRA	Bi - DTPA (mg/Kg)	Ca - DTPA (mg/Kg)	Cd - DTPA (mg/Kg)	Ce - DTPA (mg/Kg)	Co - DTPA (mg/Kg)	Cr - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	0,0708	4216,731	0,7272	0,1055	0,2066	0,372
P-2T ₁₂₀	0,0683	4174,497	0,7556	0,1057	0,2359	0,334
P-3T ₁₂₀	0,0678	4626,558	0,8352	0,1147	0,2743	0,334
P-4T ₁₂₀	0,0679	4089,411	0,7669	0,1228	0,2921	0,300
P-5T ₁₂₀	0,0857	4542,440	0,9228	0,1458	0,3808	0,330
P-6T ₁₂₀	0,0792	4168,095	0,8278	0,1086	0,3459	0,319

ID MUESTRA	Cu - DTPA (mg/Kg)	Fe - DTPA (mg/Kg)	Hg - DTPA (mg/Kg)	K - DTPA (mg/Kg)	Li - DTPA (mg/Kg)	Mg - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	10,447	57,824	0,0020	12107,474	1,560	1070,034
P-2T ₁₂₀	11,322	58,236	0,0010	10844,905	1,362	1013,736
P-3T ₁₂₀	11,848	49,077	0,0010	9779,894	1,431	1022,290
P-4T ₁₂₀	16,801	51,571	0,0010	9995,906	1,208	1065,715
P-5T ₁₂₀	16,988	64,074	0,0005	11009,913	1,429	1171,071
P-6T ₁₂₀	14,662	64,781	0,0015	11251,669	1,390	1062,942

ID MUESTRA	Mn - DTPA (mg/Kg)	Mo - DTPA (mg/Kg)	Na - DTPA (mg/Kg)	Ni - DTPA (mg/Kg)	P - DTPA (mg/Kg)	Pb - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	63,357	0,4003	3368,917	0,332	65,234	23,455
P-2T ₁₂₀	63,936	0,4284	2962,902	0,319	56,779	24,429
P-3T ₁₂₀	75,770	0,2887	2913,135	0,344	60,542	25,636
P-4T ₁₂₀	66,489	0,3775	2604,649	0,340	66,270	24,120
P-5T ₁₂₀	88,019	0,4119	2914,154	0,409	66,680	30,621
P-6T ₁₂₀	81,611	0,4371	2976,278	0,374	64,517	26,901

ID MUESTRA	S - DTPA (mg/Kg)	Sb - DTPA (mg/Kg)	Se - DTPA * (mg/Kg)	Sn - DTPA (mg/Kg)	Sr - DTPA (mg/Kg)	Ti - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	1379,478	0,0535	0,069	<0,020	15,193	0,099
P-2T ₁₂₀	1753,586	0,0599	0,070	<0,020	15,921	<0,025
P-3T ₁₂₀	1701,900	0,0549	0,075	<0,020	17,124	0,025
P-4T ₁₂₀	1630,607	0,0544	0,065	<0,020	13,925	0,025
P-5T ₁₂₀	1439,133	0,0670	0,074	<0,020	16,219	0,034
P-6T ₁₂₀	1745,998	0,0733	0,075	<0,020	15,544	0,065

ID MUESTRA	Tl - DTPA (mg/Kg)	U - DTPA (mg/Kg)	V - DTPA (mg/Kg)	Zn - DTPA (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	<0,0015	<0,0030	0,144	88,155
P-2T ₁₂₀	0,0015	<0,0030	0,160	89,458
P-3T ₁₂₀	0,0020	<0,0030	0,135	97,178
P-4T ₁₂₀	0,0020	<0,0030	0,145	120,022
P-5T ₁₂₀	0,0015	<0,0030	0,158	126,315
P-6T ₁₂₀	0,0020	<0,0030	0,174	110,520

ID MUESTRA	Ag (mg/Kg)	Al (mg/Kg)	As (mg/Kg)	B (mg/Kg)	Ba (mg/Kg)	Be (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	0,87	7619,82307	27	68	93	0,4
P-2T ₁₂₀	0,91	7990,68924	29	65	91	0,2
P-3T ₁₂₀	0,87	7441,32981	28	77	83	0,2
P-4T ₁₂₀	0,82	7014,20968	28	80	91	0,2
P-5T ₁₂₀	0,95	8401,64441	32	70	98	0,4
P-6T ₁₂₀	0,92	7400,88539	29	74	92	0,3
h1-T ₁₂₀	0,42	2888,12595	14	148	50	0,1
h2-T ₁₂₀	0,68	4863,24444	20	97	63	0,2
h3-T ₁₂₀	0,63	4673,91481	22	110	66	0,1
h4-T ₁₂₀	0,75	5458,25196	25	88	68	0,2
h5-T ₁₂₀	1,09	7827,31353	33	79	90	0,3
h6-T ₁₂₀	0,64	4976,29858	20	105	61	0,2
e1-T ₁₂₀	0,13	1713,75255	6	43	34	<0,1
e2-T ₁₂₀	0,12	1830,32181	6	36	35	0,1
e3-T ₁₂₀	0,15	1987,24911	6	40	37	0,1
e4-T ₁₂₀	0,09	1371,40129	4	39	29	0,1
e5-T ₁₂₀	0,12	1504,57964	5	39	33	0,1
e6-T ₁₂₀	0,13	1798,00572	5	35	33	<0,1

ID MUESTRA	Bi (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ce (mg/Kg)	Co (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	0,38	29871	1,33	9,54	5,9	33
P-2T ₁₂₀	0,40	30290	1,31	9,71	5,9	29
P-3T ₁₂₀	0,36	32349	1,32	8,60	5,5	41
P-4T ₁₂₀	0,34	34285	1,33	8,17	5,5	28
P-5T ₁₂₀	0,44	31418	1,43	10,05	6,5	42
P-6T ₁₂₀	0,38	31442	1,38	8,63	5,9	36
h1-T ₁₂₀	0,22	33011	1,11	3,25	2,2	10
h2-T ₁₂₀	0,29	31367	1,10	6,45	3,3	17
h3-T ₁₂₀	0,30	33884	1,28	6,21	3,6	19
h4-T ₁₂₀	0,29	29243	1,16	6,48	4,1	28
h5-T ₁₂₀	0,42	30870	1,64	10,14	5,8	32
h6-T ₁₂₀	0,27	30474	1,10	6,01	3,7	22

ID MUESTRA	Bi (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ce (mg/Kg)	Co (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)
e1-T ₁₂₀	0,09	16404	0,37	2,26	2,5	16
e2-T ₁₂₀	0,07	16576	0,40	2,25	2,4	11
e3-T ₁₂₀	0,09	17316	0,44	2,48	2,8	25
e4-T ₁₂₀	0,07	14995	0,34	1,65	2,0	8
e5-T ₁₂₀	0,07	16833	0,39	1,96	2,1	9
e6-T ₁₂₀	0,14	16510	0,37	2,36	2,4	17

ID MUESTRA	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Li (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	82,2	14020	0,40	16096	17	8409
P-2T ₁₂₀	86,7	14851	0,35	15011	18	8431
P-3T ₁₂₀	90,1	13750	0,41	13241	16	8224
P-4T ₁₂₀	126,4	12272	0,40	14470	15	9052
P-5T ₁₂₀	108,1	16407	0,37	13817	18	8897
P-6T ₁₂₀	102,2	13411	0,37	15701	16	8632
h1-T ₁₂₀	35,8	4628	0,24	8983	9	4638
h2-T ₁₂₀	42,8	8607	0,27	8151	13	5019
h3-T ₁₂₀	45,2	8167	0,27	8104	13	5016
h4-T ₁₂₀	42,6	9882	0,37	7426	14	5123
h5-T ₁₂₀	58,3	14305	0,64	7262	18	6147
h6-T ₁₂₀	43,7	9222	0,32	7977	13	4994
e1-T ₁₂₀	133,4	4140	0,10	34254	5	6994
e2-T ₁₂₀	122,6	3461	0,06	31532	5	6882
e3-T ₁₂₀	127,9	3695	0,10	32950	6	7081
e4-T ₁₂₀	122,7	3064	0,09	33608	4	6692
e5-T ₁₂₀	128,0	2758	0,06	33435	5	7098
e6-T ₁₂₀	122,0	3787	0,06	33275	5	7134

ID MUESTRA	Mn (mg/Kg)	Mo (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	P (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	433	2,63	4047	13,2	5008	68,5
P-2T ₁₂₀	435	2,77	3661	11,3	4808	75,9
P-3T ₁₂₀	413	3,17	3528	17,0	4967	69,2
P-4T ₁₂₀	463	3,17	3471	12,0	6748	65,7
P-5T ₁₂₀	481	3,33	3278	16,9	5645	76,5
P-6T ₁₂₀	439	3,20	3773	14,2	5673	77,5
h1-T ₁₂₀	180	1,47	3265	4,4	1700	30,0
h2-T ₁₂₀	245	1,63	3033	6,2	1709	46,3
h3-T ₁₂₀	263	1,85	2867	7,7	1865	50,9
h4-T ₁₂₀	296	1,87	2519	10,0	1744	56,2
h5-T ₁₂₀	422	1,78	2685	12,2	2178	79,4
h6-T ₁₂₀	255	1,90	2659	8,0	1653	48,2
e1-T ₁₂₀	282	3,68	3356	8,8	8238	9,8
e2-T ₁₂₀	279	3,63	3300	7,0	8199	10,5
e3-T ₁₂₀	288	3,83	3424	14,4	8115	10,6
e4-T ₁₂₀	257	3,71	2926	5,6	8349	8,3
e5-T ₁₂₀	276	3,58	3351	5,9	8548	9,3
e6-T ₁₂₀	275	3,71	3140	9,6	8281	9,4

ID MUESTRA	S (mg/Kg)	Sb (mg/Kg)	Se (mg/Kg)	Sn (mg/Kg)	Sr (mg/Kg)	Ti (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	5339	3,00	1	2,1	170	238,0
P-2T ₁₂₀	5093	3,24	<1	1,5	169	253,0
P-3T ₁₂₀	4742	2,97	1	1,9	191	237,0
P-4T ₁₂₀	5303	2,82	2	1,7	205	213,0
P-5T ₁₂₀	5146	3,56	1	1,6	193	242,0
P-6T ₁₂₀	5362	3,16	1	1,7	192	187,0
h1-T ₁₂₀	4078	1,66	<1	1,1	210	139,0
h2-T ₁₂₀	3463	2,36	<1	1,6	200	244,0
h3-T ₁₂₀	3766	2,82	<1	1,3	223	204,0
h4-T ₁₂₀	3262	2,67	<1	1,0	188	224,0
h5-T ₁₂₀	3301	3,80	<1	2,2	189	321,0
h6-T ₁₂₀	3252	2,42	<1	1,0	191	235,0

ID MUESTRA	S (mg/Kg)	Sb (mg/Kg)	Se (mg/Kg)	Sn (mg/Kg)	Sr (mg/Kg)	Ti (mg/Kg)
e1-T ₁₂₀	5133	0,58	2	0,5	88	<100
e2-T ₁₂₀	4973	0,56	2	0,6	87	<100
e3-T ₁₂₀	5109	0,65	2	0,6	90	<100
e4-T ₁₂₀	4883	0,54	2	0,6	79	<100
e5-T ₁₂₀	4998	0,47	1	0,4	89	<100
e6-T ₁₂₀	4915	0,58	2	0,5	85	<100

ID MUESTRA	Tl (mg/Kg)	U (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)
P-1T ₁₂₀	0,11	0,54	31	403
P-2T ₁₂₀	0,12	0,56	32	407
P-3T ₁₂₀	0,11	0,54	31	403
P-4T ₁₂₀	0,10	0,49	26	488
P-5T ₁₂₀	0,11	0,58	33	478
P-6T ₁₂₀	0,11	0,53	29	432
h1-T ₁₂₀	0,06	0,28	10	193
h2-T ₁₂₀	0,08	0,38	19	229
h3-T ₁₂₀	0,10	0,43	18	266
h4-T ₁₂₀	0,10	0,40	22	241
h5-T ₁₂₀	0,13	0,69	31	330
h6-T ₁₂₀	0,10	0,50	22	224
e1-T ₁₂₀	0,03	0,13	8	413
e2-T ₁₂₀	0,03	0,24	6	398
e3-T ₁₂₀	0,03	0,14	7	406
e4-T ₁₂₀	0,02	0,10	6	418
e5-T ₁₂₀	0,02	0,11	5	415
e6-T ₁₂₀	0,03	0,12	7	393

ID MUESTRA	Ag - Soluble (mg/Kg)	Al - Soluble (mg/Kg)	As - Soluble (mg/Kg)	B - Soluble (mg/Kg)	Ba - Soluble (mg/Kg)	Be - Soluble (mg/Kg)
P-1T ₀	0,0254	52,67	3,134	8,21	1,761	<0,0195
P-2T ₀	0,0177	24,92	2,836	8,12	1,655	<0,0195
P-3T ₀	0,0208	43,47	3,788	9,06	2,139	<0,0195
P-4T ₀	0,0144	29,78	3,163	8,38	1,791	<0,0195
P-5T ₀	0,0238	36,96	4,119	8,77	2,096	<0,0195
P-6T ₀	0,0205	50,49	2,705	7,60	1,857	<0,0195
P-1T ₃₀	0,0090	16,51	3,988	9,14	1,544	<0,0195
P-2T ₃₀	0,0090	18,20	3,984	8,99	1,707	<0,0195
P-3T ₃₀	0,0090	16,33	4,267	11,08	1,976	<0,0195
P-4T ₃₀	0,0090	15,89	3,590	8,68	1,361	<0,0195
P-5T ₃₀	0,0090	15,85	3,458	8,98	1,677	<0,0195
P-6T ₃₀	0,0105	14,00	4,283	9,29	1,947	<0,0195
P-1T ₆₀	0,0075	15,10	3,771	6,73	1,302	<0,0195
P-2T ₆₀	0,0075	9,41	3,581	7,94	1,378	<0,0195
P-3T ₆₀	0,0060	27,76	3,687	10,64	2,893	<0,0195
P-4T ₆₀	0,0075	14,93	3,625	9,29	1,887	<0,0195
P-5T ₆₀	0,0075	13,74	4,060	8,84	1,753	<0,0195
P-6T ₆₀	0,0075	16,51	3,626	7,19	1,259	<0,0195
P-1T ₉₀	0,0060	13,57	3,636	7,33	1,422	<0,0195
P-2T ₉₀	0,0060	11,65	3,774	8,54	1,887	<0,0195
P-3T ₉₀	0,0045	5,11	3,538	8,10	1,574	<0,0195
P-4T ₉₀	0,0045	22,15	3,115	7,19	1,513	<0,0195
P-5T ₉₀	0,0060	11,17	3,385	7,64	1,573	<0,0195
P-6T ₉₀	0,0060	12,00	3,442	8,38	1,526	<0,0195
P-1T ₁₂₀	0,0045	17,06	3,389	8,40	1,754	<0,0195
P-2T ₁₂₀	0,0045	15,57	2,954	7,35	1,440	<0,0195
P-3T ₁₂₀	0,0030	13,02	2,904	8,38	1,631	<0,0195
P-4T ₁₂₀	0,0030	14,24	2,921	8,39	1,693	<0,0195
P-5T ₁₂₀	0,0045	12,36	3,296	7,49	1,513	<0,0195
P-6T ₁₂₀	0,0045	14,71	3,205	8,24	1,797	<0,0195

ID MUESTRA	Bi - Soluble (mg/Kg)	Ca - Soluble (mg/Kg)	Cd - Soluble (mg/Kg)	Ce - Soluble (mg/Kg)	Co - Soluble (mg/Kg)	Cr - Soluble (mg/Kg)
P-1T ₀	0,0104	1200,090	0,0269	0,0582	0,1478	0,627
P-2T ₀	0,0044	855,284	0,0162	0,0502	0,1108	0,222
P-3T ₀	0,0045	1008,828	0,0223	0,0698	0,1381	0,223
P-4T ₀	<0,0045	1183,406	0,0087	0,0448	0,1083	0,217
P-5T ₀	0,0045	1062,393	0,0164	0,0669	0,1353	0,312
P-6T ₀	0,0044	957,657	0,0205	0,0600	0,1170	0,278
P-1T ₃₀	<0,0045	798,286	0,0090	0,0390	0,0480	<0,195
P-2T ₃₀	<0,0045	810,270	0,0105	0,0434	0,0524	0,300
P-3T ₃₀	<0,0045	1098,862	0,0105	0,0434	0,0524	0,270
P-4T ₃₀	<0,0045	733,642	0,0075	0,0419	0,0434	<0,195
P-5T ₃₀	<0,0045	792,390	0,0105	0,0449	0,0494	0,314
P-6T ₃₀	0,0614	778,874	0,0090	0,0479	0,0509	0,240
P-1T ₆₀	0,0135	902,484	0,0090	0,0359	0,0434	0,209
P-2T ₆₀	0,0060	918,113	0,0090	0,0360	0,0360	<0,195
P-3T ₆₀	0,0045	1020,857	0,0105	0,0659	0,0390	1,574
P-4T ₆₀	<0,0045	759,744	0,0075	0,0464	0,0389	0,225
P-5T ₆₀	<0,0045	732,390	0,0090	0,0449	0,0390	0,569
P-6T ₆₀	<0,0045	796,269	0,0075	0,0390	0,0420	0,225
P-1T ₉₀	<0,0045	1068,459	0,0060	0,0389	0,0359	0,494
P-2T ₉₀	<0,0045	976,629	0,0075	0,0539	0,0300	0,329
P-3T ₉₀	<0,0045	1198,741	0,0075	0,0420	0,0285	0,210
P-4T ₉₀	<0,0045	857,810	0,0090	0,0404	0,0359	0,374
P-5T ₉₀	<0,0045	980,310	0,0075	0,0344	0,0330	<0,195
P-6T ₉₀	<0,0045	975,692	0,0075	0,0404	0,0344	<0,195
P-1T ₁₂₀	<0,0045	1108,123	0,0075	0,0450	0,0315	0,240
P-2T ₁₂₀	<0,0045	1230,967	0,0060	0,0375	0,0300	<0,195
P-3T ₁₂₀	<0,0045	1255,920	0,0060	0,0404	0,0269	<0,195
P-4T ₁₂₀	<0,0045	1152,684	0,0075	0,0359	0,0270	<0,195
P-5T ₁₂₀	<0,0045	1142,238	0,0075	0,0345	0,0285	<0,195
P-6T ₁₂₀	<0,0045	1194,145	0,0060	0,0434	0,0270	0,210

ID MUESTRA	Cu - Soluble (mg/Kg)	Fe - Soluble (mg/Kg)	Hg - Soluble (mg/Kg)	K - Soluble (mg/Kg)	Li - Soluble (mg/Kg)	Mg - Soluble (mg/Kg)
P-1T ₀	3,030	59,466	0,0119	12911,986	1,687	699,453
P-2T ₀	2,260	31,525	0,0044	10834,006	1,270	455,318
P-3T ₀	2,555	44,009	0,0089	13244,529	1,634	527,859
P-4T ₀	1,849	34,819	0,0043	10875,704	1,516	529,408
P-5T ₀	2,676	40,695	0,0059	13836,101	1,621	555,989
P-6T ₀	2,223	49,103	0,0058	12386,625	1,448	478,207
P-1T ₃₀	1,274	21,047	0,0045	12703,828	1,454	364,311
P-2T ₃₀	1,363	22,077	0,0015	13172,292	1,408	369,661
P-3T ₃₀	1,183	19,599	<0,0015	15461,297	2,051	471,268
P-4T ₃₀	1,840	18,833	<0,0015	10444,577	1,212	317,203
P-5T ₃₀	1,243	20,330	0,0030	12156,894	1,407	333,759
P-6T ₃₀	1,348	19,499	0,0060	10998,552	1,258	323,512
P-1T ₆₀	0,943	18,481	0,0045	13171,538	1,586	398,060
P-2T ₆₀	0,839	14,083	0,0015	13055,334	1,483	380,349
P-3T ₆₀	1,019	21,687	0,0045	11499,725	1,604	412,959
P-4T ₆₀	1,094	17,407	0,0060	10702,452	1,348	344,220
P-5T ₆₀	1,124	15,940	0,0015	10519,401	1,303	303,011
P-6T ₆₀	1,109	20,438	0,0030	11488,313	1,438	335,586
P-1T ₉₀	0,838	15,174	0,0030	12700,953	1,511	469,776
P-2T ₉₀	0,809	13,088	0,0015	10176,159	1,408	410,503
P-3T ₉₀	0,630	8,366	0,0030	10162,669	1,499	465,637
P-4T ₉₀	0,899	19,530	0,0030	8604,014	1,183	360,566
P-5T ₉₀	0,809	13,060	0,0030	9343,135	1,318	394,433
P-6T ₉₀	0,823	14,052	0,0030	11360,553	1,407	410,725
P-1T ₁₂₀	0,645	16,210	0,0015	11329,701	1,455	475,822
P-2T ₁₂₀	0,630	15,176	0,0015	10491,527	1,395	504,909
P-3T ₁₂₀	0,584	12,947	0,0030	8659,781	1,347	471,621
P-4T ₁₂₀	0,749	13,945	0,0015	9672,824	1,288	494,867
P-5T ₁₂₀	0,719	12,853	0,0030	10253,658	1,378	484,611
P-6T ₁₂₀	0,644	14,271	0,0015	8945,190	1,363	492,268

ID MUESTRA	Mn - Soluble (mg/Kg)	Mo - Soluble (mg/Kg)	Na - Soluble (mg/Kg)	Ni - Soluble (mg/Kg)	P - Soluble (mg/Kg)	Pb - Soluble (mg/Kg)
P-1T ₀	4,105	0,3761	2702,672	0,343	284,641	1,060
P-2T ₀	2,836	0,4254	2198,296	0,222	210,671	0,517
P-3T ₀	3,535	0,6520	2381,820	0,238	226,537	0,579
P-4T ₀	3,105	0,3538	2004,814	0,188	183,686	0,433
P-5T ₀	3,628	0,6334	2332,260	0,223	208,634	0,550
P-6T ₀	3,436	0,5791	2223,094	0,190	199,849	0,658
P-1T ₃₀	2,159	0,8155	3036,878	0,135	134,035	0,345
P-2T ₃₀	2,157	0,9451	2886,171	0,135	113,305	0,359
P-3T ₃₀	2,440	0,8594	3428,358	0,120	119,090	0,299
P-4T ₃₀	2,124	0,9035	2224,832	0,120	128,811	0,299
P-5T ₃₀	2,276	0,7800	2483,956	0,165	117,536	0,329
P-6T ₃₀	2,052	1,0438	2446,635	0,105	129,108	0,374
P-1T ₆₀	1,631	0,8649	3427,524	0,105	93,720	0,284
P-2T ₆₀	1,648	1,0487	3221,584	<0,090	91,091	0,270
P-3T ₆₀	2,248	0,8018	2866,164	<0,090	99,276	0,375
P-4T ₆₀	1,558	0,9902	2533,829	<0,090	118,355	0,300
P-5T ₆₀	1,588	0,9468	2487,640	0,090	108,704	0,285
P-6T ₆₀	1,948	0,9904	2816,602	<0,090	94,741	0,345
P-1T ₉₀	1,496	0,9488	3565,671	<0,090	89,385	0,269
P-2T ₉₀	1,273	0,8686	2850,846	<0,090	84,850	0,240
P-3T ₉₀	1,304	0,7841	2998,801	<0,090	83,583	0,210
P-4T ₉₀	1,977	0,8013	2235,136	<0,090	107,788	0,344
P-5T ₉₀	1,528	0,8372	2530,604	<0,090	102,162	0,255
P-6T ₉₀	1,601	0,9293	3054,173	<0,090	89,295	0,314
P-1T ₁₂₀	1,515	0,7828	3257,623	<0,090	81,935	0,270
P-2T ₁₂₀	1,515	0,7108	2966,408	<0,090	65,984	0,270
P-3T ₁₂₀	1,482	0,6391	2674,450	<0,090	69,196	0,239
P-4T ₁₂₀	1,453	0,7369	2617,604	<0,090	88,686	0,225
P-5T ₁₂₀	1,423	0,7864	2908,923	<0,090	79,917	0,315
P-6T ₁₂₀	1,602	0,7008	2504,468	<0,090	84,760	0,314

ID MUESTRA	S - Soluble (mg/Kg)	Sb - Soluble (mg/Kg)	Se - Soluble * (mg/Kg)	Sn - Soluble (mg/Kg)	Sr - Soluble (mg/Kg)	Ti - Soluble (mg/Kg)
P-1T ₀	1778,656	0,0925	0,507	<0,060	5,597	2,881
P-2T ₀	1415,974	0,0680	0,561	<0,060	4,166	1,448
P-3T ₀	1631,924	0,0891	0,743	<0,060	4,827	2,718
P-4T ₀	1631,161	0,0838	0,578	<0,060	5,589	1,430
P-5T ₀	1754,399	0,0966	0,565	<0,060	4,981	2,052
P-6T ₀	1534,173	0,0775	0,556	<0,060	4,372	2,033
P-1T ₃₀	1610,169	0,0884	0,450	<0,060	3,688	1,139
P-2T ₃₀	1587,289	0,1018	0,434	<0,060	3,640	1,348
P-3T ₃₀	2230,274	0,0913	0,404	<0,060	5,465	0,674
P-4T ₃₀	1551,339	0,0778	0,374	<0,060	3,007	0,688
P-5T ₃₀	1612,191	0,0749	0,434	<0,060	3,458	0,674
P-6T ₃₀	1381,779	0,1108	0,404	<0,060	3,280	0,914
P-1T ₆₀	1877,499	0,0898	0,404	<0,060	4,325	0,628
P-2T ₆₀	1796,180	0,0974	0,360	<0,060	4,300	0,390
P-3T ₆₀	2308,188	0,0839	0,285	<0,060	4,631	1,124
P-4T ₆₀	1742,058	0,0929	0,315	<0,060	3,251	0,719
P-5T ₆₀	1785,633	0,1079	0,390	<0,060	3,191	0,494
P-6T ₆₀	1752,757	0,1004	0,330	<0,060	3,686	0,719
P-1T ₉₀	2097,950	0,0913	0,389	<0,060	4,908	0,539
P-2T ₉₀	1755,044	0,0973	0,404	<0,060	4,717	0,359
P-3T ₉₀	1823,628	0,0855	0,315	<0,060	5,562	0,270
P-4T ₉₀	1628,621	0,0779	0,300	<0,060	3,849	1,018
P-5T ₉₀	1771,977	0,0854	0,419	<0,060	4,523	0,554
P-6T ₉₀	1787,400	0,0868	0,359	<0,060	4,355	0,479
P-1T ₁₂₀	1827,082	0,0705	0,390	<0,060	5,053	0,615
P-2T ₁₂₀	1784,869	0,0750	0,465	<0,060	5,459	0,585
P-3T ₁₂₀	1580,632	0,0703	0,449	<0,060	5,658	0,524
P-4T ₁₂₀	1676,369	0,0734	0,315	<0,060	4,838	0,734
P-5T ₁₂₀	1727,048	0,0869	0,404	<0,060	5,183	0,584
P-6T ₁₂₀	1723,776	0,084	0,359	<0,060	5,181	0,554

ID MUESTRA	Tl - Soluble (mg/Kg)	U - Soluble (mg/Kg)	V - Soluble (mg/Kg)	Zn - Soluble (mg/Kg)
P-1T ₀	<0,0045	<0,0090	0,403	5,612
P-2T ₀	<0,0045	<0,0090	0,251	4,594
P-3T ₀	<0,0045	<0,0090	0,297	4,085
P-4T ₀	<0,0045	<0,0090	0,231	3,408
P-5T ₀	<0,0045	<0,0090	0,297	4,282
P-6T ₀	<0,0045	<0,0090	0,278	4,109
P-1T ₃₀	<0,0045	<0,0090	0,225	2,548
P-2T ₃₀	<0,0045	<0,0090	0,240	2,262
P-3T ₃₀	<0,0045	<0,0090	0,240	2,066
P-4T ₃₀	<0,0045	<0,0090	<0,195	2,004
P-5T ₃₀	<0,0045	<0,0090	0,210	2,216
P-6T ₃₀	<0,0045	<0,0090	0,240	2,801
P-1T ₆₀	<0,0045	<0,0090	0,239	2,080
P-2T ₆₀	<0,0045	<0,0090	0,240	1,978
P-3T ₆₀	<0,0045	<0,0090	0,210	2,323
P-4T ₆₀	<0,0045	<0,0090	<0,195	2,052
P-5T ₆₀	<0,0045	<0,0090	0,225	2,202
P-6T ₆₀	<0,0045	<0,0090	0,240	2,547
P-1T ₉₀	<0,0045	<0,0090	0,239	1,960
P-2T ₉₀	<0,0045	<0,0090	0,210	1,827
P-3T ₉₀	<0,0045	<0,0090	<0,195	1,514
P-4T ₉₀	<0,0045	<0,0090	<0,195	1,962
P-5T ₉₀	<0,0045	<0,0090	0,195	1,767
P-6T ₉₀	<0,0045	<0,0090	0,210	1,751
P-1T ₁₂₀	<0,0045	<0,0090	0,210	1,874
P-2T ₁₂₀	<0,0045	<0,0090	0,210	1,635
P-3T ₁₂₀	<0,0045	<0,0090	<0,195	1,557
P-4T ₁₂₀	<0,0045	<0,0090	<0,195	1,902
P-5T ₁₂₀	<0,0045	<0,0090	0,195	1,843
P-6T ₁₂₀	<0,0045	<0,0090	<0,195	1,812

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Humedad	g/100g)	0,01	LQA-FO-003 Determinación de Humedad
pH (1/10)	--	2	EPA 9045D Soil and waste Ph. Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical Chemical Methods, SW 846 Method 7196 USGPO Washinhton DC 1987.
CE (1/10)	dS/m	0,07	SCS 8A1a Conductividad del extracto de saturación, Soil Conservation Service US Department of Agriculture Washington D.C. 1986.
pH (1/5)	-	2	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 04.11-A. Eletrometric pH Determination for Compost (USCC & USDA, 2001).
CE (1/5)	dS/m	0,07	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 04.10-A. Electrical Conductivity for Compost (USCC & USDA, 2001).
Densidad	g/cm ³	0,05	LQA-FO-011 Determinación de la Densidad Aparente
Nitrógeno Total	g/100g	0,01	AOAC 955.04 18Th Ed. 2005 Nitrogen (Total) in Fertilizers
Nitrógeno Amoniacal	mg/Kg	50	Método del análisis de cómpost. Método 8.2.1. Rev. 2005. (Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Grez Z. y M.L. Mora G. 2005)
Materia Orgánica	g/100g	0,25	Test Methods for the Examination of Composting and Compost -TMECC. 05.07-A LOSS ON IGNITION METHOD (USCC & USDA, 2001).
Carbono Orgánico	g/100g	0,14	LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable (basado en Walkley, A. and I. A. Black. 1934)
Fraccionamiento de Materia Orgánica (Ácidos Húmicos y Fúlvicos)	g/100g	0,05	LQA-FO-008 Extracción de las Fracciones Húmicas LQA-FO-007 Determinación de Carbono Orgánico Oxidable
Plata - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Aluminio - DTPA	mg/Kg	0,050	
Arsénico - DTPA	mg/Kg	0,065	
Boro - DTPA	mg/Kg	0,65	
Bario - DTPA	mg/Kg	0,315	
Berilio - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Bismuto - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Calcio - DTPA	mg/Kg	0,16	
Cadmio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Cerio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Cobalto - DTPA	mg/Kg	0,0065	
Cromo - DTPA	mg/Kg	0,065	

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Cobre - DTPA	mg/Kg	0,03	
Hierro - DTPA	mg/Kg	0,070	
Mercurio - DTPA	mg/Kg	0,0005	
Potasio - DTPA	mg/Kg	0,245	
Litio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Magnesio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Manganeso - DTPA	mg/Kg	0,315	
Molibdeno - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Sodio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Niquel - DTPA	mg/Kg	0,030	
Fósforo - DTPA	mg/Kg	0,060	SERA-IEG-6. 2014. Soil Test Methods From the Southern United States. Chapt. 4.5 ¹
Plomo - DTPA	mg/Kg	0,015	
Azufre - DTPA	mg/Kg	5.905	
Antimonio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Selenio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Estaño - DTPA	mg/Kg	0,020	
Estroncio - DTPA	mg/Kg	0,030	
Titanio - DTPA	mg/Kg	0,025	
Talio - DTPA	mg/Kg	0,0015	
Uranio - DTPA	mg/Kg	0,0030	
Vanadio - DTPA	mg/Kg	0,065	
Zinc - DTPA	mg/Kg	0,065	
Plata Total	mg/Kg	0,01	
Aluminio Total	mg/Kg	100	
Arsénico Total	mg/Kg	1	
Boro Total	mg/Kg	10	
Bario Total	mg/Kg	5	
Berilio Total	mg/Kg	0,1	
Bismuto Total	mg/Kg	0,02	SGS-MN-ME-137 Digestion HNO ₃ /HCl - ICP MS ²
Calcio Total	mg/Kg	100	(Basado en EPA3050/6020)
Cadmio Total	mg/Kg	0,01	
Cerio Total	mg/Kg	0,05	
Cobalto Total	mg/Kg	0,1	
Cromo Total	mg/Kg	1	
Cobre Total	mg/Kg	0,5	
Hierro Total	mg/Kg	100	



REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Mercurio Total	mg/Kg	0,01	
Potasio Total	mg/Kg	100	
Litio Total	mg/Kg	1	
Magnesio Total	mg/Kg	100	
Manganeso Total	mg/Kg	5	
Molibdeno Total	mg/Kg	0,05	
Sodio Total	mg/Kg	100	
Niquel Total	mg/Kg	0,5	
Fósforo Total	mg/Kg	50	
Plomo Total	mg/Kg	0,2	
Azufre Total	mg/Kg	100	
Antimonio Total	mg/Kg	0,05	
Selenio Total	mg/Kg	1	
Estaño Total	mg/Kg	0,3	
Estroncio Total	mg/Kg	0,5	
Titanio Total	mg/Kg	100	
Talio Total	mg/Kg	0,02	
Uranio Total	mg/Kg	0,35	
Vanadio Total	mg/Kg	1	
Zinc Total	mg/Kg	1	
Plata - Soluble	mg/Kg	0,0015	
Aluminio - Soluble	mg/Kg	0,150	
Arsénico - Soluble	mg/Kg	0,195	
Boro - Soluble	mg/Kg	1,95	
Bario - Soluble	mg/Kg	0,945	
Berilio - Soluble	mg/Kg	0,0195	
Bismuto - Soluble	mg/Kg	0,0045	
Calcio - Soluble	mg/Kg	0,480	
Cadmio - Soluble	mg/Kg	0,0015	
Cerio - Soluble	mg/Kg	0,0090	
Cobalto - Soluble	mg/Kg	0,0195	
Cromo - Soluble	mg/Kg	0,195	
Cobre - Soluble	mg/Kg	0,090	
Hierro - Soluble	mg/Kg	0,210	
Mercurio - Soluble	mg/Kg	0,0015	
Potasio - Soluble	mg/Kg	0,735	

SGS-MN-ME-137 Digestion HNO₃/HCl - ICP MS²
 (Basado en EPA3050/6020)

Sequential Extraction of Heavy Metals,
 By G. F. Huang¹ 2005

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Litio - Soluble	mg/Kg	0,195	
Magnesio - Soluble	mg/Kg	0,075	
Manganeso - Soluble	mg/Kg	0,945	
Molibdeno - Soluble	mg/Kg	0,0090	
Sodio - Soluble	mg/Kg	0,195	
Niquel - Soluble	mg/Kg	0,090	
Fósforo - Soluble	mg/Kg	0,180	
Plomo - Soluble	mg/Kg	0,045	
Azufre - Soluble	mg/Kg	17,715	Sequential Extraction of Heavy Metals, By G. F. Huang ¹ 2005
Antimonio - Soluble	mg/Kg	0,0090	
Selenio - Soluble	mg/Kg	0,195	
Estaño - Soluble	mg/Kg	0,060	
Estroncio - Soluble	mg/Kg	0,090	
Titanio - Soluble	mg/Kg	0,075	
Talio - Soluble	mg/Kg	0,0045	
Uranio - Soluble	mg/Kg	0,0090	
Vanadio - Soluble	mg/Kg	0,195	
Zinc - Soluble	mg/Kg	0,195	

- ¹ Lectura por ICP MS Subcontratado Informe SA1600678
- ² Ensayo Subcontratado Informe SA1600677
- * Ensayo Complementario Informe SA1600678R



INFORME DE ENSAYO SA1600678 (SGS)



**INFORME DE ENSAYO
SA1600678**

Página 1 de 7

A solicitud de: ANOBA LAB SAC

Por cuenta de: ANOBA LAB SAC

Producto: SOLUCION

Tipo de Análisis: ANALISIS QUIMICO

Localidad de preparación: CALLAO

Descripción del Estado y En frasco de vidrio con tapa

Condición de la Muestra:

volumen 25 mL

Peso aprox. de 30 g.

Referencia Cliente: OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 18/06/2016

Notas: las muestras pertenecen a Kelvin Reyes Pinto

Cantidad Muestras: 30

Fecha de Recepción: 18/06/2016

Fecha de Ensayo: Del 18/06/2016
Al 10/08/2016

Esquema

Método

IMS80T

SGS-MN-ME-143 / Agosto 2013 Rev. 02/ ANÁLISIS DE SOLUCIONES DIVERSAS - SOLUCIONES AIRE - SOLUCIONES AGUA - SUELOS POR ICPMS

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



INFORME DE ENSAYO SA1600678

Página 2 de 7

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Ag IMS80T mg/L 0.0001	Al IMS80T mg/L 0.010	As IMS80T mg/L 0.013	B IMS80T mg/L 0.13	Ba IMS80T mg/L 0.063	Be IMS80T mg/L 0.0013
SOLUCION F016-001	0.0017	3.529	0.210	0.55	0.118	<0.0013
SOLUCION F016-002	0.0012	1.687	0.192	0.55	0.112	<0.0013
SOLUCION F016-003	0.0014	2.927	0.255	0.61	0.144	<0.0013
SOLUCION F016-004	0.0010	2.062	0.219	0.58	0.124	<0.0013
SOLUCION F016-005	0.0016	2.486	0.277	0.59	0.141	<0.0013
SOLUCION F016-006	0.0014	3.453	0.185	0.52	0.127	<0.0013
SOLUCION F016-019	0.0006	1.101	0.266	0.61	0.103	<0.0013
SOLUCION F016-020	0.0006	1.215	0.266	0.60	0.114	<0.0013
SOLUCION F016-021	0.0006	1.091	0.285	0.74	0.132	<0.0013
SOLUCION F016-022	0.0006	1.062	0.240	0.58	0.091	<0.0013
SOLUCION F016-023	0.0006	1.059	0.231	0.60	0.112	<0.0013
SOLUCION F016-024	0.0007	0.935	0.286	0.62	0.130	<0.0013
SOLUCION F016-025	0.0005	1.009	0.252	0.45	0.087	<0.0013
SOLUCION F016-026	0.0005	0.628	0.239	0.53	0.092	<0.0013
SOLUCION F016-027	0.0004	1.852	0.246	0.71	0.193	<0.0013
SOLUCION F016-028	0.0005	0.997	0.242	0.62	0.126	<0.0013
SOLUCION F016-029	0.0005	0.917	0.271	0.59	0.117	<0.0013
SOLUCION F016-030	0.0005	1.102	0.242	0.48	0.084	<0.0013
SOLUCION F016-031	0.0004	0.907	0.243	0.49	0.095	<0.0013
SOLUCION F016-032	0.0004	0.778	0.252	0.57	0.126	<0.0013
SOLUCION F016-033	0.0003	0.341	0.236	0.54	0.105	<0.0013
SOLUCION F016-034	0.0003	1.479	0.208	0.48	0.101	<0.0013
SOLUCION F016-035	0.0004	0.746	0.226	0.51	0.105	<0.0013
SOLUCION F016-036	0.0004	0.802	0.230	0.56	0.102	<0.0013
SOLUCION F016-037	0.0003	1.138	0.226	0.56	0.117	<0.0013
SOLUCION F016-038	0.0003	1.038	0.197	0.49	0.096	<0.0013
SOLUCION F016-039	0.0002	0.870	0.194	0.56	0.109	<0.0013
SOLUCION F016-040	0.0002	0.951	0.195	0.56	0.113	<0.0013
SOLUCION F016-041	0.0003	0.825	0.220	0.50	0.101	<0.0013
SOLUCION F016-042	0.0003	0.982	0.214	0.55	0.120	<0.0013
SOLUCION *DUP F016-0039	0.0010	0.011	0.504	1.49	0.099	<0.0013
SOLUCION *DUP F016-029	0.0005	0.890	0.270	0.64	0.117	<0.0013

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600678**

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Bi IMS80T mg/L 0.0003	Ca IMS80T mg/L 0.032	Cd IMS80T mg/L 0.0001	Ce IMS80T mg/L 0.0006	Co IMS80T mg/L 0.0013	Cr IMS80T mg/L 0.013
SOLUCION F016-001	0.0007	80.402	0.0018	0.0039	0.0099	0.042
SOLUCION F016-002	0.0003	57.897	0.0011	0.0034	0.0075	0.015
SOLUCION F016-003	0.0003	67.921	0.0015	0.0047	0.0093	0.015
SOLUCION F016-004	<0.0003	81.943	0.0006	0.0031	0.0075	0.015
SOLUCION F016-005	0.0003	71.453	0.0011	0.0045	0.0091	0.021
SOLUCION F016-006	0.0003	65.491	0.0014	0.0041	0.0080	0.019
SOLUCION F016-019	<0.0003	53.251	0.0006	0.0026	0.0032	<0.013
SOLUCION F016-020	<0.0003	54.099	0.0007	0.0029	0.0035	0.020
SOLUCION F016-021	<0.0003	73.393	0.0007	0.0029	0.0035	0.018
SOLUCION F016-022	<0.0003	49.044	0.0005	0.0028	0.0029	<0.013
SOLUCION F016-023	<0.0003	52.929	0.0007	0.0030	0.0033	0.021
SOLUCION F016-024	0.0041	52.008	0.0006	0.0032	0.0034	0.016
SOLUCION F016-025	0.0009	60.310	0.0006	0.0024	0.0029	0.014
SOLUCION F016-026	0.0004	61.281	0.0006	0.0024	0.0024	<0.013
SOLUCION F016-027	0.0003	68.115	0.0007	0.0044	0.0026	0.105
SOLUCION F016-028	<0.0003	50.718	0.0005	0.0031	0.0026	0.015
SOLUCION F016-029	<0.0003	48.887	0.0006	0.0030	0.0026	0.038
SOLUCION F016-030	<0.0003	53.143	0.0005	0.0026	0.0028	0.015
SOLUCION F016-031	<0.0003	71.398	0.0004	0.0026	0.0024	0.033
SOLUCION F016-032	<0.0003	65.216	0.0005	0.0036	0.0020	0.022
SOLUCION F016-033	<0.0003	79.956	0.0005	0.0028	0.0019	0.014
SOLUCION F016-034	<0.0003	57.276	0.0006	0.0027	0.0024	0.025
SOLUCION F016-035	<0.0003	65.452	0.0005	0.0023	0.0022	<0.013
SOLUCION F016-036	<0.0003	65.199	0.0005	0.0027	0.0023	<0.013
SOLUCION F016-037	<0.0003	73.897	0.0005	0.0030	0.0021	0.016
SOLUCION F016-038	<0.0003	82.085	0.0004	0.0025	0.0020	<0.013
SOLUCION F016-039	<0.0003	83.908	0.0004	0.0027	0.0018	<0.013
SOLUCION F016-040	<0.0003	76.957	0.0005	0.0024	0.0018	<0.013
SOLUCION F016-041	<0.0003	76.252	0.0005	0.0023	0.0019	<0.013
SOLUCION F016-042	<0.0003	79.741	0.0004	0.0029	0.0018	0.014
SOLUCION *DUP F016-0039	0.0139	905.900	0.1686	0.0217	0.0564	0.067
SOLUCION *DUP F016-029	<0.0003	49.304	0.0005	0.0029	0.0024	0.037

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



INFORME DE ENSAYO SA1600678

Página 4 de 7

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Cu IMS80T mg/L 0.006	Fe IMS80T mg/L 0.014	Hg IMS80T mg/L 0.0001	K IMS80T mg/L 0.049	Li IMS80T mg/L 0.013	Mg IMS80T mg/L 0.005
SOLUCION F016-001	0.203	3.984	0.0008	865.060	0.113	46.861
SOLUCION F016-002	0.153	2.134	0.0003	733.390	0.086	30.822
SOLUCION F016-003	0.172	2.963	0.0006	891.710	0.110	35.539
SOLUCION F016-004	0.128	2.411	0.0003	753.070	0.105	36.658
SOLUCION F016-005	0.180	2.737	0.0004	930.570	0.109	37.394
SOLUCION F016-006	0.152	3.358	0.0004	847.080	0.099	32.703
SOLUCION F016-019	0.085	1.404	0.0003	847.430	0.097	24.302
SOLUCION F016-020	0.091	1.474	0.0001	879.470	0.094	24.681
SOLUCION F016-021	0.079	1.309	<0.0001	1032.660	0.137	31.476
SOLUCION F016-022	0.123	1.259	<0.0001	698.220	0.081	21.205
SOLUCION F016-023	0.083	1.358	0.0002	812.040	0.094	22.294
SOLUCION F016-024	0.090	1.302	0.0004	734.410	0.084	21.602
SOLUCION F016-025	0.063	1.235	0.0003	880.210	0.106	26.601
SOLUCION F016-026	0.056	0.940	0.0001	871.400	0.099	25.387
SOLUCION F016-027	0.068	1.447	0.0003	767.300	0.107	27.554
SOLUCION F016-028	0.073	1.162	0.0004	714.460	0.090	22.979
SOLUCION F016-029	0.075	1.064	0.0001	702.170	0.087	20.226
SOLUCION F016-030	0.074	1.364	0.0002	766.730	0.096	22.397
SOLUCION F016-031	0.056	1.014	0.0002	848.720	0.101	31.392
SOLUCION F016-032	0.054	0.874	0.0001	679.530	0.094	27.412
SOLUCION F016-033	0.042	0.558	0.0002	677.850	0.100	31.058
SOLUCION F016-034	0.060	1.304	0.0002	574.490	0.079	24.075
SOLUCION F016-035	0.054	0.872	0.0002	623.810	0.088	26.335
SOLUCION F016-036	0.055	0.939	0.0002	759.150	0.094	27.446
SOLUCION F016-037	0.043	1.081	0.0001	755.540	0.097	31.731
SOLUCION F016-038	0.042	1.012	0.0001	699.610	0.093	33.669
SOLUCION F016-039	0.039	0.865	0.0002	578.560	0.090	31.509
SOLUCION F016-040	0.050	0.931	0.0001	645.790	0.086	33.039
SOLUCION F016-041	0.048	0.858	0.0002	684.500	0.092	32.351
SOLUCION F016-042	0.043	0.953	0.0001	597.330	0.091	32.872
SOLUCION *DUP F016-0039	2.395	9.962	0.0002	1898.560	0.328	208.660
SOLUCION *DUP F016-029	0.073	1.037	<0.0001	678.240	0.094	20.187

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

375

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600678

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	Mn IMS80T mg/L 0.063	Mo IMS80T mg/L 0.0006	Na IMS80T mg/L 0.013	Ni IMS80T mg/L 0.006	P IMS80T mg/L 0.012	Pb IMS80T mg/L 0.003
SOLUCION F016-001	0.275	0.0252	181.070	0.023	19.070	0.071
SOLUCION F016-002	0.192	0.0288	148.810	0.015	14.261	0.035
SOLUCION F016-003	0.238	0.0439	160.360	0.016	15.252	0.039
SOLUCION F016-004	0.215	0.0245	138.820	0.013	12.719	0.030
SOLUCION F016-005	0.244	0.0426	156.860	0.015	14.032	0.037
SOLUCION F016-006	0.235	0.0396	152.030	0.013	13.667	0.045
SOLUCION F016-019	0.144	0.0544	202.580	0.009	8.941	0.023
SOLUCION F016-020	0.144	0.0631	192.700	0.009	7.565	0.024
SOLUCION F016-021	0.163	0.0574	228.980	0.008	7.954	0.020
SOLUCION F016-022	0.142	0.0604	148.730	0.008	8.611	0.020
SOLUCION F016-023	0.152	0.0521	165.920	0.011	7.851	0.022
SOLUCION F016-024	0.137	0.0697	163.370	0.007	8.621	0.025
SOLUCION F016-025	0.109	0.0578	229.050	0.007	6.263	0.019
SOLUCION F016-026	0.110	0.0700	215.030	<0.006	6.080	0.018
SOLUCION F016-027	0.150	0.0535	191.240	<0.006	6.624	0.025
SOLUCION F016-028	0.104	0.0661	169.150	<0.006	7.901	0.020
SOLUCION F016-029	0.106	0.0632	166.050	0.006	7.256	0.019
SOLUCION F016-030	0.130	0.0661	187.980	<0.006	6.323	0.023
SOLUCION F016-031	0.100	0.0634	238.270	<0.006	5.973	0.018
SOLUCION F016-032	0.085	0.0580	190.370	<0.006	5.666	0.016
SOLUCION F016-033	0.087	0.0523	200.020	<0.006	5.575	0.014
SOLUCION F016-034	0.132	0.0535	149.240	<0.006	7.197	0.023
SOLUCION F016-035	0.102	0.0559	168.960	<0.006	6.821	0.017
SOLUCION F016-036	0.107	0.0621	204.090	<0.006	5.967	0.021
SOLUCION F016-037	0.101	0.0522	217.240	<0.006	5.464	0.018
SOLUCION F016-038	0.101	0.0474	197.810	<0.006	4.400	0.018
SOLUCION F016-039	0.099	0.0427	178.680	<0.006	4.623	0.016
SOLUCION F016-040	0.097	0.0492	174.760	<0.006	5.921	0.015
SOLUCION F016-041	0.095	0.0525	194.190	<0.006	5.335	0.021
SOLUCION F016-042	0.107	0.0468	167.240	<0.006	5.660	0.021
SOLUCION *DUP F016-0039	15.770	0.0603	571.180	0.074	11.946	5.467
SOLUCION *DUP F016-029	0.108	0.0639	163.630	<0.006	7.118	0.021

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600678

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	S IMS80T mg/L 1.181	Sb IMS80T mg/L 0.0006	Se IMS80T mg/L 0.013	Sn IMS80T mg/L 0.004	Sr IMS80T mg/L 0.006	Ti IMS80T mg/L 0.005
SOLUCION F016-001	119.164	0.0062	0.034	<0.004	0.375	0.193
SOLUCION F016-002	95.852	0.0046	0.038	<0.004	0.282	0.098
SOLUCION F016-003	109.872	0.0060	0.050	<0.004	0.325	0.183
SOLUCION F016-004	112.947	0.0058	0.040	<0.004	0.387	0.099
SOLUCION F016-005	117.995	0.0065	0.038	<0.004	0.335	0.138
SOLUCION F016-006	104.917	0.0053	0.038	<0.004	0.299	0.139
SOLUCION F016-019	107.409	0.0059	0.030	<0.004	0.246	0.076
SOLUCION F016-020	105.978	0.0068	0.029	<0.004	0.243	0.090
SOLUCION F016-021	148.960	0.0061	0.027	<0.004	0.365	0.045
SOLUCION F016-022	103.707	0.0052	0.025	<0.004	0.201	0.046
SOLUCION F016-023	107.689	0.0050	0.029	<0.004	0.231	0.045
SOLUCION F016-024	92.266	0.0074	0.027	<0.004	0.219	0.061
SOLUCION F016-025	125.467	0.0060	0.027	<0.004	0.289	0.042
SOLUCION F016-026	119.889	0.0065	0.024	<0.004	0.287	0.026
SOLUCION F016-027	154.010	0.0056	0.019	<0.004	0.309	0.075
SOLUCION F016-028	116.294	0.0062	0.021	<0.004	0.217	0.048
SOLUCION F016-029	119.191	0.0072	0.026	<0.004	0.213	0.033
SOLUCION F016-030	116.979	0.0067	0.022	<0.004	0.246	0.048
SOLUCION F016-031	140.192	0.0061	0.026	<0.004	0.328	0.036
SOLUCION F016-032	117.196	0.0065	0.027	<0.004	0.315	0.024
SOLUCION F016-033	121.636	0.0057	0.021	<0.004	0.371	0.018
SOLUCION F016-034	108.743	0.0052	0.020	<0.004	0.257	0.068
SOLUCION F016-035	118.309	0.0057	0.028	<0.004	0.302	0.037
SOLUCION F016-036	119.440	0.0058	0.024	<0.004	0.291	0.032
SOLUCION F016-037	121.842	0.0047	0.026	<0.004	0.337	0.041
SOLUCION F016-038	119.021	0.0050	0.031	<0.004	0.364	0.039
SOLUCION F016-039	105.602	0.0047	0.030	<0.004	0.378	0.035
SOLUCION F016-040	111.920	0.0049	0.021	<0.004	0.323	0.049
SOLUCION F016-041	115.292	0.0058	0.027	<0.004	0.346	0.039
SOLUCION F016-042	115.108	0.0056	0.024	<0.004	0.346	0.037
SOLUCION *DUP F016-0039	344.000	0.0113	0.014	<0.004	3.489	0.006
SOLUCION *DUP F016-029	120.375	0.0071	0.026	<0.004	0.219	0.032

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600678

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Tl IMS80T mg/L 0.0003	U IMS80T mg/L 0.0006	V IMS80T mg/L 0.013	Zn IMS80T mg/L 0.013
SOLUCION F016-001	<0.0003	<0.0006	0.027	0.376
SOLUCION F016-002	<0.0003	<0.0006	0.017	0.311
SOLUCION F016-003	<0.0003	<0.0006	0.020	0.275
SOLUCION F016-004	<0.0003	<0.0006	0.016	0.236
SOLUCION F016-005	<0.0003	<0.0006	0.020	0.288
SOLUCION F016-006	<0.0003	<0.0006	0.019	0.281
SOLUCION F016-019	<0.0003	<0.0006	0.015	0.170
SOLUCION F016-020	<0.0003	<0.0006	0.016	0.151
SOLUCION F016-021	<0.0003	<0.0006	0.016	0.138
SOLUCION F016-022	<0.0003	<0.0006	<0.013	0.134
SOLUCION F016-023	<0.0003	<0.0006	0.014	0.148
SOLUCION F016-024	<0.0003	<0.0006	0.016	0.187
SOLUCION F016-025	<0.0003	<0.0006	0.016	0.139
SOLUCION F016-026	<0.0003	<0.0006	0.016	0.132
SOLUCION F016-027	<0.0003	<0.0006	0.014	0.155
SOLUCION F016-028	<0.0003	<0.0006	<0.013	0.137
SOLUCION F016-029	<0.0003	<0.0006	0.015	0.147
SOLUCION F016-030	<0.0003	<0.0006	0.016	0.170
SOLUCION F016-031	<0.0003	<0.0006	0.016	0.131
SOLUCION F016-032	<0.0003	<0.0006	0.014	0.122
SOLUCION F016-033	<0.0003	<0.0006	<0.013	0.101
SOLUCION F016-034	<0.0003	<0.0006	<0.013	0.131
SOLUCION F016-035	<0.0003	<0.0006	0.013	0.118
SOLUCION F016-036	<0.0003	<0.0006	0.014	0.117
SOLUCION F016-037	<0.0003	<0.0006	0.014	0.125
SOLUCION F016-038	<0.0003	<0.0006	0.014	0.109
SOLUCION F016-039	<0.0003	<0.0006	<0.013	0.104
SOLUCION F016-040	<0.0003	<0.0006	<0.013	0.127
SOLUCION F016-041	<0.0003	<0.0006	0.013	0.123
SOLUCION F016-042	<0.0003	<0.0006	<0.013	0.121
SOLUCION *DUP F016-0039	0.0004	<0.0006	0.034	20.414
SOLUCION *DUP F016-029	<0.0003	<0.0006	0.014	0.146

Emitido en Callao-Perú el , 13/10/2016

Eduar Zarate Aguinal
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600678 (SGS)

INFORME DE ENSAYO SA1600678

A solicitud de: ANOBA LAB SAC

Por cuenta de: ANOBA LAB SAC

Producto: SOLUCION
Tipo de Análisis: ANALISIS QUIMICO

Cantidad Muestras: 6

Fecha de Recepción: 18/06/2016

Localidad de preparación: CALLAO

Fecha de Ensayo: Del 18/06/2016

Descripción del Estado y Condición de la Muestra: En frasco de vidrio con tapa

Al 10/08/2016

volumen 25 mL
Peso aprox. de 30 g.

Referencia Cliente: OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 18/06/2016

Notas: las muestras pertenecen a Kelvin Reyes Pinto

Esquema

Método

IMS80T

SGS-MN-ME-143 / Agosto 2013 Rev. 02/ ANÁLISIS DE SOLUCIONES DIVERSAS - SOLUCIONES AIRE - SOLUCIONES AGUA - SUELOS POR ICPCS

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Ag IMS80T mg/L 0.0001	Al IMS80T mg/L 0.010	As IMS80T mg/L 0.013	B IMS80T mg/L 0.13	Ba IMS80T mg/L 0.063	Be IMS80T mg/L 0.0013
SOLUCION F016-0037	0.0011	0.010	0.551	1.55	0.091	<0.0013
SOLUCION F016-0038	0.0008	0.034	0.496	1.38	0.096	<0.0013
SOLUCION F016-0039	0.0010	0.011	0.493	1.41	0.099	<0.0013
SOLUCION F016-0040	0.0012	0.019	0.463	1.42	0.080	<0.0013
SOLUCION F016-0041	0.0015	0.027	0.514	1.48	0.100	<0.0013
SOLUCION F016-0042	0.0013	0.013	0.576	1.31	0.093	<0.0013

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Bi IMS80T mg/L 0.0003	Ca IMS80T mg/L 0.032	Cd IMS80T mg/L 0.0001	Ce IMS80T mg/L 0.0006	Co IMS80T mg/L 0.0013	Cr IMS80T mg/L 0.013
SOLUCION F016-0037	0.0143	851.240	0.1468	0.0213	0.0417	0.075
SOLUCION F016-0038	0.0137	836.970	0.1515	0.0212	0.0473	0.067
SOLUCION F016-0039	0.0136	927.810	0.1675	0.0230	0.0550	0.067
SOLUCION F016-0040	0.0136	819.060	0.1536	0.0246	0.0585	0.060
SOLUCION F016-0041	0.0174	921.970	0.1873	0.0296	0.0773	0.067
SOLUCION F016-0042	0.0159	836.370	0.1661	0.0218	0.0694	0.064

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600678**

Elemento Esquema Unidad		Cu IMS80T mg/L	Fe IMS80T mg/L	Hg IMS80T mg/L	K IMS80T mg/L	Li IMS80T mg/L	Mg IMS80T mg/L
Limite de Detección		0.006	0.014	0.0001	0.049	0.013	0.005
SOLUCION	F016-0037	2.109	11.673	0.0004	2444.160	0.315	216.010
SOLUCION	F016-0038	2.270	11.676	0.0002	2174.360	0.273	203.250
SOLUCION	F016-0039	2.376	9.842	0.0002	1961.260	0.287	205.010
SOLUCION	F016-0040	3.365	10.329	0.0002	2002.060	0.242	213.450
SOLUCION	F016-0041	3.448	13.005	0.0001	2234.660	0.290	237.690
SOLUCION	F016-0042	2.942	12.999	0.0003	2257.760	0.279	213.290

Elemento Esquema Unidad		Mn IMS80T mg/L	Mo IMS80T mg/L	Na IMS80T mg/L	Ni IMS80T mg/L	P IMS80T mg/L	Pb IMS80T mg/L
Limite de Detección		0.063	0.0006	0.013	0.006	0.012	0.003
SOLUCION	F016-0037	12.790	0.0808	680.090	0.067	13.169	4.735
SOLUCION	F016-0038	12.819	0.0859	594.050	0.064	11.384	4.898
SOLUCION	F016-0039	15.195	0.0579	584.200	0.069	12.141	5.141
SOLUCION	F016-0040	13.317	0.0756	521.680	0.068	13.273	4.831
SOLUCION	F016-0041	17.865	0.0836	591.480	0.083	13.534	6.215
SOLUCION	F016-0042	16.376	0.0877	597.220	0.075	12.946	5.398

Elemento Esquema Unidad		S IMS80T mg/L	Sb IMS80T mg/L	Se IMS80T mg/L	Sn IMS80T mg/L	Sr IMS80T mg/L	Ti IMS80T mg/L
Limite de Detección		1.181	0.0006	0.013	0.004	0.006	0.005
SOLUCION	F016-0037	278.478	0.0108	<0.013	<0.004	3.067	0.020
SOLUCION	F016-0038	351.587	0.0120	<0.013	<0.004	3.192	<0.005
SOLUCION	F016-0039	341.299	0.0110	<0.013	<0.004	3.434	0.005
SOLUCION	F016-0040	326.591	0.0109	0.016	<0.004	2.789	0.005
SOLUCION	F016-0041	292.098	0.0136	<0.013	<0.004	3.292	0.007
SOLUCION	F016-0042	350.352	0.0147	0.015	<0.004	3.119	0.013

Elemento Esquema Unidad		Tl IMS80T mg/L	U IMS80T mg/L	V IMS80T mg/L	Zn IMS80T mg/L
Limite de Detección		0.0003	0.0006	0.013	0.013
SOLUCION	F016-0037	<0.0003	<0.0006	0.029	17.796
SOLUCION	F016-0038	0.0003	<0.0006	0.032	17.936
SOLUCION	F016-0039	0.0004	<0.0006	0.027	19.488
SOLUCION	F016-0040	0.0004	<0.0006	0.029	24.039
SOLUCION	F016-0041	0.0003	<0.0006	0.032	25.638
SOLUCION	F016-0042	0.0004	<0.0006	0.035	22.177

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600678**

Página 3 de 3

Emitido en Callao-Perú el , 13/10/2016

Edgar Zárate Aguilar
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600677 (SGS)

INFORME DE ENSAYO SA1600677

Página 1 de 4

A solicitud de:	ANOBA LAB SAC		
Por cuenta de:	ANOBA LAB SAC		
Producto:	COMPOST	Cantidad Muestras:	18
Tipo de Análisis:	PREPARACION Y ANALISIS QUIMICO	Fecha de Recepción:	18/06/2016
Localidad de preparación:	CALLAO	Fecha de Ensayo:	Del 18/06/2016 Al 24/06/2016
Descripción del Estado y Condición de la Muestra:	bolsas de plástico Ziploc compost Peso aprox. de 50 g. secas.		
Referencia Cliente:	OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 18/06/2016		
Notas:	Las muestra pertenecen a Kelvin Reyes Pinto.		

Esquema	Método
ICM12B	SGS-MN-ME-137 / Julio 2015 Rev. 06/ Muestras de Exploración Geoquímica - Digestión Ácido Nítrico y Clorhídrico -
PMI_CH	ICPMS Peso de Muestra Recibido

Elemento		Al	B	Ba	Ca	Cr	Cu
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		100	10	5	100	1	0.5
COMPOST	h1-t120	2888.12595	148	50	33011	10	35.8
COMPOST	h2-t120	4863.24444	97	63	31367	17	42.8
COMPOST	h3-t120	4673.91481	110	66	33884	19	45.2
COMPOST	h4-t120	5458.25196	88	68	29243	28	42.6
COMPOST	h5-t120	7827.31353	79	90	30870	32	58.3
COMPOST	h6-t120	4976.29858	105	61	30474	22	43.7
COMPOST	p-1t120	7619.82307	68	93	29871	33	82.2
COMPOST	p-2t120	7990.68924	65	91	30290	29	86.7
COMPOST	p-3t120	7441.32981	77	83	32349	41	90.1
COMPOST	p-4t120	7014.20968	80	91	34285	28	126.4
COMPOST	p-5t120	8401.64441	70	98	31418	42	108.1
COMPOST	p-6t120	7400.88539	74	92	31442	36	102.2
COMPOST	e1-t120	1713.75255	43	34	16404	16	133.4
COMPOST	e2-t120	1830.32181	36	35	16576	11	122.6
COMPOST	e3-t120	1987.24911	40	37	17316	25	127.9
COMPOST	e4-t120	1371.40129	39	29	14995	8	122.7
COMPOST	e5-t120	1504.57964	39	33	16833	9	128.0
COMPOST	e6-t120	1798.00572	35	33	16510	17	122.0
COMPOST	*DUP e2-t120	1905.34189	40	34	17087	11	123.0

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



INFORME DE ENSAYO
SA1600677

Página 2 de 4

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	Fe ICM12B ppm 100	K ICM12B ppm 100	Li ICM12B ppm 1	Mg ICM12B ppm 100	Mn ICM12B ppm 5	Na ICM12B ppm 100
COMPOST h1-t120	4628	8983	9	4638	180	3265
COMPOST h2-t120	8607	8151	13	5019	245	3033
COMPOST h3-t120	8167	8104	13	5016	263	2867
COMPOST h4-t120	9882	7426	14	5123	296	2519
COMPOST h5-t120	14305	7262	18	6147	422	2685
COMPOST h6-t120	9222	7977	13	4994	255	2659
COMPOST p-1t120	14020	16096	17	8409	433	4047
COMPOST p-2t120	14851	15011	18	8431	435	3661
COMPOST p-3t120	13750	13241	16	8224	413	3528
COMPOST p-4t120	12272	14470	15	9052	463	3471
COMPOST p-5t120	16407	13817	18	8897	481	3278
COMPOST p-6t120	13411	15701	16	8632	439	3773
COMPOST e1-t120	4140	34254	5	6994	282	3356
COMPOST e2-t120	3461	31532	5	6882	279	3300
COMPOST e3-t120	3695	32950	6	7081	288	3424
COMPOST e4-t120	3064	33608	4	6692	257	2926
COMPOST e5-t120	2758	33435	5	7098	276	3351
COMPOST e6-t120	3787	33275	5	7134	275	3140
COMPOST *DUP e2-t120	3761	33046	6	7255	289	3441

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	P ICM12B ppm 50	S ICM12B ppm 100	Sr ICM12B ppm 0.5	Ti ICM12B ppm 100	V ICM12B ppm 1	Zn ICM12B ppm 1
COMPOST h1-t120	1700	4078	209.6	139	10	193
COMPOST h2-t120	1709	3463	199.5	244	19	229
COMPOST h3-t120	1865	3766	222.5	204	18	266
COMPOST h4-t120	1744	3262	187.8	224	22	241
COMPOST h5-t120	2178	3301	188.9	321	31	330
COMPOST h6-t120	1653	3252	190.8	235	22	224
COMPOST p-1t120	5008	5339	170.1	238	31	403
COMPOST p-2t120	4808	5093	169.2	253	32	407
COMPOST p-3t120	4967	4742	190.5	237	31	403
COMPOST p-4t120	6748	5303	205.4	213	26	488
COMPOST p-5t120	5645	5146	192.7	242	33	478
COMPOST p-6t120	5673	5362	191.9	187	29	432
COMPOST e1-t120	8238	5133	88.3	<100	8	413
COMPOST e2-t120	8199	4973	86.6	<100	6	398
COMPOST e3-t120	8115	5109	89.6	<100	7	406
COMPOST e4-t120	8349	4883	79.1	<100	6	418
COMPOST e5-t120	8548	4998	88.5	<100	5	415
COMPOST e6-t120	8281	4915	85.1	<100	7	393
COMPOST *DUP e2-t120	8466	5223	88.1	<100	7	398

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600677**

Página 3 de 4

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	Ag ICM12B ppm 0.01	As ICM12B ppm 1	Be ICM12B ppm 0.1	Bi ICM12B ppm 0.02	Cd ICM12B ppm 0.01	Ce ICM12B ppm 0.05
COMPOST h1-t120	0.42	14	0.1	0.22	1.11	3.25
COMPOST h2-t120	0.68	20	0.2	0.29	1.10	6.45
COMPOST h3-t120	0.63	22	0.1	0.30	1.28	6.21
COMPOST h4-t120	0.75	25	0.2	0.29	1.16	6.48
COMPOST h5-t120	1.09	33	0.3	0.42	1.64	10.14
COMPOST h6-t120	0.64	20	0.2	0.27	1.10	6.01
COMPOST p-1t120	0.87	27	0.4	0.38	1.33	9.54
COMPOST p-2t120	0.91	29	0.2	0.40	1.31	9.71
COMPOST p-3t120	0.87	28	0.2	0.36	1.32	8.60
COMPOST p-4t120	0.82	28	0.2	0.34	1.33	8.17
COMPOST p-5t120	0.95	32	0.4	0.44	1.43	10.05
COMPOST p-6t120	0.92	29	0.3	0.38	1.38	8.63
COMPOST e1-t120	0.13	6	<0.1	0.09	0.37	2.26
COMPOST e2-t120	0.12	6	0.1	0.07	0.40	2.25
COMPOST e3-t120	0.15	6	0.1	0.09	0.44	2.48
COMPOST e4-t120	0.09	4	0.1	0.07	0.34	1.65
COMPOST e5-t120	0.12	5	0.1	0.07	0.39	1.96
COMPOST e6-t120	0.13	5	<0.1	0.14	0.37	2.36
COMPOST *DUP e2-t120	0.12	5	0.1	0.09	0.37	2.52

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	Co ICM12B ppm 0.1	Hg ICM12B ppm 0.01	Mo ICM12B ppm 0.05	Ni ICM12B ppm 0.5	Pb ICM12B ppm 0.2	Sb ICM12B ppm 0.05
COMPOST h1-t120	2.2	0.24	1.47	4.4	30.0	1.66
COMPOST h2-t120	3.3	0.27	1.63	6.2	46.3	2.36
COMPOST h3-t120	3.6	0.27	1.85	7.7	50.9	2.82
COMPOST h4-t120	4.1	0.37	1.87	10.0	56.2	2.67
COMPOST h5-t120	5.8	0.64	1.78	12.2	79.4	3.80
COMPOST h6-t120	3.7	0.32	1.90	8.0	48.2	2.42
COMPOST p-1t120	5.9	0.40	2.63	13.2	68.5	3.00
COMPOST p-2t120	5.9	0.35	2.77	11.3	75.9	3.24
COMPOST p-3t120	5.5	0.41	3.17	17.0	69.2	2.97
COMPOST p-4t120	5.5	0.40	3.17	12.0	65.7	2.82
COMPOST p-5t120	6.5	0.37	3.33	16.9	76.5	3.56
COMPOST p-6t120	5.9	0.37	3.20	14.2	77.5	3.16
COMPOST e1-t120	2.5	0.10	3.68	8.8	9.8	0.58
COMPOST e2-t120	2.4	0.06	3.63	7.0	10.5	0.56
COMPOST e3-t120	2.8	0.10	3.83	14.4	10.6	0.65
COMPOST e4-t120	2.0	0.09	3.71	5.6	8.3	0.54
COMPOST e5-t120	2.1	0.06	3.58	5.9	9.3	0.47
COMPOST e6-t120	2.4	0.06	3.71	9.6	9.4	0.58
COMPOST *DUP e2-t120	2.5	0.08	3.85	6.6	10.7	0.60

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

COD. 310

INFORME DE ENSAYO SA1600677

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	Se ICM12B ppm 1	Sn ICM12B ppm 0.3	Tl ICM12B ppm 0.02	U ICM12B ppm 0.05	Peso Muestra PMI_CH g
COMPOST h1-t120	<1	1.1	0.06	0.28	40.52
COMPOST h2-t120	<1	1.6	0.08	0.38	42.32
COMPOST h3-t120	<1	1.3	0.10	0.43	42.44
COMPOST h4-t120	<1	1.0	0.10	0.40	43.28
COMPOST h5-t120	<1	2.2	0.13	0.69	47.20
COMPOST h6-t120	<1	1.0	0.10	0.50	42.28
COMPOST p-1t120	1	2.1	0.11	0.54	41.98
COMPOST p-2t120	<1	1.5	0.12	0.56	53.00
COMPOST p-3t120	1	1.9	0.11	0.54	51.44
COMPOST p-4t120	2	1.7	0.10	0.49	47.38
COMPOST p-5t120	1	1.6	0.11	0.58	50.84
COMPOST p-6t120	1	1.7	0.11	0.53	45.44
COMPOST e1-t120	2	0.5	0.03	0.13	40.62
COMPOST e2-t120	2	0.6	0.03	0.24	42.49
COMPOST e3-t120	2	0.6	0.03	0.14	42.32
COMPOST e4-t120	2	0.6	0.02	0.10	40.52
COMPOST e5-t120	1	0.4	0.02	0.11	42.50
COMPOST e6-t120	2	0.5	0.03	0.12	44.02
COMPOST *DUP e2-t120	2	0.5	0.03	0.17	--

Emitido en Callao-Perú el , 01/07/2016

Edgar Zarate Aguilar
Ingeniero de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600678R (SGS)



INFORME DE ENSAYO
SA1600678R

Página 1 de 3

A solicitud de:	ANOBA LAB SAC		
Por cuenta de:	ANOBA LAB SAC		
Producto:	SOLUCION	Cantidad Muestras:	36
Tipo de Análisis:	ANALISIS QUIMICO	Fecha de Recepción:	05/08/2016
Localidad de preparación:	CALLAO	Fecha de Ensayo:	Del 05/08/2016 Al 10/08/2016
Descripción del Estado y Condición de la Muestra:	En frasco de vidrio con tapa soluciones. Peso aprox. de 10 g.		
Referencia Cliente:	OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 18/06/2016		
Notas:	las muestras pertenecen a Kelvin Reyes Pinto		

Esquema	Método
IMS80T	SGS-MN-ME-143 / Agosto 2013 Rev. 02/ ANÁLISIS DE SOLUCIONES DIVERSAS - SOLUCIONES AIRE - SOLUCIONES AGUA - SUELOS POR ICPMS

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

389

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

COD. 310



INFORME DE ENSAYO
SA1600678R

Página 2 de 3

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	Cr IMS80T mg/L 0.013	Hg IMS80T mg/L 0.0001	Se IMS80T mg/L 0.013
SOLUCION F016-0037	--	--	0.014
SOLUCION F016-0038	--	--	0.014
SOLUCION F016-0039	--	--	0.015
SOLUCION F016-0040	--	--	0.013
SOLUCION F016-0041	--	--	0.015
SOLUCION F016-0042	--	--	0.015
SOLUCION F016-001	--	--	0.034
SOLUCION F016-002	--	--	0.038
SOLUCION F016-003	--	--	0.050
SOLUCION F016-004	--	--	0.040
SOLUCION F016-005	--	--	0.038
SOLUCION F016-006	--	--	0.038
SOLUCION F016-019	--	--	0.030
SOLUCION F016-020	--	--	0.029
SOLUCION F016-021	--	--	0.027
SOLUCION F016-022	--	--	0.025
SOLUCION F016-023	--	--	0.029
SOLUCION F016-024	--	0.0004	0.027
SOLUCION F016-025	--	--	0.027
SOLUCION F016-026	--	--	0.024
SOLUCION F016-027	0.105	--	0.019
SOLUCION F016-028	--	--	0.021
SOLUCION F016-029	--	--	0.026
SOLUCION F016-030	--	--	0.022
SOLUCION F016-031	--	--	0.026
SOLUCION F016-032	--	--	0.027
SOLUCION F016-033	--	--	0.021
SOLUCION F016-034	--	--	0.020
SOLUCION F016-035	--	--	0.028
SOLUCION F016-036	--	--	0.024
SOLUCION F016-037	--	--	0.026
SOLUCION F016-038	--	--	0.031
SOLUCION F016-039	--	--	0.030
SOLUCION F016-040	--	--	0.021
SOLUCION F016-041	--	--	0.027
SOLUCION F016-042	--	--	0.024
SOLUCION *DUP F016-020	--	--	0.028
SOLUCION *DUP F016-040	--	--	0.025

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600678R**

Página 3 de 3

Emitido en Callao-Perú el , 12/08/2016

Alagar Laraya Aguilar
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 22161

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

COD. 310

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0006 (ANOBA)

INFORME DE ENSAYO IE16/FO-0006

CLIENTE	DOMUS Consultoría Ambiental
DIRECCIÓN	Av. Paseo de la República 6010- 5to Piso.
TELÉFONO	(511)2416876 - 2420687
CONTACTO	Kelvin Reyes Pinto
TIPO DE MUESTRA	Materia Orgánica
ENSAYOS SOLICITADOS	Según Presupuesto de Servicio N° 10062016-01
FECHA DE RECEPCIÓN	02/06/2016
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	03/06/2016
FECHA DE FIN DE ENSAYO	22/06/2016

Quim. Angel Norabuena Segovia
Coordinador de Laboratorio
CQP: 737

IMPORTANTE

A excepción de la humedad, Los resultados de este informe estan reportados en base seca.

Los resultados emitidos en este informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponde únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido. pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procedera con su eliminación final.

ID MUESTRA	Selenio mg/Kg	ID MUESTRA	Selenio mg/Kg
P-1T ₀	0,55	P-1h	0,60
P-2T ₀	0,64	P-2h	0,51
P-3T ₀	0,76	P-3h	0,60
P-4T ₀	0,86	P-4h	0,50
P-5T ₀	0,81	P-5h	0,57
P-6T ₀	0,71	P-6h	0,55
P-1T ₃₀	1,05	P-1e	1,00
P-2T ₃₀	1,07	P-2e	1,18
P-3T ₃₀	1,10	P-3e	1,93
P-4T ₃₀	1,33	P-4e	1,80
P-5T ₃₀	1,16	P-5e	1,65
P-6T ₃₀	1,17	P-6e	0,87
P-1T ₆₀	1,16	h1-T ₁₂₀	0,46
P-2T ₆₀	1,17	h2-T ₁₂₀	0,52
P-3T ₆₀	1,17	h3-T ₁₂₀	0,61
P-4T ₆₀	1,46	h4-T ₁₂₀	0,59
P-5T ₆₀	1,25	h5-T ₁₂₀	0,69
P-6T ₆₀	1,23	h6-T ₁₂₀	0,67
P-1T ₉₀	1,19	e1-T ₁₂₀	1,68
P-2T ₉₀	1,22	e2-T ₁₂₀	1,65
P-3T ₉₀	1,29	e3-T ₁₂₀	1,62
P-4T ₉₀	1,47	e4-T ₁₂₀	2,02
P-5T ₉₀	1,49	e5-T ₁₂₀	1,79
P-6T ₉₀	1,42	e6-T ₁₂₀	1,86
P-1T ₁₂₀	1,39		
P-2T ₁₂₀	1,35		
P-3T ₁₂₀	1,41		
P-4T ₁₂₀	1,67		
P-5T ₁₂₀	1,66		
P-6T ₁₂₀	1,31		

REFERENCIAS

Parámetro	unidad	LDD	Metodología
Selenio Total	mg/Kg	0,14	EPA 200.5 rev 4.2 (GH) digestion EPA 200.7 rev.4.4

INFORME DE ENSAYO SA1600469 (SGS)

INFORME DE ENSAYO SA1600469

Página 1 de 3

A solicitud de:	ANOBA LAB SAC	Cantidad Muestras:	6
Por cuenta de:	ANOBA LAB SAC	Fecha de Recepción:	10/05/2016
Producto:	COMPOST	Fecha de Ensayo:	Del 10/05/2016 Al 16/05/2016
Tipo de Análisis:	PREPARACION Y ANALISIS QUIMICO		
Localidad de preparación:	CALLAO		
Referencia Cliente:	OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 10/05/2016		
Notas:			

Esquema	Método
ICM12B	SGS-MN-ME-137 / Julio 2015 Rev. 06/ Muestras de Exploración Geoquímica - Digestión Ácido Nítrico y Clorhídrico - ICPMS

Elemento		Al	B	Ba	Ca	Cr	Cu
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		100	10	5	100	1	0.5
COMPOST	P-1T90	11618	58	111	29047	65	83.7
COMPOST	P-2T90	13077	53	127	29686	68	85.9
COMPOST	P-3T90	14413	55	136	30416	101	82.3
COMPOST	P-4T90	13251	48	127	32197	60	95.6
COMPOST	P-5T90	14389	49	131	29895	64	91.0
COMPOST	P-6T90	13201	53	125	30620	62	83.4
COMPOST	*DUP P-2T90	13265	54	124	30008	68	86.1

Elemento		Fe	K	Li	Mg	Mn	Na
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		100	100	1	100	5	100
COMPOST	P-1T90	20872	12944	20	7879	463	3641
COMPOST	P-2T90	24773	11814	23	8349	537	3187
COMPOST	P-3T90	25497	10415	25	8370	565	2763
COMPOST	P-4T90	25207	11213	22	8917	545	2742
COMPOST	P-5T90	26711	11159	23	8679	568	2854
COMPOST	P-6T90	26642	11967	23	8666	568	3062
COMPOST	*DUP P-2T90	25155	11954	23	8474	556	3183

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

INFORME DE ENSAYO SA1600469

Página 2 de 3

Elemento		P	S	Sr	Ti	V	Zn
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		50	100	0.5	100	1	1
COMPOST	P-1T90	4846	4826	199.3	431	41	414
COMPOST	P-2T90	4633	4287	205.4	501	44	456
COMPOST	P-3T90	4359	3947	204.8	586	49	463
COMPOST	P-4T90	5469	4318	206.5	480	46	504
COMPOST	P-5T90	4916	4373	204.2	566	50	497
COMPOST	P-6T90	4674	4416	203.6	516	47	467
COMPOST	*DUP P-2T90	4791	4475	208.9	497	45	468

Elemento		Ag	As	Be	Bi	Cd	Ce
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.01	1	0.1	0.02	0.01	0.05
COMPOST	P-1T90	1.00	32	0.5	0.47	1.35	12.74
COMPOST	P-2T90	1.10	35	0.4	0.53	1.32	15.60
COMPOST	P-3T90	1.20	39	0.4	0.55	1.33	17.10
COMPOST	P-4T90	1.12	35	0.3	0.44	1.19	14.78
COMPOST	P-5T90	1.15	39	0.5	0.48	1.24	15.81
COMPOST	P-6T90	1.05	37	0.4	0.46	1.27	14.86
COMPOST	*DUP P-2T90	1.08	37	0.4	0.47	1.30	14.78

Elemento		Co	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		0.1	0.01	0.05	0.5	0.2	0.05
COMPOST	P-1T90	6.5	0.43	7.85	19.5	78.0	3.61
COMPOST	P-2T90	7.5	0.46	9.79	17.1	87.4	4.18
COMPOST	P-3T90	8.1	0.48	7.86	34.6	93.5	4.51
COMPOST	P-4T90	7.4	0.39	7.69	17.4	82.0	4.06
COMPOST	P-5T90	7.9	0.48	8.25	16.3	88.4	4.34
COMPOST	P-6T90	7.3	0.39	8.47	15.6	102.1	4.12
COMPOST	*DUP P-2T90	7.5	0.50	9.57	17.4	87.3	4.22

Elemento		Se	Sn	Tl	U
Esquema		ICM12B	ICM12B	ICM12B	ICM12B
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detección		1	0.3	0.02	0.05
COMPOST	P-1T90	1	2.5	0.17	0.70
COMPOST	P-2T90	1	2.7	0.19	0.76
COMPOST	P-3T90	<1	3.0	0.22	0.71
COMPOST	P-4T90	1	2.5	0.17	0.66
COMPOST	P-5T90	2	2.4	0.17	0.70
COMPOST	P-6T90	1	2.4	0.17	0.76
COMPOST	*DUP P-2T90	1	2.6	0.18	0.67

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

398

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



INFORME DE ENSAYO
SA1600469

Emitido en Callao-Perú el , 20/05/2016

~~Supervisor de Laboratorio~~
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

COD. 310

INFORME DE ENSAYO SA1600470 (SGS)

INFORME DE ENSAYO SA1600470

A solicitud de:	ANOBA LAB SAC		
Por cuenta de:	ANOBA LAB SAC		
Producto:	SOLUCION	Cantidad Muestras:	6
Tipo de Análisis:	ANALISIS QUIMICO	Fecha de Recepción:	10/05/2016
Localidad de preparación:	CALLAO	Fecha de Ensayo:	Del 10/05/2016 Al 16/05/2016
Descripción del Estado y Condición de la Muestra:	En frasco de vidrio con tapa soluciones.		
Referencia Cliente:	OL224979 ANOBA LAB SAC Fecha de Recepción 10/05/2016		
Notas:	Las muestras con K >2000mg/L se analizaron en dilución.		

Esquema	Método
IMS80T	SGS-MN-ME-143 / Agosto 2013 Rev. 02/ ANÁLISIS DE SOLUCIONES DIVERSAS - SOLUCIONES AIRE - SOLUCIONES AGUA - SUELOS POR ICPMS

Elemento		Ag	Al	As	B	Ba	Be
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0001	0.010	0.013	0.13	0.063	0.0013
SOLUCION	FO16 : 0031	0.0020	0.066	0.645	1.73	0.106	<0.0013
SOLUCION	FO16 : 0032	0.0023	0.092	0.601	1.84	0.108	<0.0013
SOLUCION	FO16 : 0033	0.0017	0.078	0.519	1.66	0.105	<0.0013
SOLUCION	FO16 : 0034	0.0019	0.070	0.506	1.74	0.082	<0.0013
SOLUCION	FO16 : 0035	0.0017	0.067	0.531	1.94	0.092	<0.0013
SOLUCION	FO16 : 0036	0.0015	0.072	0.540	1.60	0.101	<0.0013
SOLUCION	*DUP FO16 : 0036	0.0016	0.070	0.566	1.70	0.103	<0.0013

Elemento		Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0003	0.032	0.0001	0.0006	0.0013	0.013
SOLUCION	FO16 : 0031	0.0170	731.190	0.1527	0.0230	0.0366	0.083
SOLUCION	FO16 : 0032	0.0171	740.800	0.1607	0.0261	0.0449	0.085
SOLUCION	FO16 : 0033	0.0152	771.310	0.1481	0.0260	0.0438	0.083
SOLUCION	FO16 : 0034	0.0147	685.840	0.1460	0.0221	0.0523	0.081
SOLUCION	FO16 : 0035	0.0158	713.900	0.1582	0.0247	0.0538	0.179
SOLUCION	FO16 : 0036	0.0157	693.590	0.1470	0.0220	0.0513	0.076
SOLUCION	*DUP FO16 : 0036	0.0155	722.950	0.1574	0.0220	0.0540	0.083

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600470**

Página 2 de 3

Elemento		Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.006	0.014	0.0001	0.049	0.013	0.005
SOLUCION	FO16 : 0031	2.067	11.271	0.0003	2341.400	0.314	196.030
SOLUCION	FO16 : 0032	2.281	11.881	0.0004	1988.400	0.288	191.680
SOLUCION	FO16 : 0033	2.211	9.457	0.0002	1644.100	0.266	177.680
SOLUCION	FO16 : 0034	3.203	10.073	0.0004	1704.800	0.244	179.180
SOLUCION	FO16 : 0035	2.852	10.078	0.0004	1827.100	0.279	181.500
SOLUCION	FO16 : 0036	2.385	10.340	0.0004	1974.500	0.285	177.880
SOLUCION	*DUP FO16 : 0036	2.511	10.732	0.0003	2108.700	0.295	177.740

Elemento		Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.063	0.0006	0.013	0.006	0.012	0.003
SOLUCION	FO16 : 0031	9.582	0.1123	688.430	0.095	13.884	7.281
SOLUCION	FO16 : 0032	10.213	0.1052	586.470	0.079	13.919	7.490
SOLUCION	FO16 : 0033	10.387	0.0633	496.120	0.079	13.337	6.896
SOLUCION	FO16 : 0034	11.876	0.0869	456.580	0.082	14.553	6.374
SOLUCION	FO16 : 0035	12.910	0.0965	515.030	0.075	13.316	6.386
SOLUCION	FO16 : 0036	12.505	0.1054	550.420	0.069	12.891	6.815
SOLUCION	*DUP FO16 : 0036	13.266	0.1032	547.000	0.075	13.309	6.781

Elemento		S	Sb	Se	Sn	Sr	Ti
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		1.181	0.0006	0.013	0.004	0.006	0.005
SOLUCION	FO16 : 0031	420.201	0.0151	0.018	<0.004	3.802	0.377
SOLUCION	FO16 : 0032	385.425	0.0157	0.017	<0.004	3.821	0.347
SOLUCION	FO16 : 0033	338.049	0.0122	0.018	<0.004	3.740	0.399
SOLUCION	FO16 : 0034	339.597	0.0120	0.018	<0.004	3.236	0.414
SOLUCION	FO16 : 0035	369.342	0.0138	<0.013	<0.004	3.399	0.359
SOLUCION	FO16 : 0036	375.786	0.0140	0.018	<0.004	3.228	0.352
SOLUCION	*DUP FO16 : 0036	368.316	0.0146	<0.013	<0.004	3.294	0.375

Elemento		Tl	U	V	Zn
Esquema		IMS80T	IMS80T	IMS80T	IMS80T
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Detección		0.0003	0.0006	0.013	0.013
SOLUCION	FO16 : 0031	0.0004	<0.0006	0.052	15.878
SOLUCION	FO16 : 0032	0.0003	<0.0006	0.053	17.795
SOLUCION	FO16 : 0033	0.0004	<0.0006	0.047	17.153
SOLUCION	FO16 : 0034	0.0004	<0.0006	0.052	27.851
SOLUCION	FO16 : 0035	0.0004	<0.0006	0.049	21.945
SOLUCION	FO16 : 0036	0.0003	<0.0006	0.053	17.777
SOLUCION	*DUP FO16 : 0036	0.0004	<0.0006	0.059	18.839

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.



**INFORME DE ENSAYO
SA1600470**

Página 3 de 3

Emitido en Callao-Perú el , 17/05/2016

~~Edgar Zarate Aguilar~~
Supervisor de Laboratorio
C.I.P. 22151

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

COD. 310

ETAPA DE EVALUACIÓN – VARIABLES MICROBIOLÓGICAS

A. MUESTRAS AGUA DE REGADÍO

INFORME DE ENSAYO N° 1606353 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1606353 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA DE REGADÍO

1606353) MUESTRA 1

PROCEDENCIA	: UNALM
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2016 - 06 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016 - 06 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2016 - 06 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

Análisis Microbiológico	Muestra 1606353	Estándares Nacionales De Calidad Ambiental Para Agua (*)
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10
² Detección de <i>Salmonella</i> sp. (/100 ml)	Ausencia	Ausencia
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/100mL)	< 1	< 1

(*) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Vegetales de tallo bajo.

Nota: Los valores <1, <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
- ²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9213. APHA-AWWA-WEF.
- ³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 1606354 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1606354 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA DE REGADÍO

1606354) MUESTRA 2

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 06 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 06 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

Análisis Microbiológico	Muestra 1606354	Estándares Nacionales De Calidad Ambiental Para Agua (*)
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10
² Detección de <i>Salmonella</i> sp. (/100 ml)	Ausencia	Ausencia
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (N°/100mL)	< 1	< 1

(*) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Vegetales de tallo bajo.

Nota: Los valores <1, <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
- ²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9213. APHA-AWWA-WEF.
- ³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZÚNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: imt@lamolina.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 1606355 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1606355 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA DE REGADÍO

1606355) MUESTRA 3

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 06 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 06 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

Análisis Microbiológico	Muestra 1606355	Estándares Nacionales De Calidad Ambiental Para Agua (*)
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	< 1.8	10 x 10
² Detección de <i>Salmonella</i> sp. (/100 ml)	Ausencia	Ausencia
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/100mL)	< 1	< 1

(*) Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Vegetales de tallo bajo.

Nota: Los valores <1, <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
- ²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9213. APHA-AWWA-WEF.
- ³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lm@lamolina.edu.pe

B. MUESTRA CONSORCIO MICROBIANO

INFORME DE ENSAYO N° 1602063 - LMT / UNALM

**INFORME DE ENSAYO N° 1602063 - LMT****SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : CONSORCIO MICROBIANO**1602063) CMT0 - 1**

PROCEDENCIA : UNALM
 TIPO DE ENVASE : Botella de vidrio
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 ml aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 02
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 18

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602063
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/mL)	< 10	11 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/mL)	< 10	10 x 10 ²
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	12 x 10 ⁶
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)*	< 10 ²	< 10 ²
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 mL	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ³ >	< 3
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	10 x 10
² Recuento de actinomicetos (UFC/mL)	< 10 ²	40 x 10 ³
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (N°/4mL)	< 1	0

NOTA: Los valor < 3 y <10² indica ausencia de microorganismos en ensayo. (*) El ensayo reporta sólo el recuento de mohos.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversión Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 18 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lm@lamolina.edu.pe

414

INFORME DE ENSAYO N° 1602064 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1602064 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : CONSORCIO MICROBIANO
1602064) CMT0 - 2**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Botella de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 18

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602064
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/mL)	< 10	94 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/mL)	< 10	80 x 10 ³
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	11 x 10 ⁶
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)*	< 10 ²	< 10 ²
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 mL.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ³ >	<3
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	10 x 10
² Recuento de actinomicetos (UFC/mL)	< 10 ²	23 x 10 ⁴
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (N°/4mL)	< 1	2

NOTA: Los valor < 3 y <10² indica ausencia de microorganismos en ensayo. (*) El ensayo reporta sólo el recuento de mohos.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 18 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

416

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 1602065 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1602065 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : CONSORCIO MICROBIANO
1602065) CMT0 - 3

PROCEDENCIA : UNALM
 TIPO DE ENVASE : Botella de vidrio
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 ml aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 02
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 18

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602065
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/mL)	< 10	17 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/mL)	< 10	90 x 10 ²
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	15 x 10 ⁶
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)*	< 10 ²	< 10 ²
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 mL.	Presencia/Ausencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ³ >	< 3
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	10 x 10
² Recuento de actinomicetos (UFC/mL)	< 10 ²	34 x 10 ³
³ Conteo de larvas y huevos de Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4mL)	< 1	0

NOTA: Los valor < 3 y <10² indica ausencia de microorganismos en ensayo. (*) El ensayo reporta sólo el recuento de mohos.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversión Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 18 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmf@lamolina.edu.pe

C. MUESTRA BIOL

INFORME DE ENSAYO N° 1603144 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : BIOL

1603144) CM₁ T30

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Botella de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603144
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/mL)	< 10	38 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/mL)	< 10	98 x 10 ²
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	16 x 10 ⁶
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)*	< 10 ²	13 x 10 ⁵
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 mL.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ³ >	< 3
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	14 x 10
² Recuento de actinomicetos (UFC/mL)	< 10 ²	20 x 10 ²
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4mL)	< 1	12

NOTA: Los valor < 3 y <10² indica ausencia de microorganismos en ensayo. (*) El ensayo reporta sólo recuento de levaduras.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

421

INFORME DE ENSAYO N° 1603145 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : BIOL
1603145) CM₂ T30**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Botella de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603145
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/mL)	< 10	36 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/mL)	< 10	18 x 10 ²
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	82 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)*	< 10 ²	40 x 10 ⁴
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 mL.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ³ >	< 3
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	14 x 10
² Recuento de actinomicetos (UFC/mL)	< 10 ²	< 10 ²
³ Conteo de larvas y huevos de Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4mL)	< 1	24

NOTA: Los valor < 3 y <10² indica ausencia de microorganismos en ensayo. (*) El ensayo reporta sólo recuento de levaduras.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

423

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 1603146 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : BIOL

1603146) CM₃ T30

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Botella de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603146
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/mL)	< 10	56 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/mL)	< 10	34 x 10 ²
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	58 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)*	< 10 ²	21 x 10 ⁵
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 mL.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/mL)	< 3; 11 x 10 ³ >	< 3
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/mL)	< 10	53 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/mL)	< 10 ²	12 x 10 ²
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4mL)	< 1	20

NOTA: Los valor < 3 y <10² indica ausencia de microorganismos en ensayo. (*) El ensayo reporta sólo recuento de levaduras.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversión Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

425

D. MUESTRA COMPOST

INFORME DE ENSAYO N° 1602082 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1602082 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1602082) P – 1 T0 (1)

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 24

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602082
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	27 x 10 ⁷
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	10 x 10 ⁷
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	49 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	23 x 10 ⁵
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	6
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Presencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	> 11 x 10 ³
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	45 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	< 10 ²
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	26

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

- ¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.
- ²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.
- ³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 24 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 1602083 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1602083) P – 2 T0 (1)**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 24

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602083
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	28 x 10 ⁷
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	30 x 10 ⁷
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	30 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	91 x 10 ⁴
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	28
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	> 11 x 10 ³
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	36 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	51 x 10 ³
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	6

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 24 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

430

INFORMES DE ENSAYO N° 1602084 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1602084) P – 3 T0 (1)**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 24

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602084
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	32 x 10 ⁷
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	18 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	38 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	86 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	21
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Presencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	> 11 x 10 ³
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	36 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	24 x 10 ⁴
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	10

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 24 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

432

INFORMES DE ENSAYO N° 1602085 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1602085) P – 4 T0 (1)**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 24

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602085
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	77 x 10 ⁷
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	74 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	46 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	36 x 10 ⁴
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	43
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	45 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	49 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	< 100
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	8

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 24 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

434

INFORMES DE ENSAYO N° 1602086 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1602086) P – 5 T0 (1)

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 24

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602086
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	23 x 10 ⁷
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	30 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	24 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	34 x 10 ⁴
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	11
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	11 x 10 ³
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	16 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	66 x 10 ⁴
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	4

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acibia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 24 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe

436

INFORMES DE ENSAYO N° 1602087 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1602087) P – 6 T0 (1)**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 24

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1602087
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	37 x 10 ⁷
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	19 x 10 ⁷
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	31 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	29 x 10 ⁹
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	7
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	11 x 10 ³
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	28 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	< 100
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	12

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 24 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

438

INFORMES DE ENSAYO N° 1603138 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1603138) P – 1 T30**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603138
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	21 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	38 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	11 x 10 ⁶
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	27 x 10 ⁴
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	13 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	13 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	26 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	29 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	11 x 10 ⁶
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	42 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORMES DE ENSAYO N° 1603139 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1603139) P – 2 T30

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603139
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	20 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	37 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	90 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	42 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	26 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	12 x 10
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	85 x 10
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	40 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	59 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	35 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

442

INFORMES DE ENSAYO N° 1603140 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1603140) P – 3 T30

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603140
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	13 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	18 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	50 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	88 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	23 x 10
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	10 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	11 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	68 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	51 x 10 ²

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

444

INFORMES DE ENSAYO N° 1603141 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1603141) P – 4 T30**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603141
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	49 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	11 x 10 ⁷
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	13 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	11 x 10 ⁴
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	21 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	21 x 10
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	12 x 10 ³
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	77 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	11 x 10 ⁶
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	11 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

446

INFORMES DE ENSAYO N° 1603142 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1603142) P – 5 T30

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603142
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	73 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	11 x 10 ⁷
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	41 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	15 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	11
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	25 x 10 ³
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	71 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	33 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	28 x 10 ²

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe

448

INFORMES DE ENSAYO N° 1603143 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1603143) P – 6 T30

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 03
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1603143
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	24 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	96 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	11 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	47 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	13 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	13 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	12
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	20 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	38 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	58 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	76 x 10 ²

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 29 de marzo de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

450

INFORMES DE ENSAYO N° 1604199 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1604199 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1604199) P – 1 T60 (1)**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 04 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 04 - 01
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1604199
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	91 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	21 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	19 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	46 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	38
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	19 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	19 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	39

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 15 de abril de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

452

INFORMES DE ENSAYO N° 1604200 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1604200) P – 2 T60 (1)

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 04 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 04 - 01
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1604200
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	19 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	33 x 10 ⁴
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	23 x 10 ³
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	63 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	30
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	12 x 10
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	52 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	16 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	50

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 15 de abril de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmmt@lamolina.edu.pe

454

INFORMES DE ENSAYO N° 1604201 - LMT / UNALM

**SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST**1604201) P – 3 T60 (1)**

PROCEDENCIA : UNALM
 TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 04 - 01
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 04 - 01
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 04
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1604201
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	15 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	17 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	12 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	68 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	73
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	63 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	50 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	73 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	71

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversión Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 15 de abril de 2016

DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

456

INFORMES DE ENSAYO N° 1604202 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1604202) P – 4 T60 (1)

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 04 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 04 - 01
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1604202
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	35 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	22 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	19 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	84 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	25 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	65 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	68 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	22 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	63

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 15 de abril de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

458

INFORMES DE ENSAYO N° 1604203 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1604203) P – 5 T60 (1)

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 04 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 04 - 01
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1604203
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	11 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	19 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	33 x 10 ⁵
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	36 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	26 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	31 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	33 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	58 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	18 x 10

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversión Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 15 de abril de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORMES DE ENSAYO N° 1604204 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1604204) P – 6 T60 (1)

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 04 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 04 - 01
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 04 - 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1604204
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	11 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	24 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	75 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	10 x 10 ⁴
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	62
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	65 x 10
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	56 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	51 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	11 x 10

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 15 de abril de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

462

INFORMES DE ENSAYO N° 1605242 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1605242 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1605242) P – 1 T90

PROCEDENCIA : UNALM
 TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 05 - 02
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 05 - 02
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 02
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1605242
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	32 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	17 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	98 x 10 ³
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	10 x 10 ⁴
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	41 x 10
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	25 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	68 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	13 x 10 ⁶
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	14 x 10 ²

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 25 de Mayo de 2016

DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

464

INFORMES DE ENSAYO N° 1605243 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1605243) P – 2 T90**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 05 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1605243
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	99 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	25 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	21 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	54 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	26 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	14 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	28 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	18 x 10 ²

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 25 de Mayo de 2016

DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

466

INFORMES DE ENSAYO N° 1605244 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1605244) P – 3 T90**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 05 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1605244
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	17 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	16 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	21 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	85 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	60 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	57 x 10
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	19 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	70 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	16 x 10 ²

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversión Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 25 de Mayo de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lm@lamolina.edu.pe

INFORMES DE ENSAYO N° 1605245 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1605245) P – 4 T90**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 05 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1605245
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	24 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	97 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	41 x 10 ³
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	74 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	61 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	10
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	24 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	18 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	59 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	61 x 10

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 25 de Mayo de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORMES DE ENSAYO N° 1605246 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1605246) P – 5 T90**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 05 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1605246
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	34 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	26 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	70 x 10 ³
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	58 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	58 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	58 x 10
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	18 x 10
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	67 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	19 x 10 ⁶
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	16 x 10 ²

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversión Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 25 de Mayo de 2016

DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORMES DE ENSAYO N° 1605247 - LMT / UNALM



SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1605247) P – 6 T90

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 400 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 05 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 05 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1605247
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	17 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	15 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	13 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	67 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	62 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	62 x 10
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	39 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	13 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	41 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	11 x 10 ²

NOTA: El valor < 10² indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 25 de Mayo de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

474

INFORMES DE ENSAYO N° 1606347 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1606347 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1606347) P – 1 T120

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 06 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 06 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1606347
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	22 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	15 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	14 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	80 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	59 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	10
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	59 x 10
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	27 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	12 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helminetos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	26 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

INFORMES DE ENSAYO N° 1606348 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1606348 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST
1606348) P - 2 T120

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 06 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 06 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1606348
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	17 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	10 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/g)	< 10	23 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	19 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	11 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas</i> sp. (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	59 x 10
² Recuento de <i>Bacillus</i> sp. (UFC/g)	< 10	18 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	18 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	27 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana

y Biotecnología "Marino Tabusso"

Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lm@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

INFORMES DE ENSAYO N° 1606349 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1606349 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1606349) P – 3 T120**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 06 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 06 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1606349
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	28 x 10 ⁵
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	41 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	83 x 10 ³
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	60 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	99
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	55 x 10
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	21 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	37 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	26 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

INFORMES DE ENSAYO N° 1606350 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1606350 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : COMPOST
1606350) P – 4 T120**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 06 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 06 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1606350
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	22 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	26 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	12 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	28 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	48 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	8
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas sp.</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	57 x 10
² Recuento de <i>Bacillus sp.</i> (UFC/g)	< 10	20 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	34 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	11 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

INFORMES DE ENSAYO N° 1606351 - LMT / UNALM

**INFORME DE ENSAYO N° 1606351 - LMT****SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.****DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO****MUESTRA : COMPOST****1606351) P – 5 T120**

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 06 - 01
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 06 - 02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 02
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1606351
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	21 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	28 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/g)	< 10	12 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	38 x 10 ³
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	45
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	19
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	<3
¹ Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas</i> sp. (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	32 x 10 ²
² Recuento de <i>Bacillus</i> sp. (UFC/g)	< 10	20 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	45 x 10 ⁵
³ Conteo de larvas y huevos de Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	21 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.**Métodos:**¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3^{ra} Ed. Chapter 13.³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.**Observaciones:**

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana

y Biotecnología "Marino Tabusso"

Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

INFORMES DE ENSAYO N° 1606352 - LMT / UNALM



INFORME DE ENSAYO N° 1606352 - LMT

SOLICITANTE : DOMUS CONSULTORÍA AMBIENTAL S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST

1606352) P – 6 T120

PROCEDENCIA : UNALM
 TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico tipo ziploc
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 06 - 01
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 06 - 02
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 02
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 06 - 20

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Límite de detección	Muestra 1606352
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10	36 x 10 ⁶
¹ Recuento de aerobios termófilos (UFC/g)	< 10	24 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/g)	< 10	21 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 ²	60 x 10 ⁵
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	45
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	13
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ² >	< 3
¹ Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25 g.	Ausencia/Presencia	Ausencia
² Enumeración de <i>Pseudomonas</i> sp. (NMP/g)	< 3; 11 x 10 ³ >	52 x 10
² Recuento de <i>Bacillus</i> sp. (UFC/g)	< 10	36 x 10 ⁶
² Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 10 ²	58 x 10 ⁴
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/4g)	< 1	29 x 10 ²

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

³Standard Methods for the Recovery and Enumeration of Helminth Ova in Wastewater, Sludge, Compost and Urine-Diversion Waste in South Africa.(2008), Water Research Commission, Part 2. WRC Report N° TT322/08.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de junio de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

487

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"