

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



“OBTENCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS
ORGÁNICOS IMPERMEABILIZADOS CON GEOMEMBRANA.”

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE

ELABORADO POR:

KELSY PAMELA GALLARDO MINAYA

ASESOR

M.Sc.Lic. ATILIO MENDOZA APOLAYA

LIMA – PERÚ

2013

Dedicatoria

A mi esposo Pedro Américo y a mis pequeñas hijas
Valentina y Fabiana por ser ellos mi fortaleza y razón de
mi vida.

INDICE

INTRODUCCIÓN	22
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
1.1. Formulación del Problema.....	26
1.2. Justificación e Importancia de la Investigación.....	27
1.3. Objetivos de la Investigación.....	30
1.4. Hipótesis.....	31
1.5. Variables.....	32
CAPITULO II: MARCO TEORICO	33
2.1 Sustento Teórico.....	33
2.1.1 La Materia Orgánica.....	33
2.1.2 Propiedades de la Materia Orgánica.....	35
2.1.3 Constitución y Origen de la Materia Orgánica edáfica.....	40
2.1.4 Los abonos.....	43
2.2 Calidad de Compost.....	46
2.2.1 El compost.....	46
2.2.2 Fundamentos Básicos del Compostaje.....	49
2.2.3 El proceso de Compostaje.....	54
2.2.4 Periodo de Compostaje.....	58
2.2.5 Principios de Compostaje.....	60
2.2.6 Actividades operativas en la Producción del Compost.....	62
2.2.7 Importancia de la elaboración de Compost.....	63
2.2.8 Método del Proceso de Compostaje.....	64

2.2.9 Reacción de los componentes del compost en la obtención del abono Ecológico.....	65
2.2.10 Inspección, control de la calidad de Compost.....	68
2.2.11 Alteraciones del abono sintético y abono orgánico.....	69
2.3 Las Geomembranas.....	70
2.4 Antecedentes.....	73
2.4.1 El compost en el Perú.....	73
2.4.2 Rendimiento.....	75
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	78
3.1 Tipo y nivel de Investigación.....	78
3.2 Lugar de Ejecución.....	79
3.3 Población, muestra y unidad de análisis.....	80
3.4 Tratamiento en estudio.....	81
3.4.1 Características de los tipos de Residuo Sólidos Orgánico.....	82
3.4.2 Características del campo experimental.....	82
3.5 Prueba Hipótesis.....	83
3.5.1 Diseño de Investigación.....	83
3.5.2 Observaciones realizadas.....	83
3.5.2.1 La temperatura en la pilas de Compostaje.....	83
3.5.2.2 El ph.....	85
3.5.2.3 La Humedad.....	86
3.5.2.4 Calidad del Compost.....	86

3.5.2.5 Control de Olores.....	87
3.5.3 Técnicas e instrumentos de recolección de Información.....	87
3.6 Conducción del experimento.....	88
3.6.1 Metodología en el Trabajo de Campo.....	88
3.7 Materiales y Equipos.....	101
3.7.1 Material Prima.....	101
3.7.2 Equipos y Materiales Utilizados.....	102
CAPITULO IV.- RESULTADOS E INTERPRETACIONES	103
4.1 Evolución de la temperatura durante la obtención del Compost.....	104
4.2 Evolución del p H durante la obtención del Compost.....	107
4.3 Calidad del Compost.....	109
4.4 Características de los resultados.....	116
4.4.1 Control de Olores.....	118
4.4.2 Características de la materia prima.....	120
4.4.2.1 Características Físicas.....	120
4.4.3 Composición Físico – químico del producto.....	120
V.- USO DE COMPOST EN LA FORESTACION DEL PROYECTO DE EXPLO RACION EN CANTERAS DEL HALLAZGO	123
5.1 Queñua (Polylepis).....	124
5.2 Traslado de la Planta Nativa del vivero de Puno al Proyecto.....	126

5.3 Acondicionamiento y plantación en las comunidades del Proyecto	127
5.4 Insertación o plantación de las plantas en las comunidades.....	129
5.5 Mantenimiento y Monitoreo de las Plantaciones.....	133
CAPITULO VI.- DISCUSION	136
CAPITULO VII.-CONCLUSIONES	163
CAPITULO VIII.- RECOMENDACIONES	170
CAPITULO IX.- INVESTIGACIONES A FUTURO	173
X.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	174
XI.- ANEXOS	178
Anexo 1 Glosario de términos.....	178
Anexo 2 Evoluciones de temperatura de compostaje de las comunidades	181
Anexo 3 Evolución del pH de compostaje en las 3 comunidades.....	185
Anexo 4 Resultado Compost final de Laboratorio INIA 2010.....	186
Anexo 5 Resultado Compost final de Laboratorio Corplab- 2012.....	187
Anexo 6 Requisitos y normativa de calidad del compost Andalucía España	188
Anexo 7 Cronograma y Presupuesto.....	189
XII.- OTROS	

INDICE DE GRAFICOS

Graf. 1 Diagrama del proceso de descomposición.....	66
Graf. 2 Etapas y tiempos del proceso de compostaje.....	84
Graf. 3 Flujo grama del Compost.....	91
Graf. 4 Resultado y comparación de conductividad, pH y humedad de del suelo de las comunidades y resultado final de compost.....	113
Graf. 5 Resultado final Compost Corire (Conductividad, p H, H°).....	114
Graf. 6 Resultado de Micronutrientes suelo comunidades – compost final	115
Graf. 7 pH Evolución del Compost.....	137
Graf. 8 pH Evolución del Compost.....	137
Graf. 9 pH Evolución del Compost.....	138
Graf. 10 Compostación de T° y p H.....	138
Graf. 11 Comparación de p H de las comunidades.....	139
Graf. 12 Proceso de maduración Compost Corire.....	139
Graf. 13 Proceso de maduración Compost Chucapaca.....	140
Graf. 14 Proceso de maduración Compost Agani.....	140
Graf. 15 Evolución del T° en la obtención de compost.....	141
Graf. 16 Evolución del T° en la obtención de compost.....	141
Graf. 17 Evolución del T° en la obtención de compost.....	141
Graf. 18 Fases de Compostaje.....	144
Graf. 19 Fases de Compostaje.....	144
Graf. 20 Fases de Compost.....	145
Graf. 21 Comparación de Días de Compost tesis realizado en ecuador y Perú.....	146

Graf. 22 Porcentaje de Humedad.....	149
Graf. 23 Conductividad.....	150
Graf. 24 Análisis de compost.....	151
Graf. 25 Análisis Estiércol Alpaca Resultado Físicoquímico 29 de Octubre.....	151
Graf. 26 Resultados de Macro nutrientes y micronutrientes 20 de Julio del 2012.....	152
Graf. 27 Porcentaje de fosforo.....	152
Graf. 28 Porcentaje de Potasio.....	153
Graf. 29 Porcentaje de calcio.....	153
Graf. 30 Porcentaje de Magnesio.....	154
Graf. 31 Porcentaje de Manganeso.....	154
Graf. 32 Comparación de Compost de diferentes orígenes.....	157
Graf. 33 Alturas msnm diferentes Minas.....	158
Graf. 34 Días de Producción de Compost en diferentes Minas.....	159

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Residuos compostables y no compostables.....	59
Cuadro 2 Acondicionamiento, compostaje y elaboración del compost.....	68
Cuadro 3 Propiedades de la Geomembrana HDPE.....	72
Cuadro 4 Método de análisis de Compost.....	76
Cuadro 5 Parámetros de control de estabilidad de Compost.....	76
Cuadro 6 Composición Físico – Química media del compost.....	77
Cuadro 7 Tratamientos en estudio para obtener el compost y los tipos de Residuos.....	81
Cuadro 8 Tratamientos expresados en la combinación de las formas, tipos y otros.....	82
Cuadro 9 Resultado de Macronutrientes de compost en Corire Chucapaca y Agani.....	90
Cuadro 10 Diferenciación de compostaje realizado con geomembrana y sin geomembrana.....	97
Cuadro 11 Rangos entre comunidades de la T.....	105
Cuadro 12 Nivel de significación.....	106
Cuadro 13 Evolución del pH en los compost en las tres diferentes comunidades.....	107
Cuadro 14 Significación de las tres comunidades.....	108
Cuadro 15 pH por muestra de Compost.....	108
Cuadro 16 Resultado Compost final de Laboratorio INIA – 2010.....	110

Cuadro 17	Resultado Macronutrientes y Micronutrientes.....	112
Cuadro 18	Balance de materia de residuos sólidos domésticos para ser convertidos en Compost.....	117
Cuadro 19	Control de volteo proceso compost.....	118
Cuadro 20	Resultado de Macronutrientes de compost en Corire Chucapaca y Agani.....	143
Cuadro 21	Rango de Macronutrientes de varias fuentes.....	143
Cuadro 22	Porcentaje de Humedad final compost.....	147
Cuadro 23	Fuentes de Materia Orgánica.....	156
Cuadro 24	Referencia de Minas que realizan Compost.....	158
Cuadro 25	Análisis de compost en porcentaje.....	160
Cuadro 26	Instalación y operación.....	160
Cuadro 27	Detalle por producción en costo.....	161

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografías N° 1,2	Materia orgánica y Formación del humus.....	40
Fotografía N° 3	Abono orgánico.....	44
Fotografía N° 4	Abono fertilizantes.....	45
Fotografía N° 5	Instrumentos para el manejo de residuos sólidos.....	74
Fotografía N° 6	Estación meteorológica.....	80
Fotografía N° 7	Pila de compost tomando la temperatura.....	87
Fotografía N° 8	Tamizando el compost.....	89
Fotografía N° 9	Pesado y Control de Residuos Orgánicos.....	92
Fotografía N° 10	Transporte de los residuos al área.....	92
Fotografía N° 11	Selección de los residuos.....	93
Fotografía N° 12	Picado de los residuos.....	93
Fotografía N°13	Abriendo los módulos de compostaje para captar el calor....	95
Fotografía N° 14	Personal realizando la nivelación el paralelo para el Comité.....	95
Fotografía N° 15	Primera fase de composición de compostaje de Los procesos de compostaje.....	96
Fotografía N° 16	Realizando el volteo del compost.....	98
Fotografía N° 17	Etapa importante donde los microorganismos desarrollan su trabajo.....	98
Fotografía N° 18	Riego del compostaje en la etapa casi final.....	99
Fotografía N° 19,20	Resultado de compostaje final.....	99
Fotografía N° 21	Etapa de secado final del compostaje.....	100

Fotografía N° 22 Previo cernido o tamizado se coloca el compostaje	
Final.....	100
Fotografía N° 23 Envasado y traslado del compostaje al área de Almacén	101
Fotografía N° 24 Arbusto de Queñua.....	126
Fotografía N° 25 Vivero forestal Puno.....	127
Fotografía N° 26 Área desértica Proyecto.....	128
Fotografía N° 27 Sustrato.....	128
Fotografía N° 28 Hoyos de 40x40 cm.....	128
Fotografía N° 29 Estacas sostenimiento.....	128
Fotografía N° 30 Bolsas para protección de la planta.....	129
Fotografía N° 31 Queñua.....	130
Fotografía N° 32 Despojando de las bolsas de polietileno para ser	
insertada en los hoyos acondicionados.....	130
Fotografía N° 33, 34 Plantación de la Planta de aprox. de 10 cm.....	130
Fotografía N° 35 Plantación de la planta nativa.....	131
Fotografía N° 36 Área forestada.....	131
Fotografía N° 37 Riego y Mantenimiento.....	131
Fotografía N° 38 Queñua 2009 – 10- 12 cm.....	132
Fotografía N° 39 Queñua – Diciembre.....	132
Fotografías N° 40 – 41 Queñua Dic. 2012 – 90 cm – 1 m.....	132
Fotografías N° 42, 43, 44,45 Revegetación.....	134
Fotografías N° 46, 47 Plantación de cebolla china y especie autóctono	
de la zona.....	135

Agradecimientos

A mis Colegas de Trabajo de Canteras del Hallazgo (JV Buenaventura y Minera Gold Fields) por haberme brindado el apoyo incondicional en los diferentes experimentos que se realizaron e hicieron posible este trabajo de titulación..

RESUMEN

El Proyecto Minero Canteras del Hallazgo SAC se encuentra en el departamento de Moquegua a una altura de 4600 msnm, donde se desarrolla las actividades de exploración minera produciendo diariamente 150 kg de residuos orgánicos domésticos y al mes 4500 kg producto de los restos de comida de los diferentes comedores del Proyecto, estos residuos pueden generar graves problemas de contaminación ambiental si no son tratadas adecuadamente por ser fácilmente putrescible, provocando con esto la atracción de vectores y la emisión de olores desagradables.

A fin de utilizar estos residuos, procesarlos y reutilizarlos se optó por desarrollar un proceso de compostaje que ha llevado a establecer una metodología para obtener compost en el menor tiempo en un ambiente de clima frígido entre 4380 a 4600 msnm; Para lo cual se introduce en la etapa inicial una mezcla de 80% de residuos orgánicos con 5 % de estiércol de alpaca de la zona y 15% de agua para mantener la humedad colocados en cavidades de madera impermeabilizado con geomembrana para activar y acelerar la actividad bacterial; estas cavidades a manera de módulos de 2x2x1.5 m³ llevan acoplados en la parte superior un techo de modo variable a fin de que durante el día la mezcla quede expuesta a la energía solar y de noche cubierta con el mismo techo; siendo removido la mezcla 18 veces durante todo el proceso (3, 5 y 7 días por cada etapa), observándose una variación térmica y liberación de gases hasta estabilizarse a los 75 días donde se convierte en un materia grumoso a manera de suelo de color marrón y grisáceo con propiedades ricos en macro y micro nutrientes, cuyo

factor importante para el cumplimiento de dicho resultado fue las propiedades físicas de la geomembrana evitando la infiltración de residuos líquidos y manteniendo la temperatura de proceso de compost; comprobándose así la calidad a través de los análisis por dos laboratorios formales y autorizados por el Estado.

El producto final rico en N, P, K se ha utilizado para acondicionar el suelo utilizado para la forestación de la zona a través de plantas nativas como Queñua o Quinual crecidas en almácigos, siendo las primeras plantaciones en la zona y teniendo como resultado un crecimiento y sobrevivencia óptimo con los cuidados adecuados y los nutrientes naturales a pesar de la composición fisicoquímica del suelo de la zona en las diferentes comunidades.

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que el compostaje y el tipo de diseño es una solución de manejar adecuadamente el residuo orgánico en etapas de exploración y construcción y/u otra etapa de una actividad donde se maneja hasta 50 comensales por la naturaleza y lo práctico del retiro de los materiales después de obtener el objetivo; cumpliendo así la ley de plan de cierre del sector minero.

De igual forma debemos resaltar en este proceso de tesis no se utilizó la cal, ya que a nivel de minería la mayoría realiza el compostaje pero con uso casi indispensable de la cal, y su obtención del producto no es menor de 8 o 10 meses a una altura de más de 4000 msnm.

ABSTRACT

In the mining project Canteras of the find SAC, it is located in the department of Moquegua at an altitude of 4600 m.a.s.l. where develops the mineral exploration activities producing daily 150 kg of organic residues and 4500 kg monthly product of the remains of food from the different dining rooms of the project, if they are not treated properly this residues can generate serious problems of environmental pollution for being easilyputrefiable, causing this attraction of vectors and emission of unpleasant smells.

In order to utilize these residues, processing and reuse it opted to develop a composting process that has led him to establish a methodology for obtaining compost in the shortest amount of time in an atmosphere of bitterly cold weather between 4380 to 4600 m.a.s.l. ; for which is entered in the initial stage a mixture of 80% of organic waste with 5 % of alpaca manure of the area and 15% of water to maintain moisture placed in cavities of wood waterproofed with geomembranes to activate and accelerate bacterial activity; these cavities by way of modules of 2x2x1.5 m³ lead attached at the top a roof of variable mode so that during the day the mixture Being exposed to the solar energy and of night covered with the same roof; being removed the mixture 18 times during the whole process (3, 5 and 7 days for each stage), observing a thermal variation and release of gases up to stabilize for 75 days where it becomes a matter of lumpy soil to way of brown and gray with rich properties in macro and micro

nutrients, the important factor for the compliance of this result was the physical properties of the geomembrane avoiding the infiltration of liquid waste and maintaining the temperature of process of compost; testing and the quality through the analysis by two formal laboratories and approved by the State.

The final product rich in N, P, K has been used to condition the soil used for the afforestation of the area through native plants as queñua or Quinual floods in seedbeds, being the first plantations in the area and taking as a result an optimum growth and survival with proper care and the natural nutrients in spite of the physic-chemical composition of the soil of the area in the different communities.

The results obtained in this study confirm that composting and the type of design is a solution for proper handling of the organic waste in stages of exploration and construction and/or another stage of an activity where it handles up to 50 diners by nature, and practical of the withdrawal of the materials after you obtain the objective; thus fulfilling the law of closure plan of the mining sector.

In the same way we must highlight in this process of thesis was not used the lime, because at the level of mining the majority makes composting but with use almost indispensable of the lime, and its acquisition of the product is not less than 8 or 10 months at a height of more than 4000 m.a.s.l.

INTRODUCCION

A lo largo de la humanidad el suelo ha sido el depositario de los residuos generados por todas las actividades del hombre, a raíz de la revolución industrial el mundo empezó a crecer en tecnología, pero a la vez se acrecentó la contaminación ambiental, de ahí la importancia que tiene el control y manejo de los residuos sólidos en general.

Parte del problema global a raíz de la contaminación; es que los diferentes cultivos necesitan refuerzos químicos para producir los productos y a la fecha aún más esto han creado en los suelos agrícolas la dependencia química artificial en los distintos cultivos, y como parte alternativa fiable se pretende demostrar con la presente tesis con el título mencionada arriba, la producción de compost de calidad (rico en NPK) y obteniéndose en un menor tiempo.

En la Minería en este caso en la etapa inicial de un proyecto de exploración con un estudio semidetallado; se sabe que uno de los mayores riesgos ambientales es la contaminación por residuos si estos no son tratados adecuadamente; por ello en esta tesis se pretende minimizar los residuos orgánicos a través de un tratamiento manual y con valor agregado de la

zona, siendo este el compost o abono natural que a la vez nos serviría para la remediación de las diferentes plataformas o áreas por remediar.

El compostaje, en sus orígenes, consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, excrementos de animales y los residuos de la cosecha, con el fin de que se descompusieran y se transformen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono. Con el pasar de los años estas técnicas se fueron perfeccionando, logrando así mejor el proceso de compostaje para obtener abono orgánico de mejor calidad.

En los últimos años se ha incrementado el consumo del abono orgánico y la fecha se está valorando aún más la obtención de lo natural a través de los diferentes métodos y el consumo y sobre todo en minería minimizando los residuos orgánicos generados quedando demostrado que teniendo la materia prima, la técnica correcta se puede conseguir compostaje en menor tiempo y a la vez dar un impacto positivo con la actividad, por lo que en la tesis queremos demostrar que el compostaje realizado en las diferentes comunidades de la zona mejoran la calidad natural de la tierra.

Son estas las razones que impulsaron la ejecución de la presente Investigación para la cual se plantearon diferentes interrogantes que van a ser absueltas en el desarrollo de la tesis.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A consecuencia de la generación de residuos orgánicos en un proyecto minero, y esta misma de no ser manejado correctamente da lugar a un factor de contaminación e impactos; por ello en base a esta necesidad de tener el control de los residuos orgánicos se vio por conveniente darle un valor agregado y a través del manejo para ser utilizados adecuadamente, de igual forma estas mismas ser analizados en NPK y tener un resultado, que podría ser utilizado en forestaciones y reforestaciones de la zona.

En la Comunidad de Corire, distrito Ichuña, Provincia de Sánchez Cerro y de Moquegua, donde existe un proyecto de Exploración que es JV de Minera Gold Field y Buenaventura llamado Canteras del Hallazgo SAC; Teniendo una altitud promedio de 4700 msnm, en la que actualmente se genera residuos orgánicos de 150 a 200 kg diarios por comunidad, y 100 kg entre residuos domésticos no degradables, metálicos, e inflamables.

En base a la situación actual generada de residuo orgánico se vio por conveniente realizar el manejo para obtener el compost con características de abono natural.

Así mismo en la actualidad se está dando importancia a este manejo ya que no solamente contribuimos a dar una solución a un desecho si no que a la vez trabajamos responsablemente ante el desarrollo sustentable, sin embargo no se ha realizado investigaciones certeras que determinen parámetros adecuados para su industrialización como concentrado, mediante la utilización de materiales prestados (estiércol de alpaca en 5%). Para ello nos planteamos una serie de interrogantes como veremos en el transcurso del tema:

1.1 Formulación del Problema

Problema Principal

Obtención de compost a partir de residuos orgánicos en menos de 90 días a una altura de más de 4000 msnm con la utilización de la geomembrana y su influencia en la calidad del producto.

Problemas Secundarios

- 1 ¿La adición de estiércol de alpaca en el proceso de compostaje con la impermeabilización de geomembrana influirá para la aceleración del proceso de descomposición de la materia orgánica y en la calidad?
- 2 ¿La técnica y diseño utilizado en el proceso de compostaje será factible y/o adecuado para acelerar la descomposición?
- 3 ¿Se obtendrá el compost realizado con geomembrana en el mismo tiempo que la realizada sin geomembrana comparando con otras experiencias de compost en diferentes empresas que lo realizan?
- 4 ¿La calidad obtenida de NPK del compostaje final será nutritivo y para el resultado hará influenciado la geomembrana?
- 5 ¿Cuán rentable es preparar el composta partir de residuos orgánicos generados por un proyecto minero, o mejor alternativa será utilizar abonos químicos o derivar los residuos orgánicos a través de un EPS autorizado?
- 6 Beneficios en el proceso de forestación a más de 4600 m.s.n.m.

1.2 Justificación e importancia de la investigación

El presente trabajo de investigación es justificado debido que los proyectos mineros a nivel nacional son huéspedes en una comunidad por lo que no es correcto depositar o enterrar los desechos producto de la empresa y la actividad en lugares donde no se preste las condiciones ambientales correctas.

Asimismo la técnica nos ayudará a minimizar los residuos orgánicos sirviéndonos después del proceso como un abono natural y creando un impacto social sustentable para el desarrollo de la población. Asimismo como parte del desarrollo sustentable el Proyecto Minero realizó plantaciones o forestación de árboles de altura para mejorar el clima y más factores, ayudando a sustentar y a crecer con compostaje resultado de la actividad en la zona.

El mantenimiento y el seguimiento de los arboles crean una necesidad de abonar, pero proveerles de abonos químicos, sería afectar más sus tierras, por la dependencia que generaría a la tierra, por lo que se creó que la alternativa más apropiada es el abono natural que el compostaje y que a la vez la comunidad es partícipe del proceso y producto final; razón por la cual el presente estudio de investigación se centra en la contribución de dar un manejo adecuado a este tipo de residuo , ya que los resultado obtenido

serán una alternativa de abonización e industrialización de abono, creando nuevos hábitos de conservación del medio ambiente y a la vez industrialización casera de parte de los ganaderos y agricultores de esta zona.

El compostaje en la actualidad está siendo una alternativa de solución para la mitigación de la contaminación y hasta una alternativa económica a través del reciclaje orgánico que a la vez está siendo repotenciado por la biotecnología y estudiado por muchos.

Las estadísticas informan que existen en la actualidad grandes volúmenes de residuos orgánicos que son manipulados a nivel técnico por municipalidades a nivel de Perú, pero siendo aún este proceso desconocido por un porcentaje Mayor en el Perú.

La devolución de la materia orgánica a la tierra agrícola, es para el mantenimiento de la fertilidad del suelo. La teoría de Leibig sobre la nutrición mineral, reduce la alimentación de las plantas a nitrógeno, fosforo y potasio, ignorando la importancia de los oligoelementos y los microorganismos del suelo, esto permitió el desarrollo de la industria de fertilizantes químicos y el abandono progresivo de los abonos orgánicos.

El desarrollo de la edafología ha confirmado que no solo de nitrógeno, fosforo y potasio viven las plantas, sino que en su crecimiento intervienen otros elementos químicos, hormonas, vitaminas, etc. La tierra fértil, en lugar de ser un mero soporte físico inerte, es un complejo laboratorio en el que tienen lugar procesos vivos.

Los suelos fértiles constan de cuatro componentes: materia mineral, materia orgánica (con abundancia de seres vivos), aire y agua, todos íntimamente ligados entre sí que originan un medio ideal para el crecimiento de las plantas. De estos componentes, tanto en peso como volumen y mejora las propiedades físicas y químicas del suelo favoreciendo el desarrollo de los cultivos.

El presente estudio se justifica desde el punto de vista práctico porque ayudará a resolver los problemas que tienen los proyectos mineros en etapa de estudio de Día (Declaración de Impacto Ambiental) y para los pobladores urbanos, como agricultores en cuatro aspectos fundamentales: ambiental, económico, social y técnico.

Desde el punto de vista ambiental, el objetivo es mitigar los problemas de contaminación que provocan los residuos sólidos y la responsabilidad que debe asumir la compañía Mineras y proyectos Mineros a través de las constantes capacitaciones y sensibilización que deben efectuarse para

lograr el involucramiento de todos los trabajadores en la preservación del medio ambiente.

El tratamiento de residuos sólidos, requiere el asesoramiento técnico de un personal calificado que garantice un óptimo funcionamiento con supervisión, no siendo necesaria su permanencia estable; que asegure se esté desarrollando un trabajo apropiado.

El mundo quiere vivir en un medio ambiente saludable, sano, por ello el mercado internacional y nacional exige productos exportables obtenidos orgánicamente dejando rentabilidad a los productores, sus familias y a través de ello generando puestos de trabajo a nivel de trabajos ambientales y el agro en el distrito de Ichuña que como la mayoría de las municipalidades no tienen aún un manejo responsable de los residuos generados por la población, de esta manera realizando un buen manejo elevarían la calidad de vida salud, ambiental y económica.

1.3 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Evaluar la Influencia de la geomembrana y diseño de los módulos para el proceso y obtención del Compost a partir de los Residuos Urbanos domésticos degradables.

Objetivos Específicos

1. Determinar las características del compost obtenido a partir de residuos Domésticos urbanos degradables cocidos y no cocidos con la impermeabilización de la geomembrana.
2. Determinar las características del compost obtenido a partir de residuos domésticos urbanos degradables en 3 diferentes comunidades con la misma técnica y diferencia de niveles de altura a nivel del mar.
3. Determinar las diferencias del compost obtenido en las comunidades estudiadas a nivel de NPK con comparación de los suelos naturales de las diferentes comunidades estudiadas.

1.4 Hipótesis

Hipótesis Principal

Existirán diferencias significativas entre las características y el tiempo obtenido del compost a partir de residuos domésticos orgánicos en las diferentes comunidades con diferencia de alturas con la misma técnica de diseño de módulos en el Proyecto e impermeabilizado con geomembrana.

Hipótesis Secundaria

1. Las características del compost obtenido a partir de residuos sólidos domésticos Urbanos degradables (cocidos más no cocidos) difiere significativamente en calidad de NPK en el Proyecto Canteras del Hallazgo.
2. Las características del compost obtenido a partir de residuos sólidos domésticos Urbanos degradables (cocidos más no cocidos) difieren significativamente el tiempo de obtención de compostaje en el Proyecto Canteras del Hallazgo.
3. Existen diferencias significativas de la calidad de tierra de las zonas en estudio para utilizar el compostaje en la forestación que se hizo en las comunidades.

1.5 Variables

Variable dependiente.

El compost. Es el factor observado y medio producto de los cambios de la variable geomembrana.

Variable Independiente.

La geomembrana es el factor que ha condicionado en forma determinante en la variable del Compost y los niveles de la zona a nivel de msnm.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Sustento teórico

2.1.1 La Materia Orgánica

La materia orgánica de los suelos es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte. En general, la materia orgánica se clasifica en compuestos húmicos y no húmicos. En los segundos persiste todavía la composición química e incluso la estructura física de los tejidos animales o vegetales originales. Los organismos del suelo descomponen este tipo de sustancias orgánicas dejando solamente residuos difícilmente atacables, como algunos aceites, grasas, ceras y ligninas procedentes de las plantas superiores de origen. El resto son transformados por parte de los microorganismos, reteniendo una parte como componentes propios (polisacáridos, por ejemplo). El producto de tal transformación es una mezcla compleja de sustancias coloidales y amorfas de color negro o marrón oscuro denominado genéricamente humus [Brady, 1984]. [7]

El humus constituye aproximadamente entre el 65 y el 75 % de la materia orgánica de los suelos minerales. Los suelos minerales son los de un contenido de materia orgánica menor del 20 %, ocupando el 95 % de la superficie terrestre mundial. Los suelos con un mayor contenido en materia orgánica se denominan suelos orgánicos. El contenido medio aproximado de materia orgánica en los suelos de labor oscila entre el 1 y el 6 %.

La consecuencia radiométrica de mayor interés debido al contenido en materia orgánica es la pérdida de reflectancia del suelo en el espectro visible, que se manifiesta en un oscurecimiento característico de este tipo de suelos. Así, por ejemplo, los suelos desarrollados en condiciones de pradera semiárida suelen presentar altos contenido en materia orgánica, razón por la cual ofrecen una pigmentación muy oscura. En regiones templadas y húmedas la pigmentación es menos acusada y muy poco aparente en los suelos de las regiones tropicales y subtropicales [Brady, 1984]. [7]Asimismo la materia orgánica del suelo, está constituida por todo tipo de residuos orgánicos, vegetales o animales que es incorporado al suelo. [Brady, 1984]. [7]

La materia orgánica es esencial para la fertilidad y la buena producción agropecuaria. Los suelos sin materia orgánica son suelos pobres y de características físicas inadecuadas para el crecimiento de la plantas.

Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo y en la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en materia adecuada para el crecimiento de las plantas y que se conoce como humus. El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, o sea es materia orgánica no totalmente descompuesta.

2.1.2 Propiedades de la Materia Orgánica

Propiedades físicas.

- Confiere al suelo un determinado color oscuro
- Estructura. Influye tanto en la formación como en la estabilización de los agregados. Las sustancias húmicas tienen un poder aglomerante, se unen a la fracción mineral y dan buenos flóculos en el suelo originando una estructura grumosa estable, de elevada porosidad, lo que implica que la permeabilidad del suelo sea mayor.
- Tiene una gran capacidad de retención de agua lo que facilita el asentamiento de la vegetación, dificultando la acción de los agentes erosivos
- La temperatura del suelo es mayor debido a que los colores oscuros absorben más radiaciones que los claros.

- Protege al suelo de la erosión. Los restos vegetales y animales depositados sobre la superficie del suelo lo protegen de la erosión hídrica y eólica. Por otra parte, como ya hemos mencionado, el humus tiene un poder aglomerante y da agregados que protegen a sus partículas elementales de la erosión.
- Protege al suelo de la contaminación. La materia orgánica adsorbe plaguicidas y otros contaminantes y evita que estos percolen hacia los acuíferos.
- Aumenta el rango de humedad en el que el suelo se comporta como friable (consistencia ideal para realizar el laboreo), debido a su capacidad de absorber agua y no manifestar plasticidad.
- Disminuye la densidad aparente del suelo ya que posee menor densidad (1.1 - 1.5 grs/cm³) que la fase inorgánica (2.65 grs/cm³) y además genera porosidad en el suelo.

Propiedades químicas y fisicoquímicas.

- Las sustancias húmicas tienen propiedades coloidales, debido a su tamaño y carga (retienen agua, hinchan, contraen, fijan soluciones en superficie, dispersan y flocculan).
- La materia orgánica es por tanto una fase que reacciona con la solución del suelo y con las raíces.
- Capacidad de cambio. La materia orgánica fija iones de la solución del suelo, los cuales quedan débilmente retenidos, están en posición

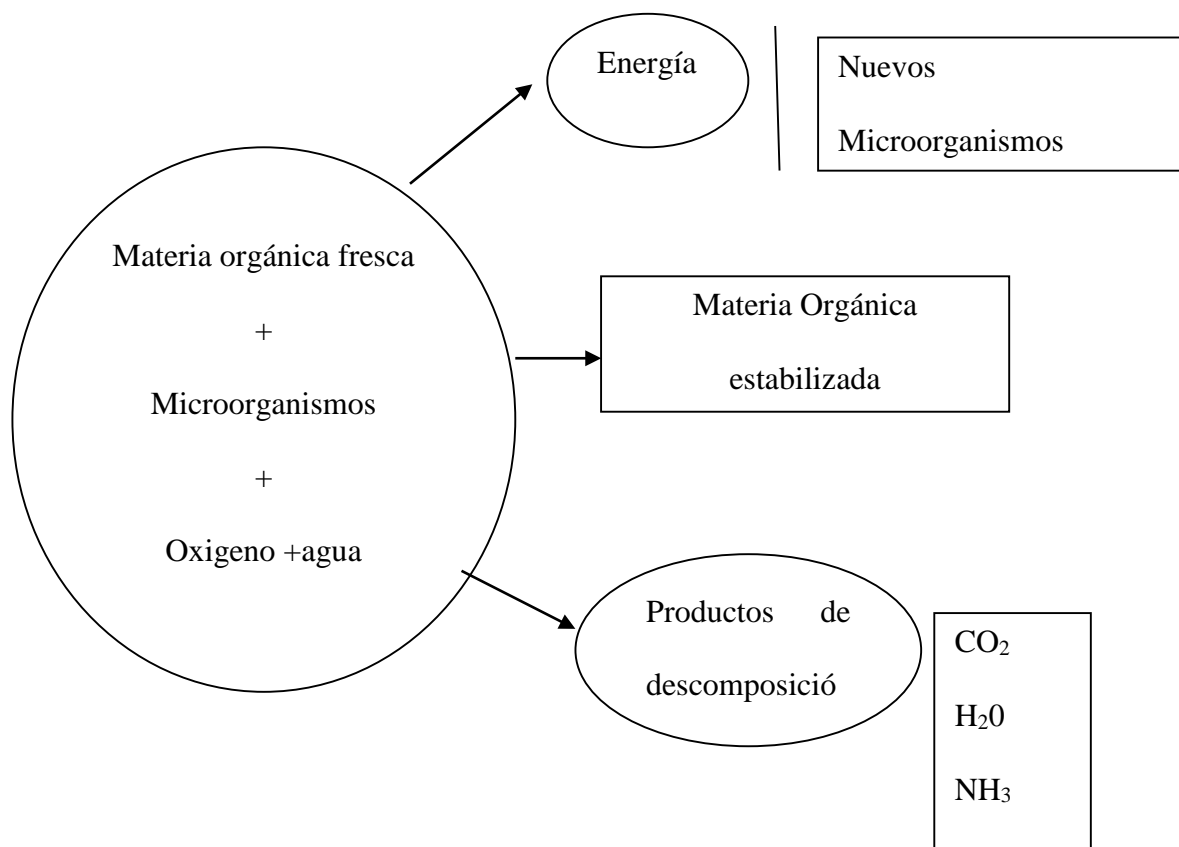
de cambio, evitando por tanto que se produzcan pérdidas de nutrientes en el suelo.

- La capacidad de cambio es de 3 a 5 veces superior a la de las arcillas, es por tanto una buena reserva de nutrientes.
- Influye en el pH. Produce compuestos orgánicos que tienden a acidificar el suelo.
- Influye en el estado de dispersión/floculación del suelo
- Es un agente de alteración por su carácter ácido. Descompone los minerales.[Labrador Moreno, Juana. 2002][16]

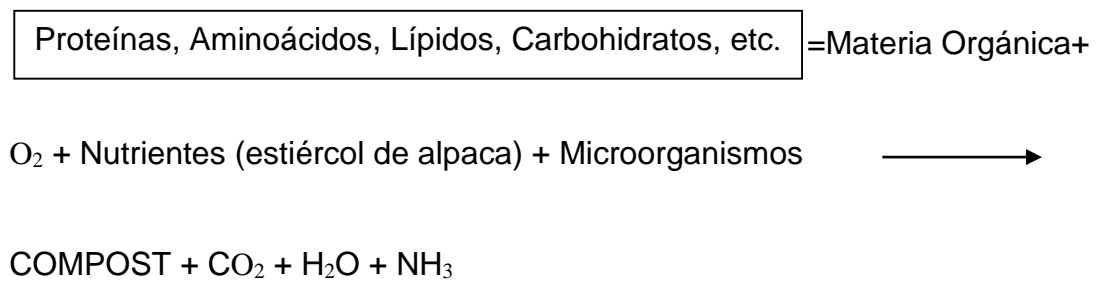
Proceso de Formación del Compost

La velocidad de formación del compost depende de factores físicos y químicos. La temperatura es uno de los parámetros claves, así como algunas características físicas de los ingredientes del compost como el tamaño de las partículas y el contenido de humedad. Otras consideraciones físicas incluyen el tamaño y la forma del sistema que afectan la aireación y la tendencia a retener o disipar el calor.

Proceso de Formación del Compost



Siendo expresado químicamente como:



Para llevar a cabo el proceso de compostaje existen variadas técnicas las que se ajustan a diferentes necesidades; la elección de una técnica u otra depende, entre otras cosas, de la cantidad y tipo de material a procesar, inversión, disponibilidad de terreno, complejidad operacional y del producto final que se quiere obtener. [Carnes, R. y Lossin, R. 1970]. [8]

Análisis Químico

Estos valores son típicos, y pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el compost. Por otra parte, al tratarse de un producto natural no tiene una composición química constante.

Los valores típicos pueden variar en función del material empleado para hacer el compost; la distribución de sus componentes se da a continuación:

- Materia orgánica 65 - 70 %
- Humedad 40 – 45 %
- Nitrógeno, como N_2 1.5 - 2 %
- Fósforo como P_2O_5 2 - 2.5 %
- Potasio como K_2O 1 - 1.5 %
- Relación C/N 10 - 11
- Ácidos húmicos 2.5 - 3 %
- pH 6.8 - 7.2
- Carbono orgánico 14 - 30 %
- Calcio 2 - 8 %
- Magnesio 1 - 2.5 %
- Sodio 0.02 %
- Cobre 0.05 %
- Hierro 0.02 %
- Manganeso 0.06 %

El compostaje y sus fundamentos deben conocerse, entenderse y respetarse para aprovechar al máximo sus posibilidades (Nogales, R.; Gallardo-Lara, F. y Delgado, M. 1982). [4]

Propiedades biológicas

Aporte de nutrientes a los microorganismos y fuente de energía.



Fotografía1. Materia orgánica

Fotografía 2 Formación del humus

Fuente: Ramalto, S L Y Nelson L.B 1968 [27]

2.1.3 Constitución y Origen de la materia orgánica Edáfica

Los MO representa un conjunto complejo de sustancias constituidas por restos vegetales y organismos que están sometidos a un constante proceso de transformación y síntesis. Por lo tanto, el MO no puede considerarse estable, ni cualitativa ni cuantitativamente, tanto a corto como a largo plazo.

Normalmente se presenta en cantidades muy inferiores a la fracción mineral de a 3%, no obstante su papel es tan importante o más para la evolución y propiedades de los suelos.

El concepto de MO del suelo se refiere a la fase muerta, pero en la práctica se incluyen también a los microorganismos vivos dada la imposibilidad de separarlos del resto de material orgánico transformado.

Los restos vegetales que caen al suelo y las raíces muertas, sufren primero transformaciones físicas y químicas y luego, descomposición biológica:

a).-Transformación química inicial; es una alteración que sufren los restos vegetales antes de caer al suelo. Las hojas son atacadas por los microorganismos, en la misma planta, y se producen importantes transformaciones en su composición y estructura. Consiste en pérdida de sustancias orgánicas y elementos minerales como P, N, K, Na.

b).- Acumulación y destrucción mecánica; La hojarasca, ramas, tallos, etc., se acumulan sobre el suelo y se van destruyendo mecánicamente, fundamentalmente por la acción de los animales que reducen su tamaño, lo mezclan con la fracción mineral y lo preparan para la posterior etapa.

c).- Alteración química. En esta etapa se produce una intensa transformación de los materiales orgánicos y su mezcla e infiltración en el suelo. Los restos orgánicos en el suelo pierden rápidamente su estructura celular y se alteran a un material amorfo que va adquiriendo un color cada

vez más negro, con una constitución y composición absolutamente distintas de los originales. Poco a poco los restos transformados se van desintegrando, difuminándose en el suelo y finalmente se integran totalmente con la fracción mineral.

La acción de los microorganismos edáficos es decisiva para el desarrollo de estos procesos de transformación, éstos transforman los residuos orgánicos por polimerización a sustancias amorfas, de color oscuro y de alto peso molecular, el humus propiamente dicho (materia orgánica transformada y alterada, con carga negativa y de carácter ácido. Constituye un conjunto muy complejo de compuestos orgánicos coloidales de color oscuro, y de elevado peso molecular (10000 – 50000), sometidos a un constante proceso de transformación).

Los microorganismos necesitan del carbono como fuente de energía (oxidando el C y lo devuelven a la atmósfera como CO_2) y el nitrógeno para incorporarlo a su protoplasma y a ambos los toma de los restos vegetales.

En estas transformaciones se desprenden moléculas inorgánicas (NH_4 , NH_3 , CO_2 , H_2O , etc.), restituyendo así minerales al suelo. El proceso de formación de humus se denomina humificación, mientras que la mineralización se refiere a la liberación de sustancias inorgánicas. Todos los nutrientes son absorbidos por las plantas en forma inorgánica, de aquí la importancia del proceso de mineralización.

Dependiendo de las características del suelo y de la naturaleza de los restos vegetales aportados (relación C/N de éstos) dominará la humificación o la mineralización aunque siempre se dan los dos procesos con mayor o menor intensidad.

La humificación (proceso enormemente complejo) es responsable de la acumulación del MO en el suelo mientras que la mineralización conduce a su destrucción.

El fin inexorable de todos los compuestos orgánicos del suelo es su mineralización, por tanto su destrucción. Pero muchos compuestos son lo suficientemente estables como para permanecer en cantidades suficientes en los suelos (su descomposición se compensa con los aportes). Los compuestos húmicos pueden tener una vida media de cientos a miles de años (dataciones con C).

Los restos orgánicos se transforman muy rápidamente comparados con la fracción mineral, por ello la velocidad de formación del horizonte A es mayor que la de los horizontes subsuperficiales. La velocidad de descomposición depende del tipo de resto vegetal aportado y de las condiciones del medio edáfico (pH, H⁰, T⁰, disponibilidad de nitrógeno, oxigenación, etc.).

2.1.4 Los Abonos

Actualmente existe una tendencia en agricultura a aumentar la variedad de abono con el objetivo de aumentar la productividad y la calidad.

Esta tendencia conduce, en muchos casos, a un uso poco eficiente de los recursos naturales, entre ellos del agua y de los nutrientes, y al aumento del valor energético de las actividades productivas. Entre los abonos tenemos:

Abono orgánicos

Estiércoles (guano, gallinaza, palomina) compost, turba, extractos húmicos y otros [Enrique Salazar Sosa, 2003][12]



Fotografía 3. Abono orgánico

Fuente: Enrique Salazar Sosa, 2003 [12]

Fertilizantes Químicos

Fertilizantes Químicos (Fertilizantes minerales convencionales, fertilizantes minerales, fertilizantes de lenta liberación, abonos foliares, correctores de carencias)



Fotografía 4. Abonos fertilizantes

Fuente: Enrique Salazar Sosa, 2003 [12]

Bioestimulantes

Aminoácidos, extractos de algas

Enmiendas Minerales

Azufre para bajar el pH del suelo, calcio para subir el pH del suelo, corrector de salinidad.

2.2 Calidad de Compost

2.2.1 El compost

El compost es un abono orgánico que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen vegetal y animal que han sido descompuestos bajo condiciones controladas [Guerrero 1993] [14]

Este abono orgánico proviene de un proceso biológico aerobio (resultado de la humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo), mediante el cual los microorganismos actúan sobre excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener “compost”, que es un abono que mejora la estructura del suelo y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

El compostaje se puede definir como un proceso biológico que transforma la materia orgánica en humus (abono orgánico, debido a la actividad de los microorganismos que se desarrollan espontáneamente). Los principales organismos implicados en la transformación biológica aeróbica de los residuos orgánicos son las bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos.

Este proceso permite obtener un producto rico en materiales humificables, sales minerales y microorganismos beneficiosos para mejorar la estructura de los suelos y vida de las plantas

El compostaje es esencialmente un proceso microbiológico que depende, altamente, de las fluctuaciones de la temperatura en la pila. La temperatura dentro de la masa de compostaje determina la velocidad a la que muchos de los procesos biológicos toman lugar y juegan un rol selectivo en la evolución y sucesión de las comunidades microbianas [Guerrero 1993] [14]

En el proceso de compostaje se distinguen dos fases. Una primera fase o “fase activa”, dada principalmente por el desarrollo de reacciones de degradación, la materia orgánica disuelta es utilizada como fuente de carbono y energía por los microorganismos para su metabolismo, está caracterizada por una intensa actividad microbiana y altas temperaturas, lo que conlleva una rápida descomposición de la materia orgánica y asegura la estabilidad del material. La segunda fase o “fase de maduración”, comienza cuando el suministro de materia orgánica fácilmente disponible es limitante, esta fase se caracteriza por un lento proceso de mineralización y humificación [Guerrero 1993] [14]

La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite tratar la materia orgánica de manera racional, económica y segura, de diferentes residuos orgánicos, aprovechándolos en agricultura y jardines. Entre las ventajas del compost tenemos:

- Mejora la estructura del suelo al favorecer la estabilización de los agregados, modificando el espacio poroso que favorece el movimiento del agua y del aire, así como también la penetración de las raíces.
- Incrementar la retención de la humedad del suelo a casi el doble, contribuyendo de esta manera a que las plantas toleren y resista mejor las sequías.
- Incrementar la capacidad de retención de nutrientes en el suelo liberando progresivamente el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, boro, hierro y otros elementos que son necesarios para el crecimiento de las plantas.
- Incrementa y favorece el desarrollo y la actividad de los organismos del suelo, los cuales participan en una serie de procesos que le dan salud y favorecen el crecimiento adecuado de las plantas.
- Aumentan la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades a las cuales están expuestas continuamente.
- Se mejoran los rendimientos de las cosechas, lo que a la vez mejora la calidad de los productos provenientes de ellas.
- Retención de humedad a través de incremento del compost alrededor de las plantas mejora la ventilación y fertilidad del suelo, y las protege contra las heladas

2.2.2 Fundamentos Básicos del Compostaje

En este proceso una fase sólida orgánica permite una actividad biológica eminentemente aeróbica ya que:

- Sirve de soporte físico y de matriz de intercambio de gases
- Facilita los nutrientes orgánicos e inorgánicos y el agua
- Contiene microorganismos endógenos
- Recoge los residuos metabólicos generados y actúa como aislante térmico.

Su aplicación tiene unos fundamentos sencillos, pero científicos y puede llegar a ser un arte. En cualquier caso, a pesar de su base biológica siempre es altamente interdisciplinar; pero sin desestimar sus señas de identidad, sus funciones y sus necesidades. El fracaso de la mayoría de instalaciones de compostaje puede venir de tomar decisiones inadecuadas principalmente desde el punto microbiológico. Que funcione bien, que no haya problemas de malos olores depende fundamentalmente de la acción de los microorganismos y como el diseño y la gestión de planta favorece esta acción. Es un proceso productivo como cualquier otro.

Las limitaciones de su aplicación pueden dividirse en extrínsecas e intrínsecas: en el primer grupo incluiríamos las de tipo político, social, económico y tecnológico; integrarían el segundo grupo las limitaciones del propio proceso (pH, temperatura, equilibrio aire/agua, de nutrientes y de biopolímeros) y de

los materiales susceptibles de ser compostados (características físicas, contenido en agua, materia orgánica, nitrógeno y contaminantes). [Guerrero, 1993] [14]

El agua es esencial para favorecer la migración y colonización microbiana apropiada para cada fase del proceso, así como para la difusión de los residuos metabólicos. Los contenidos aconsejables varían según los materiales a tratar y sus características físicas, para poder mantener un buen equilibrio con el contenido en aire.

El metabolismo dominante es el aeróbico el aporte de oxígeno tiene una gran importancia; puede ser suministrado por difusión pasiva o por la convección favorecida por las diferentes temperaturas inducidas por la actividad microbiana. Ya que esta consume oxígeno, este debe reponerse. Volteando el material se consigue en parte; pero para asegurar una buena aireación es necesario forzar la entrada de aire en la matriz o asegurar unas adecuadas características físicas de la misma.

Aunque se consiga una mezcla inicial autoaireante o se disponga de un sistema de aireación forzada, el volteo no debe eliminarse ya que tiene otros efectos beneficiosos como: reducir el tamaño de las partículas, homogeneizar el material y redistribuir los microorganismos, la humedad y los nutrientes; a la vez que expone nuevas superficies al ataque microbiano.

Los residuos orgánicos, prácticamente en todos los casos, están colonizados por diversos microorganismos indígenas que al disponer de las condiciones adecuadas se reproducen, favorecen la aparición de una sucesiva diversidad microbiana (mesófila y termófila) con multiplicidad de funciones y actividades sinérgicas. El incremento de la actividad biológica, genera calor que, al considerarse los residuos una masa auto aislante, es retenido provocando un incremento de temperatura.

La fase Termofílica ha de optimizarse para maximizar la higienización que ha de alcanzar tres objetivos: prevenir el crecimiento y diseminación de patógenos durante el compostaje, destruir los inicialmente presentes y producir un producto final no colonizable por patógenos. [Álvarez de la Puente, JM. 2006] [2]

A su vez, debe evitarse la autolimitación microbiana por generación de calor y elevación excesiva de la temperatura. Debido a este problema la aireación tiene otra función además de aportar oxígeno: disipar energía calorífica a través del calor latente de vaporización del agua. Se necesita más volumen de aire para mantener la temperatura dentro de los niveles aconsejables que para mantener el nivel de oxígeno necesario para un proceso aeróbico.

El equilibrio de nutrientes y biopolímeros en la mezcla inicial debe cuidarse para ajustar la nutrición de los microorganismos y dar las condiciones físicas

y físico químicas necesarias de la matriz Tener en cuenta todos los aspectos sintetizados es importante para la eficiencia del proceso y evitar las consecuencias desagradables de un tratamiento mal gestionado (malos olores, pérdidas de nitrógeno, producción de lixiviados.).

Siempre son necesarios buenos y adecuados diseños de sistemas de compostaje para una situación concreta, acompañados de buenas estrategias de control. Como en cualquier proceso productivo el control es necesario al principio, durante y al final del proceso. También como en cualquier proceso productivo este debe ir claramente dirigido a la obtención de un producto; en este caso el producto es el compost: : materia orgánica procedente de la fracción orgánica de residuos sólidos municipales, que ha sido estabilizada hasta transformarse en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, que está libre de patógenos y de semillas de malas hierbas, que no atrae insectos o vectores, que puede ser manejada y almacenada sin ocasionar molestias y que es beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas.

Este tipo de producto puede conseguirse por la aplicación de un tratamiento respetuoso con el medio ambiente, acorde con una gestión racional de residuos municipales procedentes de una recogida selectiva correcta. Deberá cumplir unas exigencias de calidad (física, química y biológica)

que podrán ser distintas según la aplicación, siempre que cumplan unos mínimos. [Organización Panamericana de la Salud 1995]. [25]

Definido el producto que se pretende obtener es necesario también conocer su mercado potencial y los materiales con que ha de competir. En el caso concreto de Catalunya hay que tener presente, como mínimo, la competencia de los residuos ganaderos y los lodos procedentes de la depuración de aguas residuales urbanas; así como la idoneidad de los distintos materiales para las posibles aplicaciones según tipo de suelo y uso que se la asigna, de cultivo y de situación Pretender aplicar el compostaje, sean cuales sean los residuos a tratar, para obtener un producto de utilidad para la agricultura; empeñarse en que se deben reciclar todos los residuos orgánicos a través del suelo, puede llevar la gestión de los residuos al caos total por diversas razones:

- Sobrepasar la capacidad de nuestros suelos para reciclar materia orgánica y nutrientes
- Llegar a plantear una “guerra” de residuos y de intereses
- Dispersar unos contaminantes en el ambiente a base de la aparición de legislaciones, permisivas y fáciles de escamotear
- Invertir mucho esfuerzo y dinero en instalar grandes plantas de tratamiento que no podrán solucionar el problema; y, como la experiencia ha mostrado en otras ocasiones, conseguir únicamente

encarecer y complicar el tratamiento de los residuos o bien conducirnos a la “necesidad” de utilizar una tecnología que la mayoría de la población no desea.

Es necesario, conservando el espíritu de la Ley de Residuos y acercándose al cumplimiento de la propuesta de la nueva Directiva de vertederos no hacer un mal uso del proceso de compostaje. Se debe ser realista y afrontar el problema de la gestión de los residuos de una manera global, no fragmentada; con realismo más que posibilismo; con visión de futuro más que como “una solución de choque”.

Para poder proyectar un plan de gestión debe disponerse de una información completa sobre los residuos a gestionar y las tecnologías disponibles, obviando intereses ajenos a la problemática y planteando aquellas soluciones técnicas (más que políticas) adecuadas que generaran, a largo plazo, ventajas sociales y ambientales (seguramente también económicas), aunque en un futuro inmediato pueda ser duro y difícil implantarlas.

2.2.3 El proceso de Compostaje

En el proceso de compostaje se distinguen dos fases. Una primera fase o “fase activa”, dada principalmente por el desarrollo de reacciones de degradación, la materia orgánica disuelta es utilizada como fuente de carbono y energía por los microorganismos para su metabolismo, está

caracterizada por una intensa actividad microbiana y altas temperaturas, lo que conlleva una rápida descomposición de la materia orgánica y asegura la estabilidad del material. La segunda fase o “fase de maduración”, comienza cuando el suministro de materia orgánica fácilmente disponible es limitante, esta fase se caracteriza por un lento proceso de mineralización y humificación [Álvarez de la Puente, JM. 2006][2]

Asimismo el compostaje, la materia orgánica es descompuesta, con la ayuda del aire y los microorganismos (bacteria y hongos), el dióxido de carbono y agua la materia orgánica se degrada de forma incompleta, quedando un residuo sólido llamado compost.

El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio, que ocurre en presencia de oxígeno, que se provee por volteos o por una correcta construcción de la pila, que permita el aire difundirse hasta el centro; este proceso combina fases, filas (15°C a 45°C) y termo filas (45°C a 70°C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable.

Cuando una pila tiene suficiente oxígeno, el proceso se transforma en anaerobio y se producen olores ofensivos.

La muerte por asfixia de los microorganismos detiene el proceso e inicia la putrefacción de los residuos.

Los microorganismos agotaran la mayoría de los residuos fácilmente descomponible, las temperaturas bajan y el compost toma textura granulosa y oscura.

El proceso de compostaje permite reciclar residuos orgánicos de cualquier origen y para asegurar la calidad de compost resultante, debe controlarse el contenido de nutrientes y materias orgánicas, así como la presencia de sustancias indeseables, en el material de partida.

Si diferentes tipos de residuos van a ser compostados juntos, deben mezclarse completamente para equilibrar la relación de nitrógeno y carbón, distribuir homogéneamente la humedad a lo largo de la pila y también asegurar una distribución pareja del oxígeno. Si están siendo compostados dos materiales con contenidos altos en nitrógeno, el mezclado es particularmente crítico.

La degradación de la materia orgánica ocurre de forma natural bajo condiciones favorables de temperatura, humedad y ventilación pueden aparecer problemas de olor a menos que se mantenga las condiciones aerobias.

La mayoría de los organismos patógenos y semillas se destruyen durante el proceso de compostaje, pero partes enfermas de plantas, atacadas por plagas, hierbas con raíces fuertes o semillas maduras no deberían ser

compostadas. Se deben evitar en lo posible las plantas tratadas con herbicidas o pesticidas, siempre y cuando se mezclen debidamente y se permita la descomposición completa.

La diferencia fundamental entre el compostaje y la descomposición en la naturaleza, es la intervención del hombre que intenta administrar este proceso natural para propio beneficio.

Los cambios que se producen en los residuos hasta su transformación en compost al inicio se distinguen bien los colores entre los restos frescos, pero paulatinamente vuelven de un color más oscuro. Los aromas de verduras y frutas cambian rápidamente, de acuerdo con la intensidad de la actividad biológica. Si falta aireación se desprende amoníaco. El olor a tierra de bosque nos indica el producto final. [Mustin, M. 1987][23]

2.2.4 Periodo del Proceso del Compostaje

En todo proceso de compostaje se puede diferenciar las fases del compostaje, el cual se dividen en cuatro periodos, atendiendo a la evolución de la temperatura. [Kimotishi Sakural, 2000][18]

a).- Mesofílica

La masa vegetal está a temperatura ambiente y los micro organismos mesofilos se multiplican rápidamente como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hace bajar el pH.

b).- Termofílica

Cuando se alcanza la temperatura de 40°C los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60°C reaparecen los hongos termofilos que invaden y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesofilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

c).- Maduración

Es un periodo que requiere de meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de humus.

d). Estabilización

La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce su esterilización y la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica compuesta da, de una parte, degradación o composición y, de otra, reajuste o síntesis de nuevos productos. El proceso lo llevan a cabo los microorganismos (bacterias y hongos), y la intervención del hombre se limita a proporcionar las condiciones idóneas para que el proceso se realice con la máxima rapidez y eficacia. Los factores que dificultan la vida y desarrollo de los microorganismos son causa de entorpecimiento del proceso. Los materiales para transformar en compost pueden ser variados: césped cortado, de cocina (degradables) y del huerto.

CUADRO 1. Residuos compostables y no compostables

COMPOSTABLES	NO COMPOSTABLES
Restos de frutas y verduras Pañales y compresas Huesos Aserrín Residuos de infusiones y café Cáscara de huevos, frutos secos Restos de carne y pescado Restos de plantas y Jardines	Artículos de piel Restos de cerámicas Restos de bricolaje Polvo de barrer Papel de aluminio Cenizas y colillas de tabaco Tetrabrics Plásticos Latas, chapas, metales. Tapones de corcho

Fuente: Propia

2.2.5 Principios del Compostaje

a). La Biología

La pila de compost es un conjunto microbiológico donde las bacterias comienzan el proceso de fermentar la materia orgánica. Los hongos y protozoos se unen a las bacterias y después los miriódodos, insectos y gusanos de tierra hacen su trabajo

.b) Los Materiales

Cualquier cosa que creció en su jardín es alimento potencial para estos minúsculos trabajadores. El carbón y nitrógeno de las células muertas abastecen su actividad.

Usan el carbono de los residuos como una fuente de energía, y el nitrógeno para formar las proteínas con que construir sus cuerpos.

c). La Superficie

Cuando mayor sea la superficie de los residuos en que pueden trabajar los microorganismos, más rápidamente se descomponen los materiales. Cortar los residuos de jardín con una pala o el machete, o triturarlos mediante una máquina para desmenuzar o segar acelerará su proceso de compostaje.

d) Volumen

Una pila grande de compost retiene el calor de su actividad microbiológica donde el centro será más cálido que los bordes. Con menos de 50 cm de

lado habrá problemas para mantener el calor mientras que más de 100 cm dificultan el pesado de aire para la vida de los microbios.

e) La Humedad y ventilación

El aire y el agua se requieren para que el compostaje tenga lugar, los microbios en la pila de compost funcionan mejor cuando los materiales a compostar están húmedos y les llega suficiente aire.

El sol, el viento y la lluvia no controlados pueden afectar adversamente la humedad equilibrada del proceso.

f) Tiempo y Temperatura

Cuando más caliente es la pila, más rápido es el compostaje. Si usa materiales con una mezcla apropiada, bien triturada y con un volumen suficientemente grande, y la humedad y la ventilación son adecuadas, tendrá una pila de compost rápida y caliente.

En el compostaje doméstico la velocidad no es importante, por lo que no debe preocuparle que su pila no se caliente, lo que ocurrirá si usa poca variedad de residuos.

2.2.6 Actividades Operativas en la producción de Compost

Aunque el principio básico de elaboración del compost es el mismo, operativamente el tipo de materiales utilizados así como la tecnología, cambian de acuerdo a las condiciones sociales, económicas y ambientales del proceso de compostación.

Los métodos de compostaje aeróbico y anaeróbico pueden realizarse bajo sistemas operativos diferentes así tenemos

- . **Sistemas de Compostaje artesanal** Son aquellos proyectos en los cuales la elaboración no cuenta con tecnología mejorada, herramienta mecánica o eléctrica en ninguno de las actividades del compostaje.

- . **Sistemas de compostaje semi industrial.** Son aquellos en los cuales el sistema de descomposición cuenta con algunos equipos mecánicos o eléctricos para una o varias actividades.

- . **Sistema de Compostaje industrial.** Son aquellos en los cuales el sistema de descomposición cuenta con algunos equipos mecánicos o eléctricos para una o varias actividades.

2.2.7. Importancia de la elaboración del compost

La elaboración del compost se ha convertido en un nexo entre los sistemas espaciales urbanos y rurales, pues el compostaje es una alternativa de tratamiento de desechos orgánicos y al mismo tiempo al mejoramiento de la calidad de los suelos.

Dentro de la problemática del manejo de los desechos sólidos la importancia se encuentra en que el compostaje permite:

- Disminuir los niveles de contaminación que producen los residuos orgánicos por el proceso natural de descomposición, utilizando de una manera ambientalmente segura los residuos orgánicos.
- Aumentar las posibilidades de producción de viveros y jardines en zonas urbanas o poblaciones en procesos de crecimiento que no cuentan con terrenos fértiles para ello.
- Aumentar el nivel de la oferta de abonos orgánicos existentes para poblaciones rurales.
- Crear una conciencia ambiental en la población en cuanto a los hábitos de separación de desechos en origen y la utilización que estos pueden tener.
- Aumenta la disponibilidad favorable de nitrógeno para las plantas.

- Disminuir la rapidez del flujo suplementario de sustancias nutritivas del suelo y por lo tanto mejorar la capacidad de crecimiento de las plantas.
- Contribuir mediante la utilización de abono orgánico, a la formación de humus permanente.
- Reducir los niveles de utilización de fertilizantes químicos
- El mejoramiento de suelos agrícolas o erosionados.

2.2.8 Método del Proceso del compostaje

Pueden ocurrir por dos métodos:

Método Natural. Los residuos orgánicos se colocan en pilas de forma variada, la aireación necesaria para el desarrollo del proceso de descomposición biológica se obtiene volteando periódicamente con la ayuda de un equipo apropiado. El tiempo para el proceso concluye y varía de tres o cuatro meses.

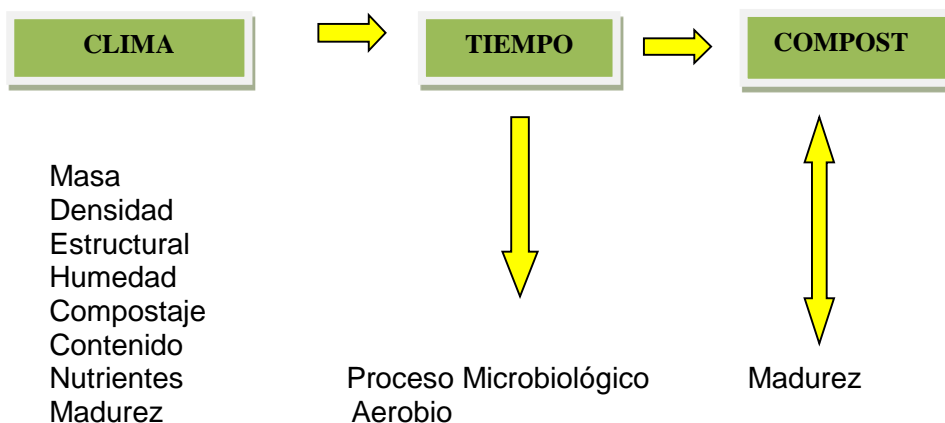
Método Acelerado. La aireación se produce a través de la tubería perforada la cual se colocan en las pilas de la materia orgánica o en reactores rotatorios, dentro de los cuales se colocan los residuos, en sentido contrario al de la corriente del aire.

Posteriormente se apilan como en el método natural. El tiempo de permanencia dentro del reactor es de unos 4 días y el tiempo del compostaje acelerada es de dos a tres meses. El grado de descomposición o degradación del material sometido al proceso de compostaje, es un indicador del estado de avance de la maduración del compostaje orgánico.

El aspecto del material color, olor y humedad da ciertas indicaciones, así el color final es oscuro, el olor es a suelos o tierra mojada y la humedad reduce. Al comienzo del proceso de descomposición del material actúan que producen la fermentación acida y el pH se vuelven más bajo lo cual es favorable para la retención de amoníaco. Al final del proceso, la humedad del compost para uso agrícola no debe pasar el 40%. [Gerald Kiely, 1996][13]

2.2.9. Reacción de los componentes del compost en la obtención del abono ecológico.

En la reacción del proceso de compostaje intervienen básicamente factores físicos (fig. 1) que da cuenta de los procesos de descompensación y factores físicos indiferentes. En primer lugar, es posible distinguir los factores físicos como clima, tiempo, materia prima y medidas de manejo.



Disponibilidad nutriente



FACTORES FISICOS

- Masa
- Densidad
- Humedad
- Homogeneidad
- NO₂, N

Regularización
del metabolismo
de aire y agua
(aditivo aireación
volteo) **N,**
NH₃

FACTORES QUIMICOS

- Vapores de agua
- Lixiviados o nutrientes

Carbono
(CO₂, CH₄)
LIQUIDOS

BIOLOGICOS. En solución

- Relaciones nutrientes C, Cl, N, P
- Disponibilidad de nutrientes
- Actividades biológica
- Contenido de oxígeno

Gráfico. 1. Diagrama del proceso de descomposición

Fuente: Propia

En tanto a los dos primeros es importante destacar que pertenece a variables externos y por lo tanto difícilmente de manejar pero controlable en base al diseño de las instalaciones (Producción de compost bajo techo).

En caso de la Materia Prima y las medidas de manejo, estos incluyen todas las variables relacionadas con las proporciones óptimas de nutrientes, como nitrógeno, contenido de oxígeno, aireación, cantidad de agua entre otras.

En segundo lugar se encuentran los factores resultados de emisiones, como: estructura, humedad, cantidad de nutrientes y grado de madurez.

En caso de las emisiones (gaseosas) corresponden a todos los gases que resultan del proceso de compostación propiamente dicho, es decir cantidades de carbono, nitrógeno, vapor de agua y otros.

La situación de los líquidos tienen que ver con la cantidad de lixiviados generados y con los nutrientes que se pierden en este líquido. La toxicidad se genera si mediante el proceso no se ha hecho una buena clasificación de los residuos y ello se manifestará a través del lixiviado, en el caso nuestro, toda la humedad se aprovecha para lograr la descomposición más rápida y secuestro de nutrientes a través de la geomembrana.

2.2.10 Inspección, control de la calidad de compost

La inspección y el control de calidad están basados en el manejo de las técnicas que se utiliza ya que ello repercutirá en la calidad de compost, y puede resumirse en 3 etapas que incluyen las siguientes operaciones.

Cuadro 2. Acondicionamiento, compostaje y elaboración del compost

ACONDICIONAMIENTO	COMPOSTAJE	ELABORACION
Recuperación de Materia Prima:	Picar	Limpiar
Pesado	Separar partes extrañas	Tamizar
Separado	Mezclar	Envasar
Descarga	Airear	Producto fina o terminado
Limpieza Manual	Humedecer	

Fuente: Propia

Las técnicas de compostaje varían de acuerdo a las condiciones de aireación, periodo de volteo y a calidad requerida en el producto final, todo sistema de compostaje necesita una serie de medidas de monitoreo para verificar constantemente las condiciones de temperatura y humedad.

La elección de cualquiera de las etapas va a depender de los objetivos planteados por el producto que se desea elaborar para las necesidades del mercado, va a depender de cantidad de material en el proceso y del tipo de substrato con que se pretende trabajar.

2.2.11 Alteraciones del abono sintético y abono orgánico

a).- Se tiene que tener las siguientes consideraciones para evitar la alteración en el abono sintético.

- Muestreo de suelos
- Aplicar enmiendas al suelo
- Razón de aplicación
- Tiempo de aplicación
- Modo de aplicación.

Si no se tiene en cuenta todo lo mencionado obviamente al producto que le estemos suministrando no va a dar buenos resultados.

b).- Abono orgánico y factores de alteración del compost

Debido a que el compostaje es un proceso de conversión microbiológica de materia prima orgánica (residuos orgánicos) uno tiene que tener especial cuidado en sus resultados a través de las condiciones externas e internas.

Para el crecimiento y desarrollo se hace indispensable que exista un manejo adecuado de los factores críticos que corresponden a: T°, pH, Aireación, Tiempo, Periodo de estabilidad, Granulometría.

Sin embargo se pueden producir defectos como:

- No se descompuso adecuadamente en el tiempo previsto
- Alteración de acidez debido a la deficiencia de clasificado
- Granulometría no adecuada para su destino final
- Alteración de Humedad, Sequedad, entre otros.

2.3 Las Geomembranas

Son láminas de plásticos con materiales impermeables y flexibles, aunque no son totalmente impermeables, en relación a un suelo o un textil que sí lo son: Como sabemos el elemento crítico del relleno doméstico en su recubrimiento. El uso de las Geomembranas en los lados de la parte inferior y superior proviene la interacción de las filtraciones e infiltraciones del relleno para con el terreno.

Las geomembranas son ideales para el control de las filtraciones e infiltraciones por su bajísima permeabilidad que le permite actuar como barrera al paso de los fluidos y gases peligrosos utilizados en la ingeniería ambiental, y a nivel de diferentes empresas industriales.

La geomembrana de polietileno de alta densidad, la cual es un polímero termoplástico obtenido por polimerización de etileno.

Sus propiedades dependen de su estructura. Los obtenidos a alta presión presentan una estructura ramificada (LDPE), mientras que los obtenidos a baja presión son lineales (HDPE). Las diferencias radican en las variaciones del grado de ramificación en el peso molecular y en la densidad. Los aditivos más empleados en el polietileno son antioxidantes y los absorbentes U.V; para evitar la degradación oxidativa y la foto defradación. Los materiales utilizados para la elaboración d estos son resinas vírgenes, está compuesto en 97.5% de polímero y 2.5 de negro de carbono y antioxidante.

Características

Baja Permeabilidad.-

Los sistemas de recubrimiento de HDPE son seguros ya que no los penetra la lixiviación; el gas metano no se puede fugar del sistema de sellado de HDHP; y la lluvia no puede infiltrarse en una cobertura de HDPE.

Resistencia de a los Rayos Ultravioleta (UV) la resistencia del HDPE a ser expuesta a los rayos UV se ve incrementada al añadir el carbón negro. Además, con la ausencia de plastificantes, la volatilización no es un problema.

Factor Reflectivo.-

Existe geomembranas de HDPE tanto en blanco como en negro. Una superficie blanca ayuda a mitigar las extremas temperaturas sobre el forro y ayuda en la inspección visual.

Las propiedades físicas de las geomembranas son:

Espesor

Se mide tanto en milímetros (mm) como en mil que equivale a 0.001 pulgadas, es decir $0.001 * 2.54$ cm.

Cuadro 3. Propiedades de Geomembrana de HDPE

Propiedades de geomembrana de HDPE								
Propiedades mecánicas	Método de ensayo	Unidad						Frecuencia
Espesor (promedio mínimo) Menor medición individual de 10 mediciones	D5199	mm	0.75 0.67	1.00 0.90	1.50 1.35	2.00 1.80	2.50 2.25	c / rollo
Propiedades Tensión / Deformación - Resistencia en Fluencia - Resistencia en Rotura - Elongación en fluencia - Elongación en Rotura (promedio mínimo)	D6693 (50 mm/ min) (50 mm/ min) (l =33mm) (l =50mm)	kN/m kN/m % %	12 21 113 700	16 28 13 700	24 42 13 700	32 56 13 700	40 70 13 700	c / 6000 Kg
Resistencia al Rasgado (prom. min)	D1004C	N	101	135	203	270	338	c / 12,000 Kg
Resistencia al Punzonamiento (prom. min)	D4833	N	258	257	536	714	893	c / 12,000 Kg

Fuente: Polilainer [36]

Gravedad específica

Se determina de acuerdo a la calidad de material de fabricación pero se estima que varía entre 0 – 9 a 1.5 gr./ m² para evitar así que las membranas floten en el agua.

2.4 Antecedentes

2.4.1 El Compost en el Perú

Esta práctica se inició en el Perú en 1940 en la estación experimental agrícola de la Universidad Nacional Agraria la Molina, a través de experimentos empíricos con residuos de rastrojo y heces de los vacunos.

Desde 1985 se está realizando una amplia promoción del proceso de elaboración del compost, en las comunidades campesinas de la zona andina, a cargo de algunas instituciones privadas (ONG) que ejecutan proyectos de desarrollo rural integral, tales como IDEAS, EDAC en Cajamarca, IDMA en Huánuco. Además es de mencionar la enseñanza de esta técnica en escuelas rurales de Ancash, Cajamarca, Ayacucho y Celendín que vienen desarrollando la asociación evangélica LUTERANA de ayuda para el desarrollo comunal (DÍACONIA) con buenos resultados.

Los resultados de este tratamiento son una reducción de masa y volumen la reducción del contenido de humedad y la estabilización de la materia orgánica, permitiendo su uso agrícola o en jardinería.

Se envasará una vez pasado los procesos para la obtención de compost en una bolsa de polietileno de las dimensiones de 20 cm. de ancho por 18 cm de largo para un 1kg. del producto final del compost.

Secuencia del Proceso de Residuos Sólidos



Fotografías 5. Instrumentos para el manejo de residuos sólidos.

Generación de RR SS

Fuente: Propia

2.4.2 Rendimiento

El rendimiento es el 40% del total de residuos de un 100% por la pérdida de Humedad de los alimentos.

El compostaje como método de tratamiento de lodos sanitarios en la producción de compost es factible y favorable porque se aprovecha un recurso que no se utiliza, se evita la disposición final de estos residuos por un alto contenido de humedad y contaminante, genera un costo elevado de transporte y contaminan los lugares de disposición final. El compost obtenido representa el 40% de materia prima empleada, además de bajos niveles de contaminantes patógenos y metales pesados.

La producción de compost a partir de los residuos sólidos de mercados mediante tratamiento biológico utilizando los residuos sólidos de mercados en la ciudad de lima, procesando diariamente 800 kg de residuos sólidos de naturaleza animal y vegetal y en tres meses de tratamiento producía 240 kg de compost de buena calidad.

Existen parámetros y métodos tecnológicos óptimos para obtención del compost, así lo observamos en los cuadros siguientes:

Cuadro 4. Método de análisis de Compost

PARAMETROS	METODOS
1. Humedad	Secado a 100°C +/- 0.2 peso constante
2. pH	Potenciómetro
3. Conductividad eléctrica	Conductometria
4. Nitrógeno	Kjeldahl
5. Carbono	WalkleD Black
6. Fósforo	Espectrofotometría, a partir de cenizas
7. Oxido de potasio	Peeach
8. Plomo, cadmio, cobre y magnesio	Espectrometría de absorción atómica
CEC	Mayor de 60 meq/100 libre de cenizas
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incremento a estable
Polisacáridos	Menos 30 -50; glucósidos/gr, Peso seco
Reducción de azucares	35%
Germinación	Mayor a 8
Nematodos	Ausentes

Fuente: [Fcagr.unr] [33]

Cuadro 5. Parámetros de control de estabilidad de Compost

TEMPERATURA	EXTABLE
Color	Marrón oscuro – negro ceniza
Olor	Sin olor desagradable
Ph	Alcalino, anaeróbico 55°C, 24 horas
C/N	Mayor de 20
Número de termófilos	Decreciente a estable
Respiración	0 menor mg/gr. Compost
DQO	Menor de 700 meq/gr; peso seco
ATP	Decreciente, estable
CEC	Mayor de meq/100 libre de cenizas
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose a estable
Polisacáridos	Menor 30-50 mg; glúcidos/gr. Peso seco
Reducción de Azucares	35%
Germinación	Mayor de 8
Nermatodos	Ausentes

Fuente: [Fcagr.unr][33]

Cuadro 6. Composición Físico – Química media del compost

p H H2O	7.8 a 8.0
Materia orgánica	35% a 40%
C/N	12-14
Humedad	40% - 50%
Nitrógeno Total	3 – 4%
Fosforo total (P2O5)	22 – 25%
Potasio (K)	1%
Calcio (Ca)	1%
Magnesio (Mg)	1%
Cobre Total (Cu)	2%
Zinc (Zn)	3 – 4%
Magnesio (MN)	1%
Germinación	Inferior al 8%
Presentación	Gránulos inferiores 10 mm.
Densidad	0.5 – 0,6 ton/m3
Nematodos	Ausentes

Fuente: [Fcagr.unr][33]

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Tipo y nivel de Investigación.

El tipo de investigación es aplicada porque la tecnología a generar respecto a las características del compost con el uso o no de geomembrana y el diseño actual de módulos para tal proceso es la aplicación de los principios de la ciencia que permitirá solucionar el problema de los residuos sólido orgánicos de un proyecto minero que este en etapa de exploración.

El nivel de investigación es experimental comparativo porque determinaremos las semejanzas y diferencias de las características del compost y el menor tiempo de la obtención del compost resultado del materias orgánicas y la función que cumple la geomembrana en los residuos generados por el Proyecto de exploración.

3.2 Lugar de Ejecución

Región : Moquegua

Provincia : Sánchez Cerro

Distrito : Ichuña

Comunidades: Corire, Chucapaca, Agani

Los módulos de investigación del tratamiento de los residuos sólidos orgánicos se encuentran en las tres comunidades mencionadas arriba el instrumento que nos ayudó a tener en cuenta el clima fue la estación meteorológica que se tiene en el proyecto de exploración localizado en el punto más alto del proyecto a una altura de 5100 msnm.

La estación meteorológica nos sirvió para antecedente de clima en los procesos donde se tuvo en cuenta la velocidad de viento, temperatura, humedad y/o evaporización.

El clima de la zona respecto a la precipitación varía de ligeramente (lluvioso y húmedo en invierno (diciembre –abril) frígido y seco en verano, (mayo-septiembre), las temperaturas descienden teniendo mayor impacto en junio, julio – 20 °C bajo 0, y después de este mes teniendo la temperatura promedio de noche de – 5°C bajo cero a 5 °C.

Los datos se obtuvieron de la estación meteorológica del Proyecto Chucapaca.



Fotografía 6. Estación meteorológica colocada en el proyecto de exploración

Fuente: Propia Obtenido en el área de Trabajo del Proceso de Investigación

3.3 Población, muestra

La población estuvo constituida por los residuos sólidos orgánicos producidos por el proyecto de exploración Minera en la localidad y/o comunidades de Corire, Chucapaca y Agani.

La muestra conformada por los residuos sólidos orgánicos de las diferentes comunidades de la zona. El tipo de muestreo fue probabilística en vista que cualquier residuo orgánico tenía la misma oportunidad de ser integrante de

la muestra. La toma de muestras se realizó en varios puntos de donde se alimentó los módulos de la composteras, con la finalidad de obtener muestras compuestas representativas. Las muestras analizadas de los compostajes de las tres comunidades se enviaron para analizar al laboratorio de Corplab.

3.4 Tratamiento en estudio

Los tratamientos en estudio se indican en los cuadros siguientes:

Cuadro 7. Tratamientos en estudio para obtener el compost y los tipos de residuos

1. Formas para obtener el compost a diferentes niveles de mar	Clave
Corire (4380)	A1
Chupacapa (4440)	A2
Agani (4600)	A3
2. Tipos de residuo	clave
Cocidos de residuo	B1
3. Otros	Clave
Abono de alpaca 5%	C1

Fuente: Propia

Cuadro 8. Tratamientos expresados en la combinación de las formas, tipos y otros.

Tratamiento	Niveles	Descripción
T1	A1B1C1	Con revestimiento de geomembrana y diseño adecuado para la cantidad de residuos orgánicos a compostar
T2	A2B1C1	Con revestimiento de geomembrana y diseño adecuado para la cantidad de residuos orgánicos a compostar
T3	A2B1C1	Con revestimiento de geomembrana y diseño adecuado para la cantidad de residuos orgánicos a compostar

Fuente: Propia

3.4.1 Características de los tipos de residuos sólidos orgánicos

Los residuos fueron orgánicos domésticos de cocina incluido los cocidos y no cocidos

Residuos cocidos. Compuesto por diversos tubérculos, menestras, verduras y todo proveniente de los comedores y personal de CDH.

3.4.2 Características del campo experimental

Se realizó 3 áreas para campo experimental en las 3 comunidades, los módulos tenían una dimensión de 2x2x1.5 cada una, un módulo tiene tres

comportamientos, la estructura se realizó con maderas de 2 cm de ancho por 2 d de largo y revestido por geomembrana cada uno de ellos.

Asimismo para acelerar la obtención de compost se diseñó los módulos con calaminas transparentes.

3.5 Prueba de Hipótesis:

3.5.1 Diseño de Investigación

El diseño es experimental y obedece a un diseño al azar con 1 tratamiento y método parecido en las tres diferentes comunidades con utilización de geomembrana.

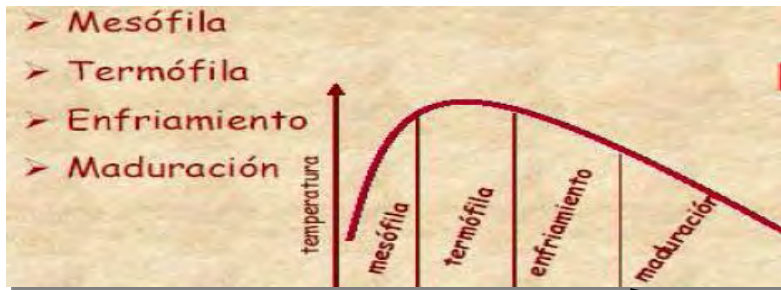
3.5.2 Observaciones realizadas

Los datos registrados fueron los siguientes:

3.5.2.1 La temperatura en las pilas de compostaje

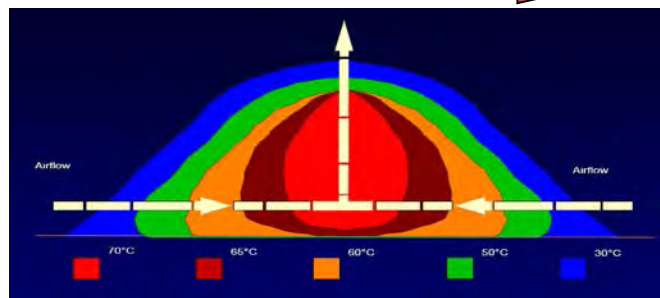
La lectura de temperatura del proceso de compostaje se realizó 1 vez por día por espacio de dos meses en los 3 diferentes módulos de compostaje donde se observó claramente las fases Mesófilo, termófilo, enfriamiento y maduración

Fases de Compostaje en el Proceso de la obtención del Producto

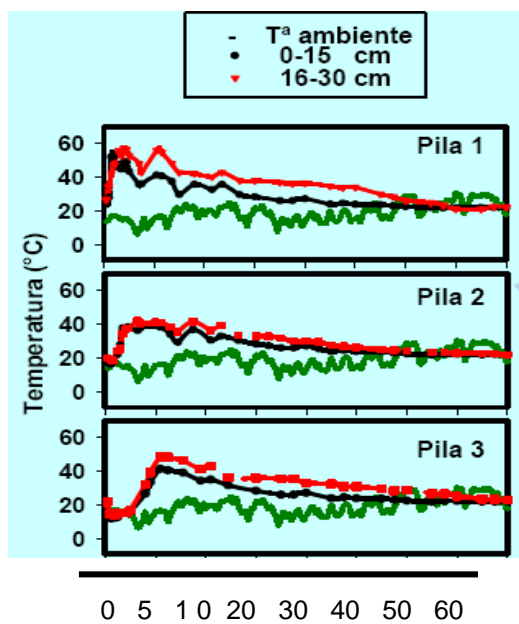


Tiempo

Aproximadamente en 2 meses y medio



Temperaturas del Proceso de compostaje



- Evolución y características de temperaturas:
Fase termófila T > 40 °C
- Pequeños aumentos de temperaturas de 1-2 días después de cada aireación
- Al final de la etapa mesofila (etapa de maduración) la temperatura tiende a igualarse la temperatura ambiente

Tiempo días

Gráfico 2 Etapas y tiempos del proceso de compostaje

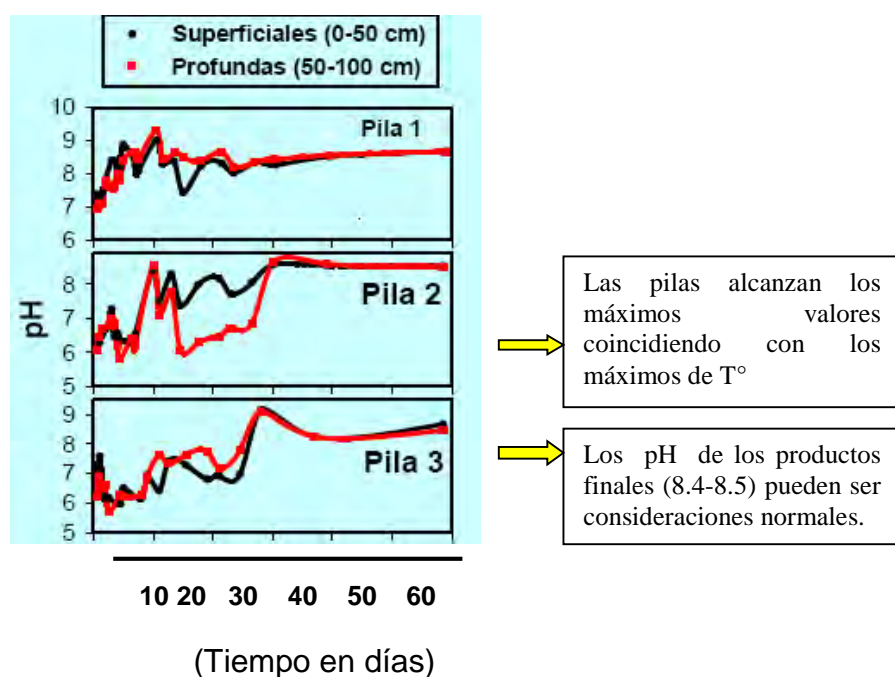
Fuente: Propia Investigación tesis

3.5.2.2. El pH

Se tomó datos periódicos del pH de las pilas de compost con el fin de evaluar el avance del proceso de degradación de la materia orgánica.

Se utilizó el pH metro portátil, para el cual se preparó una solución de 100 gr de muestra con 100 ml de agua destilada obteniendo el valor en forma directa.

Comportamiento de Temperaturas en las Pilas o Módulos de Compostaje



Fuente: Propia Investigación tesis

3.5.2.3 Humedad

La humedad fue monitoreada y controlada exteriormente con el equipo Termo Hidro sensor realizando mediciones diarias durante todo el proceso de compostaje donde claramente después de los 15 días se veía la evaporización del agua en los diferentes módulos de experimentación.

Se observó en esta etapa de la humedad de la masa de compostaje es húmeda y ello permita la circulación del oxígeno y de otros gases producidos en la reacción.

En este proceso para conocer el porcentaje de humedad se tomó una muestra de 100 gr aproximadamente, de cada pila y luego se llevó al laboratorio. Se pesó el recipiente vacío acondicionado para la prueba de húmedas (mi) luego se colocó el recipiente con la muestra en el horno a 115°C durante 1 hora, hasta obtener un peso constante. Se pesó el recipiente con la muestra seca y luego se calculó el porcentaje de la humedad por diferencia entre el peso húmedo y el peso seco.

3.5.2.4 Calidad de Compost

Los resultados finales del compostaje fueron obtenidos en el laboratorio de Corplab Perú S.A.C de la ciudad de Arequipa e Inía del departamento Puno donde se midió básicamente los micronutrientes de nitrógeno, fósforo y potasio que tenía cada módulo de las diferentes comunidades.

A continuación vemos las pilas de compost.



Fotografía 7 Pila de compost tomando la temperatura

Fuente: Trabajo tesis

3.5.2.5. Control de Olores

El control de la emanación de olores es manejable debido a que estamos en 3 diferentes comunidades de una altura de más 3500 metros a nivel del mar.

3.5.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información técnica:

Fichaje.

Nos permitió recolectar la información bibliográfica para elaborar el marco teórico.

Observación

Para realizar las observaciones en campo y recolectar los datos sobre la calidad de compost.

Instrumentos.

Fichas.

Para registrar la información del análisis de la bibliografía existente. Estas fichas fueron de registro o localización (fichas bibliográficas) u de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen, comentario).

Libreta de Campo

Se utilizó para apuntar la información en campo sobre la respuesta del compost.

3.6 Conducción del experimento

3.6.1 Metodología en el trabajo de campo.

Las pozas para darle uniformidad a toda la masa, se protegió con techo de los rayos del sol, pues generalmente éstos reducen la actividad microbiana matando a los microorganismos que convierten las sustancias orgánicas en minerales, de igual forma del exceso de lluvia que provoca un exceso de humedad disminuyendo la rapidez de la descomposición.

El control técnico de los factores climáticos mejora las condiciones de elaboración del compost y mejora su calidad. Las pozas y/o módulos están diseñadas en base al requerimiento de las condiciones climáticas de las comunidades en experimento para obtener el compost en menor tiempo.

Se manejó por cada módulo (4 pozas de reposo de 15 días por etapa), los volteos se realizaron utilizando palas como herramientas de trabajo hasta el final del proceso, luego que la temperatura de las pozas se estabilizó y llegó a valores cercanos al del medio ambiente en una etapa de maduración del compost.

Esta materia fue tamizada con un por diferentes números de aberturas entre ellos "1/4", con la finalidad obtener varias granulometrías de compost. Asimismo del compostaje final que no se haya desintegrado en tu total, sirven para el nuevo proceso como inóculo.



Fotografía 8. Tamizando el compost

Fuente: Investigación Tesis

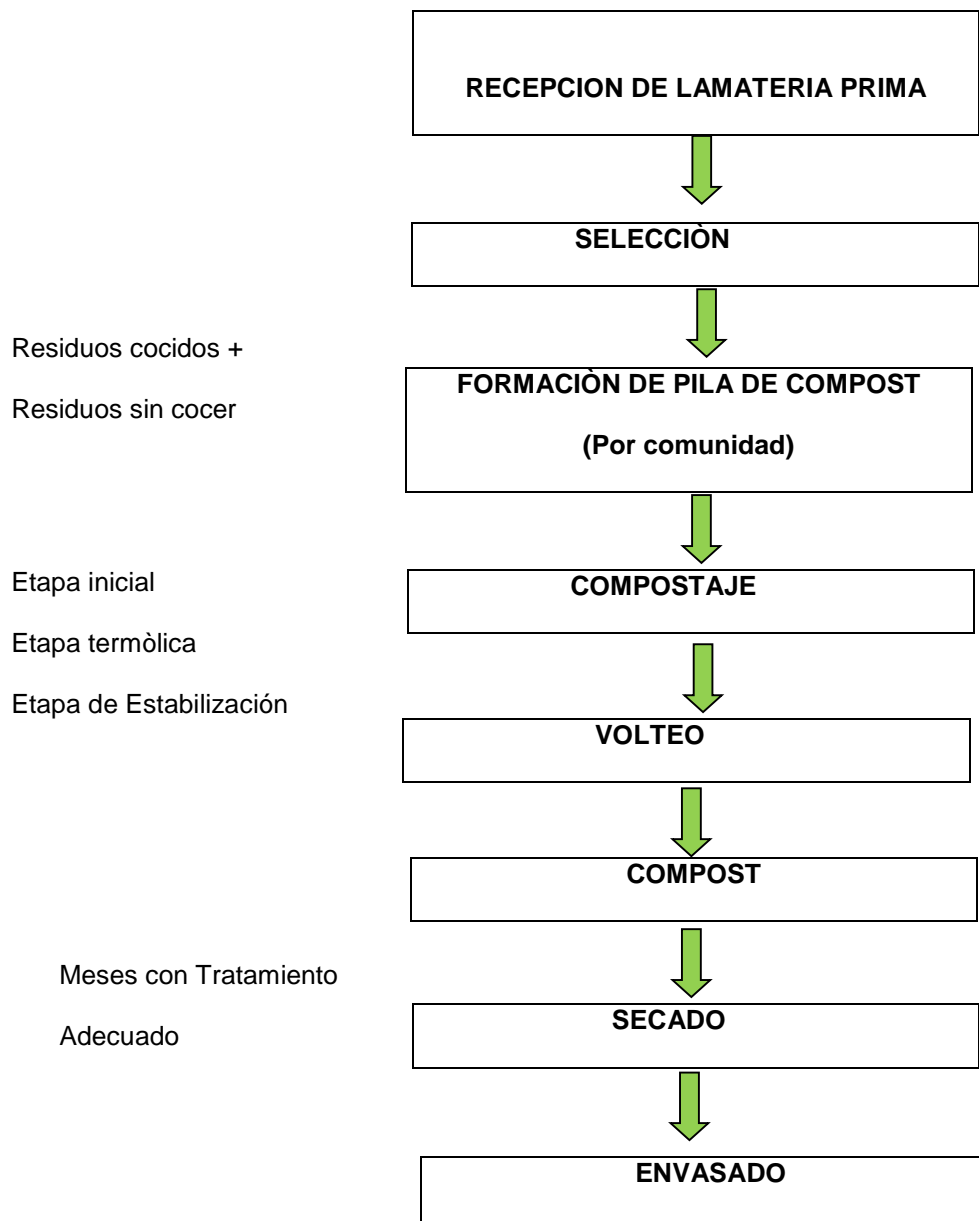
Cuadro N° 9 Resultado de Macronutrientes de compost en Corire, Chucapaca y Agani.

Elementos/Resultados de módulos por comunidad	N	P	K
Corire	2.6	7.5	1.7
Chucapaca	1.8	5.4	1.4
Agani	1.3	8.6	1.9

Fuente: Investigación Tesis

Para la obtención del compost se siguió el presente flujo grama, cuyas características de las etapas del compostaje fueron las siguientes:

Obtención de Compostaje



Graf. 3 Flujograma del Compost

Fuente: Investigación Tesis

a). Recepción de la Materia Prima

Consistió en recibir la materia prima (residuo orgánico) para ser transportado hasta la poza compostera donde se clasificó según el tamaño y las características del residuo. Así mismo en dicha etapa se hace el pesado respectivo.



Fotografía 9. Pesado y Control de Residuos Orgánicos
Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia



Fotografía 10. Transporte de los residuos al área
Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

b). Selección

Se hace la previa selección de los residuos orgánicos degradables domésticos de tamaños diferentes y los cocidos y no cocidos para ser utilizados en el Proceso. Una vez seleccionada se procede a disminuir de tamaño o picar los residuos para ayudar a acelerar el proceso de compostaje.



Fotografía 11. Selección de los residuos

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia



Fotografía 12. Picado de los residuos

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

c). Formación de pila de Compost

Colocar los residuos domésticos, formando una primera capa de más o menos 0.50 cm. de espesor, dejando una parte de la fosa sin llenar para facilitar el volteo de los materiales. Luego agregar el 5% del total de residuos domésticos con estiércol de alpaca de la zona espolvorear sobre los residuos y mezclarlos en total para dejarlos reposar.

Siendo esta la única cantidad acumulada en el módulo para empezar su proceso. Importante en este proceso cada dos días se realiza el volteo de los residuos dándoles oxígeno y ayudando a los microorganismos a desarrollarse mejor.

De igual forma se le administra agua y el diseño juega un papel importante del módulo, ya que se tiene unas calaminas movibles transparentes, cuando es de día se mantiene semi abierto para que el sol le dé directamente y capture la energía, y en la tarde a partir de las 5 se adiciona un poco de agua de acuerdo a la deshidratación un porcentaje y se le tapa, para que toda la noche el calor capturado pueda desarrollarse con la humedad óptima y el trabajo de los microorganismos.



Fotografía 13. Abriendo los módulos de compostaje para captar el calor
Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia



Fotografía 14. Personal realizando la nivelación el paralelo para el comienzo de los procesos de compostaje
Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

d) Etapa de compostaje.

En los módulos de compostaje en las distintas comunidades se colocaron residuos para la transformarse en compost que estaban previamente protegidos con techo debido a la lluvia y la administración en dosis de agua

de acuerdo a lo programado. Se colocó el residuo doméstico en un 90%, 5% de abono de alpaca, y 5% se dejó libre para facilitar la aireación dentro de la poza, para así conseguir una descomposición más rápida.



Fotografía 15. Primera fase de composición de compostaje

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

e). Volteo

El método consistió en colocar los materiales o la masa de la parte de arriba hacia la parte inferior y los de abajo hacia la parte superior, regulando la humedad y la aireación para facilitar el proceso de descomposición.

Al Realizar el volteo de la masa se observa que la temperatura alta inicialmente a descendido y se encuentra estable.

Se debe resaltar que los volteos fueron cada dos días y el personal a cargo fue con los implementos adecuados del caso por factor seguridad).

Asimismo se observó en la práctica la diferencia de un proceso de compostaje en un suelo común y en los módulos que son los siguientes:

Cuadro 10 Diferenciación de compostaje realizado con geomembrana y sin geomembrana

Compostaje con Geomembrana	Compostaje sin geomembrana
<p>La concentración de nutrientes es mayor con el diseño realizado para el proceso.</p> <p>La acción del viento y el mezclado facilita la degradación en el compost</p> <p>Mayor diversidad de materiales compostados.</p>	<p>En el proceso de compostaje al aire libre la es lenta la evolución que no permite la liberación brusca del calor (el mismo se disipa y la temperatura no sube)</p> <p>No existen organismos termófilos en suelos</p> <p>La velocidad de los cambios es muy diferente (30 -60 a más en el compost, y por las inclemencias del clima no se cumple con el objetivo.)</p>

Fuente: Investigación Tesis propia



Fotografía 16. Realizando el volteo del compost.

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia



Fotografía 17. Etapa importante donde los microorganismos desarrollan su trabajo

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia



Fotografía 18. Riego del compostaje en la etapa casi final

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

f). Compost Final (Abono)

Una vez realizado el manejo y los procesos adecuados se obtuvo el compost que es una materia oscura, con olor a martillo, producido dentro de los módulos de la compostera.



Fotografía 19 y 20 Resultado de compostaje final

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

g) Secado - Cernido

Una vez que el proceso de computación llegó a su término se produjo una reducción de volumen entre 40 y 50% pero también quedan materiales que no se han degradado y para homogenizar el producto lo cernimos.

En esta operación se utilizó un tamiz, que consta de tres bandejas con diámetros diferentes entre sí, a fin de captar el mayor número de residuos o material que aún no esté degradado al 100%.



Fotografía 21. Etapa de secado final del compostaje

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia



Fotografía 22. Previo cernido o tamizado se coloca el compostaje final por tipo en los diferentes envases.

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia



Fotografía 23. Envasado y traslado del compostaje al área de Almacén

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia.

3.7 Materiales y equipos

3.7.1 Materia Prima.

En la presente investigación se utilizó como materia prima los desechos orgánicos cocido y no cocidos.

Insumos

Abono orgánico (estiércol de alpaca)

3.7.2 Equipos y Materiales Utilizados

. Equipo

Termómetros, estación Meteorológica, pH-metro, Balanza

Materiales

Geomembranas

Zaranda de $\frac{1}{4}$ y otras medidas

Lampas

Mandil

Equipo de Protección Personal. EPP,

Carretilla.

CAPITULO IV

RESULTADO E INTERPRETACIONES

Para la comparación de la calidad del resultado de compostaje se analizó los análisis respectivos.

El sistema empleado para el tratamiento de residuos domésticos fue el compostaje, por ser considerada como una forma ambientalmente adecuada de reciclaje de materia orgánica siendo posiblemente producido a partir del empleo de principios de la física, de la biología y bioquímica, ciencias que asociadas, determinan la biotecnología aplicada.

Es dirigido como proceso aeróbico de la descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica dentro de condiciones que permiten al desarrollo de las temperaturas termofónicas hasta 60°C resultante de una producción calorífica de origen biológico, con la obtención de un producto final estable higiénico, rico en compuestos químicos y cuya utilización en el suelo, no ofrece riesgos significativos al ambiente.

El nivel de significación fue a través de la prueba estadística de T student y en la comparación de los promedios y estándares no hubo gran diferencia, con respecto a los valores de las tres comunidades en las fechas tomadas y todo ello se expresa en cuadros estadísticos.

De acuerdo con las mediciones efectuadas las temperaturas más altas entre los días 39 y 40 que llegaron hasta 59.1, 60.5, y 58.9 en las tres comunidades en el interior de la masa de compostación.

Se llevó un control de acuerdo a lo programado de la temperatura, pH, y humedad exterior, parámetros que indican el grado de avance y el control del proceso de compostación.

4.1. Evolución de la temperatura durante la obtención del compost

Los resultados se indican en los anexos 2 del día a día tomados la T°. En el cuadro 9 mostramos los rangos de cada 5 días de temperatura hasta llegar al día 75.

Cuadro 11 Rangos entre comunidades de la T°

Rangos de T°	Comunidad Corire Revestimiento Geomembrana 4400 msnm	Comunidad Chucapaca – revestimiento geomembrana 4500 msnm	Comunidad Chucapaca - revestimiento geomembrana 4620 msnm	Promedio	Desviación estándar
Día 1	12.5	12.4	12.7	12.53	0.153
Día 5	15.5	15.7	15.8	15.6	0.153
Día 10	20.2	20.8	20.4	20.5	0.306
Día 15	26.5	27.8	26.5	26.9	0.751
Día 20	31.9	32	31.9	31.9	0.058
Día 25	36	36.3	36.3	36.2	0.173
Día 30	44	45.1	44.5	44.5	0.551
Día 35	51.1	52	51.2	51.4	0.493
Día 40	59.1	60.5	58.9	59.5	0.872
Día 45	49.4	47.9	48	48.4	0.839
Día 50	35	35.1	36	35.6	0.551
Día 55	26.2	26.5	26.5	26.4	0.173
Día 60	19.3	21	21.9	20.7	1.320
Día 70	13	13	13.2	13	0.115
Día 75	13	13.1	13.2	13	0.100

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

Detalle del cuadro por día está en el anexo 2 y el respectivo gráfico

La evolución de la temperatura se lleva de una forma normal y adecuada para la obtención de compost de acuerdo al patrón normal de las diferentes estadísticas de compostaje.

Cuadro 12. Nivel de significación

Significación
0,05 0.01
Corire, Chucapaca, Agani
Rangos de día 1 a día 75
0.150-0.100

No significativo

Porque: La prueba de Student indica que no es significativo entre la variación de temperaturas en los diferentes niveles a nivel del mar debido a que todos los procesos tienen la misma técnica y la impermeabilización de geomembrana para la obtención de compost; sin embargo de acuerdo a las fases por las que atraviesa la descomposición de materia orgánica, la temperatura fue cambiando gradualmente hasta alcanzar un máximo de 60.5 °C, en una de las comunidades para luego descender y estabilizarse al igual que los datos de las otras comunidades ; asimismo La temperatura al momento de la cosecha fue estable y alcanzó la temperatura ambiental de 13 a 15 °C, clima frígido.

Se debe mencionar que cada grupo de microorganismos tiene una temperatura óptima para realizar su actividad así tenemos que los criófilos de 5 a 15 °C, mesófilos de 15 a 45°C, los termófilos, de 45°C a 70°C, ello se logró a través de la protección que se dio con la geomembrana

Las temperaturas conseguidas en el proceso, junto con la importancia de los nutrientes y la producción de fermentos (antibióticos) impiden su desarrollo a otros microorganismos patógenos y parásitos en el desarrollo del proceso de compostaje. Asimismo a temperaturas elevadas mueren determinadas especies buenas para el compostaje, mientras que otras no actúan porque se forman esporas.

4.2 Evolución del pH durante el proceso de obtención del compost.

Los resultados se indican en los anexos: 3 y a continuación el cuadro 5 de los promedios de cada 5 días.

Cuadro 13. Evolución del pH en los compost en las tres diferentes comunidades.

Rangos de p H	Comunidad Corire Revestimiento Geomembrana 4400 msnm	Comunidad Chucapaca - revestimientge membrana 4500 msnm	Comunidad Chucapaca - revestimiento geomembrana 4620 msnm	Prome- dio	Desviación estándar
Día 1	6.5	6.4	6.4	6.4	0.058
Día 5	7.0	7.1	7.2	7.1	0.100
Día 10	7.3	7.4	7.3	7.3	0.058
Día 15	7.5	7.5	7.5	7.5	0.000
Día 20	7.7	7.7	7.6	7.6	0.058
Día 25	7.8	7.7	7.7	7.7	0.058
Día 30	7.9	7.8	7.8	7.8	0.058
Día 35	7.9	7.9	7.9	7.9	0.000
Día 40	8.0	8.2	8.3	8.2	0.153
Día 45	8.2	8.5	8.5	8.4	0.173
Día 50	8.6	8.7	8.6	8.6	0.058
Día 55	8.3	8.2	8.2	8.2	0.058
Día 60	7.9	7.8	7.9	7.8	0.058
Día 65	7.6	7.7	7.8	7.7	0.100
Día 70	7.5	7.3	7.5	7.4	0.115
Día 75	7.4	7.4	7.3	7.3	0.058
Desv. Estándar	0.511	0.556	0.548	0.539	

Fuente: Obtenido en la Investigación de Tesis (propia)

Cuadro 14. Significación de la tres comunidades

Significación		
0,05	0.01	
Corire	Chucapaca	Agani
0.051	0.55	0.54

Alta significación

Porque: T=

El pH fue monitoreado a lo largo del pre tratamiento del compost desde el inicio del proceso hasta el producto final, el cual se mantuvo relativamente en un promedio de 7.6 a diferencia de otros estudios y experimentos no aumentó mucho el pH debido a que no se utilizó cal para el proceso.

El pH en el proceso de compostaje, muestra la diferencia a acercarse al valor ideal para cualquier proceso biológico, tal como se muestra en el cuadro 13, las diferencias son mínimas debidas que la materia prima proviene de residuos orgánicos cocidos y no cocidos.

Los hongos toleran un margen de pH 5-8, mientras que las bacterias tienen menos capacidad de tolerancia.

Cuadro 15 .El pH por muestra de Compost

Muestra	pH
Proceso de Compost Promedio - Corire	7.6
Proceso de Compost Promedio - Chucapaca	7.7
Proceso de Compost Promedio - Agani	7.7

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

La comparación y del pH y promedio del total del día 1 al día 75 no varían mucho en el proceso en las diferentes comunidades, recordando que el ideal es un pH neutro y los resultados son óptimos.

4.3 Calidad del Compost

Las plantas requieren de elementos como son los macro nutrientes y micronutriente y en la mayoría de estas comunidades no aplican por ello que la forestación no tiene éxito y otro factor importante de por qué no existe vegetación en las zonas altas es por la naturaleza frígida y la pobreza de sus suelos. Asimismo los elementos requeridos por las plantas en proporciones son: El Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio todos estos elementos tiene importancia estructural y funcional en los tejidos de las plantas por los que se les conoce como macro nutrientes.

Se viene ya realizando los experimentos desde hace años para mejorar la técnica y obtención de calidad, por ello una primera prueba del compostaje se realizó el 2010 en el Instituto de Investigación Agraria (INIA) de Puno. Obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro N° 16 Resultado Compost final de Laboratorio INIA - 2010.

Determinaciones – Elementos %	Muestra de Compost
Nitrógeno	1.80
Fosforo	0.88
Potasio	1.36
Calcio	0.80
Magnesio	0.32
Manganeso	0,018
Zinc	0.006
Fierro	0.001
Cobre	0.002
Boro	0.0002
CE mmhos/cm. 15°.C	0.768
pH	6.88
Humedad	8.60

Fuente: Resultado del análisis de Laboratorio realizado para fuente de estudio de la tesis [Anexo 4]

Asimismo dando las mejoras para obtener el objetivo con una técnica relativamente diferente se realizó el análisis en Julio del 2012 en el laboratorio de Corplab Perú S.A.C de Arequipa, y se consideró también

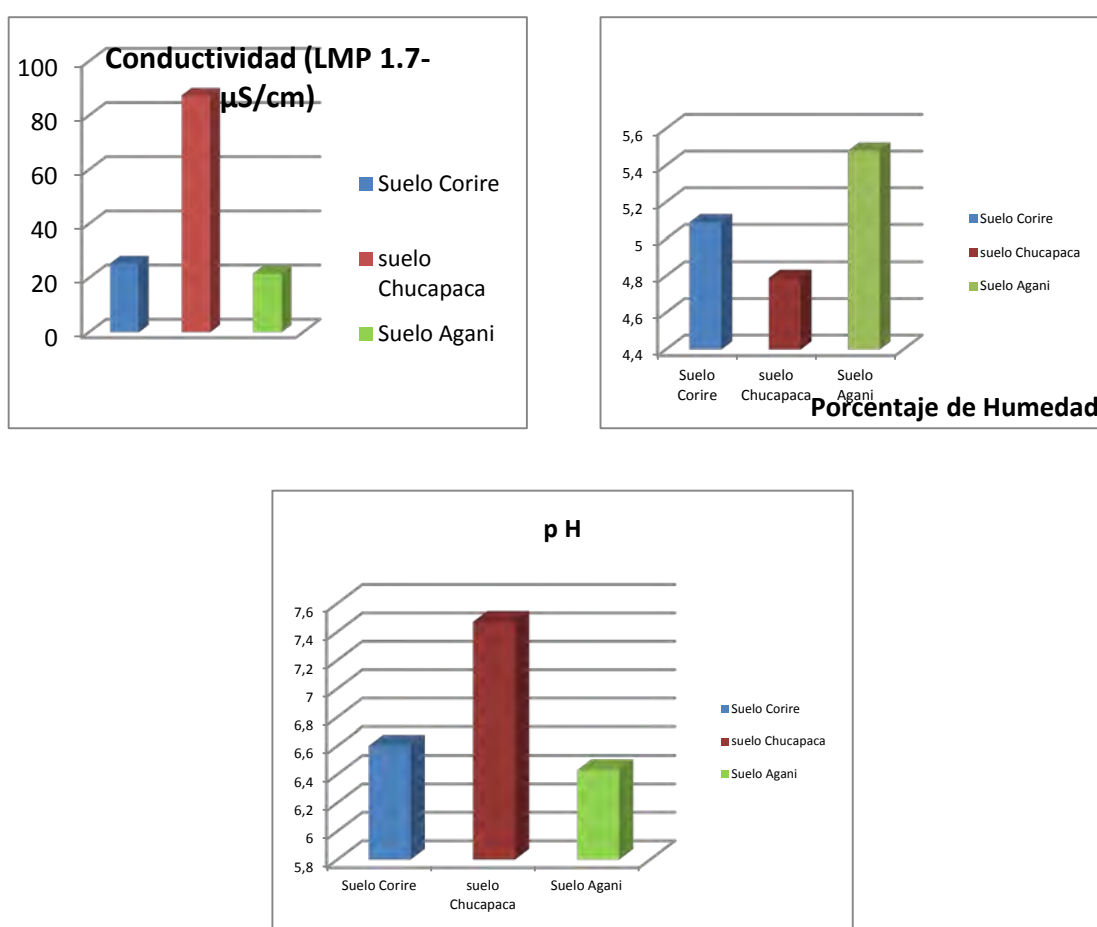
analizar el tipo de tierra que se tenía en las diferentes comunidades, ya que uno de los objetivos del proyecto era forestar y revegetar las áreas disturbadas con el producto, por lo que a continuación mostramos los siguientes resultados de todos los elementos realizados incluidos los macro nutrientes y los micronutrientes tanto del compostaje objetivo, como de las tierras de cada comunidad para realizar un buen balance de acuerdo a los resultados.

Cuadro 17 Resultado Macronutriente y Micronutrientes

			Fecha y Hora de Muestreo	20/07/2012	20/07/2012	20/07/2012	20/07/2012	20/07/2012	20/07/2012
			Estación de Muestreo	15:00	16:25	17:00	17:16	17:38	18:00
			Estación de Muestreo	SUELO AGANI	SUELO CHUCAPACA	SUELO CORIRE	COMPOST AGANI	COMPOST CHUCAPACA	COMPOST CORIRE
Métodos	Límite de Detección	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Parámetros Físico - Químicos									
Conductividad	1,7	µS/cm	21,6	87,4	25,4	16020,0	16640,0	22100,0	
pH	---	Unidades pH	6,43	7,47	6,60	8,30	7,49	7,81	
Porcentaje de Humedad	---	%	5,479	4,785	5,099	18,735	8,442	9,438	
Metales									
Metales									
Aluminio (Al)	0,4	mg/Kg	17322	13731	18185	3509	2627	2934	
Antimonio (Sb)	0,3	mg/Kg	2,3	5,1	3,1	1,7	1,3	0,7	
Arsenico (As)	0,4	mg/Kg	46,8	23,9	21,8	8,8	13,5	4,8	
Bario (Ba)	0,05	mg/Kg	215,4	227,7	429,5	282,8	199,6	115,8	
Berilio (Be)	0,002	mg/Kg	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Bismuto (Bi)*	0,2	mg/Kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Boro (B)	0,2	mg/Kg	7,1	8,2	7,5	48,2	25,7	26,3	
Cadmio (Cd)	0,03	mg/Kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Calcio (Ca)	2	mg/Kg	819	2084	4796	28195	18732	27425	
Cobalto (Co)	0,07	mg/Kg	10,99	8,59	9,08	2,27	2,84	1,68	
Cobre (Cu)	0,2	mg/Kg	44,9	22,2	25,8	28,4	17,6	17,1	
Cromo (Cr)	0,08	mg/Kg	10,67	10,66	12,22	2,99	2,38	3,16	
Estaño (Sn)	0,07	mg/Kg	2,21	1,79	1,38	8,13	5,93	5,21	
Estroncio (Sr)	0,05	mg/Kg	18,02	32,85	50,89	129,3	86,22	96,65	
Fosforo (P)	0,3	mg/Kg	1145	654,6	3906	8622	5466	7551	
Hierro (Fe)	0,6	mg/Kg	28689	25633	22115	8169	4842	4034	
Litio (Li)	0,8	mg/Kg	11,8	8,2	5,7	3,8	1,7	2,0	
Magnesio (Mg)	0,8	mg/Kg	2685	1632	1730	5104	2652	3097	
Manganeso (Mn)	0,3	mg/Kg	1231	1134	1404	1018	517,4	388,7	
Molibdeno (Mo)	0,09	mg/Kg	2,12	1,63	1,04	2,23	2,46	1,99	
Níquel (Ni)	0,2	mg/Kg	14,7	8,4	9,2	4,7	4,2	3,0	
Plata (Ag)	0,2	mg/Kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Plomo (Pb)	0,4	mg/Kg	18,6	37,8	29,4	5,8	10,0	5,9	
Potasio (K)	5	mg/Kg	1528	1636	1663	19489	14250	17353	
Selenio (Se)	0,6	mg/Kg	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	
Silicio (Si)*	0,4	mg/Kg	1079	1259	1112	637,0	533,2	479,1	
Sodio (Na)	2	mg/Kg	112	170	183	14212	10529	13733	
Talio (Tl)	0,3	mg/Kg	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
Titanio (Ti)	0,07	mg/Kg	433,9	727,6	618,1	137,2	84,15	99,87	
Vanadio (V)	0,2	mg/Kg	38,1	46,0	45,3	10,5	8,1	9,0	
Zinc (Zn)	0,1	mg/Kg	87,1	118,4	97,5	110,8	118,3	276,0	
Sin Clasificación									
Cloruros	5	mg Cl/kg	23	70	36	16549	12566	15363	
Materia Orgánica	0,1	%	20,9	15,8	11,2	21,0	12,9	19,9	
Nitrógeno Amoniacal	0,10	mg/kg	13,03	20,27	14,67	1300,57	1846,67	2687,25	

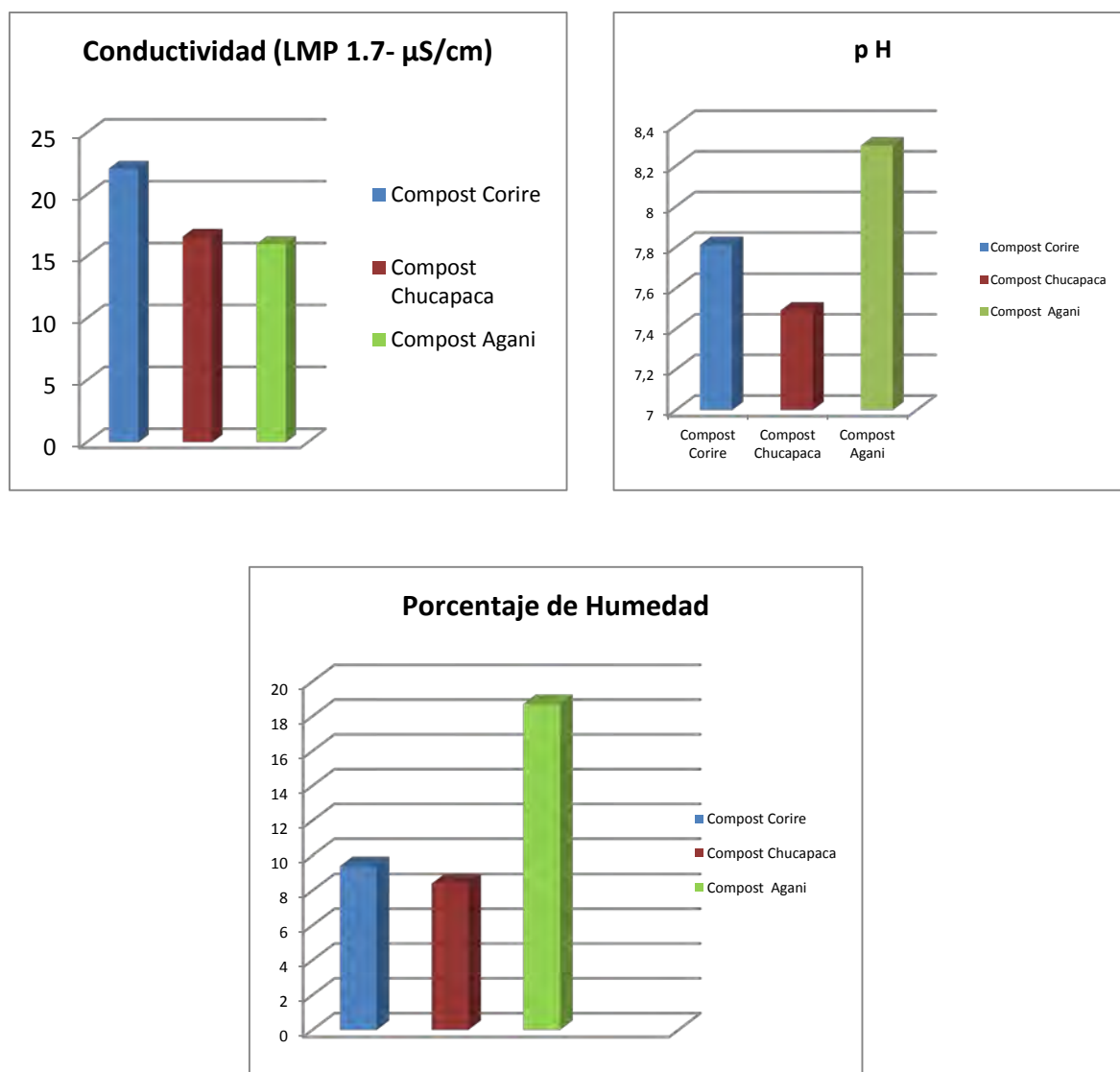
Fuente: Resultado del análisis de Laboratorio realizado para fuente de estudio de la tesis. [Anexo 5]

Asimismo veremos a continuación los valores de conductividad, p H, y porcentaje de Humedad del suelo de Corire, Chucapaca y Agani para la comparación y formulación correcta de compostaje con la calidad de tierra de las diferentes comunidades para la forestación y revegetación de áreas disturbadas del Proyecto.



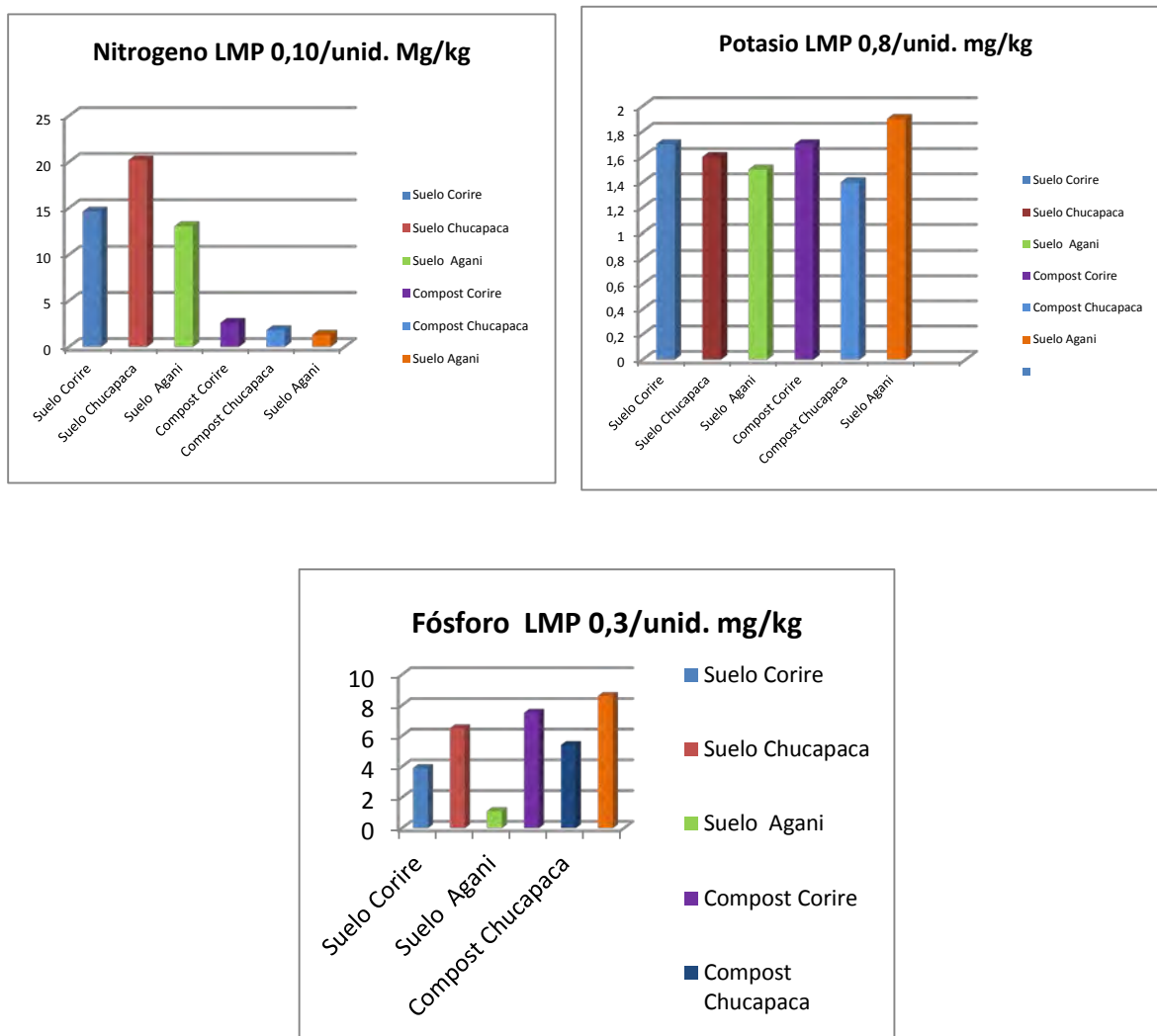
Graf. 4 Resultado y comparación de conductividad, pH y humedad de del suelo de las comunidades y resultado final de compost.

Así mismo vemos los resultados del compostaje realizado en las tres comunidades, los parámetros que mostraremos es conductividad, p H, y porcentaje de Humedad



Graf. 5 Resultado final Compost Corire (Conductividad, pH, H°)

A continuación mostramos en los siguientes cuadros de los parámetros Físicoquímicos de los macro nutrientes del suelo existente en las tres comunidades como el resultado del compost en estos elementos importantes.



Graf. 6 Resultado de Macro nutrientes suelo comunidades – compost final.

Como vemos en los diferentes cuadros mostrados la calidad de compost obtenido en los diferentes módulos de compostaje en las tres diferentes comunidades obtenemos un rango favorable dentro de valores normales para iniciar con este producto acabado cualquier actividad de cultivo o utilización en minería para sus objetivos, así mismo, el residuo orgánico que es generado diariamente y para muchos un factor

contaminante si no es bien tratado, para el proyecto es un aspecto positivo porque con el resultado hemos demostrado que podemos obtener compost de calidad en menor tiempo a pesar de la altura sobre el nivel del mar de las tres comunidades y para ello solo se debe tener la técnica correcta y el cuidado respectivo en cada uno de sus procesos.

4.4 Características de los resultados

El porcentaje de residuos sólidos fijos representa la cantidad de materia inerte o inorgánica en la muestra de compost y los sólidos volátiles pueden ser considerados como el porcentaje de materia orgánica (materia carbonacea presente en la muestra de compost. Así lo observamos en el balance de materia.

Cuadro 18 Balance de materia de residuos sólidos domésticos para ser convertidos en Compost.

PROCESO	ENTRADA kg	%	Salida Kg	%
Recepción de Materia Prima (2 días)	Residuo Orgánico (80%), Abono de alpaca (5%), agua (15%)	100	RS 100	100
Selección	Agua 31.4 litros, abono de alpaca 15 kg, Residuo Orgánico 300 kg	100	Impurezas 0.0	100
Acopio de residuo en el módulo	Residuo orgánico 300 de alpaca 15	100%	RS 100	100
Compostaje	Residuo orgánico 300 kg, agua 31.4 kg, abono de alpaca 15	80 30.4 8.6	Mas moldeada 240 kg Merma 75 Evaporación	
Volteos	Residuo orgánico 300 kg, agua 30.4 litros , abono de alpaca 15	100%	Merma 60 kg Evaporización	
Compost final del proceso	Residuo orgánico 300 kg, agua 30.4 kg, abono de alpaca 15	100	Merma 60 kg	
Cernido	Residuo orgánico 150 kg, agua 15.7 kg, abono de alpaca 7.5	100	Merma 6 kg	
Envasado	Compost	100	Monto 144 kg de compost	
Almacenado	Compost	100	En costales de 20 kg c/u	

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

Rendimiento de 315 de residuos orgánicos incluido el porcentaje de abono de alpaca obtenemos el 45.8% de compostaje siendo ello igual a 144 kg de abono obtenido en 75 días.

Como vemos el balance de materia está hecho a base de 315 kg de residuos orgánicos y 15 de abono de alpaca, en la cual vemos que empieza el proceso desde el acopio. Siendo los resultados obtenidos rentables si tenemos en cuenta que estamos dando un valor agregado a un residuo que ya no sirve.

4.4.1 Control de Olores

El control de olores se indica en el cuadro N° 16, debido a que controlado por la frecuencia de volteo.

Cuadro 19 Control de volteo proceso compost

Tiempo (Días)	Frecuencia de Volteos	Número de volteos
Hasta los 30 días	Cada 3 días	10
Hasta los 60 días	Cada 5 días	6
Hasta los 75 días	Cada 7 días	2
Total		18

Fuente: Obtenido en la Investigación Tesis propia

La fuente de olor provienen de los compuestos orgánicos de bajo peso muscular o volátiles, tales como: los metí sulfuros y de acuerdo a lo requerido se da el manejo adecuado en el proceso que se realizó para minimizar el olor.

La emanación de olores es mucho más intensa si el proceso de fermentación se da en forma anaerobia, es decir en presencia del oxígeno.

El proceso anaeróbico, además de producir mal olor, exhala gases peligrosos y no siempre se encuentra un producto correctamente estabilizado.

Asegurar la circulación de aire y de humedad conveniente es para garantizar que el proceso permanezca aerobio, reduciendo así la emanación de olores desagradables.

Las frecuencias de volteo sobre todo en la emanación de olores para los módulos o pozas fueron monitoreadas a detalle disminuyendo notablemente por la frecuencia de volteos llegando a ser imperceptible al final del proceso. La materia orgánica debe ser suficientemente para mantener la actividad microbiana. También existe la descomposición anaerobia, sin O_2 , conocido como metalización. El proceso es más lento, da lugar a un producto de inferior calidad y hay problemas de olores por la putrefacción de los restos orgánicos.

4.4.2 Características de la materia prima

4.4.2.1 Características Físicas

La caracterización del compost final tiene olor a tierra, color marrón oscuro y parece a tierra suelta.

Generalmente el compost puede utilizarse cuando el material presenta color oscuro; en este momento ya no se distinguen los materiales inicialmente utilizados. El compost tiene un olor agradable, suave textura, una humedad aproximadamente al 40% y 20° C.

4.4.3 Composición Físico – químico del producto

La estructura física química de los materiales utilizados en la elaboración del compost, incide directamente en la asimilación microbiana de los minerales en el proceso. Los factores físico químico que se tomaron en cuenta en este aspecto fueron:

La Humedad y ventilación se mantuvo ni demasiado seco ni demasiado húmedo. Durante el proceso este factor fue controlado. El término medio de la humedad es de 45% durante el proceso. Llegando finalmente en las tres comunidades con una humedad del compost de Corre 9.4, Chucapaca 8.4 y Agani 18.7.

Este método fue importante únicamente en el caso de que el método de compostación fuera aeróbico y por tanto se controló según el método empleado.

El tiempo de compostación varió según la metodología que se empleó en el proceso y el control que se tuvo durante el mismo.

El tiempo promedio en otros resultados de compostaje es mínimo 6 meses a más ello en función a las condiciones climáticas, la metodología utilizada y el control que se tiene en todo el proceso.

La actividad microbiana poblacional le da al compostaje un proceso dinámico a las actividades combinadas de una amplia gama de bacterias y hongos, ligados a una sucesión de ambientes. A lo largo del proceso van apareciendo formas resistentes de los microorganismos cuando las condiciones de temperatura hacen imposible su actividad.

En la primera etapa aparecen bacterias y hongos mesófilos con predominio de la primera. Cuando la temperatura llega a 40°C, aparecen bacterias y hongos termófilos y los primeros actinomicetos. Por encima de los 70°C cesa la actividad microbiana. Al bajar de nuevo la temperatura, reaparecen las formas activas, detectándose también la actividad de protozoos, miriápodos, etc.

Las bacterias se encuentran distribuidas por toda la pila, mientras que los hongos y actinomiceto están situados a 5-15 cm de la superficie, dándoles un aspecto grisáceo característico.

CAPITULO V

USO DE COMPOST EN REFORESTACION DEL PROYECTO DE EXPLORACION EN CANTERAS DEL HALLAZGO

El Perú es un país de antigua tradición minera, tradición que mantiene y cultiva gracias a la presencia de empresas líderes a nivel internacional. contamos con un enorme potencial geológico a nivel mundial y latinoamericano el Perú ; se ubica entre los primeros productores de diversos metales, (oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, estaño, molibdeno, telurio, entre otros), lo cual es reflejo no sólo de la abundancia de recursos y la capacidad de producción de la actividad minera peruana, sino de la estabilidad de las políticas económicas en nuestro país, de la misma forma como se desarrolla esta actividad también existe leyes en el Perú para la protección de medio ambiente, como el plan de cierre y otros; cuyo principio es dejar la zona donde fue explorada igual o mejor de lo que estuvo, ello se logra a través de la reforestación, forestación o revegetación según sea el caso de la zona para no afectar a la comunidad y crear problemas ambientales y sociales.

Es así que la Empresa Canteras del Hallazgo SAC que es un JV de Cía de Minas Buenaventura y Minera Gold fields, y en esta oportunidad operado por

Gold fields ha desarrollado un plan de manejo de forestación y revegetación en la etapa de exploración cumpliendo así la política y la responsabilidad social ante las comunidades directas.

Por lo que era necesario para desarrollar este proyecto piloto en las tres comunidades realizar un tipo de abono natural, donde para las comunidades no repercutiera costo y podrían a través de diferentes capacitaciones desarrollar un producto sostenible y principalmente reaprovechar sus propios residuos orgánicos, es así como nace la idea de realizar el proceso de compostaje sin utilización de cal y cuya obtención sea en el menor tiempo.

Es sabido que la mayoría de la industria minera es desarrollado en zonas altas o punas por lo que las únicas especies que sobreviven con condiciones adversas son los arbustos nativos, ello con cuidados y adecuado manejo.

A continuación describimos el arbusto o planta nativa utilizada en el proceso de forestación en las comunidades de Corire, Chucapaca y Oyo Oyo (Agani) y las diferentes etapas de realización de la forestación en el Proyecto.

5.1 QUEÑUA (Polylepis)

Es un género botánico que incluye pequeños árboles y arbustos, comúnmente llamados queñua o quewiña (del quechuaqiwiña). Comprende

aproximadamente 28 especies; nativas de los Andes Tropicales. El grupo se caracteriza por ser polinizado por el viento.

Polylepis incluye plantas caracterizadas por poseer un tronco retorcido, aunque en algunas áreas algunos árboles pueden llegar a alcanzar 15-20 m de alto y troncos con 2 m de diámetro.

El follaje es siempre verde, con pequeñas hojas densas y ramas muertas. El nombre *Polylepis* deriva de dos palabras griegas, *poly* (muchas) y *letis* (láminas), refiriéndose a la corteza compuesta por múltiples láminas que se desprenden en delgadas capas.

Este tipo de corteza es común en todas las especies del género. La corteza es gruesa y cubre densamente el tronco, que protege el tronco contra bajas temperaturas e incendios.

Algunas especies de *Polylepis* forman bosques que crecen a lo largo de la línea de árboles e incluso llegan a mayores elevaciones, rodeados por pastizales y arbustales.

Algunos individuos de *Polylepis tarapacana* crecen por encima de 5000 msnm, situando a *Polylepis* como el género con la distribución más alta de árboles angiospermas en el mundo.



Fotografía 24. Arbusto de Queñua

Fuente: Toma propia en Puno (Comunidad Corire)

Arbusto típico que se da en la zona alta de la cordillera, más menos sobre sus dos metros de altura es su tamaño, este lugar está a esta a la altura de 4.800 metros aprox.

5.2.- Traslado de la Planta Nativa del vivero de Puno al Proyecto

Para reforestar las comunidades Corire, Chucapaca y Agani se contrató 1000 plántones de 10 cm de queñua del departamento de Puno para que estas sean plantados en la comunidades mencionadas; se escogió Puno por tener también el clima frígido, así las plantas en su nueva hábitat no sufrirían mucho y serían más adaptables y con un riesgo menor de marchitarse o morir.



Fotografía 25. Vivero forestal Puno

Fuente: Vivero Puno (toma propia)

5.3.-Acondicionamiento y plantación de plantas en las comunidades del Proyecto.

Una vez llegado las 1000 plantas transportadas de la ciudad de Puno, previamente ya se tenía áreas acondicionadas para aclimatación de las plantas; por lo que después de 10 días se procedió a insertar las plantas en los hoyos de las medidas son 40 cm por 40 cm, en cuyo hoyos se preparó un sustrato (Tierra negra, tierra agrícola o de la zona y arena) en porcentajes de 60-30-10% de cada uno para ayudar adecuarse las plantaciones; asimismo se protegió las plantas con bolsas de alta densidad con agujeros que funcionaban como protector de la noche, realizándose un efecto invernadero para que la helada y las bajas temperaturas no quemara la raíz, sacando la envoltura de día y

protegiendo de noche, y lo más importante alimentando las plantas de forma interdiaria con el compost y agua de acuerdo a la circunstancia



Fotografía 26 Área desértica Proyecto Fotografía 27 Sustrato

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis



Fotografía 28 Hoyos de 40x40 cm

Fotografía 29 Estacas de Sostenimiento

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis



Fotografía 30. Bolsas para protección de la planta

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis

5.4.- Insertación o plantación de las plantas en las comunidades

Una vez preparado el terreno con las condiciones adecuadas para la sobrevivencia de la especie nativa (Queñua), se procedió a insertar las plantaciones en los diferentes comunidades, pero para ello se tuvo que realizar previamente capacitaciones de concientización tanto al personal de comunidad como a los ejecutivos y equipo técnico del proyecto con la finalidad de crear conciencia ambiental, siendo nuestro lema de capacitación, **“Quien Planta un árbol, planta una esperanza”**; es así que se tuvo el 95% de participación en la plantaciones en las diferentes comunidades; viviéndose una experiencia propia los ejecutivos plantando ellos mismos el arbusto con participación de todo el personal y autoridades de las comunidades.



Fotografía 31 Queñua



Fotografía 32 Insertando las Plantas en los hoyos acondicionados

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis



Fotografía 33 y 34. Insertación o Plantación de la Planta aprox. de 10 cm

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis



Fotografía 35. Participación del Gerente de Operaciones, Gerentes de área, autoridades de la zona y personal en la inserción o plantación de la planta nativa

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis



Fotografía 36. Área forestada



Fotografía 37. Riego y Mantenimiento

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis



Fotografía 38 - Queñua 2009



Fotografía 39- Queñua – Diciembre 2010 – 10- 12 cm 35cm

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis



Fotografías 40 y 41. Queñua Dic. 2012 – 90 cm. – 100 cm.

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis

5.5.- Mantenimiento y Monitoreo de las Plantaciones.

Después de haber sido insertado las 1000 plantas en las comunidades de Corire, Chucapaca y Oyo Oyo (Agani) se procedió a tener registro de mantenimiento en el cual se monitoreaba el crecimiento y la sobrevivencia de las plantas insertadas.

Asimismo el personal de la comunidad eran los responsables de la abonización con el compost obtenido en el Proyecto y el riego de acuerdo a la circunstancia; Es así que las mil plantas insertadas solo hubo una pérdida de 5% el cual está permitido dado las inclemencias del tiempo en la zona, y los otros 95 % sobrevivieron por lo que a la fecha ya formaron su propia resistencia y a la fecha ya no se los protege con los plásticos, solo se abona a la semana 1 vez con el compostaje.

Asimismo se hizo pruebas de la calidad de compost en otros productos como realizando almácigos para la cebolla china y esta se desarrolló adecuadamente, asimismo de otras yerbas exclusivas de la zona y en las diferentes revegetaciones que se realizó. A continuación fotografías de lo descrito.



Fotografías 42, 43,44 y 45. Revegetación

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis



Fotografías 46 y 47. Plantación de cebolla china y especie autóctono de la zona

Fuente: Proyecto Propia en el transcurso de la tesis

El éxito de que estas arbustos nativos y los experimentos pilotos como vemos en las figuras sobrevivieran a las inclemencias del tiempo y al tipo de suelo de la zona fue básicamente el cuidado que se tuvo, y la abonización

CAPITULO VI

DISCUSION

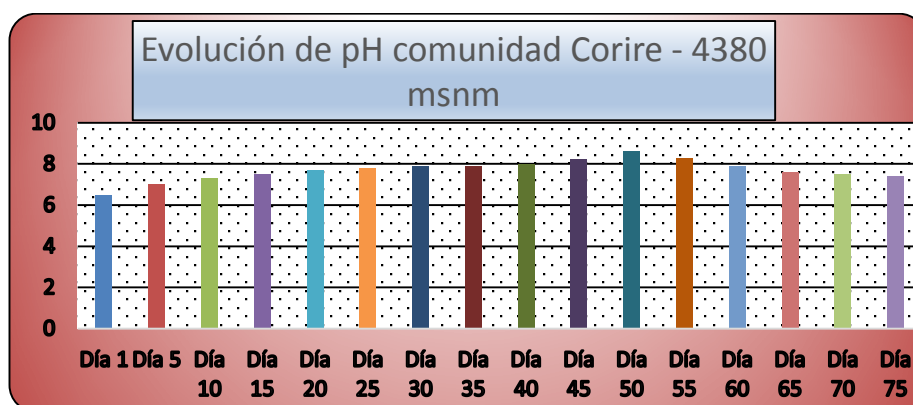
1 El pH

Los resultados indican que el pH estuvo dentro del rango en todo el proceso, a consecuencia de que solo se utilizó abono de estiércol y siendo su pH natural del 7.26, no adicionando cal.

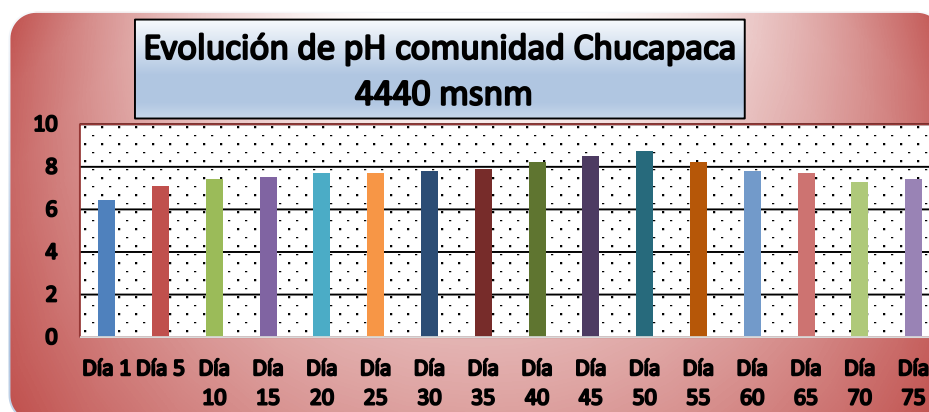
Para no tener el problema de la alcalinidad o acidez del compost los operadores tuvieron especial control en todo el proceso. El grado óptimo de un pH es neutro, obteniendo así el compost final en las tres comunidades los resultados o valores finales : Comunidad de Corire 7.81, comunidad Chucapaca 7.49 y Comunidad en Agani de 8.3; en este último resultado ligeramente con un porcentaje más al óptimo, pero manejable debido a que también se realizó el análisis de la tierra de la zona donde se reforestó, los valores obtenidos en las tierras de las diferentes comunidades es: Suelo Corire es 6.6 , Chucapaca 7.47, Agani 6.43; teniendo ambos valores, solo es cuestión de dosificar para obtener buen resultado con el objetivo.

Los datos experimentales aplicados para las comunidades de CORIRE, CHUCAPACA y AGANI se ajustan adecuadamente a los datos

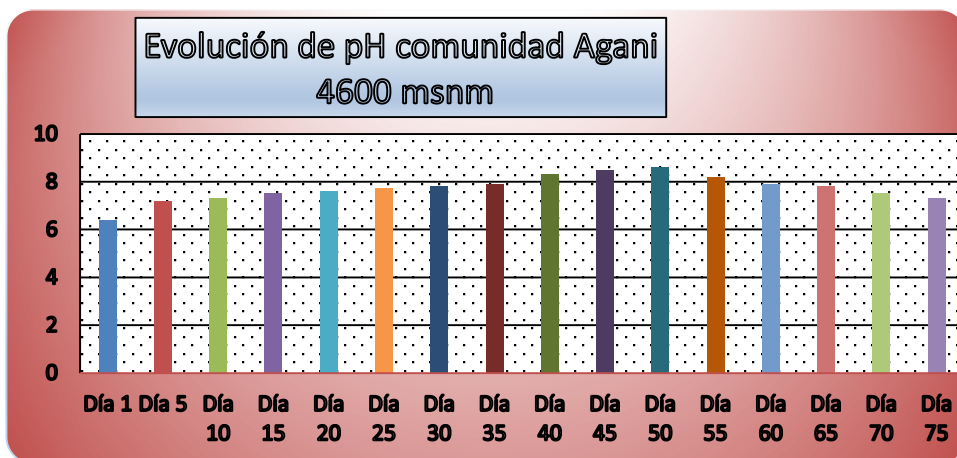
experimentales. Por lo tanto no existe diferencia significativa entre el variable pH y los días para la obtención de Compost a partir de residuos domésticos orgánicos en las diferentes comunidades con diferencia de alturas y con misma técnica de diseño de módulos en el Proyecto. A continuación mostramos los siguientes gráficos.



Graf. 7 - pH Evolución del Compost-días

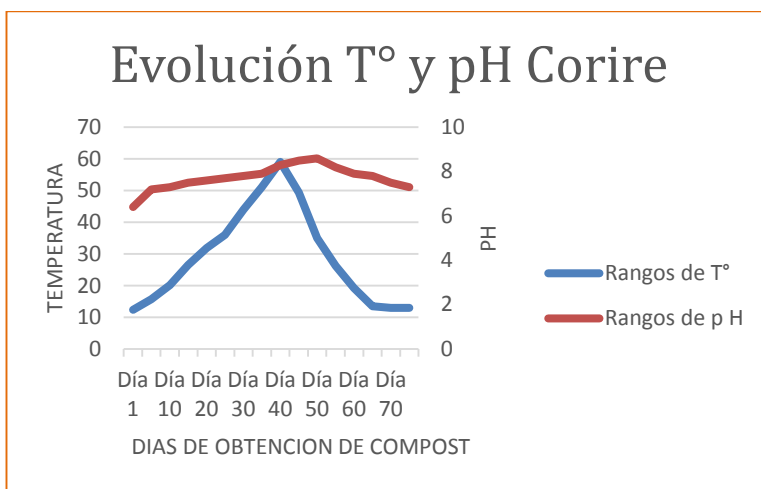


Graf. 8 - pH Evolución del Compost - días

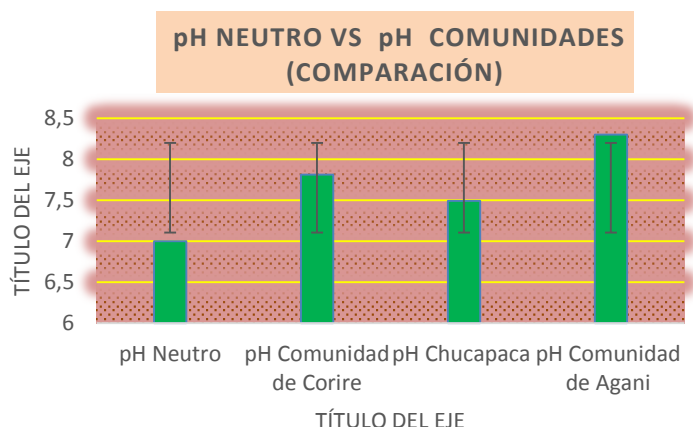


Graf. 9 – p H Evolución del Compost - días

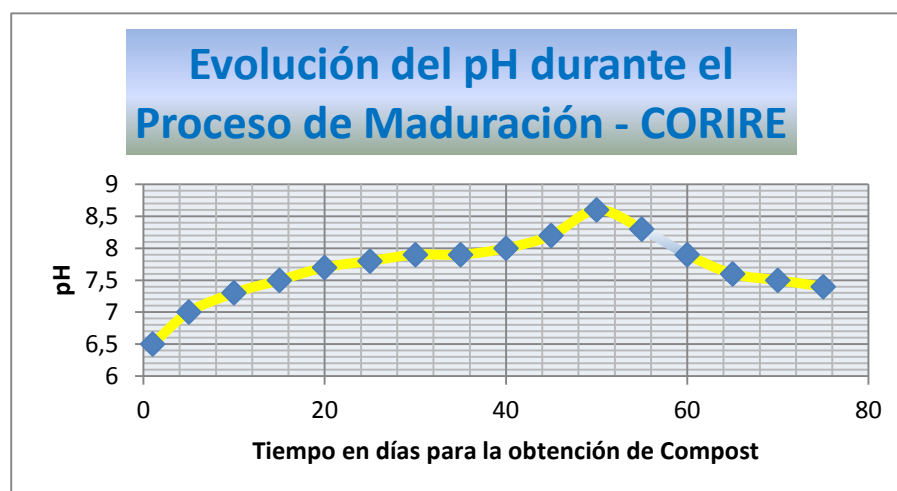
Sobre la influencia de la altura sobre el nivel del mar p H Y T°



Graf. 10 – Comparación de Temperatura y pH en el tiempo adquirido el compost



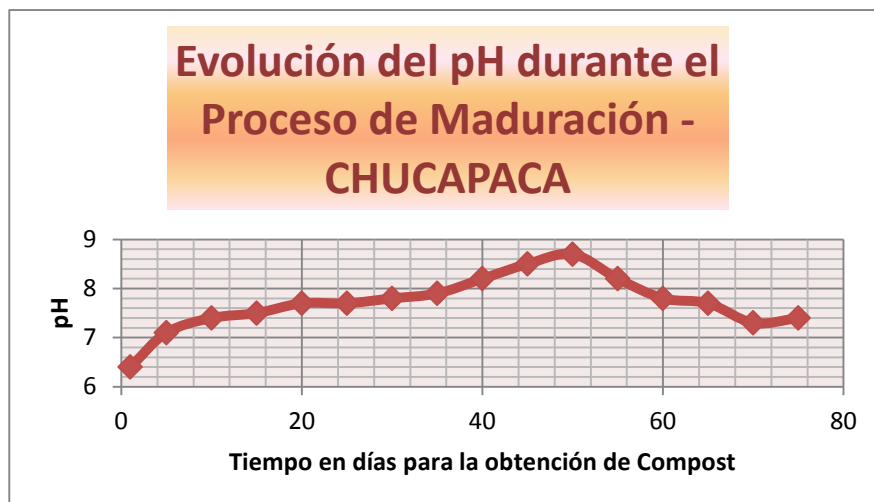
Graf. 11- Comparación del pH Neutro pH obtenido en las diferentes comunidades.



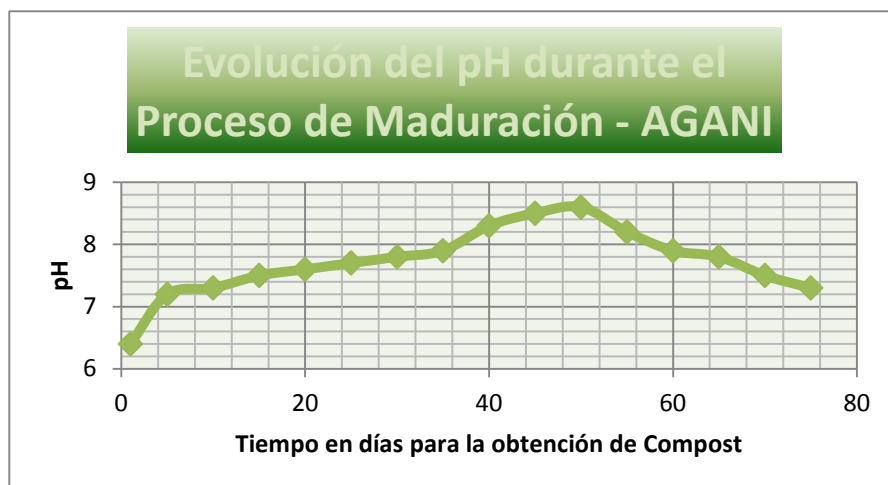
Graf. 12- Proceso de maduración Compost Corire

Del método aplicado para la obtención de compost en las comunidades de CORIRE, CHUCAPACA y AGANI las tres se ajustan adecuadamente a los datos experimentales sin haber mucha variación por el tratamiento similar; Por lo tanto no existe influencia alguna significativa entre la variable altura sobre el nivel del mar Vs pH y T ° promedio para la obtención de Compost.

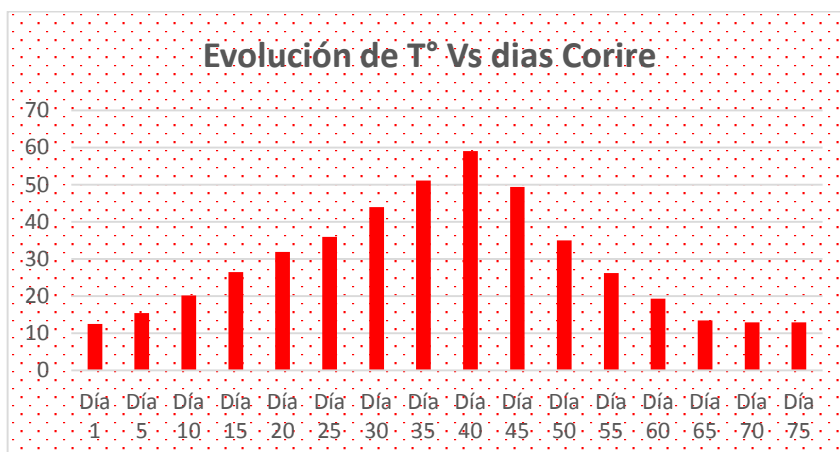
De la Evolución del pH durante el proceso de maduración:



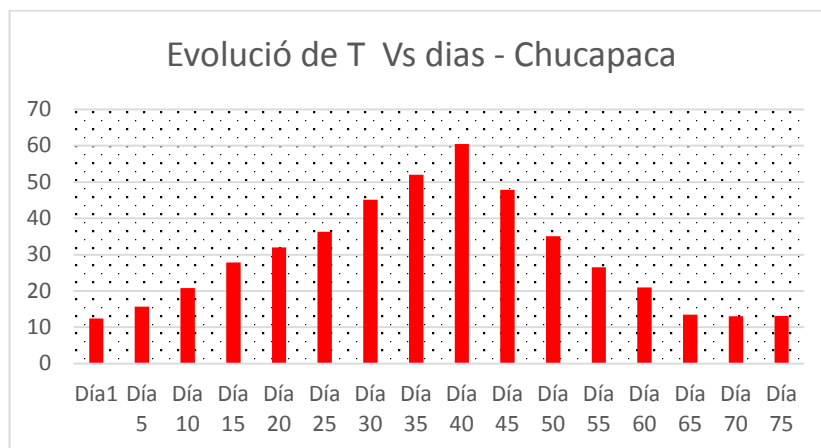
Graf. 13 Proceso de maduración Compost Chucapaca



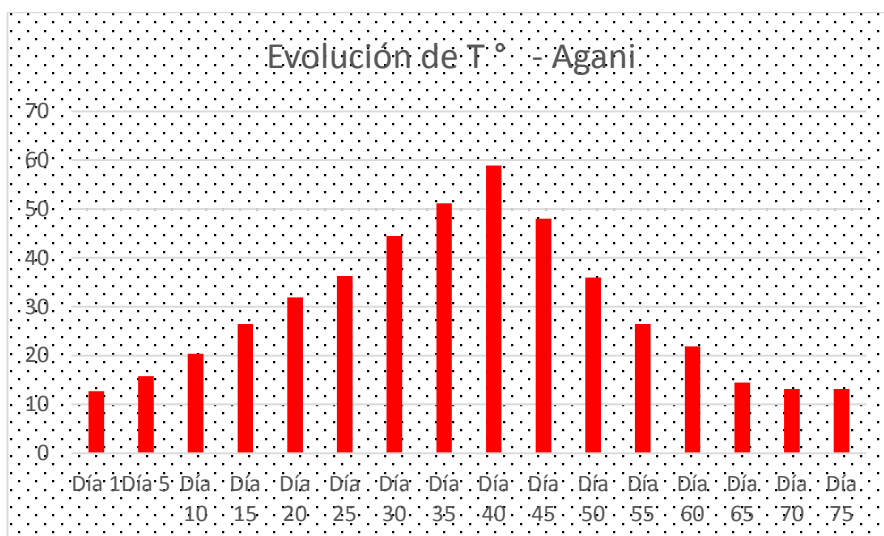
Graf. 14 Proceso de Maduración Compost Agani



Graf 15 de la Evolución del T° en la obtención de compost – Corire



Graf 16 de la Evolución del T° en la obtención de compost - Chucapaca



Graf 17 de la Evolución del T° en la obtención de compost: Agani

Como vemos en las gráficas de la evolución de T° en las comunidades de CORIRE, CHUCAPACA y AGANI, respectivamente; muestran que la técnica de diseño de módulos en el Proyecto con la impermeabilización de la geomembrana es eficiente; mostrados los rangos de pH en las tres comunidades y son parecidos no hay mucha variación por la técnica empleada, siendo un factor importante el nivel del mar, pero con la técnica aplicada en los diferentes procesos no hubo mucha influencia siguiendo la misma tendencia.

Asimismo en los diagramas de las comunidades de CORIRE, CHUCAPACA y AGANI observamos cómo se ajustan adecuadamente a los datos experimentales.

Por lo tanto no existe diferencia significativa entre la variable temperatura y el tiempo para la obtención de Compost a partir de residuos domésticos orgánicos en las diferentes comunidades.

Los gráficos nos permiten deducir que hay una tendencia a la estabilidad a partir del día 75.

2 Calidad de Compost

Los resultados indican que se ha obtenido buena calidad de compost cuyos valores en las tres comunidades de los macronutrientes son los siguientes:

Cuadro N° 20 Resultado de Macronutrientes de compost en Corire, Chucapaca y Agani.

Elementos/Resultados de módulos por comunidad	N	P	K
Corire	2.6	7.5	1.7
Chucapaca	1.8	5.4	1.4
Agani	1.3	8.6	1.9

Fuente: Propia del trabajo de Investigación de Tesis

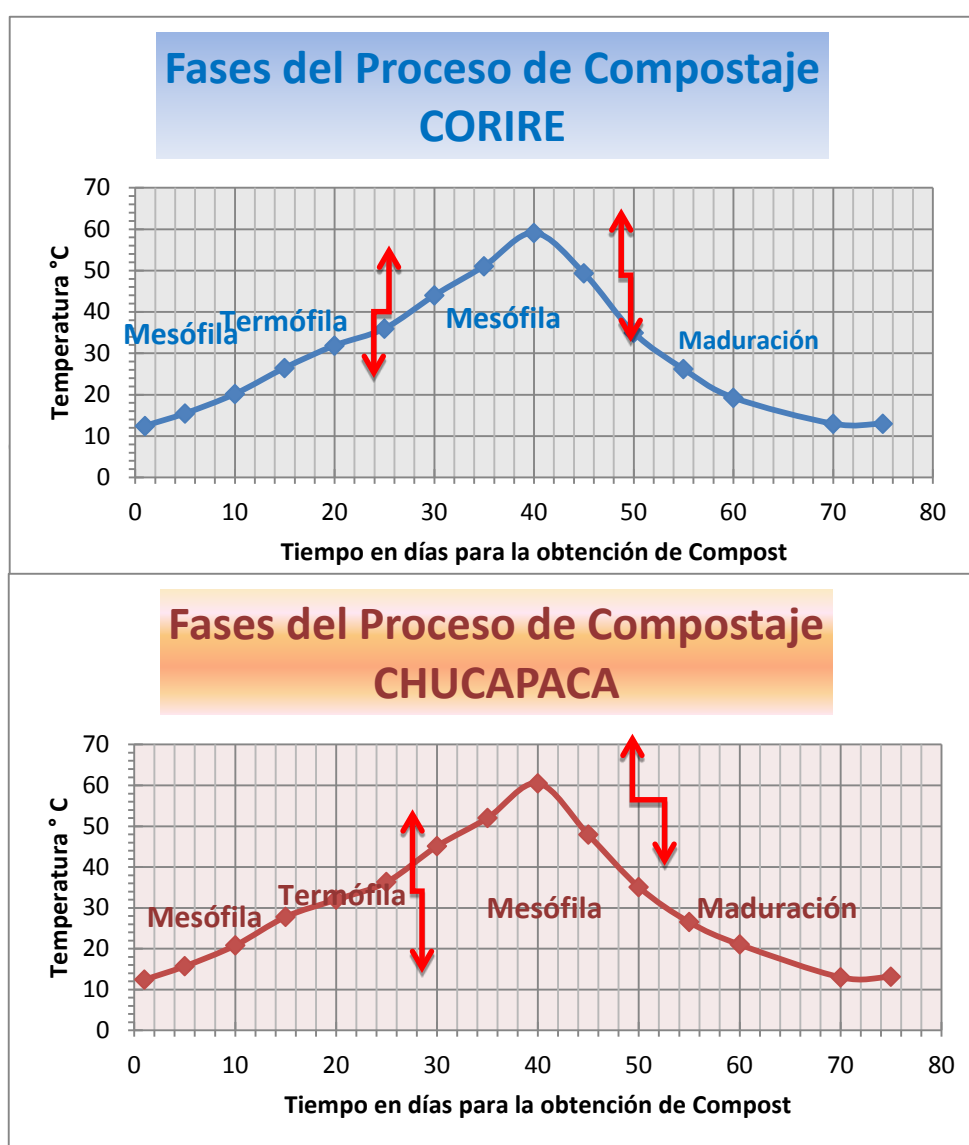
Cuadro N° 21 Rango de macronutrientes de varias fuentes.

Rango de macronutrientes encontrado en varias fuentes de materia orgánica.

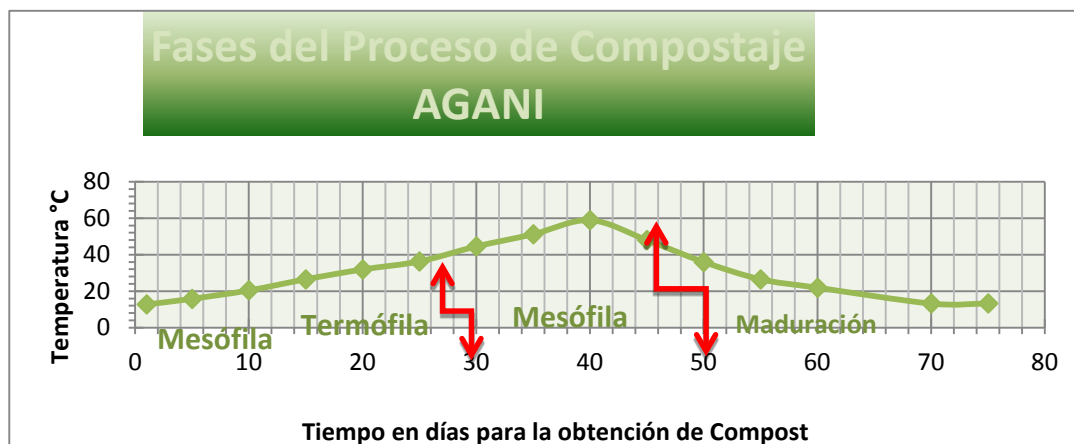
Fuentes	N	P	K	Ca	Mg
Compost	1.44%	.69%	1.57%	4.72%	0.45%
Lombricompost	2.90%	0.57%	0.14%	1.72%	0.38%
Pulpa de café	2.0%	.19%	3.0%	1.50%	0.25%
Gallinaza	3.96%	3.0%	1.0%	3.3%	1.78%
Estiércol de corral seco	2.0 %	0.65%	1.8%	2.85%	1.32%
Bocashi	0.9 %	2.0%	1.0%		

Fuente: Manual para extensionistas, promotores y productores del campo [34]

Como vemos en el cuadro N° 18 y N° 19 ambas dan el resultado de los valores de NPK, el primer cuadro resultado obtenido en la tesis, la segunda una comparación de rango de nutrientes generales, si realizamos la comparación se obtuvo un mayor porcentaje de calidad en el compost que se realizó en las comunidades Corire, Chucapaca y Agani. Asimismo mostramos en las siguientes gráficas cómo evoluciona en las distintas fases:



Graf. N° 18 y N° 19 Fases de Compostaje Corire y Chucapaca



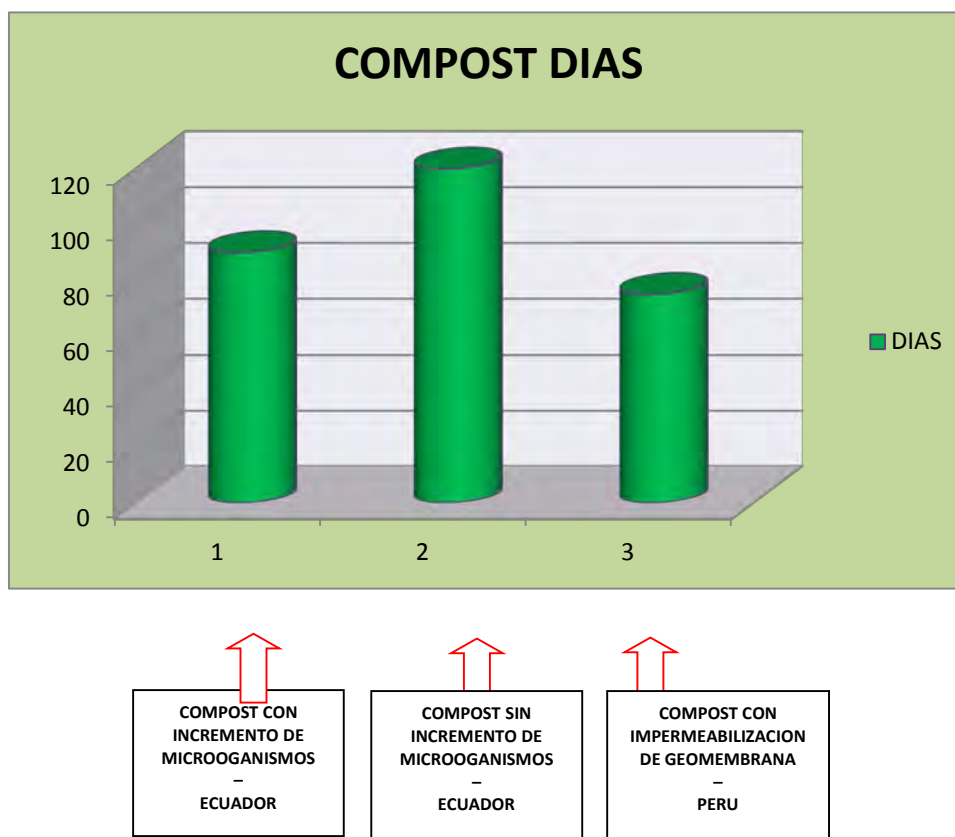
Graf. 20 Fases de Compostaje Agani

Las gráficas de las tres comunidades CORIRE, CHUCAPACA Y AGANI respectivamente; muestran que la técnica de diseño de módulos en el Proyecto con impermeabilización con geomembrana es eficiente con una reducción de dos semanas aproximadamente en relación a la tesis realizados en la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica – Ecuador; Cuyo título es **APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS PARA ACELERAR LA TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS ORGÁNICOS EN COMPOST” [38]**

Como vemos en estudio de compost aplican microorganismos para acelerar el proceso y aun así obtienen en 90 días su producto más viablemente económicamente según la tesis y el residuo orgánico procesado sin microorganismos en 120 días, es así que realizando la comparación de la tesis realizado en el Proyecto CDH, es más viable

debido que solo en 75 días se obtiene el compostaje y con la buena calidad de NPK.

A continuación vamos a ver la diferencia en el siguiente gráfico



Graf 21 Comparación de días de Compost tesis realizado en ecuador y Perú

La humedad y la ventilación se controlaron durante el proceso siendo el término medio la humedad en el proceso de un máximo de 45% y

obteniendo como resultado final en los diferentes módulos de compostaje los siguientes resultados:

Cuadro 22 Porcentaje de Humedad final compost

Comunidades y/o Módulos	Porcentaje de Humedad final de compost
Corire	9.4
Chucapaca	8.4
Agani	18.7

Fuente: Propia del trabajo de Investigación de Tesis

Asimismo los valores de la humedad para que pueda darse una fermentación aerobia están entre el 30% y el 70%, siempre que se asegure una buena aireación. En la práctica se deben evitar valores altos, pues desplazaría el aire de los espacios entre partículas del residuo y el proceso

pasaría al anaerobio. Si la humedad es demasiado baja disminuirá La actividad de los microorganismos.

El compost final tiene un color marrón oscuro, olor agradable, textura suave, una humedad apropiada, y una temperatura ambiente. El proceso también reduce olores dando como resultado un producto con un olor a tierra.

El tiempo de compostación y obtención varió en la tesis realizada a diferencia de otros resultados como mencionamos el de Ecuador.

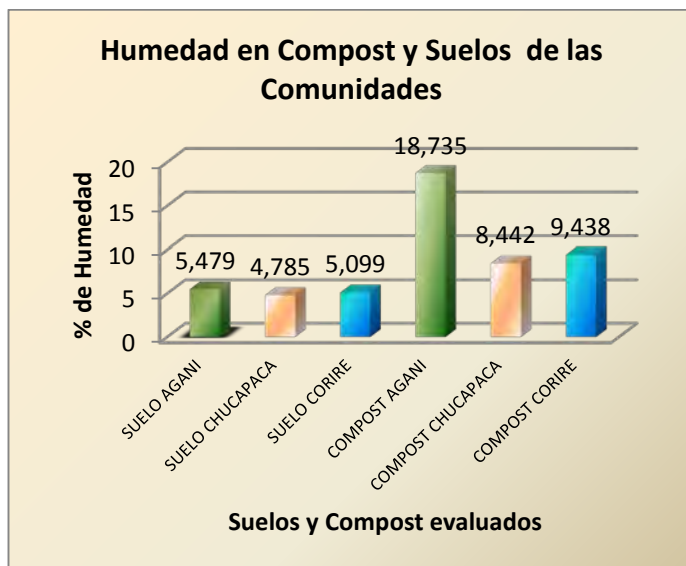
La actividad microbiana poblacional le da al compostaje un proceso dinámico debido a las actividades combinadas de una amplia gama de bacterias y hongos, ligados a una sucesión de ambientes.

A lo largo del proceso van apareciendo formas resistentes de los microorganismos cuando las condiciones de temperatura hacen imposible su actividad.

En la primera etapa aparecen bacterias y hongos mesófilos con predominio de las primeras. Cuando la temperatura llega a 40°C, aparecen bacterias y hongos termófilos y los primeros actinomicetos. Por encima de los 70°C cesa la actividad microbiana, al bajar de nuevo la temperatura, reaparecen las formas activas, detectándose también la actividad de protozoos, miriápodos, etc.

Las bacterias se encuentran distribuidas por toda la pila, mientras que los hongos y actinomiceto están situados a 5-15 cm de la superficie, dándole un aspecto grisáceo característico.

Asimismo es importante resalta la H° del compost y el suelo de las comunidades:



Graf. 22–Porcentaje de Humedad

Fuente: Propia de la investigación de la tesis

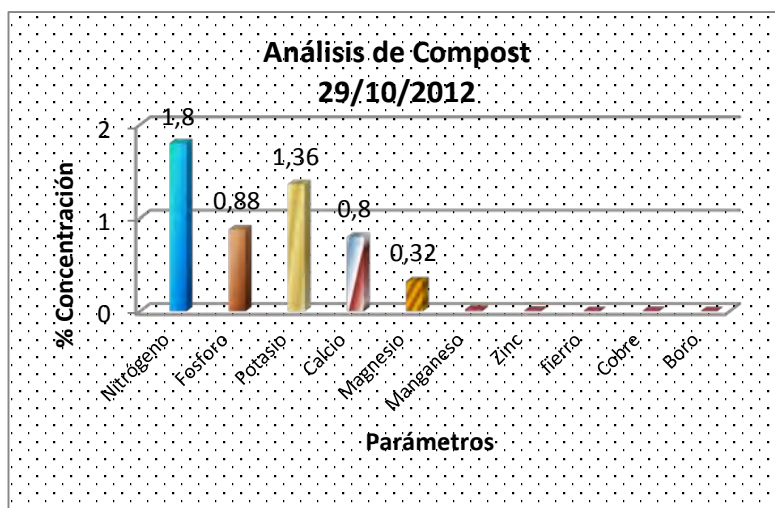
En las tres comunidades donde se preparó compost se realizó controles del contenido de humedad, sin embargo en Agani la humedad fue considerable, el cual genero la disminución de la transferencia de oxígeno, siendo éste insuficiente para la demanda metabólica y reduciéndose, por tanto, la actividad microbiana aeróbica. Este hecho puede provocar la aparición de malos olores, la generación de lixiviados y la pérdida de nutrientes, incremento de pH, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu.; por lo que con este resultado se tuvo más cuidado en Agani, posteriormente estabilizándose.

Conductividad:**Graf. 23 - Conductividad**

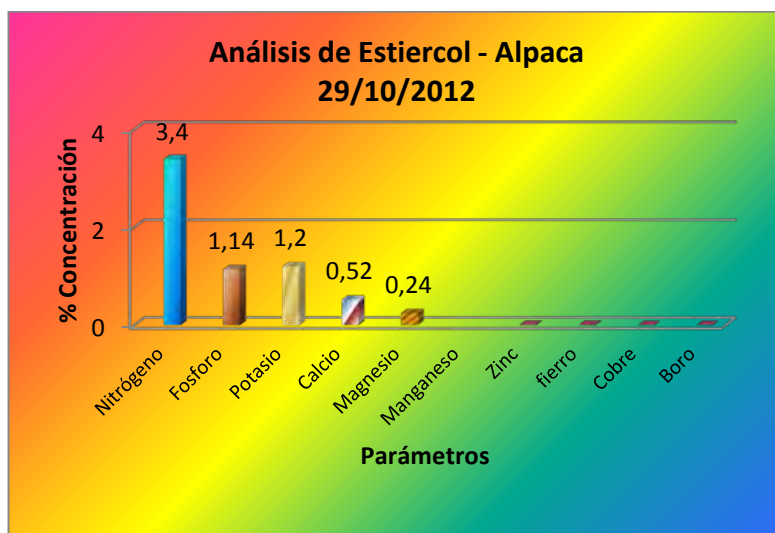
La conductividad eléctrica sigue una evolución similar a la del pH. En los primeros días se da un descenso como consecuencia del crecimiento microbiano que consume parte de las sales presentes y, posteriormente, se recupera el valor de CE como consecuencia de la liberación de sales al degradar las población es microbianas los componentes de la masa en maduración.

Comparación de resultados de los análisis Compost - Físicoquímico -

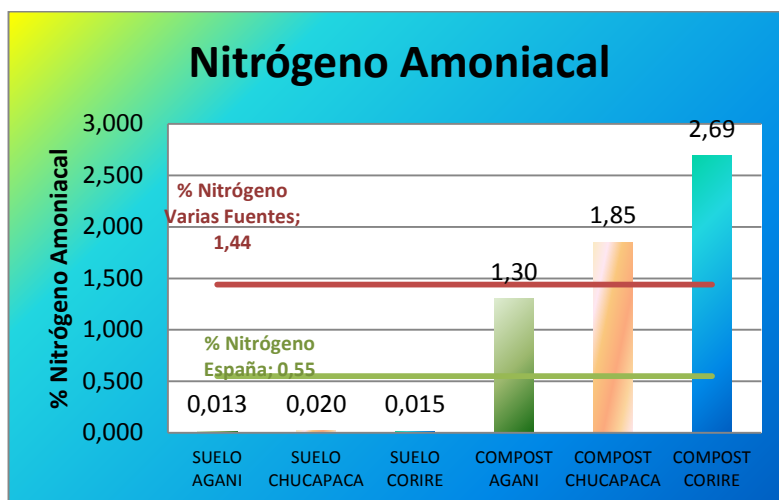
29 de Octubre 2010 – INIA



Graf. 24 – Análisis de compost



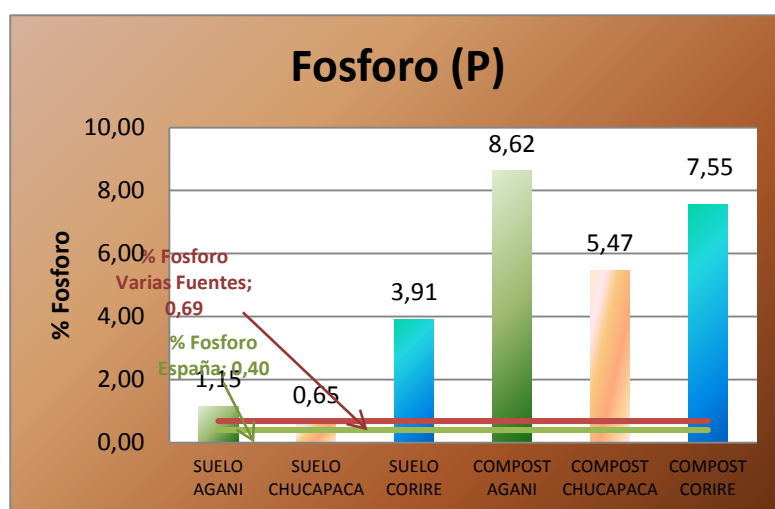
Graf. 25 -Análisis Estiércol Alpaca Resultado Físicoquímico 29 de octubre



Graf. 26 – Resultados de Macro nutrientes y micronutrientes

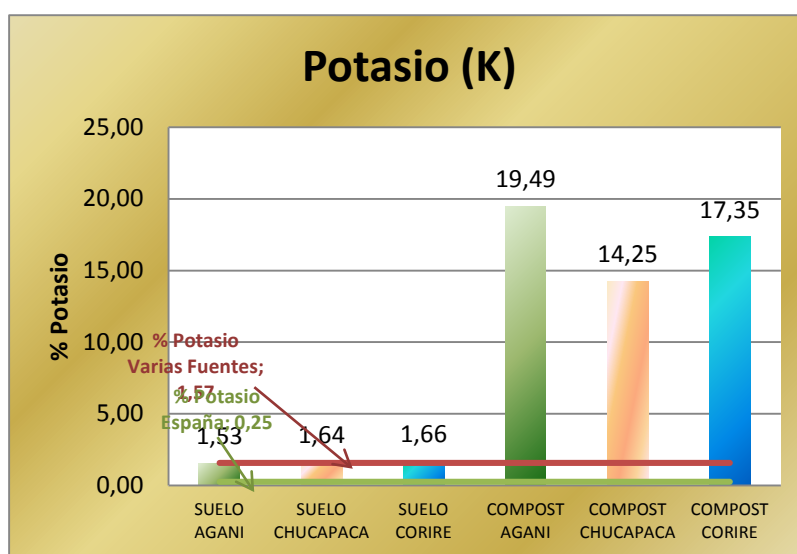
20 de julio del 2012

Del gráfico de comparación con varias fuentes entre nacionales e internacionales para el caso del nitrógeno el compost de Chucapaca y Corire tienen valores por encima de dichas experiencias y para Agani solo para el caso internacional –España- está por encima



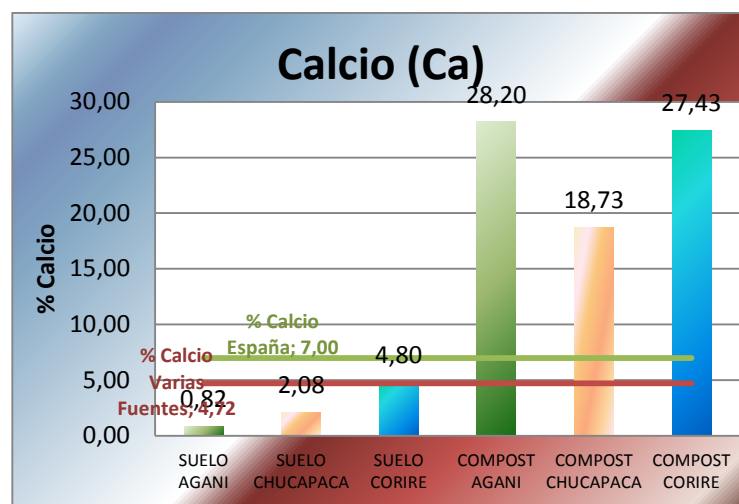
Graf. 27 – Porcentaje de fosforo

Del gráfico de comparación con varias fuentes entre nacionales e internacionales para el caso del fosforo el compost de Agani, Chucapaca y Corire tienen valores por encima de dichas experiencias.



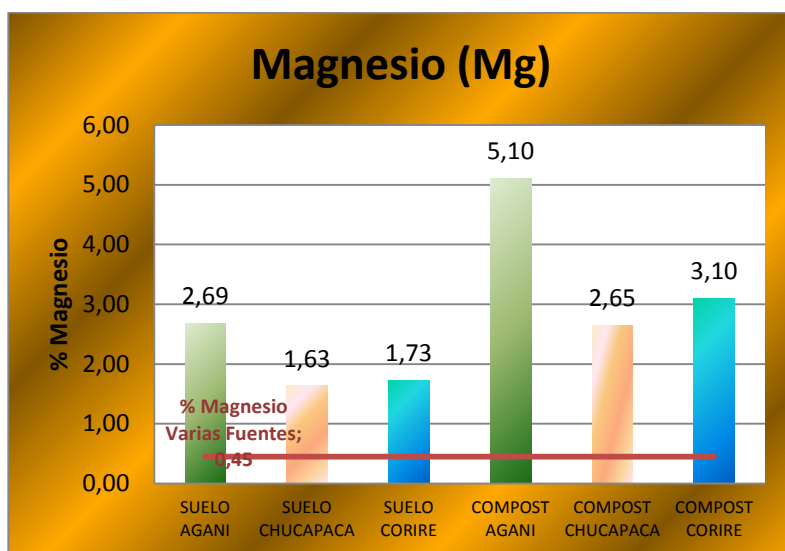
Graf. 28 – Porcentaje de Potasio

Del gráfico de comparación con varias fuentes entre nacionales e internacionales para el caso del potasio el compost de Agani, Chucapaca y Corire tienen valores por encima de dichas experiencias.



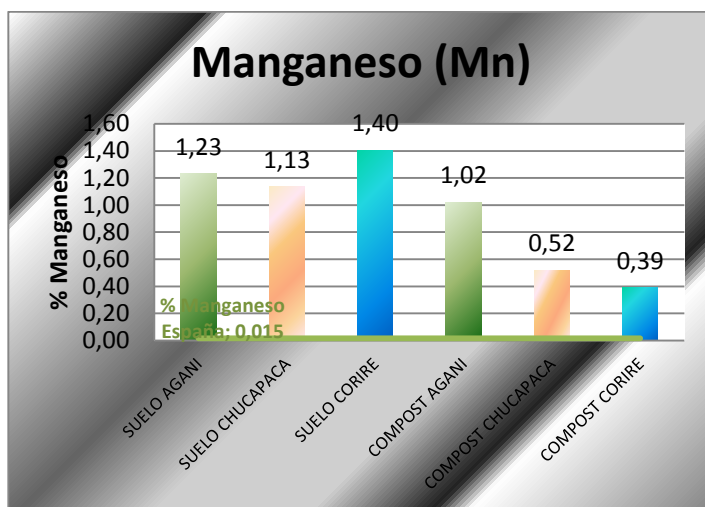
Graf. 29 – Porcentaje de calcio

Del gráfico de comparación con varias fuentes entre nacionales e internacionales para el caso del calcio el compost de Aganí, Chucapaca y Corire tienen valores por encima de dichas experiencias.



Graf. 30 – Porcentaje de Magnesio

Del gráfico de comparación con varias fuentes entre nacionales e internacionales para el caso del magnesio el compost de Aganí, Chucapaca y Corire tienen valores por encima de dichas experiencias.



Graf. 31 – Porcentaje de Manganeso

Del gráfico de comparación con varias fuentes entre nacionales e internacionales para el caso del manganeso el compost de Agani, Chucapaca y Corire tienen valores por encima de dichas experiencias.

Asimismo donde está ubicado el proyecto, se encuentran pobladores rurales dedicados a la ganadería, que constituyen un factor a tomar en cuenta, en base al principio de: **PRACTICAR LA POLITICA DEL BUEN VECINO Y UNA GRAN RESPONSABILIDAD SOCIAL, GENERANDO EFECTOS POSITIVOS CON NUESTRO PROYECTO MINERO**, por lo que tenemos que tener más cuidado en el manejo de los residuos en general.

4.- Comparación de Resultados de NPK con varias fuentes de Materia orgánica

El uso de materiales orgánicos va unido a la actividad agrícola desde sus orígenes, y su empleo ha estado ligado de manera histórica directamente con la fertilidad y productividad de las tierras cultivadas [Laprade y Ruiz, 1999] [17]

En sus investigaciones [King 1990),] [19] indica que en el marco de la agricultura sostenible, el control de la fertilidad del suelo a través del ciclo de nutrimentos, es un factor clave para el desarrollo de sistemas alternativos exitosos, ya que con ellos se reducen las pérdidas de éstos y se maximiza su uso; en tal sentido, los abonos orgánicos constituyen una estrategia formidable para alcanzar estos objetivos.

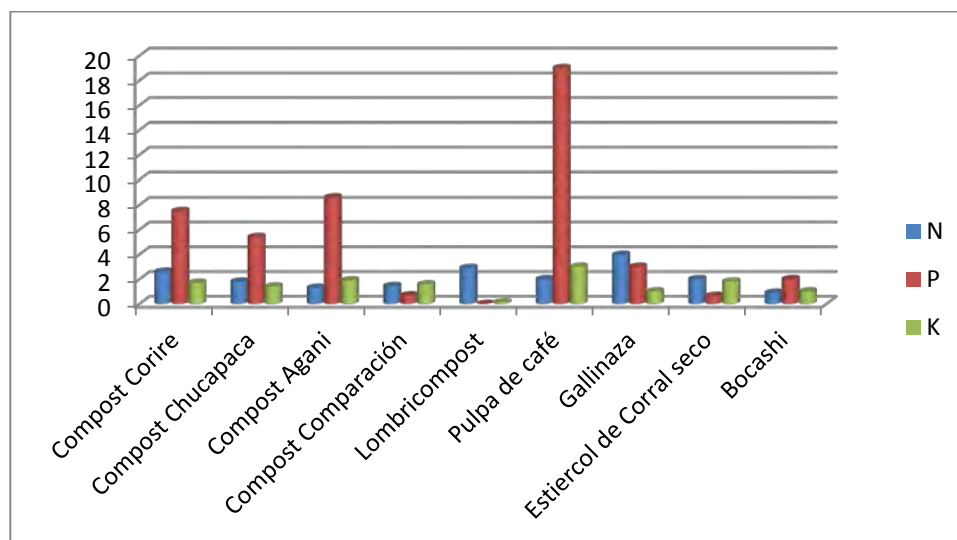
Por su parte, [KIMITOSHI SAKURAI. 2000][18], señalan que el uso combinado de abonos orgánicos y minerales, contribuyen a mejorar la calidad de cualquier vegetal o tubérculo que se siembre, no sólo por aumentar los rendimientos, sino porque incrementan el valor biológico de las proteínas en los tubérculos.

Es así que en el cuadro N° 22 que mostramos vemos que el compostaje que se ha obtenido en 75 días supera la calidad a algunas fuentes orgánicas.

Cuadro N° 23 – Fuentes de Materia Orgánica

Compost de diferentes Orígenes	N	P	K
Compost Corire	2.6	7.5	1.7
Compost Chucapaca	1.8	5.4	1.4
Compost Agani	1.3	8.6	1.9
Compost Comparación	1.44	0.69	1.57
Lombricompost	2.9	0,57	0.14
Pulpa de café	2	19	3
Gallinaza	3.96	3	1
Estiercol de Corral seco	2	0.65	1.8
Bocashi	0.9	2	1

Fuente: Resultados obtenidos en el proceso de la Tesis en comparación con otros resultados generales publicados.



Graf 32 Comparación de Compost de diferentes orígenes

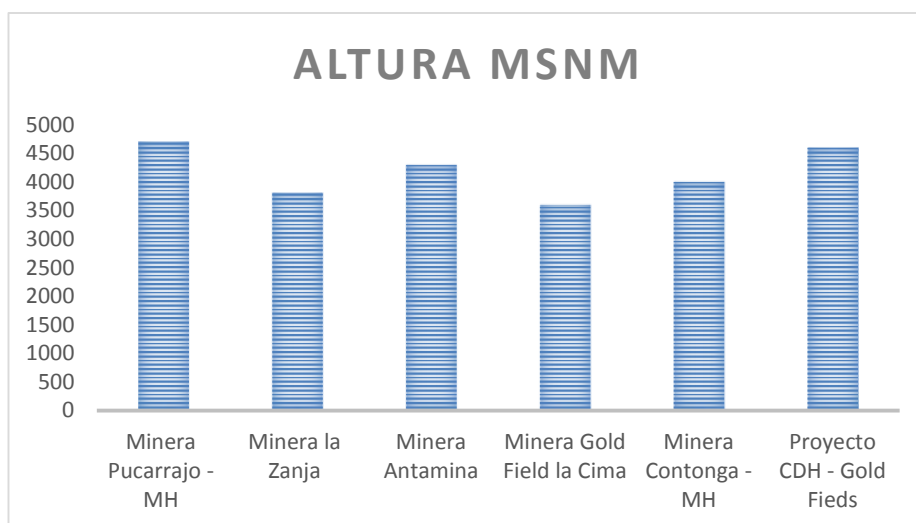
Como vemos en el cuadro 22 y en el gráfico 32, los resultados de compost en las diferentes comunidades del Proyecto son de mejor calidad con respecto a los resultados de las otras fuentes, y mostrando mayor calidad en fósforo, siendo este el mineral que ayudó a la sobrevivencia de las plantas por sus propiedades y quedando demostrado en las queñuas insertados en el proyecto CDH.

5.- Resultados de Compost en días VS Obtención de compost en diferentes Minas

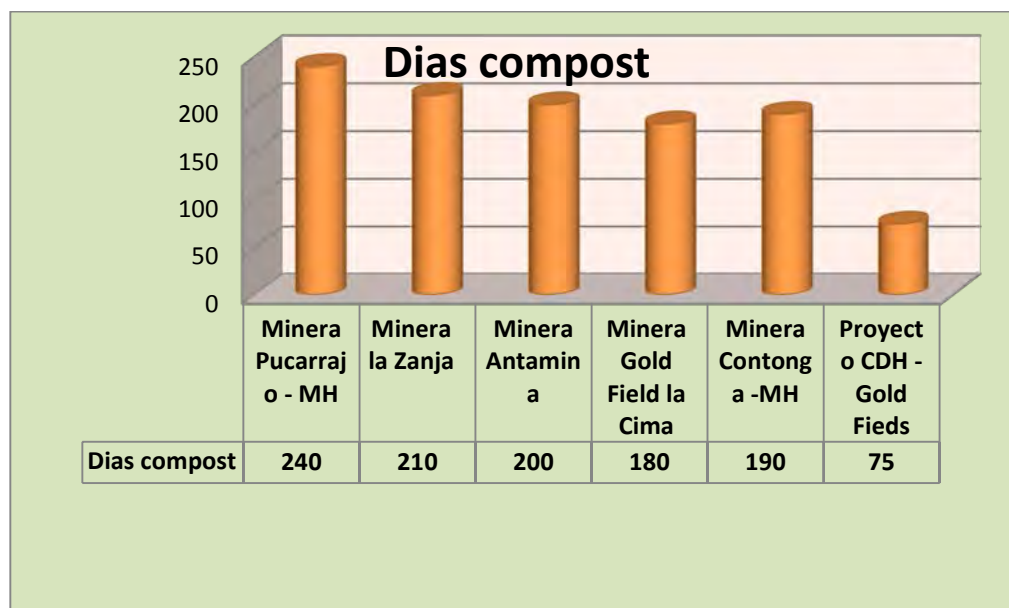
A continuación mencionamos algunas empresas mineras donde se realiza compostaje para diferentes objetivos.

Empresas Minera de Referencia	Altura msnm
Minera Pucarrajo - MH	4700
Minera la Zanja	3811
Minera Antamina	4300
Minera Gold Field la Cima	3600
Minera Contonga -MH	4000
Proyecto CDH - Gold Fields	4600

Cuadro N° 24 –Referencia de Minas que realizan Compost
Fuente: Varias fuentes



Graf 33 –Alturas msnm diferentes Minas



Graf 34 – Días de Producción de Compost en diferentes Minas

Como vemos en el cuadro 24 y los gráficos 33 y 34 el periodo de obtención de compostaje en la mayoría de las Minas de Perú se obtiene en un periodo de 150 a 210 días, y el resultado que se hizo en CDH es menor, ello debido a la cantidad, manejo y diseño de los módulos donde se realizó el proceso. Estos datos para la comparación respectiva se obtuvo de profesionales que trabajan en las minas mencionadas, de igual forma se debe resaltar que un porcentaje del 99%, para obtención del compost utilizan la cal. Por otro lado un porcentaje mínimo realizan compost en proyectos de exploración, la mayoría utilizan el servicio de una EPS –RS para el traslado a un Relleno Sanitario; Incrementándose en costo.

6.- Comparación de Costos

Producción de Compost VS Traslado por una EPS – RS

A continuación realizamos la comparación de costos que representa hacer compostaje en un proyecto minero con el diseño aplicado en la tesis y el servicio de una EPS – RS

1.- Materia prima e insumos

Materia Prima		Resultado	
Residuos Sólidos	Estiércol - Agua	total 100%	Compost 45.8%
4500	225-15.7 L	4725	45.8

Cuadro 25 – Análisis de compost en porcentaje

Fuente: Propia

2.- Instalación y Operación

Calculo de Instalación y Operación	Sueldo s/.	total
Personal	6 850	4220
Puesta en Marcha Planta Compost	1000	1000
TOTAL		5220

Cuadro 26 – Instalación y operación

Fuente: Propia

3.- Producción de Compost

		Compost - kg		Compost - kg	
75 días – Primera Producción		2164	865	1ra Producción (75 días)	
Producción con intervalo de 3 días con 3 módulos de 5 compartimiento c/u					
Segunda Producción	1	2164	865		
Tercera Producción	2	2164	865		
Cuarta Producción	3	2164	865		
Quinta Producción	4	2164	865		
Sexta Producción	5	2164	865		
Sétima Producción	6	2164	865		
Octava Producción	7	2164	865		
Novena Producción	8	2164	865		
Décima Producción	9	2164	865		
Undécima	10	2164	865		
Total – Producción del siguiente Mes en kg		21640	8656	2ra Producción (con intervalo de 3 días en un mes)	

Cuadro 27 – Detalle por producción en costo

Fuente: Propia

Comentarios:

Como vemos en los cuadros arriba la puesta en marcha con 6 operarios y 3 módulos de 5 compartimientos cada uno con el diseño propuesto, se obtiene un porcentaje de 45.8% de Compostaje partiendo de la Materia prima e insumos del 100%; esto es 4725 kg de Residuos orgánicos incluido el estiércol.

Por lo que se obtiene en la primera producción de compostaje 2164 kg de compost, seguidos el siguiente mes con un total de 21640 kg; siendo 21.64 toneladas y esto proyectada a 12 meses siguientes un total de 259.68 toneladas.

Asimismo se hizo una comparación de costo como dato referencial en Sodimac el costo es por 10 kg de compost por s/ 4.00nuevos soles.

Si nosotros venderíamos el compost al mismo precio de 10 kg/c/u obtendríamos 216 bolsas con un total de S/ 864 y en el segundo mes recuperaríamos el costo de inversión (S/ 5220) con una ganancia neta de s/. 3120 a 4120 nuevos soles.

Y si se realiza una comparación con el costo del traslado por una EPS – RS por el servicio de traslado de las instalaciones del Proyecto CDH a un Relleno Sanitario Autorizado, esto costaría 11 mil soles por evacuar 12m³.

Pero en este caso el objetivo no es la ganancia financiera, sino la ganancia Socio ambiental, de desarrollo sostenible e imagen de la Empresa; ya que a través de esta técnica se podría conservar mejor el medio ambiente y cumplir con la política ambiental y creándose de esta manera una buena imagen hacia la empresa de los pobladores de la zona y terceros.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

A la luz de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La técnica manual de elaboración de compost presentada es una forma sencilla, sanitaria y barata de resolver el problema de las basuras orgánicas en los diferentes proyectos mineros u de otro rubro, y además se puede obtener un producto que pueda dar beneficio a los que necesitan un suelo sano y fértil como se ha demostrado con la calidad de compost obtenido en el transcurso del proceso

2. Las características del compost obtenidos con el método realizado y la infraestructura de tablas armadas, con revestimiento de geomembrana y la protección dieron buenos resultados de calidad en comparación a las citas generales que reportan diferentes textos.

3. El método utilizado para la experimentación de obtención de compost a partir de residuo orgánicos con impermeabilización de geomembrana en las tres diferentes comunidades comparadas a otro

métodos convencionales por diferentes literaturas fue la más apropiada teniendo un resultado en calidad y tiempo más óptima para una actividad de exploración minera por ser la más corta en días (75 días).

4. La calidad de compost obtenido en el resultado de las tres comunidades son óptimas, jugando un papel importante en el proceso la geomembrana por sus características de impermeable, el cual ayudó a que no se percole al suelo los líquidos productos de los residuos sólido doméstico obtenido de los comedores, esto ayudando a los microorganismos a procesarse mejor y dar las condiciones para la descomposición de los residuos.

5. El diseño empleado en el proceso del compostaje fue estratégico para la obtención de compost en menor días, esto basado a que la madera impermeabilizada con la geomembrana y el tipo de techo transparente, ayudaron a captar el calor necesario para la descomposición de los residuos domésticos degradables; Asimismo esta técnica facilitó que no se utilice mucha agua, debido que la misma degradación de los residuos dentro de la caja impermeabilizada ayudaba a tener un clima adecuado para el trabajo de los microorganismos

6. Asimismo se llegó a la conclusión que al utilizar la cal en el compostaje eleva el pH, y los microorganismos que trabajan en la descomposición de los residuos orgánicos tardan debido a la alcalinidad de la cal, produciéndose la muerte de algunas bacterias esto retardando el proceso, y teniendo como resultado final un compostaje en mayor tiempo (más de 200 días) y este producto final no sirviendo para la forestación (sembrar árboles donde nunca hubo antecedentes de plantaciones antiguas), debido a la alcalinidad y composición final que se obtiene.

7. En el transcurso de la tesis experimental se llegó a la conclusión que la mayoría de las empresas mineras realizan el compostaje con la adición de cal, ya que este minimiza y controla el olor, y el producto final de compostaje que obtienen es básicamente direccionado para las desmonteras, relaves, botaderos y/u otro uso que realizan, mas no para forestar debido a su composición final de compost que obtienen no es adecuada para tal uso.

8. Asimismo la técnica realiza y el diseño de los módulos de la tesis experimental para la obtención del compostaje ayudó a controlar el olor debido que el residuo domestico utilizado para el proceso era solo una tercera parte del tamaño del módulo impermeabilizado, esto

ayudó al proceso de descomposición a tener la oxigenación adecuada y a facilitar en los volteos que se realizaba de acuerdo al cronograma del experimento. ya que se aseguró la mantención de condiciones aeróbicas lo que favorece entre otras cosas el proceso de nitrificación.

9. Cuando un módulo de residuos orgánicos en proceso compostaje no tiene suficiente oxígeno, el proceso se transforma en anaerobio y se producen olores ofensivos. La muerte por asfixia de los microorganismos detiene el proceso e inicia la putrefacción de los residuos.

10. En el piloto de forestación de 1000 plantas nativas “Queñua” que se insertaron en cada comunidad y cuyo tamaño de plantación inicial fue de 12 a 15 cm de altura aproximadamente de cada uno de las plantitas, se demostró la calidad del compost obtenido en el experimento ya que en dos años crecieron de 70 a 80 cm más, llegando a medir hasta un metro, solo con abonización de compostaje obtenido en las comunidades, sin adición de ningún abono superficial, y teniendo en cuenta que en esas comunidades nunca hubo antecedentes de árboles debido a la altura y clima de la zona

11. El compost obtenido en las diferentes comunidades ayudó en el impacto social y ambiental e imagen a favor de la empresa, debido que las comunidades imitaban el procedimiento en sus caseríos y ello hacía que la comunicación a con el ejemplo de responsabilidad ambiental y social ayudara a la interrelación entre empresa y Comunidad
12. Se creó un microclima con la forestación de las plantas de queñua en la población, en zonas donde nunca hubo vegetación por su topografía y calidad de suelo.
13. Se demostró que con la calidad de abono y cuidados adecuados es posible la producción de cebolla china y otras hortalizas en el proyecto a pesar de la altura.
14. En la mayoría de las exploraciones mineras, muy poco realizan el compostaje para la alimentación de plantas, está más enfocado para la remediación de botaderos, relaves y planes de cierre por la cantidad de cal que es utilizada para el proceso.
15. Se obtuvo el éxito de resultado del compost a través de la conciencia ambiental que se sembró en la población bajo el logo **“Quien Planta un árbol planta una esperanza”**.

16. Comparando con experiencias nacionales e internacionales se obtienen compost de buena calidad y con bajo contenido de metales pesados.

17. En comparación al autor Nogales, R.; Gallardo-Lara, F. y Delgado, M. 1982. [4] en el proceso de la tesis obtuvimos mayor porcentaje en los componentes de NPK, que a continuación lo demostramos en el cuadro siguiente:

RESULTADO GENERAL	%	RESULTADO TESIS	N	P	K
Nitrógeno como N ₂	1.5 - 2	Compost Corire %	2.6	7.5	1.7
Fósforo como P ₂ O ₅ 2	2.5	Compost Chucapaca %	1.8	5.4	1.4
Potasio como K ₂ O	1.5	Compost Agani %	1.3	8.6	1.9

18. Asimismo durante el proceso de compost se concluyó que para el éxito de la obtención en menor tiempo del compost fue de vital influencia la geomembrana a través de los controles fundamentales de la temperatura y humedad.

19. De la misma manera en comparación a los otros resultados de compostaje en las diferentes bibliografías, a nivel de características físicas en macronutrientes (NPK) obtuvimos mejor calidad; a nivel físico y biológico aumentó la capacidad de retención hídrica y reguló

y favoreció la actividad de los microorganismos que son beneficiosos para las plantas quedando demostrado con los resultados del tamaño significado en dos años de la queñua en el Proyecto.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

1. Clasificar bien los residuos domésticos degradables que están direccionados para la elaboración de compostaje para no tener resultados alterados de la calidad y demora del tiempo de descomposición.
2. Tener en cuenta el contenido de humedad ya que esta variable puede ser crítica si es que no se controla a tiempo.
3. Para que salga un buen compost se recomienda la utilizar insumos diversificados, tanto de origen vegetal (restos de cocina tanto crudos como restos de comidas cocinadas), como animal (estiércol), porque los de origen vegetal tienen más carbono y el estiércol contiene más nitrógeno.
4. Para tener un buen resultado del compost en una zona donde no se tiene los instrumentos sofisticados necesarios como son las comunidades aledañas se debe tener en cuenta la medición de la

humedad en el proceso de la elaboración del compost, el cual es un parámetro importante para el resultado final, por lo cual se debe hacer con un método muy simple, sin instrumentos. Se toma una pequeña cantidad del material en la mano y se aprieta el material. Si salen 2-5 gotas de agua, la humedad es buena; si sale menos agua, se necesita regar; si sale más, el riego debe ser interrumpido, se debe recordar para tener mayor control del proceso debe ser techado el módulo para no tener problemas con la lluvia tanto en calidad como en tiempo de obtención.

5. Es importante para tener en cuenta para la calidad de compost el curado (compost maduro) puede también ser determinado en el campo mediante el «test de la mano», se frota un poco del compost entre las palmas de las manos: el compost de buena calidad debe desprenderse fácilmente.

6. Difusión de la técnica en los diferentes caseríos colindantes al proyecto para minimizar sus residuos y a la vez generar un abono natural con buena calidad y esta pueda ser utilizado en sus actividades de cultivo reemplazando a los artificiales, ya que los abonos artificiales mejoran el proceso pero se crea dependencia en la tierra o chacra de los campesinos, asimismo evitamos la

contaminación por pesticidas y otros abonos artificiales mal utilizados por los campesinos produciéndose un lugar con impacto por los residuos tóxicos generados a través de sus envases mal manejados.

7. Las autoridades de la municipalidad de Ichuña, debería considerar la técnica para minimizar sus residuos domésticos, que a la fecha son evacuados a los ríos o botaderos que solo generan contaminación por mala clasificación e disposición final.
8. Esta técnica es barata y efectiva ideal para proyectos en etapa de exploración.

CAPITULO IX

INVESTIGACIONES A FUTURO

1. Factibilidad de producción de compost en las municipalidades utilizando la geomembrana.

2. Obtención de compost a partir de residuos sólidos urbanos con impermeabilización de geomembrana agregando Inoculantes de microorganismos endógenos para acelerar el proceso.

3. Factibilidad de tratamiento de aguas servidas en exploración Minera a través del sistema Pasivo.

X REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ALEGRE, CH. M. 1991. Producción de compost a partir de los residuos sólidos de mercados mediante tratamiento biológico. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Perú.
- [2] ÁLVAREZ DE LA PUENTE, JM. 2006. Estudio sobre mezclas óptimas de material vegetal para compostaje de alperujos en almazaras ecológicas y caracterización físico química de los compost producidos. DGPE. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- [3] ANDREOLI, C: V. LARA A. FERMANDEZ J 1997. Guía para el diseño de construcción y operación de rellenos sanitarios manuales.
- [4] ANDREOLI et al. 2001. Enviromnt protección Agency. Límites de legislaçao do biossoidona EVA para uso do biosolidon agricultura. 432.

- [5] APHA,AWWA, WPCF.1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 1ra ed. En España. Edit. Díaz de santos. Madrid España.
- [6] BAUDILLO VALLADOLID, C. 1999.Abonos orgánicos
- [7] BRADY, 1984, Evolutionary ecology of plant adaptation to serpentine soils
- [8] CARNES, R. Y LOSSIN, R. (1970).An investigation of the pH characteristics of compost.
- [9] CANTANHEDE, A. SANDOVAL, L. 1999. Rellenos sanitarios manuales. En página web centro panamericano de ingeniería sanitaria y salud ambiental (CEPIS): <http://cepis.pos-oms.org/>.
- [10] CARL R. BARTON. 1999. Gestión, recuperación y reciclaje de los desechos municipalidades: estrategia para la autosuficiencia en los pares en desarrollo. En página web centro panamericano de ingeniería sanitaria y salud ambiental.
- [11] COLLINGS, G. panamericano de Ingeniería sanitaria y salud ambiental.
- [12] ENRIQUE SALAZAR SOSA, 2003, Abonos Orgánicos y Plasticultura
- [13] GERARD KIELY 1996. Ingeniería ambiental
- [14] GUERRERO. 1993 Medio ambiente y ecología H. 1958. Fertilizantes comerciales. Barcelona, España.
- [15] HERRERA C.A.M. 1992. El problema de los desechos en la industria local, con énfasis en el pH universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

- [16] LABRADOR MORENO, JUANA. 2002. La materia orgánica en los agrosistemas (2ª ed.). Mundi-prensa Libros, S.A. España
- [17] LAPRADE Y RUIS 1999, Laprade y Ruiz, 1999, La materia orgánica de origen animal y vegetal
- [18] KIMITOSHI SAKURAI. 2000. Método sencillo del análisis de residuos sólidos.
- [19] KARCZYNSKY, H. 1996. Agricultura biodinámica y compostaje. Asociación Nacional de Agricultura Orgánica. Costa Rica. Vol. 3.1: 5 – 6.
- [20] KOLMANS, E. Y D. VÁSQUEZ. 1996. Estiércol y compost. Manual de agricultura ecológica. p. 101 –105.
- [21] METCALF Y HEDI. 1995. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización. Volumen II, 1RA ed. Edit. Mac Graw Hill. España.
- [22] NELSON, L,B. 1969. Changing Patterns infertilizar use.
- [23] MUSTIN, M. 1987. Le compost. Gestión de la materia orgánica.
- [24] NOGALES, R.; GALLARDO-LARA, F. Y DELGADO, M. (1982).
- [25] ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. 1995. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. OPS-OMS.
- [26] QUINTANILLA, P. (S.A) Agricultural and food statistics. Statisques de Z agriculture and alimentation ed. OCDE; Estadística del Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
- [27] RAMALTIO, S.L. Y NELSON L.B. 1968. Soil Fertility and fertilizer.

- [28] SALAZAR SOSA, ENRIQUE. Abonos Orgánicos y Plasticultura. 2003. Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED
- [29] VIBL. S7F. Fertilizantes. Análisis anual de la producción, el consumo y el comercio mundial. Ed. FAO.

PAGINAS INTERNET

- [30] www.cepis.ops.org
- [31] www.lamolina.edu.pe
- [32] www.feriasaraucaania.cl/nuestraempresa.aspx
- [33] <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm>
- [34] www.abonosudecinis.blogspot.com
- [35] <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/6412/1/ja05003.pdf>
- [36] <http://www.polilainer.com.mx/geomembranas.html>
- [37] <http://www.yumpu.com/es/document/view/14403727/capitulo-7-como-mejorar-el-suelo-anfacal>
- [38] <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/5310>

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Glosario de términos

DEFINICION DE TERMINOS BÁSICOS

ABONO. Sustancia que contiene cantidades apreciables de uno o más de los elementos químicos indispensable para a vida vegetal.

ACTINOMICETOS. Microorganismos que habitan en el suelo.

AEROBIO. Que necesita aire para vivir.

AZUFRE (S): Importante en la metabolización del Nitrógeno y el Fósforo, interviene en la formación de clorofila, necesario para la síntesis de Proteínas y vitaminas, también interviene en la formación de semillas.

BACTERIAS. Microorganismos unicelulares.

BIODEGRABILIDAD. Es la capacidad de un compuesto por proceso metabólico.

CALCIO (Ca): Requerido por todas las plantas, actúa como regulador del crecimiento, responsable en la constitución de tejidos, trabaja muy bien junto al Boro.

COBRE (Cu): Activador de varias enzimas, ayuda a un buen forzamiento de tejidos, necesario para la formación de clorofila. Vía foliar es la mejor forma de suministrarlo.

BORO (B): Micronutriente importante en la actividad de crecimiento y producción, indispensable en el pegue de fruto, útil en la división celular y la

translocación de azúcar y almidón, importante en la absorción del fósforo y cloruros y actúa como regulador en la relación Potasio - Calcio.

COMPOST. Resultado de la fermentación de la materia orgánica.

CRIOFILOS. Organismos que viven en medios fríos.

DESCOMPOSICIÓN. Proceso por el que una sustancia compleja se transforma en otras más simples.

ESPORAS. Elemento de reproducción de los hongos. Formas de resistencia de ciertos microorganismos.

ESTABILIDAD. Grado en que el compost puede ser almacenado sin causar molestias.

ESTERCOLERO. Lugar donde se depositan los excrementos de los animales para su conversión en abono y posterior utilización en el campo

HIERRO (Fe): Actúa en zonas de crecimiento, relacionado con la formación de clorofila y actúa como aportador de oxígeno, es el encargado del proceso de extracción de energía a partir de los azúcares.

FOSFORO (P): Desempeña un papel importante en el desarrollo del sistema radicular, interviene en la formación del tejido leñoso y además en la fructificación, formación y maduración del fruto, esencial en la formación de semillas

HONGOS. División del reino vegetal constituida por individuos sin clorofila y de vida saprofita parasitaria o simbiótica.

HUMUS. Fracción de la materia orgánica del suelo que ha sufrido transformaciones.

INORGANICO. La materia mineral **NITROGENO (N)**: Esencial para el crecimiento y el desarrollo vigoroso de la planta (tallos, hojas, brotes y frutos) proporciona el color verde intenso a la hoja; e incrementa los niveles de proteínas, importante durante todo el ciclo del cultivo.

MESOFILOS. Que viven en condiciones medias de temperatura.

MAGNESIO (Mg): Es el principal componente de la molécula de clorofila de allí el color verde de la hoja y su importancia en el proceso fotosintético, indispensable en la absorción y metabolismo del fósforo, interviene en el aprovechamiento del potasio y la acumulación de azúcares.

MANGANESO (Mn): Interviene en el metabolismo del fósforo y el nitrógeno, aumenta la disponibilidad del fósforo y calcio, desarrolla un papel directo en la fotosíntesis y ayuda a la síntesis de la clorofila, acelera la germinación y la madurez, importantísimo en la calidad de frutos.

POTASIO (K): Importante para el metabolismo del nitrógeno, el transporte, formación de azúcares y almidones, regula la apertura de los estomas haciéndolo importante en las relaciones hídricas, interviene en la constitución de tejidos dando así resistencia a la planta contra enfermedades.

pH. Medida de la acidez o alcalinidad.

TERMOFILO. Organismo que viven en condiciones de altas temperaturas

ZINC (Zn): Importante en el crecimiento y producción, ayuda mucho en el tamaño de los entrenudos, fácilmente absorbido vía foliar.

Anexo 2. Evolución de temperatura de compostaje de las 3 comunidades

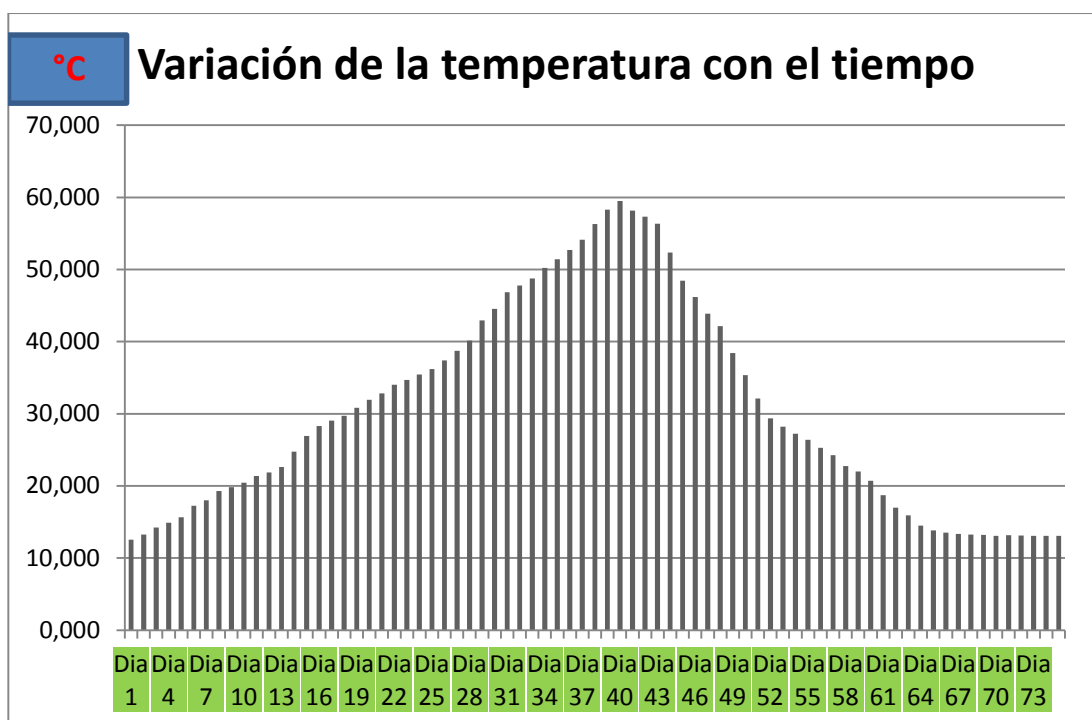
Cuadro 9 Rangos entre comunidades de la T°

Rangos de T°	Comunidad Corire Revestimiento Geomembrana 4380 msnm	Comunidad Chucapaca - revestimiento geomembrana 4440 msnm	Comunidad Chucapaca - revestimiento geomembrana 3600 msnm	Promedio	Desviación estándar
Día 1	12.5	12.4	12.7	12.5	0.153
Día 2	13.1	13.3	13.4	13.2	0.153
Día 3	13.8	14.5	14.4	14.23	0.379
Día 4	14.5	15.2	15	14.9	0.361
Día 5	15.5	15.7	15.8	15.6	0.153
Día 6	17.1	17.4	17.2	17.23	0.153
Día 7	18	17.9	18.1	18	0.100
Día 8	18.9	19.4	19.6	19.3	0.361
Día 9	19.5	20	20	19.8	0.289
Día 10	20.2	20.8	20.4	20.5	0.306
Día 11	21	22	21.1	21.4	0.551
Día 12	21.9	22.2	21.5	21.9	0.351
Día 13	23.2	22.8	21.9	22.6	0.666
Día 14	24.7	24.5	25	24.7	0.252
Día 15	26.5	27.8	26.5	26.9	0.751

Día 16	28.4	28.5	28	28.3	0.265
Día 17	29	29.2	28.9	29	0.153
Día 18	29.5	30.2	29.5	29.7	0.404
Día 19	30.1	31.5	30.9	30.8	0.702
Día 20	31.9	32	31.9	31.9	0.058
Día 21	32.5	33	33	32.8	0.289
Día 22	33.2	34	34.9	34	0.850
Día 23	34	34.9	35.2	34.7	0.624
Día 24	35	35.5	35.8	35.4	0.404
Día 25	36	36.3	36.3	36.2	0.173
Día 26	37.5	37.2	37.5	37.4	0.173
Día 27	38.5	38.9	38.8	38.7	0.208
Día 28	40.2	40.3	39.9	40.1	0.208
Día 29	42.5	43	43.3	42.9	0.404
Día 30	44	45.1	44.5	44.5	0.551
Día 31	46.1	47.6	46.8	46.8	0.751
Día 32	47	48.5	47.9	47.8	0.755
Día 33	48.1	49.7	48.5	48.7	0.833
Día 34	49.5	51.5	49.7	50.2	1.102
Día 35	51.1	52	51.2	51.4	0.493
Día 36	52.3	53.5	52.3	52.7	0.693
Día 37	53.5	54.8	54.1	54.1	0.651
Día 38	55.7	56.9	56.3	56.3	0.600
Día 39	58.2	58.9	57.8	58.3	0.557
Día 40	59.1	60.5	58.9	59.5	0.872
Día 41	58.1	59.2	57.2	58.1	1.002

Día 42	57.2	57.4	57.3	57.3	0.100
Día 43	56.5	56.4	56.1	56.3	0.208
Día 44	52.1	52.5	52.4	52.3	0.208
Día 45	49.4	47.9	48	48.4	0.839
Día 46	46.2	45.4	47	46.2	0.800
Día 47	44.2	43.3	44.1	43.8	0.493
Día 48	42.3	42.1	42	42.1	0.153
Día 49	39.2	38.1	38	38.4	0.666
Día 50	35	35.1	36	35.6	0.551
Día 51	32	31.9	32.5	32.1	0.321
Día 52	30.1	29.1	28.9	29.3	0.643
Día 53	28.2	28.4	28.1	28.2	0.153
Día 54	27.4	27.1	27.2	27.2	0.153
Día 55	26.2	26.5	26.5	26.4	0.173
Día 56	25.4	25	25.5	25.3	0.265
Día 57	24.3	24.1	24.4	24.2	0.153
Día 58	22	23	23.3	22.7	0.681
Día 59	21	22.2	22.8	22	0.917
Día 60	19.3	21	21.9	20.7	1.320
Día 61	17.1	19	20	18.7	1.473
Día 62	15.4	17.1	18.5	17	1.552
Día 63	14.2	16.5	17	15.9	1.493
Día 64	13	14	16.5	14.5	1.803
Día 65	13.5	13.5	14.5	13.8	0.577
Día 66	13.4	13.3	13.9	13.5	0.321
Día 67	13.2	13.3	13.5	13.3	0.153

Día 68	13.3	13.2	13.3	13.2	0.058
Día 69	13.2	13.1	13.4	13.2	0.153
Día 70	13	13	13.2	13	0.115
Día 71	13.1	13.1	13.3	13	0.115
Día 72	13.2	13	13.2	13	0.115
Día 73	13	13.2	13.1	13	0.100
Día 74	13.2	13	13	13	0.115
Día 75	13	13.1	13.2	13	0.100
Total días (n)	75 días	75 días	75 días	75 días	



Fuente: Temperaturas propias de tesis

Anexo 3. Evolución de p H en el compostaje - Rangos de p H y desviación estándar en las 3 comunidades

Rangos de p H	Comunidad Corire Revestimiento Geomembrana 4380msnm	Comunidad Chucapaca - revestimiento geomembrana 4440 msnm	Comunidad Agani – revestimiento geomembrana 4600 msnm	Promedio	Desviación estándar
Día 1	6.5	6.4	6.4	6.4	0.058
Día 5	7.0	7.1	7.2	7.1	0.100
Día 10	7.3	7.4	7.3	7.3	0.058
Día 15	7.5	7.5	7.5	7.5	0.000
Día 20	7.7	7.7	7.6	7.6	0.058
Día 25	7.8	7.7	7.7	7.7	0.058
Día 30	7.9	7.8	7.8	7.8	0.058
Día 35	7.9	7.9	7.9	7.9	0.000
Día 40	8.0	8.2	8.3	8.2	0.153
Día 45	8.2	8.5	8.5	8.4	0.173
Día 50	8.6	8.7	8.6	8.6	0.058
Día 55	8.3	8.2	8.2	8.2	0.058
Día 60	7.9	7.8	7.9	7.8	0.058
Día 65	7.6	7.7	7.8	7.7	0.100
Día 70	7.5	7.3	7.5	7.4	0.115
Día 75	7.4	7.4	7.3	7.3	0.058
Promedio	7.694	7.706	7.719	7.681	
Desv. Estándar	0.511	0.556	0.548	0.539	

Anexo 7. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

1.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Antes de realizar el compost definitivo se realizó pruebas pilotos con dosis y materiales diferentes.

2011			2012							
Nov.	Dic.	Ener	Feb.	Marz	Abril	May	Jun	Jul.	Agost	Set
Prueba Piloto	Prueba Piloto	Prueba Piloto	Prueba Piloto	Prueba Piloto	Compost tesis	Compost tesis	Compost tesis	Resultado de laboratorio	I Informe Tesis (elaboración)	Informe tesis (elaboración)

2.- PRESUPUESTO FINANCIAMIENTO

El financiamiento fue realizado por la Empresa CDH, tanto para las pruebas pilotos como resultado final, debido que la técnica y el resultado final, fue para el aprovechamiento del proyecto, que a la fecha vienen operando con los técnica descrita en la tesis teniendo buenos resultados y dando una imagen de responsabilidad ambiental y social.

El presupuesto aproximado según dato de Contabilidad del total a continuación.

2011			2012							
Nov.	Dic.	Ener	Feb.	Marz	Abril	May.	Jun.	Jul.	Agost	Set
S/. 6000	S/. 6000	S/. 6000	S/. 6000	S/. 6000	S/. 4000	S/. 4000	S/. 4000	Resultado de laboratorio S/. 2000	Informe Tesis Final 500	Informe Tesis Final 500
TOTAL										47 000

Detalle del Presupuesto (Nov-Marz)

Personal Comunidad (3) 3000 soles
 Infraestructura y accesorios 3000 soles

Detalle del Presupuesto (Abril - Jun)

Personal Comunidad (3) 3000 soles
 Cambio accesorios y modificaciones 1000 soles

Detalle del Presupuesto (Agosto - setiembre)

Tipeo e impresión 1000 soles