

HOJA DE APROBACIÓN

Esta Tesis de grado, ha sido aceptada en su presente forma, por la Universidad Amazónica de Pando, Dirección del Área de Ciencias Biológicas y Naturales, Aprobada por el tribunal.

FIRMANTES:

Lic. Luis Alberto Oliveira Carrillo

DIRECTOR UNIDAD ACADEMICA LAS PIEDRAS.

Ing. Wisner Ávila Valera

Tribunal

Ing. Adhemar Rodríguez Bravo

Tribunal

Martilobio Muñoz Barba

Tribunal

Ing. Maida Katherine Lazcano Espinoza

Asesor

Leonice Ramos Estivarez

Postulante

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento al municipio de Puerto Gonzalo Moreno en especial al “Proyecto de Criadero Porcino dependiente de la Unidad de Producción-Pecuaria por brindarnos sus participaciones como objeto de estudio de investigación.

Al director Ing. Juan José Ardaya por su apoyo y colaboración incondicional durante la investigación, y a la administración y a todo el plantel personal de la Unidad Pecuaria por su paciencia y comprensión.

También agradecemos la colaboración constante a mi tutor Ing. Maida Katherine Lazcano Espinoza en la construcción de este trabajo, por su amistad y valiosas sugerencias y orientaciones durante la elaboración de la tesis de grado para optar al grado a la licenciatura en ingeniería ambiental.

A mi familia, abuelos, tíos, hermanos (as); por el constante apoyo y muestras de aliento, por su confianza y sus buenos deseos.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado:

A, Dios, por ser fuente de energía e inspiración que ilumino mi diario vivir y por su infinito amor y bendiciones, porque ha concedido los deseos de mi corazón y ha salido al encuentro con bendición, sabiduría y fortaleza.

A la Universidad Amazónica de Pando, Unidad Académica Las Piedras; por habernos abierto las puertas del saber y como reconocimiento por la labor que realiza en su formación. Que serán puntuales para nuestra profesión como Ing. Ambientales.

A mis padres; María del Carmen y Robert, por las enseñanzas, su infinita paciencia, por toda su comprensión y ejemplo, confianza y gran apoyo los cuales perduran siempre en mi vida.

A mi esposo; Luis Esteban, a mi hijo Lucas Veyl, por su paciencia y comprensión, en el esfuerzo para redactar la presente investigación.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.1. Descripción del Problema	4
2.2. Delimitación Geográfica.....	4
2.3. Planteamiento del Problema	5
3. JUSTIFICACION	6
3.1. Justificación técnica	6
3.2. Justificación socioeconómica.....	6
3.3. Justificación ambiental	6
4. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS.....	8
4.1. Objetivo general	8
4.2. Objetivos específicos	8
5. Significación práctica.....	9
5.1. Aporte teórico.....	9
6. MARCO REFERENCIAL	10
6.1. Marco conceptual.....	10
6.2. Marco Teórico	12
6.2.1. La actividad porcina en la agricultura.....	12
6.2.4. Residuos sólidos orgánicos.....	14
6.2.5. Residuos sólidos inorgánicos.....	14
6.2.6. Residuos sólidos peligrosos.....	15
6.2.7. Problemática ambiental.....	15
6.2.8. Efecto sobre el agua.....	16
6.2.9. Efecto sobre el suelo.....	16

6.2.10.	Efecto sobre el aire:.....	17
6.2.11.	Aplicación del estiércol porcino en la Agricultura.	17
6.2.12.	Compost tipo “Windrow”	18
6.2.13.	Efecto del compost Windrow en el suelo.....	19
7.	DISEÑO METODOLOGICO	22
7.1.	Tipo de investigación.....	22
7.1.1.	Investigación exploratoria.....	22
7.2.	Métodos y técnicas de recolección de datos.....	22
7.2.1.	Método de análisis de laboratorio.....	22
7.2.2.	Indicadores Químicos de los compost	23
7.2.4	Técnicas.....	26
7.2.4.1.	Técnica de observación directa.	26
7.2.4.2.	Técnica de análisis de documento.....	27
7.2.4.3.	Técnica de internet.	27
7.2.4.4.	Técnicas de recolección de muestras.....	27
7.2.4.5.	Técnicas manuales	28
7.3.	Instrumentos y materiales relevantes.....	29
7.3.4.	Instrumento.....	29
7.4.1.1	Registro de observación.....	29
7.3.5.	Materiales relevantes.....	30
8.	RESULTADOS	31
8.1	. Descripción de tratamiento.....	31
8.1.1.	Área de estudio.....	31
8.2.	Presentación de resultados obtenidos.	41
8.3.	Análisis y discusión de los resultados	46

9. CONCLUSIONES.....	52
10. RECOMENDACIONES.....	53
11. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	54

INDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla N°1: Matriz de operacionalizacion de variables.....	9
Tabla N°2: Clasificación de Residuos Orgánicos.....	15
Tabla N°3: Umbral de muerte de algunos microorganismos.....	21
Tabla N°4: Parámetros, Técnicas de análisis químico de Abono Orgánico.....	25
Tabla N°5: Materiales relevantes de la investigación.....	32
Tabla N°6: Materiales utilizados para elaborar la muestra.....	38
Tabla N°7:	
Tabla N°8:	
Tabla N°9:	

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°1: Criadero porcino del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.....	33
Figura N°2: Elaboración de estructura.....	44
Figura N°3: Recolección de Materia Prima. A: Cama superficial.....	35
Figura N°4: Recolección de Materia Prima. B: Estiércol porcino.....	36
Figura N°5: Reducción del tamaño de los sustratos.....	37
Figura N°6: Preparación de mezcla.....	37
Figura N°7: Tubos utilizados para aireación de la mezcla.....	39
Figura N°8: Realización del volteo de la mezcla.....	40
Figura N°9: Toma de medición de variable física (humedad).....	41
Figura N°10: Toma de muestra para análisis químico de fertilizantes.....	42
Figura N°11: Elaboración de compost y sus procedimientos.....	43

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo Nº 1: Proyecto Criadero de Porcino	1
Anexo Nº 2: Fases del proceso de compostaje.....	2
Anexo Nº 3 Relación Carbono/Nitrógeno de algunos materiales.....	3
Anexo Nº 4: Caracterización de Residuos Orgánicos Pecuarios.....	4
Anexo Nº 5: Tiempo de Conversión de Residuos Orgánicos a Abono.....	5
Anexo Nº 6: Cuidados generales de una cantera de compost Windrow.....	6
Anexo Nº 7: Evaluó de características físicas.....	8
Anexo Nº 8: Muestra final de la mezcla.....	10
Anexo Nº 9: Diseño de aprovechamiento de tipo Windrow.....	11
Anexo Nº 10: Resultados de Análisis Químico de Fertilizantes.....	12
Anexo Nº 11: Prueba de calidad y eficacia del Abono Orgánico.....	13

RESUMEN

La tesis de grado tiene como objetivo principal el Diseño de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para el criadero porcino del municipio de Puerto Gonzalo Moreno en época de sequía (mediante el compost Windrow).

Con la finalidad de mitigar los riesgos a la salud y al medio ambiente. El cual está enmarcado en criterios técnicos y leyes del Estado Plurinacional de Bolivia, con la finalidad de mejorar la mala manipulación y disposición final de los residuos sólidos orgánicos en los Criaderos Porcinos Municipales.

Se realizó la caracterización a los residuos del Criadero Porcino, mediante el método de observación para analizar la situación actual de la mala manipulación y disposición de los residuos pecuarios. Durante 15 días de observación se pudo establecer la producción generada.

En nuestro presente estudio lo principal que se realizó fue la identificación de las causas primordiales que originan que originan una inadecuada manipulación y disposición los residuos y los efectos que este pudiese producir a la comunidad de Puerto Gonzalo Moreno, en donde está ubicada la instalación agropecuaria (convenios porcinos) y donde las familias campesinas se caracterizan por la crianza de animales, que generan grandes volúmenes de desechos (excretas). Para ello es necesario darle un tratamiento o manejo adecuado a los residuos orgánicos debido a que constituyen un elemento contaminante del ecosistema.

Para lo cual se pretende utilizar como respuesta al problema, un diseño de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante el compost Windrow, que tendrá como resultado la obtención de abono orgánico que viene a ser un acondicionador de suelo barato, y eficaz que reciclara los materiales orgánicos del criadero porcino (excretas, chala de arroz, cenizas, agua, hojarasca), para el aprovechamiento de los mismos. **Palabras claves:** <Residuos Sólidos Orgánicos> <Diseño de aprovechamiento> <Compost Windrow>

SUMMARY

The main objective of the thesis is to design the use of organic solid waste for the swine farm in the municipality of Puerto Gonzalo Moreno during the dry season (using the Windrow compost).

In order to mitigate the risks to health and the environment. Which is framed in technical criteria and laws of the Plurinational State of Bolivia, with the purpose of improving the bad manipulation and final disposition of the solid organic residues in the Porcine Municipal Breeders.

The characterization was made to the residues of the Porcine Farm, by means of the observation method to analyze the current situation of the bad handling and disposition of the livestock residues. During 15 days of observation, the generated production could be established.

In our present study the main thing that was done was the identification of the primary causes that originate that originate an inadequate handling and disposition of the waste and the effects that this could produce to the community of Puerto Gonzalo Moreno, where the agricultural facility is located (porcine agreements) and where peasant families are characterized by the raising of animals, which generate large volumes of waste (excreta). For this it is necessary to give a proper treatment or management to organic waste because they constitute a contaminating element of the ecosystem.

For which it is intended to use as a response to the problem, a design of use of organic solid waste using the Windrow compost, which will result in obtaining organic fertilizer that becomes a cheap, effective soil conditioner that recycles organic materials from the pig farm (excreta, rice husk, ash, water, leaf litter), for the use of them.

Keywords: <Organic Solid Waste> <Harvesting Design> <Compost Windrow>

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación abordara el tema, referente al diseño de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante el compost Windrow.

En la actualidad el problema de la contaminación ambiental figura entre las principales preocupaciones en la sociedad mundial debido a los efectos que este produce a su salud.

Sin duda alguna los residuos sólidos orgánicos son una de las principales causas de contaminación ambiental, a nivel mundial los residuos sólidos orgánicos han ocasionado impactos ambientales negativos por su disposición incorrecta y porque cada día aumentan, asociados al incremento de la población humana, los procesos de transformación industrial, agroalimentarios y a los hábitos de consumo de las personas.

En el municipio de Puerto Gonzalo Moreno hoy en día se ve una alarmante disminución de la capacidad productiva por el efecto de la sobre explotación de las pequeñas áreas de cultivo y consecuente contaminación de suelos por la utilización inadecuada de productos químicos, los mismos que en un futuro próximo afectara a la disponibilidad de alimentos a las generaciones futuras por lo que es necesario buscar alternativas para mantener un equilibrio de los recursos naturales.

En el área rural la falta de incorporación de materia orgánica al suelo provoca un desequilibrio en el medio ambiente puesto que estos residuos orgánicos no llegan a ser incorporados nuevamente al suelo, sin lugar a dudas el suelo requiere de ciertos elementos nutritivos que los restos orgánicos contienen y que ayuda a que la flora microbiana presente en el suelo se encuentre en equilibrio.

La falta de conocimientos y asesoramiento especializado en el manejo de residuos sólidos orgánicos trae consigo un decremento en la capacidad productiva de los suelos cultivables y es también una de las razones para que no se aproveche su utilización, principalmente en la transformación de abonos orgánicos mejorados como el compost Windrow con mejores características en la disponibilidad de nutrientes que los abonos naturales utilizados hasta el momento.

Evaluación de la contaminación ambiental para la disposición final de residuos sólidos orgánicos en la producción de compost, trata sobre el problema de contaminación generados por un inadecuado manejo de residuos sólidos orgánicos y propone como alternativa el aprovechamiento de los mismos en la producción de compost, abono obtenido mediante la fermentación aerobia de la materia orgánica.

Tomando en cuenta la cantidad de residuos sólidos orgánicos que genera el criadero de porcinos, por la cantidad numerosa de amínales, la mala disposición final y la falta de aprovechamiento de estos, es que ponen en riesgo de contaminación al agua (subterráneas y superficiales), suelo, aire, la salud de los operarios del criadero de porcinos, y los pobladores de la comunidad.

Si bien, es de conocimiento general de los operarios del criadero de porcinos que existe una inadecuada disposición final de los residuos sólidos orgánicos, tal como en la caracterización, la recolección, el almacenamiento. Actualmente se está empleando y recurriendo a la utilización de botaderos al cielo abierto.

El aporte de la investigación es dar a conocer a las autoridades responsables y a los operarios del criadero de porcinos, los criterios técnicos, administrativos y principalmente ambientales para realizar el manejo de los residuos sólidos orgánicos, acorde con la normativa vigente, el nivel de complejidad del establecimiento de criaderos y el entorno geográfico.

Es por eso que se busca el bienestar biológico y psicosocial de los habitantes de la comunidad de Puerto Gonzalo Moreno y en especial en armonía con el medio ambiente.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El criadero de porcinos se encuentra ubicado en el municipio de Puerto Gonzalo Moreno provincia Madre de Dios del departamento de Pando, en el cual existe un inadecuado manejo de residuos sólidos orgánicos.

Uno de los problemas que enfrenta la comunidad, es la conservación del medio ambiente. Entre sus diversos aspectos podemos incluir, reducir niveles permisibles, la degradación y contaminación de los suelos, así como recuperar la fertilidad de los suelos degradados, siendo éstos a su vez objetivos priorizados para el desarrollo de una agricultura sustentable. La acumulación de desechos orgánicos producidos por la actividad agrícola, causa deterioro del paisaje, contaminación del medio ambiente y problemas sanitarios. (Madrid y Castellanos, 2006).

Es conocido que los residuos de origen animal (porcino), generan una variedad de problemas ambientales como: el mal olor, la contaminación visual, contaminación del agua superficial y subterránea, deterioro de la calidad del aire por la generación de gases tóxicos, contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica que ocasiona un daño significativo a la salud humana, esto a consecuencia de la mala disposición final, el exceso de apilamiento de excretas porcina a cielo abierto, estos problemas afectan de forma negativa al medio ambiente y ocasionando afecciones en la sociedad como enfermedades por la aparición de vectores debido a la acumulación de excrementos.

En la comunidad, donde está ubicada la instalación agropecuaria (convenios porcinos) y donde las familias campesinas se caracterizan por la crianza de animales, que generan grandes volúmenes de desechos (excretas), es necesario darle un tratamiento o manejo adecuado a los residuos orgánicos debido a que constituyen un elemento contaminante del ecosistema. Para lo cual se pretende utilizar como respuesta al problema, un diseño de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante el compost Windrow, que tendrá como resultado la obtención de abono orgánico que viene a ser un acondicionador de suelo barato, y eficaz que reciclara los materiales orgánicos del criadero porcino (excretas,

chala de arroz, cenizas, agua, hojarasca) , para el aprovechamiento de los mismos.

2.1. Descripción del Problema

Existe un inadecuado manejo de residuos sólidos orgánicos en el criadero porcino del municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

Son numerosos los factores que intervienen en la mala manipulación de los residuos sólidos del criadero porcino municipal en su interior, sobre todo los residuos sólidos orgánicos por generar, acumulación de desechos orgánicos producidos por la actividad humana bien sea agrícola, Industrial o domestica lo que causa deterioro del paisaje, contaminación del medio ambiente, problemas sanitarios y actualmente no se cuenta con la disposición adecuada.

Es por ello, la responsabilidad deben estar claramente determinadas a fin de que el manejo sea seguro y evitar riesgos de salud al personal de trabajo, visitas y público en general, de la comunidad.

2.2. Delimitación Geográfica.

El proyecto de criadero de porcinos de la Unidad Pecuaria dependiente de la Unidad de Producción se encuentra ubicado en la capital del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno provincia Madre de Dios del departamento de Pando, aproximadamente a 452 Km. De la ciudad de Cobija.

Limita al sudeste con la provincia de Vaca Diez del departamento del Beni, al norte con la provincia Manuripi, al oeste con el municipio San Lorenzo. Su clima es tropical húmedo cálido con una temperatura media anual de 26.2 ° C.

El municipio no cuenta con vinculación caminera con el resto del Departamento; la red vial caminera se limita a cuatro caminos vecinales internos de corta longitud. La comunicación con el municipio se realiza por vía fluvial o aérea.

El municipio es conformado por 21 comunidades rurales. Tiene población indígena en los Distritos Municipales Indígenas de Portachuelo (Ese Ejja) y tierras Comunitarias de Origen Ese Ejja, Tacana y Cavineño.

2.3. Planteamiento del Problema

En el Proyecto de Criadero porcino se puede observar actualmente que tiene una inadecuada disposición de los residuos sólidos orgánicos empleando una práctica no segura para estos desperdicios, recurriendo al uso de botaderos al cielo abierto sin ningún tipo de control.

Generando contaminación atmosférica, hídrica, de suelo, y de las aguas superficiales y subterráneas; a las cuales se suma el deterioro estético de la comunidad, paisaje natural, y problemas sanitarios.

Creando condiciones favorables para la proliferación de enfermedades derivadas del inadecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos orgánicos.

3. JUSTIFICACION

El estudio de la investigación se justifica bajo tres aspectos muy importantes que son:

3.1. Justificación técnica

Los residuos sólidos orgánicos generados por las actividades diarias del criadero porcino generan una cantidad significativa, lo que conlleva a una disposición final inadecuada, falta de aprovechamiento y tratamiento. Teniendo en cuenta el problema actual ocasionado por la generación significativa de residuos orgánicos se plantea el Diseño de aprovechamiento que influirá en la toma de decisiones de las autoridades y población en general del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

3.2. Justificación socioeconómica

La consecuente contaminación y degradación de suelos por la inadecuada disposición final de residuos sólidos orgánicos del criadero porcino, afectara a la disponibilidad de alimentos y al mismo tiempo la economía de las familias productoras, ya que su principal fuente de ingresos económicos es la agricultura y la criandería de animales porcinos (por su alto valor comercial), teniendo en cuenta que estas actividades se desarrollan el año entero y así mismo la generación de los residuos orgánicos.

3.3. Justificación ambiental

La inadecuada disposición final, la falta de tratamiento y aprovechamiento tiene como consecuencia, el exceso de apilamiento de excretas porcina a cielo abierto, acarreando problemas que afectan de forma negativa al medio ambiente y ocasionando afecciones en la sociedad como enfermedades por la aparición de vectores debido a la acumulación de excrementos.

La aplicación del Diseño de aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos en el Proyecto Pecuario de Criadero Porcino favorecerá en los siguientes aspectos:

- Disminuirá el exceso de apilamiento de excretas porcina a cielo abierto.
- Evitara problemas que afecten de forma negativa al medio ambiente.
- Disminuirá afecciones en la sociedad como enfermedades por la aparición de vectores.

4. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Diseñar un aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para el criadero porcino del municipio de Puerto Gonzalo Moreno en época de sequía (mediante el compost Windrow), con la finalidad de mitigar los riesgos a la salud y al medio ambiente.

4.2. Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar los residuos sólidos orgánicos del criadero porcino detallando la situación actual.
- ✓ Determinar el tiempo de conversión de residuos sólidos orgánicos del criadero porcino, en abono orgánico.
- ✓ Evaluar las características físico-químico del abono orgánico obtenido mediante el compost Windrow.

5. Significación práctica

La significación práctica es la expresión concreta y específica del modelo teórico; es decir que la propuesta, proporciones, deducciones, conclusiones que derivan de la modelación teórica, constituye la significación práctica. Lo que implica el objeto modificado, transformado, resuelto el problema y el objetivo logrado. (Justiniano, 2015)

La investigación abordada tiene una trascendencia significativa ya que el estudio contribuye en recabar datos, información práctica, puntual y significativa para elaborar Diseño de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para el criadero porcino del municipio de Puerto Gonzalo Moreno en época de sequía (mediante el compost Windrow), con la finalidad de mitigar los riesgos a la salud y al medio ambiente.

5.1. Aporte teórico

El aporte de la investigación es dar a conocer a las autoridades responsables y a los operarios del criadero de porcinos:

- ✓ Los criterios técnicos, administrativos y principalmente ambientales para realizar el manejo de los residuos sólidos orgánicos, acorde con la normativa vigente, el nivel de complejidad y el entorno geográfico.
 - Ley N° 1333 de Medio Ambiente
 - Ley N° 300 de la Madre Tierra
 - Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos
- ✓ Buscar el bienestar biológico y psicosocial de los habitantes de la comunidad de Puerto Gonzalo Moreno y en especial en armonía con el medio ambiente, aprovechando adecuadamente sus residuos pecuarios orgánicos.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. Marco conceptual

- **Manejo de residuos:** Toda actividad operacional que involucre segregación, almacenamiento, acondicionamiento, entrega de transporte, transferencia o disposición final. (NB-69001,2001).
- **Residuos:** material o sustancia peligrosos, orgánicos, inorgánicos, solido, liquido, gaseoso, mezcla o combinación de ellas, resultante de o con destino a una actividad tecnología o científica, cuyos componentes son susceptibles de tratamiento o recuperación. (RASP, 1995).
- **Normas técnicas:** Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que provee, para su uso común y repetitivo reglas, directrices o características para actividades o sus resultados dirigido a alcanzar al nivel óptimo de orden de un contexto dado.(NB-69001,2001).
- **Almacenamiento:** Consiste en seleccionar un ambiente aprobado donde se centralizara el acopio de los residuos en espera de ser transportados al lugar de tratamiento, reciclaje, o disposición final.
- **Contaminación:** Cambio indeseable de las propiedades físicas, químicas, y biológicas que puede provocar efectos negativos en los diferentes componentes del medio ambientes. (Camacho, A. y Ariosa, L. 2000).
- **Riesgo:** Peligro potencial evaluado, de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia de causa y severidad de efecto. (RASP, 1995).
- **Botadero:** Sitio de acumulación de residuos sólidos que no cumple con la disposición vigente o crea riesgo para la salud y la seguridad humana o para el ambiente en general. (RGRS, 1995).
- **Botadero a cielo abierto:** Se llama así al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios. (Hilda Salazar, 24 de mayo de 2012).
- **Compostaje:** El compostaje es la transformación de residuos orgánicos (estiércol animal, hojas, verduras, residuos de alimentos, frutas, etc.), por

acción controlada de los microorganismos descomponedores que dan como resultado un producto totalmente orgánico, estable e higienizado aprovechable por el suelo y por las plantas.

- **Humedad:** es uno de los principales parámetros a controlar, ya que cuando ésta es muy alta, el agua desplazaría al aire contenido en los espacios intersticiales dando lugar a reacciones de anaerobiosis, lo que además de reducir la velocidad del proceso, suele generar malos olores y pérdidas de nutrientes por lixiviación (Sztern, 2008).
- **Temperatura:** es uno de los factores que influye de forma crítica sobre la velocidad de descomposición de la materia orgánica durante el compostaje.
- **Aireación:** dado que el compostaje es un proceso de oxidación, resulta imprescindible la presencia de un nivel adecuado de aire y por tanto de oxígeno, para lo cual se recurre al volteo periódico o a la ventilación forzada de las pilas.
- **Relación C/N:** para un correcto compostaje donde se aprovechen la mayor parte del C y del N, la relación de debe ser adecuada. Los microorganismos utilizan 30 partes de C generalmente por cada una de N, se precisa que en la mezcla inicial este parámetro presente un valor entre 25 y 30 (INTEC, 1999).
- **Calidad física:** granulometría, densidad aparente, porosidad, capacidad de retención de agua, humedad, presencia de partículas extrañas, olor, coloración.
- **Calidad química:** en la que aparecen tres vertientes: contenido y estabilidad de la materia orgánica, contenido y velocidad de mineralización de los nutrientes vegetales que contenga y presencia de contaminantes inorgánicos u orgánicos (INTEC, 1999).
- **Calidad biológica:** presencia de semillas de malas hierbas, patógenos primarios y secundarios. El control del rendimiento tiene relación con el desarrollo del proceso y permite valorar los costes y el interés de haber aplicado el tratamiento (Torrentó, 2011).

- **Olor:** Es una medida subjetiva pero a pesar de esto la presencia de olores desagradables puede indicar que el proceso está en fase inicial donde hay malos olores por la descomposición de ácidos orgánicos, o que ha sufrido procesos anaerobios que producen amoníaco y ácido sulfhídrico ocasionando los malos olores (Moreno y Moral, 2008).
- **Color:** El color está relacionado con el grado de descomposición de los materiales a utilizar, el producto final tiene un color marrón oscuro, casi negro (Moreno y Moral, 2008).
- **PH:** Considerado como indicador de la evolución del compostaje. Durante el proceso el pH desciende inicialmente como consecuencia de la formación de ácidos orgánicos, a medida que el proceso avanza el valor del pH aumenta hasta valores entre 6,5 y 8,5 (Cruz, 2009).
- **Nitrógeno total:** El contenido total de N es función directa de los materiales a usar en el compost, del proceso y de las condiciones de maduración y almacenaje. El N es esencial para la planta, y como es un elemento con un gran número de formas con impacto ambiental, es necesario conocer su contenido para poder realizar una correcta dosificación (Torrentó, 2011).

6.2. Marco Teórico

6.2.1. La actividad porcina en la agricultura.

La actividad porcina es una de las actividades más antiguas de la producción animal, la cual se ha sostenido hasta nuestros días constituyéndose en la principal fuente de proteína de origen animal en el mundo con una producción que en el año 2000 ascendía al 39% de las carnes para un consumo per cápita de 15.01 kg. La mayor cantidad de carne que se produce en el mundo es la de porcino con 93.5 millones de toneladas, seguida de la de ave con 68.5 y la de bovino con 59.9; (Ramírez, 2000).

6.2.2. Clasificación básica de los residuos sólidos según su procedencia y naturaleza.

En el marco del Reglamento en Gestión de Residuos de la Ley de Medio Ambiente N° 1333, la clasificación de los residuos sólidos se realiza de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla N°2: Clasificación de Residuos Sólidos según su procedencia y naturaleza.

A. Residuos Domiciliarios	
B. Residuos Voluminosos	
C. Residuos Comerciales	
D. Residuos Procedentes de la Limpieza de Áreas Públicas	
E. Residuos Especiales	E.1 Vehículos y electrodomésticos desechados
	E.2 Neumáticos desechados
	E.3 Residuos sanitarios no peligrosos
	E.4 Animales muertos
	E.5 Escombros
	E.6 Jardinería
F. Residuos Industriales Asimilables a Domicilio	
G. Restos de Matadero	
H. Lodos	
I. Residuos Agrícolas, Ganaderos, y Forestales	
J. Residuos Mineros y Metalúrgicos	
K. Residuos Peligrosos	

Fuente: Ley de Medio Ambiente N° 1333, Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos.

6.2.3. Composición de los residuos sólidos

La composición de los residuos sólidos, depende de su generación y describe en términos de porcentajes en masa, en base a humedad y contenidos, la materia orgánica, papel, cartón, plásticos, vidrios y metales, etc. Conocer dicha composición sirve para una serie de fines, entre los que se puede citar la formulación de estudios de mejoramiento del servicio de aseo, implementación del aprovechamiento, y otros.

6.2.4. Residuos sólidos orgánicos.

Son aquellos que provienen de los restos de plantas o animales: por ejemplo cascaras de frutas, restos de alimentos, huesos, cascara de huevos, etc., también los que provienen de actividades agrícolas y pecuarias. (Estiércol, rumen, etc.).

Estos residuos generan problemas importantes en los rellenos sanitarios por la generación de lixiviados y gases de efecto invernadero, cuando estos se descomponen en su interior.

Los residuos orgánicos pueden ser aprovechados y convertidos en abono y humus de lombriz a través de procesos de compostaje y lombricultura.

También mediante procesos de digestión anaeróbica o biometanización, se puede aprovechar energéticamente el biogás generado de la descomposición anaeróbica de los residuos y el producto sólido residual se composte y se usa como abono.

6.2.5. Residuos sólidos inorgánicos.

Los residuos inorgánicos son aquellos que provienen de minerales y productos sintéticos como plásticos, metales, vidrios, etc. Estos residuos tienen un tiempo de degradación o descomposición muy lenta o simplemente no se descomponen por lo que genera problemas de contaminación si no son tratados adecuadamente y además genera un problema de volumen muy grande en los rellenos sanitarios.

Sin embargo estos residuos pueden aprovecharse en procesos productivos mediante sistemas de reciclaje.

6.2.6. Residuos sólidos peligrosos.

Los residuos sólidos peligrosos corresponden a aquellos que presentan una o varias de las características de peligrosidad, que son: corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad, bioinfecciosidad, radiactividad, toxicidad, y que conllevan al riesgo potencial al ser humano y medio ambiente. (MMAyA/VAPSB/DGGIRS/ Diagnostico de la Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia/2010)

6.2.7. Problemática ambiental.

Cuando hablamos de crianza porcina enseguida nos viene a la mente los problemas de la contaminación y es que ciertamente la base de todas estas preocupaciones es el convencimiento de que los animales son contaminadores. Un cerdo produce una cantidad de excretas equivalente al de 2.5 personas. (Hoyos, 2006).

El crecimiento de la rama porcina debe ir acompañado de acciones que protejan el medio ambiente. En los últimos tiempos el mal manejo de los residuales porcinos se ha convertido en uno de los problemas ambientales más acuciantes a nivel nacional (Periódico Granma, 2009).

La cría del ganado porcino, a pesar de ser una actividad importante, desde el punto de vista económico y social, es considerada por los órganos de fiscalización ambiental, como una actividad de gran potencial contaminador (Perdomo y Lima, 1998).

Hasta la década del 70, los excrementos de cerdos no generaban muchos problemas para los criadores, debido a que la concentración de animales en las propiedades era pequeña. El aumento de la producción, trajo como consecuencia, el aumento de volumen de excrementos producidos por área (Martins, 1996).

Sin lugar a dudas, uno de los residuos que genera mayor controversia es la excreta porcina debido al volumen generado y a sus características físico-químicas que dificultan su manejo. (Guía Ambiental, 2007).

6.2.8. Efecto sobre el agua.

a) Problemática originada por la materia orgánica.

En el medio acuático, el oxígeno es un elemento escaso. El vertido de los residuos generados en una granja porcina puede afectar a las masas de agua tanto superficiales como subterráneas, con incidencias distintas según el componente de las excretas que se considere.

b) Problemática originada por los nutrientes:

En el medio acuático el excedente de nutrientes acelera el proceso natural de eutrofización. En los pantanos, lagunas y zonas costeras el aspecto más visible de este proceso, es el aumento incontrolado de plantas acuáticas. (Informe, Charco Hondo, 2008)

6.2.9. Efecto sobre el suelo.

Los daños originados por el esparcimiento de elevadas cargas orgánicas en este medio sería consecuencia de los productos liberados en su descomposición. Los residuos de porcino, con elevada materia orgánica que se estima entre un 30 a un 50%, contienen compuestos que van a ser susceptibles de oxidación. Estos procesos se llevarán a cabo por bacterias existentes en el suelo y en el agua, cuando el vertido de residuos se realiza en forma indiscriminada y continuada, la fracción sólida del estiércol ocasiona en primera instancia una acción mecánica, la cual consiste en una colmatación por taponamiento de los poros del suelo, disminuyendo la capacidad de drenaje del terreno. Posteriormente comienza una acción química en donde se presenta una degradación estructural del suelo, básicamente por acción del sodio (Na); finalmente y como consecuencia de la acumulación progresiva de los residuos, se genera una acción biológica consistente en el desarrollo

de microorganismos potencialmente patógenos para los animales y el hombre (Fundora, 2008).

6.2.10. Efecto sobre el aire:

La problemática de compuestos volátiles originados por actividades ganaderas, con relevancia medio ambiental y susceptibles de alterar las características de la atmósfera, se centran principalmente en las emisiones de amoníaco y metano (Montserrat y col. 1993).

a) Amoníaco (NH₃):

El amoníaco se volatiliza principalmente de la orina después de la descomposición de la urea por la enzima ureasa amonio; la urea es la fuente de aproximadamente el 85% del amoniaco que proviene de los alojamientos de los cerdos (Montserrat y col. 1993).

b) Metano (CH₄):

Se produce principalmente por la descomposición bacteriana de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. De los 500 millones de toneladas anuales liberados actualmente a la atmósfera, el 70% es imputable a la actividad humana y principalmente a la agricultura y a la ganadería (MethanetoMarkets 2006)

c) Dióxido de Carbono (CO₂):

Es un gas formado por la combustión de materia orgánica. Las principales fuentes antropogénicas de emisión a la atmósfera son la combustión de carburantes fósiles y los incendios forestales. Su tiempo de permanencia en la atmósfera es de 100 años.

6.2.11. Aplicación del estiércol porcino en la Agricultura.

Como ya hemos planteado anteriormente, la producción de cerdos impacta aire, suelos y agua, con emisiones de nitrógeno, potasio, metales pesados y patógenos; genera malos olores y ruido y su mal manejo estropea el paisaje.

La contaminación implica no solo un deterioro del ambiente, sino también una fuga de energía y nutrientes, lo cual, a la postre, significa

un desaprovechamiento de los recursos. (Cervantes y col. 2000; Yescas, 2004).

Todas estas desventajas señaladas se pueden solucionar con un manejo adecuado de las excretas. Los tratamientos pueden ser:

- ✓ Instalación de biodigestores para la producción de Biogás.
- ✓ Utilización de los residuales sólidos en mezclas con residuos de cosecha para la fabricación de compost.

6.2.12. Compost tipo “Windrow”

Es la descomposición biológica de un volumen determinado de material orgánico, en condiciones controladas, que se efectúa en pilas o canteros sobre la superficie del suelo.

El compostaje o "composting de tipo Windrow" es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener compost, abono excelente para la agricultura, (Abad, 2002).

Los patógenos son organismos que pueden resultar dañinos para los humanos, los animales y las plantas. El incremento de la temperatura alcanzado durante el proceso de composteo, unido a la competencia y el antagonismo entre los grupos de microorganismos son elementos que reducen considerablemente el número de agentes patógenos animales y vegetales en el producto final; en la tabla 2 se recoge la temperatura y el tiempo necesario para la destrucción de algunos patógenos y parásitos presentes en el residuo a compostar. (Abad, 2002)

Tabla N°3: Umbral de muerte de algunos microorganismos que están presentes en el proceso de composteo.

Organismo	Temperatura y tiempo de exposición.
Salmonella typhos	Se elimina rápidamente en la pila de compost. Son suficiente 30 min. 55-60 ° C para su eliminación
Salmonella sp.	Se destruye al exponerse una hora a 55 ° C o 15-20min. A 60 ° C
Shigella sp.	Se destruye al exponerse una hora a 55 ° C
Escherichia coli	La mayoría muere con exposición de 1 hora a 55 ° C o 15-20 min a 60 ° C
Taennia saginata	Se elimina en unos pocos minutos a 55 ° C
Larvas de trichinella spiralis	Mueren rápidamente a 55 ° C e instantáneamente a 60° C
Micrococcus pyogenes var aureus	Muere después de 10 min. De exposición a 50°C

Fuente: Elaboración propia.

6.2.13. Efecto del compost Windrow en el suelo

- ✓ Mejora la porosidad total del suelo permitiendo la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces
- ✓ Acondicionador de suelo. El compost tiene un gran potencial como enmienda orgánica o restituidora de materia orgánica en el suelo.

- ✓ Disminuye los riesgos de contaminación y olores. El compostaje puede disminuir la contaminación por nitratos y la emisión de olores.
- ✓ Además, el estiércol posee una relación C/N superior al compost, por lo que al ser aplicado al suelo este queda inmovilizado y no disponible para el cultivo, a diferencia del compost, que tiene una relación C/N que facilita la disponibilidad del nitrógeno (Cairo y Fundora. 2005).

6.3. Marco legal

6.3.1. Ley del medio ambiente N° 1333.

Ley de Medio Ambiente (1992), más conocida como la Ley 1333 y sus reglamentos, tienen como objetivo “La protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de la vida de la población”; por otro lado la ley indica las actividades u factores susceptibles en el reglamento, que expresa lo siguiente.

- ✓ Los que contaminan el aire en todos sus estados, el suelo y el subsuelo.
- ✓ Los que producen alteraciones nocivas de las condiciones hidrológicas, edáficas, geológicas y climáticas.
- ✓ Los que alteran el patrimonio cultural, el paisaje y los bienes colectivos o individuales, protegido por la ley.
- ✓ Las acciones directa o indirecta que producen o pueden producir el deterioro ambiental en forma temporal o permanente inciden sobre la salud de la población.

El reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (1992), tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la orientación y vigilancia de gestión de residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuación, recuperación de los recursos en ellos contenidos.

6.3.2. Ley de la Madre tierra N° 300.

La ley de la madre tierra y desarrollo sostenible para vivir bien (2012). En su Artículo 31. Número 1 y 4, establece base y orienta para promover las transformaciones de los patrones de producción y hábitos de consumo, recuperando y neutralizando los materiales de residuos de energía, y enfoques de gestión clínica de los mismos.

6.3.3. Ley de Gestión Integral de Residuos N° 755

La ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2015) en su Artículo 1. (OBJETO). La presente ley tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre de la Madre Tierra, así como a la salud y vivir en un ambiente sano y equilibrado.

7. DISEÑO METODOLOGICO

7.1. Tipo de investigación

7.1.1. Investigación exploratoria.

“Examinar o explorar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado nunca antes. Por lo tanto sirve para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, poco estudiados o novedosos, permitiendo identificar conceptos o variables promisorias, e incluso identificar relaciones potenciales entre ellas”. (Cazau, P. 2006)

Es exploratorio porque la mala manipulación y disposición final de los residuos orgánicos afecta al medio ambiente y a la salud, es una de las problemáticas más desastrosas que vive en la actualidad, lo cual nos lleva a buscarle soluciones se realizó a través de bibliografías y páginas web así como se requerirá de la revisión de datos para observar cómo se requerirá de la revisión de datos para observar con qué frecuencia se generan los residuos sólidos orgánicos del proyecto de criadero de porcinos del municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

7.2. Métodos y técnicas de recolección de datos

7.2.1. Método de análisis de laboratorio.

Mediante el análisis de laboratorio se podrá determinar ciertas características químicas, las cuáles determinaran la calidad del compost en el tratamiento establecido. Para lo cual se optó por:

- Análisis químico de abono orgánico, según su clasificación de los diferentes parámetros (rango). con base a Villegas (2002)

Tabla N°4: Parámetros, técnicas de análisis químico de fertilizante orgánico.

Parámetro	Técnica
PH	Potenciométrico
Conductividad Eléctrica	Potenciométrico
Nitrógeno Total	Khjeldahl
Materia orgánica	Walkley Back
Calcio	Espectrofotometría de absorción atómica
Magnesio	Espectrofotometría de absorción atómica
Potasio	Espectrofotometría de absorción atómica
Sodio	Espectrofotometría de absorción atómica

Fuente: Fundación CETABOL.

7.2.2. Indicadores Químicos de los compost

7.2.2.1. PH

Considerado como indicador de la evolución del compostaje. Durante el proceso el pH desciende inicialmente como consecuencia de la formación de ácidos orgánicos, a medida que el proceso avanza el valor del pH aumenta hasta valores entre 6,5 y 8,5. El pH tiene influencia directa sobre la disposición de los nutrientes, y además influye en el valor de la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica.

Los valores adecuados de pH deben estar próximos a la neutralidad o ligeramente ácidos (Cruz, 2009).

7.2.2.2. Conductividad eléctrica (CE) y elementos solubles

La conductividad eléctrica es un indicador de la presencia de sales solubles en el compost, los altos niveles de sales pueden repercutir sobre la germinación de semillas y en el desarrollo general del cultivo, dependiendo de la tolerancia de los cultivos y del tipo de suelo hacer fertilizado. Para el caso de sustratos para cultivos debe manejarse un nivel de salinidad bajo (Moreno y Moral, 2008).

7.2.2.3. Contenido de carbono orgánico total y relación C/N

La concentración de carbono orgánico total es un indicador de su concentración en materia orgánica y por tanto un índice e calidad. La relación C/N se usa tradicionalmente como indicador de la madurez y estabilidad de la materia orgánica.

Una mala relación repercuten sobre la movilidad del nitrógeno y la baja disponibilidad de oxígeno (Torrentó, 2011).

7.2.2.4. Nitrógeno total

El contenido total de N es función directa de los materiales a compostar, del proceso y de las condiciones de maduración y almacenaje. El N es esencial para la planta, y como es un elemento con un gran número de formas con impacto ambiental, es necesario conocer su contenido para poder realizar una correcta dosificación. Varias de ellas son gaseosas y su emisión colabora al efecto invernadero y a la formación de lluvias ácidas. Otras especies son iones móviles que afectan directamente a la calidad del suelo. La forma y calidad del N presente en formas inorgánicas puede ser buenos indicadores de la madurez de un compost (Torrento, 2011).

7.2.3. Indicadores Físicos de los compost

7.2.3.1. Humedad

El contenido de humedad es función de su naturaleza, del proceso y de las condiciones de almacenamiento. La humedad debe oscilar entre 35 - 45%, los compost con humedad por debajo de 35% pueden haber quedado inestables, y aquellos con menos del 30% de humedad se pulverizan y son de manejo desagradable (Torrento, 2011).

7.2.3.2. Densidad aparente

La mayoría de los compost presentan una relación entre el peso del material y el volumen de 400 a 700 Kg por metro cúbico. La densidad se ve afectada por la humedad del producto, por el tamaño de partícula, el contenido en materia orgánica y su grado de descomposición. La densidad aumenta con el tiempo de compostaje (Moreno y Moral, 2008).

7.2.3.3. Granulometría y porosidad

La granulometría o distribución porcentual del tamaño de las partículas es de utilidad para conocer el grado de descomposición del material y determinar sus posibles usos. Un nivel adecuado de porosidad se presenta cuando la textura del sustrato es media a gruesa, equivalente a una distribución de partícula entre 0,25 y 2,5 mm, lo que implica una retención suficiente de agua y un adecuado contenido de aire. La porosidad o el espacio poroso total es el volumen total del material no ocupado por partículas orgánicas. Un nivel adecuado de porosidad es el que está por encima del 80% (INTEC, 1999).

7.2.3.4. Olor

Es una medida subjetiva pero a pesar de esto la presencia de olores desagradables puede indicar que el proceso está en fase inicial donde hay malos olores por la descomposición de ácidos orgánicos, o que ha sufrido procesos anaerobios que producen amoníaco y ácido sulfhídrico ocasionando los malos olores (Moreno y Moral, 2008).

7.2.3.5. Color

El color está relacionado con el grado de descomposición de los materiales a compostar, el producto final tiene un color marrón oscuro, casi negro. El color final depende del material inicial, si es procedente de materiales verdes tiene un color negro oscuro, pero si procede de estiércoles son generalmente marrones (Moreno y Moral, 2008).

7.2.4 Técnicas

Con la finalidad de reunir información que prueba el sustento de la investigación que se realizara diferentes técnicas e técnicas e instrumentos de recogida de datos de acuerdo a los siguientes pasos:

7.2.4.1. Técnica de observación directa.

“La observación directa cada día cobra mayor credibilidad y su uso tienden a generalizarse, debido a que obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un proceso sistematizado y muy controlado completo, especialmente en estudio del comportamiento de las personas en sus sitios de trabajo”. (Bernal, C. 2006)

Se realizaron visitas de campo al lugar de estudio para la cual se utilizó el sentido de la vista para cerciorarse y detallar las situaciones actuales que se vive en el criadero de porcinos municipal y posteriormente registrarse y analizarse.

7.2.4.2. Técnica de análisis de documento.

“Es una técnica basada en las fichas bibliográfica que tienen como propósito analizar materiales impresos”. (Bernal, C. 2006)

Esta técnica se utilizó para la elaboración en el marco teórico del estudio de información, con el propósito de contactar y completar los datos.

7.2.4.3. Técnica de internet.

“No existe duda sobre la posibilidad que hoy ofrece internet como una técnica de obtener información; es más se ha convertido en unos de los principales medios para recabar información” (Bernal, C.2006)

Esta técnica se utilizó para recabar información electrónicas fidedignas para la elaboración de la investigación.

7.2.4.4. Técnicas de recolección de muestras.

Existe gran variedad de abono orgánico. Sus características son variables y dependen de la fuente de origen y el tratamiento a que sean sometidos para obtener un producto terminado.

Debido a su variabilidad, aún dentro de un mismo tipo, tiene mucha importancia para su uso conocer sus características y determinar su calidad. Es imprescindible que el que utilice y aplique abono orgánico, conozca su composición física y química por medio de los análisis correspondientes, y técnicas analíticas para determinar la calidad de los abono orgánico que son muy escasos; Para el análisis final y para determinar la calidad del compost elaborado, se tomaron en cuenta las siguientes técnicas de toma de muestra según requieran los parámetros del tratamiento establecido:

- ✓ **Cuarteo de la Mescla 1 para Análisis Químico de fertilizantes**
 - PH

- Conductividad Eléctrica
- Nitrógeno total
- Materia orgánica
- Calcio
- Magnesio
- Potasio
- Sodio

7.2.4.5. Técnicas manuales

Cuando se procede a la toma muestra, es necesario:

Determinar su aspecto físico: la muestra se esparce en una manta (papel, polietileno u otro) y se determina si es homogénea o tiene materiales extraños (piedras), materiales orgánicos sin descomponer (cocó u otros).

Esta información se reportará en el resultado del análisis.

Posteriormente se mezcla bien y se “cuarteo”. Se separa una parte y se llena un pomo de 200 ml o más para determinar la humedad. El resto de la muestra se utiliza para determinar la densidad de volumen.

Cuando se determina la densidad de volumen, se toma la muestra y se pone a secar a la sombra hasta que presente propiedades físicas que permitan molerla. Si la muestra es mayor de 300 g, cuando se seque al aire, se cartea y se toma la mitad o una cantidad aproximada a 200 g. Esta cantidad se muele y se pasa por un tamiz de 0.5 mm. Una vez obtenida esta, se somete al proceso de análisis.

Finalmente se tomarán dos muestras:

- a) Una sin moler, sin secar y en condiciones semejantes a la que fue recibida en el laboratorio para determinar la humedad.
- b) Otra seca al aire y tamizada por 0.5 mm para análisis químico.

7.3. Instrumentos y materiales relevantes

7.3.4. Instrumento.

Los instrumentos utilizados:

7.4.1.1 Registro de observación.

Este registra toda la información observada en el área de estudios sobre la realidad actual que se vive en el criadero porcino municipal.

7.3.5. Materiales relevantes.

Los materiales relevantes utilizados para la ejecución de esta investigación son los que a continuación se detallan:

Tabla N°5: Materiales relevantes de la investigación.

Equipo de protección personal	Protección cutánea	Guantes
	Protección ocular	Gafas de seguridad
	protección buco nasal y facial	Mascarilla
	Protección de cuerpo y extremidades superiores	Mandil/Bota
Materiales de campo	Termómetro	
	Pinzas	
	Balanza de precisión	
	Espátula	
	Pala	
	Lampa	
	Cedazo	
	Hule oscuro	
	Tubo bambú	
	Regadora	
	Sobre manila	
	Calculadora	
	Libreta de apunte	
	Bolsa de yute	
Jabón antiséptico		
Material de gabinete	Computadora	
	Impresora	
	Hojas	
	Cartucho	
	Estereográfico	

Fuente: Elaboración propia

8. RESULTADOS

8.1. Descripción de tratamiento

8.1.1. Área de estudio

Para la realización de la investigación se utilizaron residuos orgánicos pecuarios del criadero porcino del municipio de Puerto Gonzalo Moreno. Se estableció una microcompostera, para hacer un seguimiento de las variables Físicoquímicas en un ambiente controlado durante todo el proceso de descomposición del material orgánico en el Proyecto Pecuario de Producción de porcinos de la Comunidad de Gonzalo Moreno, ubicado en el municipio de Puerto Gonzalo Moreno provincia Madre de Dios del departamento de Pando, en el cual existe un inadecuado manejo de residuos sólidos orgánicos.

El trabajo de investigación se realizó en el tiempo sequía, durante los meses de: Julio, Agosto, Septiembre del segundo semestre del 2018.

Figura N°1: Criadero porcino del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

8.1.2. Fase de campo

Antes de iniciar el acopio de los diferentes tipos de residuos a utilizar se realizó una adecuación del sitio en el Proyecto de Criadero Porcino Municipal, allí se dispuso de un lugar en el cual se construyó la estructura de madera de aproximadamente cuatro metros de largo por cuatro de ancho, en la cual se realizó la mezcla correspondiente de la materia prima a compostar; tal como se observa en la figura 3, a esta estructuras se les colocó un plástico de tipo tubo en la parte superior y se instaló un colchón de aire, esto con el fin de mantener una aireación controlada para evitar el exceso de humedad que se filtra a través de los residuos sólidos (lixiviados).

Figura N°2: Elaboración de estructura



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

8.1.3. Recolección de materia prima

Posteriormente se obtuvo la mayor parte del material orgánico (estiércol porcino) de la zona de 8 corraletas, durante 2 semanas teniendo en

cuenta los principales productos de la alimentación de los cerdos: Grandes, Medianos, y Pequeños. Que se basa en 60 kl/día de aliento balanceado compuesto de; arrocillo, afrecho de maíz, afrecho de almendra.

En cuanto a los residuos orgánicos restantes que se producen en el criadero se logró recolectar un monto significativo, compuesto de ceniza, cama superficial de chala de arroz,

Figura N°3: Recolección de materia prima. A: Cama superficial (chala de arroz).



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

Figura N°4: Recolección de materia prima. B: Estiércol porcino.



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

8.1.4. Adecuación de materia prima e insumos

Una vez dispuesto el material este se revisó para evitar la presencia de residuos extraños o material no deseado como piedras o plásticos. Al sustrato se les realizó una disminución del tamaño de partícula con un machete, pala, como se observa en la figura N°4, para aumentar la superficie de contacto de estas, facilitando la actividad de los microorganismos en el proceso de descomposición, y reducir el tiempo de maduración del abono, estando en un promedio de 2 a 5 cm aproximadamente para garantizar su homogeneidad y un proceso adecuado de compostaje; posteriormente se procedió a preparar la mezcla teniendo en cuenta la relación C/N permitida.

Figura N°5: Reducción del tamaño de los sustratos A: Disminución del tamaño de partícula.



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

Figura N°6 preparación de las mezclas. B: Preparación



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

El experimento se realizó empleando un diseño de aprovechamiento en pilas de compost de tipo Windrow. Se evaluó el tratamiento, considerando que la relación ideal de C/N para comenzar el compostaje es de 25:1 a 30:1, se debe mezclar materiales ricos en nitrógeno, con otros materiales ricos en carbono. Estos valores se encuentran en tablas (Ver Anexo N°4) donde se indica los valores de C/N de los materiales más comúnmente usados y se realiza la estimación.

Tabla 5. Materiales utilizados para elaborar la mezcla.

TRATAMIENTO	RESIDUOS UTILIZADOS
M1	Porquinaza + Gallinaza +Ceniza

Fuente: Elaboración propia.

8.1.5. Preparación del abono

Posteriormente se realizó la mezcla de los materiales por medio de volteos prolongados y se adiciono ceniza en cada capa de la que se compuso la pila, la cual se utiliza como neutralizador de olores producidos por los microorganismos con el fin de favorecer la multiplicación y la actividad microbiológica.

(Restrepo, 2001); además de ser necesario se aplicó agua a la mezcla hasta obtener una humedad adecuada del 45% al 60 % aproximadamente. Si la humedad está por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material (Román et al, 2013). Con la mezclas se elaboró la microcompostera de 1.50 x 3 metros, la cuales se llenaron con aproximadamente 450 kg del material orgánico.

A la mezcla de la microcompostera se les dispuso un tubo de PVC de 90 cm de largo el cual estaba perforado y fue ubicado en el centro del

material hasta la base de la lona, para mantener una adecuada aireación dentro de la mezcla (Figura 6).

Figura N°7: Tubos utilizados para la aireación de la mezcla.



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

8.1.6. Seguimiento y control

Se realizó seguimiento cada 15 días, (desde día inicial 1 hasta el día final 79) de las variables temperatura, y humedad, para la mezcla. También se realizó un volteo cada 7 días para asegurar una adecuada oxigenación de la muestra.

Como se observa en la figura N°8 cada una de las mezclas se disponía sobre el suelo y con la ayuda de una pala se procedía a realizar el volteo del material.

Figura N°8: Realización del volteo de la mezcla.



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

8.1.7. Medición de variables físicas

La medición de las variables temperatura, se realizó cada siete días desde el día 1 del tratamiento. Para esto se utilizó un termómetro de toma directa en suelo.

Figura N°9: Toma de medición de variables físicas (humedad).



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

Para el control del contenido de humedad, se aplicó el procedimiento empírico propuesto por Sztern (2008). Este consiste en lo siguiente: se toma con la mano una muestra de material, luego se cierra la mano y se aprieta fuertemente el mismo. Si con esta operación se verifica que sale un hilo de agua continuo del material, entonces se establece que el material contiene más de un 60% de humedad. Si el material no gotea y cuando se abre el puño de la mano permanece moldeado, se estima que la humedad es aproximadamente de un 50% que es la humedad ideal para las mezclas. Finalmente si al abrir el puño el material se disgrega, se asume que el material contiene una humedad inferior al 30%. Aunque este no es un método exacto ya que está influenciado por la interpretación de quien realice la prueba, dada la sencillez del mismo

puede ser utilizado por cualquier persona para estimar el contenido de humedad sin necesidad de recurrir a un laboratorio.

8.1.8. Fase de Laboratorio / Toma de muestras de la cantera de compost

Se tomó la muestra final para la determinación de la calidad del abonó orgiáco, de la mezcla a los: 79 días para su respectivo análisis químico, esta se recogió de manera aleatoria tomando una cantidad de 1 kilogramos, con guante protector, tratando de incorporar material del interior de la microcompostera. Para el transporte y conservación de las mismas, se depositaron en bolsas de auto sellado, y se almacenaron a temperatura ambiente de 34°C fuera del alcance de la luz, hasta su posterior envió a la ciudad de Santa Cruz de la Sierra para el respetivo análisis en el Laboratorio de Químico de la Fundación CETABOL (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia).

Lo que permitió técnicamente describir los resultados obtenidos en el proceso de nuestra investigación referente a la situación problemática que enfrenta la Comunidad de Puerto Gonzalo Moreno a consecuencia de la mal manejo y disposición final de los residuos orgánicos del Proyecto de criadero de porcinos del mismo modo los datos nos reflejaron la factibilidad de elaborar un “Diseño de Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos del criadero porcino del municipio Gonzalo Moreno”.

Figura N°10: Toma de muestra para análisis químico de fertilizantes.



Fuente: Leonice Ramos Estivarez

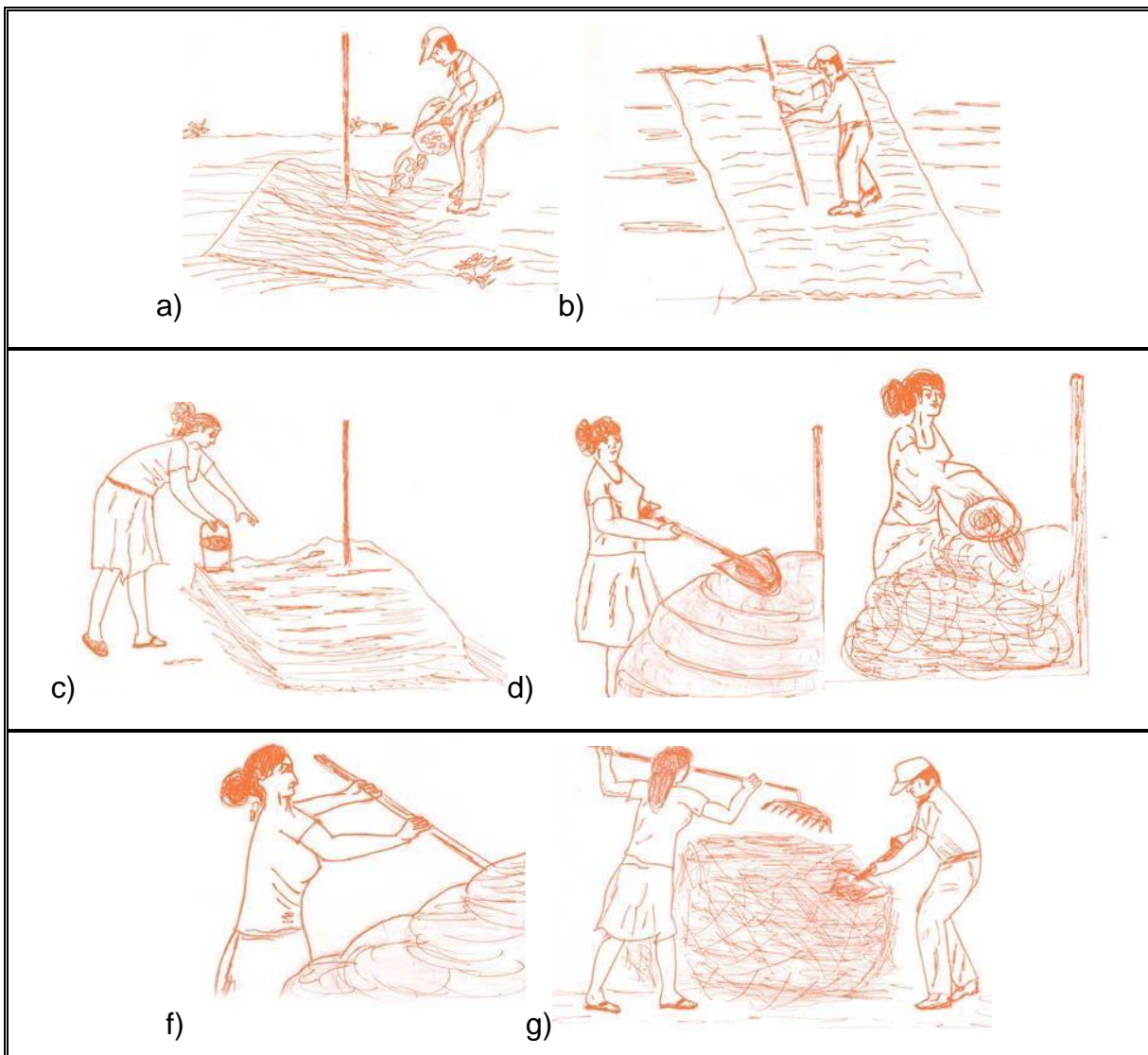
8.2. Presentación de resultados obtenidos.

8.2.1 Propuesta

8.2.1.1 Generalidades

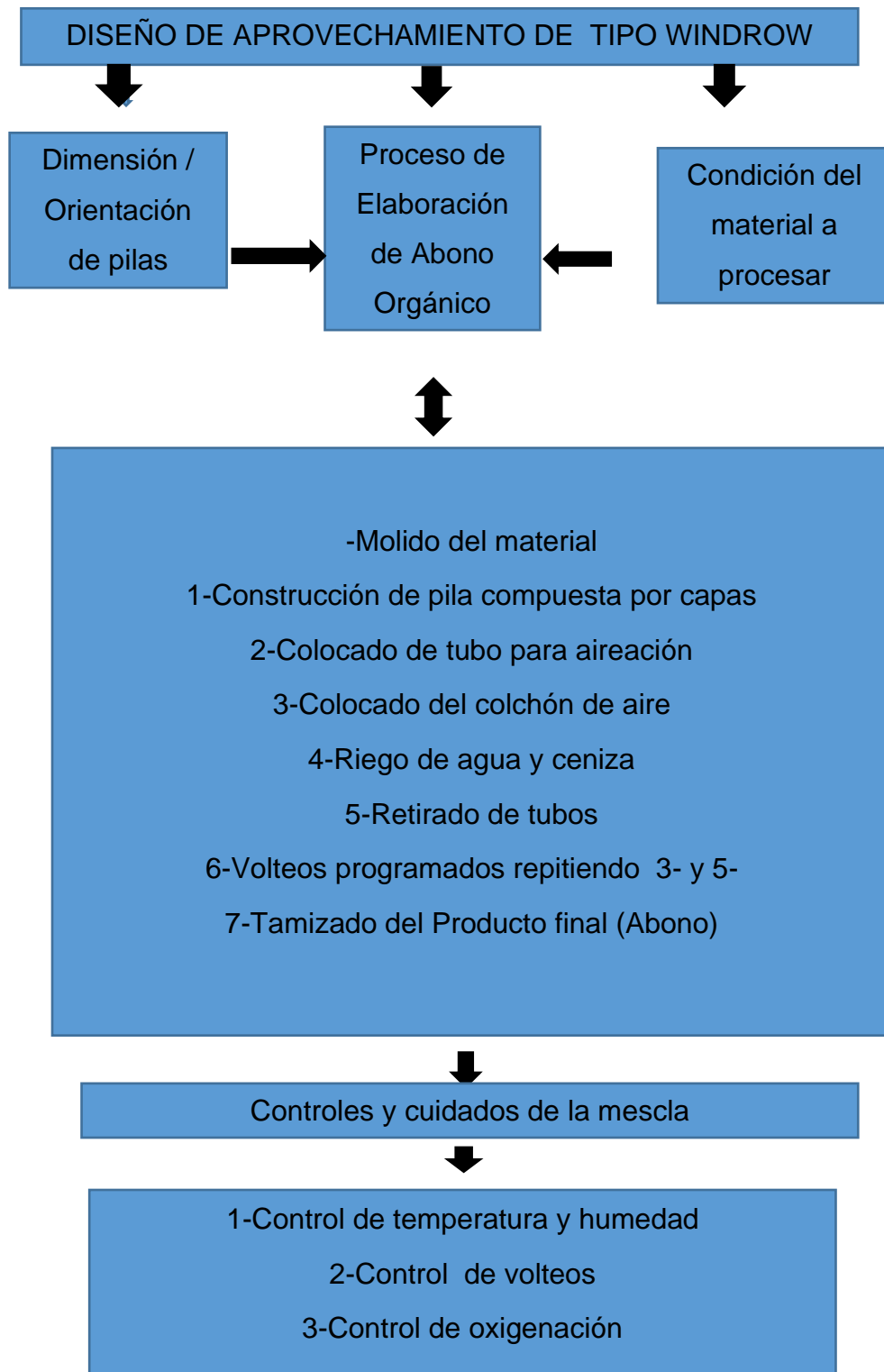
“Diseño de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, para el criadero porcino del municipio de Puerto Gonzalo Moreno, dando a conocer criterios técnicos en el ámbito”.

Figura N° 11: Elaboración de compost y sus procedimientos



Fuente: Elaboración propia a base de (INIDES, 2011).

Figura N° 12: Proceso del Diseño de Aprovechamiento de Residuos Organismos.



Pasos para realizar una cantera (Compost de tipo Windrow)

a) Selección del lugar.

- Área algo plana, donde no haya encharcamiento en época de invierno. También se le puede hacer canales de drenaje para dar salida al exceso de humedad.
- Proteger el área de fuertes vientos, lluvias, cerca de algunos árboles, o acondicionar poco el área sin incurrir en muchos gastos económicos.
- Cerca del lugar donde se están depositando los desechos.
- Cercar el área para evitar el acceso de animales (cerdos, perros, etc.)

a) Orientación de las pilas, canteros.

Se deben ubicar soleado y orientadas de Este a Oeste, para que el sol siempre bañe todo el volumen de desechos y no haya partes sombreadas en el transcurso del día.

b) Dimensión de las pilas, canteros.

Se recomienda construir las pilas sobre la superficie del suelo (más fácil y sencillo), con las siguientes dimensiones:

- Ancho: mínimo 1 metro, o bien 2.5 metros.
- Altura: mínimo 1 metro, o bien 1.5 metros.
- Largo: de acuerdo al volumen del material de desecho y a las dimensiones del área en la que se va a trabajar.

c) Condiciones del material que se quiere procesar

Es de mucha importancia que el material orgánico que se va a procesar se triture o se pique, para que al final queden partículas o pedazos pequeños, ya que esto ayuda para que el desecho se descomponga con mayor facilidad y rapidez, obteniendo el producto en menor tiempo.

d) Pasos para construir una cantera

- Alinear y demarcar los canteros o pilas en el área, para dejar el espacio necesario para circular entre las pilas y también realizar el volteo. Esto se puede realizar con estacas, o se señala con cal o ceniza.

- Moler, triturar o picar los desechos.
- La primera capa se construye con los materiales gruesos y secos, dándole una altura de 10-20 centímetros. Se agrega un cernido de cal o ceniza y agua.
- La segunda capa se realiza con desechos más delgados, dándole 10-20 centímetros de altura. Se agrega un cernido de cal o ceniza y agua.
- Para ventilar el cantero se utiliza un pedazo de tubo, bambú o estaca de 1.5 a 2 metros de largo por 2-3 pulgadas de grosor, distribuyendo un tubo cada metro, a lo largo de la pila.
- Se continúa construyendo la pila, agregando una capa de 10-20 centímetros donde se pueden colocar los desechos de comida, vísceras, estiércol, hojas, etc. Se agrega un cernido de cal o ceniza y agua.
- Luego se continúa haciendo más capas, hasta alcanzar 1 metro de altura.
- Cuando está terminado el cantero, hay que regarlo de tal forma que se mantenga la humedad adecuada, para facilitar la descomposición, es decir, ni seco ni tampoco saturado.
- Al tercer día se retiran cuidadosamente los pedazos de tubo, bambú o palos, quedando un orificio, para que comiencen a funcionar las chimeneas de aireación.
- Después de 2-3 semanas se realiza el primer volteo para acelerar la descomposición.
- El volteo se realiza para mezclar las capas y también para invertir la posición inicial del cantero. Se ventila el material y acelera la descomposición.
- Cuando se ha volteado un tercio del cantero se colocan de nuevo los palos o tubos, de la misma forma en que se utilizaron en el inicio del cantero. Se continúa volteando, hasta que el material esté trasladado a su nuevo lugar, o sea a la par.

- Al terminar el volteo se continúa con el riego, sobre todo en verano, para garantizar una humedad adecuada.
- A los 2-3 días se quitan otra vez los palos o tubos, para que comiencen a funcionar las chimeneas.
- Después del primer volteo hay que estar realizando esta práctica cada 8-10 días de intervalo, hasta que la degradación o descomposición se realice totalmente.
- En términos de 2-3 meses ya se ha obtenido abono orgánico, el cual se puede tamizar para darle una mejor presentación o control de calidad, para empacarlo y comercializarlo, o utilizarlo en las áreas verdes municipales.

e) Cuidados de la cantera de tipo Windrow

- Controlar la temperatura, para que el proceso no se detenga.
- Generalmente el agua y volteo es la mejor forma de regular este factor.
- Controlar la humedad, cuidando que el material no esté seco ni tampoco saturado, regando día de por medio o cada dos días, dependiendo de las condiciones climáticas: Si hay bastante lluvia, se recomienda tapar las canteras para evitar que se lixivien los nutrientes del material.
- Realizar el volteo para oxigenar el material y ayudara la descomposición. (INCA 2010)

8.3. Análisis y discusión de los resultados

- I. Caracterizar los residuos sólidos orgánicos del criadero porcino detallando la situación actual.

Objetivo principal, dar a conocer las características de los residuos sólidos orgánicos su manejo y disposición final actual, para contribuir con información puntual al trabajo de investigación.

Tabla N°7: Caracterización de Residuos Orgánicos (Diagnostico 15 días).

Material utilizado	Kilogramos/Día	Kilogramos/15 Días
Estiércol porcino	16 Kilogramos	240 Kilogramos
Chala de Arroz	12.7 Kilogramos	190 Kilogramos
Ceniza	1.3 Kilogramos	20 Kilogramos
Total:	-----	450 Kilogramos

Fuente: Elaboración propia.

- II. Determinar el tiempo de conversión de residuos sólidos orgánicos del criadero porcino, en abono orgánico.

Objetivo principal, establecer el tiempo de obtención de abono orgánico de calidad, con mayor eficacia en la aplicación de recuperado de suelo. Elaborado a base de residuos orgánicos pecuarios.

Tabla N°8: Tiempo de conversión de Residuos orgánicos a Abono Orgánico.

Material a Compostar	Tiempo de conversión
Estiércol Porcino	79 Días
Chala de arroz(Cama superficial)	79 Días
Ceniza	30 Días

Fuente: Elaboración propia.

- III. Evaluar las características físico-químico del abono orgánico obtenido mediante el compost Windrow.

Objetivo principal de proporcionar las características, parámetros, valores aceptables, límites permisibles, etc. del abono orgánico que debido a su variabilidad, aún dentro de un mismo tipo, tiene mucha importancia para su uso conocer sus características y determinar su calidad. Es imprescindible que el que utilice y aplique abono orgánico, conozca su composición física y química por medio de los análisis correspondientes, y técnicas analíticas para determinar la calidad de los abono orgánico que son muy escasos, las cuales dieron paso a que se pueda realizar el trabajo de campo de la investigación.

Tabla N° 9: Parámetros obtenidos dentro del límite permisible y valores establecidos.

Parámetros		Mezcla 1	Rango Bajo	Rango Alto
Macro nutrientes	Nitrógeno(N)	0,78%p/p N	0,4	3,5%
	Potasio(K)	0,28%p/p K	0,4%	1,16%
	Sodio(Na)	0,1%p/p Na	0,4%	1,7%
	Carbono(C)	21,91%p/p C	20%	430%
	Azufre(S)	1,6%p/p S	0,1%	1,6%
Elementos secundarios	Calcio(Ca)	1,7%p/p Ca	0,6%	3,5%
	Magnesio(Mg)	0,255%p/p Mg	0,1%	0,4%
Conductividad		99,6 uS/ cm	0 uS/cm	2000 s/cm
Materia orgánica		21,91%p/p M.O	20%	43%
Relación C/N		28%	25%	30%
PH		8,54	6	9

Fuente: Elaboración propia con base a Villegas.

➤ **Análisis de Macronutrientes**

- **Nitrógeno:** El contenido total de N es función directa de los materiales a compostar, del proceso y de las condiciones de maduración y almacenaje. El N es esencial para la planta, y como es un elemento con un gran número de formas con

impacto ambiental, es necesario conocer su contenido para poder realizar una correcta dosificación. Varias de ellas son gaseosas y su emisión colabora al efecto invernadero y a la formación de lluvias ácidas. Otras especies son iones móviles que afectan directamente a la calidad del suelo. La forma y calidad del N presente en formas inorgánicas puede ser buenos indicadores de la madurez de un compost (Torrento, 2011). El nivel de Nitrógeno fue de 0,78 %; esto se debe a la composición porcentual de los residuos orgánicos empleados. Según Mollinedo (2009), la clasificación de los parámetros del compost está en un rango medio de 0,4 a 3,5 %.

- **Potasio:** En la tabla N°9, se observa que Mezcla 1 tiene un valor de 0,28 %, debido a que la materia vegetal es de origen del criadero porcino, el cual es encontrado en el estiércol de cerdos, en las paredes celulares de los residuos orgánicos, Según Potash (2008) El potasio extraído de los residuos pecuarios debe de regresarse al suelo para no disminuir la fertilidad del mismo mediante la adición de residuos vegetales, estiércoles, residuos animales sólidos y fertilizantes minerales.
- **Sodio:** La presencia de sodio en el tratamiento no está dentro de los rangos aceptables de 0,4-1,7; que van de acuerdo a Viagro (2008) en presencia de materia orgánica, se forman quelatos de sodio, que permiten la asimilación de este macronutriente por parte de la planta, que puede absorberlos y disgregarlos en su interior. Las plantas también son capaces de romper los quelatos de sodio en el entorno radicular, absorbiendo directamente el sodio.
- **Carbono:** De acuerdo a la Tabla N°9, el contenido de materia orgánica para el tratamiento estudiado muestra el siguiente valor numérico 21,91 %. Según la Mollineda (2009), los resultados obtenidos de C. en un valor de 20,10 %,

comparando con la fuente de la O.M.S. de un compost para ser comercializado, está dentro del rango normal por lo que de acuerdo a la investigación estos valores obtenidos están cercanos a los mencionados por otras investigaciones.

- **Azufre:** La Tabla N°9, muestra también el registro con relación a la mayor cantidad de azufre en la mezcla 1 en un valor de 1,6 %, esto debido a la mayor presencia de estiércol de porcino. Según Mollineda (2009), los parámetros en compost están en un rango bajo de 0,1 – 1,6 .Según Inpofos (2008) para garantizar una producción rentable y devolver al suelo el azufre que ha sido extraído por la cosecha, los agricultores deben aplicar azufre a sus cultivos. Es esta la forma de asegurar la fertilidad y la calidad del recurso suelo.

➤ **Elementos secundarios**

- **Calcio:** La Tabla N°9, muestra rangos de medida del tratamiento de la Mezcla 1, es de 1,7 % respectivamente, valore que expresa claramente que está dentro de los rangos medios de calidad, los mismos que van de 0,6 a 3,5 %, motivo por el cual el tratamiento está perfectamente en este parámetro. Para Mollineda (2009) menciona que para crecer, las plantas necesitan un suministro adecuado de calcio, el cual entra en la planta disuelto en el agua que las raíces absorben del suelo circundante.
- **Magnesio:** Comparando con la Tabla N°9, podemos observar que el tratamiento M1 está dentro del rango de calidad. De acuerdo a Mollineda (2009).

- **Conductividad Eléctrica:** La conductividad eléctrica es un indicador de la presencia de sales solubles en el compost, los altos niveles de sales pueden repercutir sobre la germinación de semillas y en el desarrollo general del cultivo, dependiendo de la tolerancia de los cultivos y del tipo de suelo hacer fertilizado.

Para el caso de sustratos para cultivos debe manejarse un nivel de salinidad bajo (Moreno y Moral, 2008). En la Tabla N°9 se observa que el nivel de conductividad eléctrica es bajo, lo cual no tendrá repercusiones de ningún tipo mencionadas anteriormente.

- **Materia orgánica:** La concentración de carbono orgánico total es un indicador de su concentración en materia orgánica y por tanto un índice de calidad.

De acuerdo a la Tabla N°9, el contenido de materia orgánica para el tratamiento estudiado es 21,91%. Cuyo valor se encuentra dentro de los valores establecidos de determinación de calidad de un abono; según Mollineda (2009)

- **Relación C/N:** La relación C/N se usa tradicionalmente como indicador de la madurez y estabilidad de la materia orgánica.

Una mala relación repercute sobre la movilidad del nitrógeno y la baja disponibilidad de oxígeno (Torrentó, 2011). Como podemos observar en la Tabla N°9 el valor de la Relación C/N se encuentra dentro de los valores establecidos. Según Mollineda (2009)

- **pH:** Considerado como indicador de la evolución del compostaje. Durante el proceso el pH desciende inicialmente como consecuencia de la formación de ácidos orgánicos, a medida que el proceso avanza el valor del pH aumenta hasta valores entre 6,5 y 9. El pH tiene influencia directa sobre la disposición de los nutrientes, y además influye en el valor de la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica.

Los valores adecuados de pH deben estar próximos a la neutralidad o ligeramente ácidos (Cruz, 2009). Claramente podemos observar en la Tabla N°9 que el valor de pH se encuentra dentro del rango establecido según Mollineda (2009)

9. CONCLUSIONES

Se determinó la situación actual frente a la generación del inadecuado manejo, disposición final, y la falta de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos pecuarios del Criadero Porcino del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

- La técnica del compost Windrow– diseñado servirá como alternativa en la elaboración del compostaje, a partir de los residuos sólidos orgánicos generados, mejorando el manejo y la disposición final, contribuyendo en el equilibrio del medio ambiente; siendo el más adecuado para la Diseño de aprovechamiento de residuos orgánicos del criadero porcino del Municipio Puerto Gonzalo Moreno; donde los sustratos a compostar se disponen en pilas que pueden estar al aire libre o cubierta.
- Mediante el análisis físico-químico del abono orgánico obtenido mediante el compost Windrow se proporcionó las características, parámetros, rangos aceptables del abono orgánico que debido a su variabilidad, aún dentro de un mismo tipo, tiene mucha importancia para su uso conocer sus características y determinar su calidad. Es imprescindible que el que utilice y aplique abono orgánico, conozca su composición física y química por medio de los análisis correspondientes, y técnicas analíticas para determinar la calidad de los abono orgánico que son muy escasos, las cuales dieron paso a que se pueda realizar el trabajo de campo de la investigación.
- Se elaboró el “Diseño de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para el criadero porcino del municipio de Puerto Gonzalo Moreno en época de sequía (mediante el compost Windrow), con la finalidad de mitigar los riesgos a la salud y al medio ambiente.

10. RECOMENDACIONES.

Se recomienda la implementación del Diseño de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos del Criadero Porcino del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno; ya que con esto se obtendrá grandes beneficios tanto económicos como ambientales en la institución.

- Se recomienda realizar las capacitaciones permanentes al personal operario del criadero porcino, acerca del adecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos pecuarios.
- Con el fin de contribuir a un adecuado aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos pecuarios del Criadero Porcino; Se recomienda seguir cuidadosamente el Diseño de aprovechamiento expuesto en la investigación, para lograr una disminución significativa de residuos y al mismo tiempo obtener resultados favorables en favor al cuidado del medio ambiente.
- Con el propósito de precautelar la salud de los trabajadores del Criadero Porcino, se debe iniciar el trabajo con el equipo de protección personal: Gorros, guantes de goma, barbijos o mascara de aire, mandiles, botas de goma, etc.
- Para que sea efectiva la aplicación de la propuesta del “Diseño de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para el criadero porcino del municipio de Puerto Gonzalo Moreno en época de sequía (mediante el compost Windrow), se requiere la aceptación y apoyo de las autoridades y líderes, cambio de actitudes en el personal de trabajo.

11. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ✓ Acosta, W. & Peralta, M. (2015). *Técnicas de compost y tratamientos aeróbicos*. Trabajo de Grado. Universidad de Cundinamarca, facultad de ciencias Agropecuarias. Fusagasugá, Colombia.
- ✓ Abad, m., & Puchades, R. (2002). *Compostaje de residuos orgánicos generados en la Hoya de Buñol: Con fines hortícolas*. Valencia, España: Hoya de Buñol.
- ✓ Bernal, T. Cesar A. (2006). *Metodología de Investigación*. Bogotá, Colombia: Editorial Pearson Prentice Hall.
- ✓ Corporación de Investigación Tecnológica. (1999). *Manual de compostaje*. Chile. FIAT PANIS.
- ✓ Cruz, J. (2009). *Valoración agronómica de compost y vermis-compost*. (Tesis de maestría inédita). Universidad Politécnica. Valencia.
- ✓ Camacho, B., Aurora, Aurora, I., & Liliana. (2000). *Diccionario de términos ambientales*. La Habana, Cuba: Editorial Acuario.
- ✓ Cervantes, F., Saldivar, J., & Yescas J. (2007). *Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura*. México: Nueva Visión.
- ✓ Cairo, c. & Fundora, O. (2005). *Edafología Primera*. Habana: Félix Valera.
- ✓ Fundora, O. (2008). *Manejo Ecológico de suelos*. (Maestría en agricultura sostenible). UCLV. Cuba.
- ✓ Fondo Italiano Peruano. (Octubre de 2011). *Manual de elaboración de abonos orgánicos*. Perú: INIDES.
- ✓ Gonzales, C. (29 de abril 2008). *Orientación sobre compostaje: proyecto Composta Finca Alzamora*. Mayaguez. Puerto Rico.
- ✓ Guía Ambiental, (2007). *Manual de buenas prácticas porcinas*. Colombia. CNPSA.
- ✓ Hilda Salazar (24 de mayo de 2012). *Botadero de basura a cielo abierto*. Recuperado de <http://rellenossanitarios.blogspot.com/>.
- ✓ Hoyos, G. (2006). *La contaminación: Un reto para la industria porcina*. México: Autor.

- ✓ Huerta, O; López, M; Montserrat, S & Zaloña, M (2008). *Compostaje de residuos municipales*. Barcelona, España. Nueva Visión.
- ✓ Informe de Ensayo Charco Hondo. (2008). *Centro de estudios de química aplicada*. Cuba: Abreu.
- ✓ Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2001), (NB 69001). *Residuos sólidos generados – terminología*. La Paz, Bolivia.
- ✓ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. (2010). *Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos*. La Habana, Cuba: Editorial INCA.
- ✓ Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. (2011). *Materia orgánica y compostaje: Control de la calidad y del proceso*. Chile. Torrento.
- ✓ Ley de medio ambiente N° 1333. (27 de abril de 1992). *Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos*. La Paz, Bolivia.
- ✓ Ley de medio ambiente N° 1333. (27 de abril de 1992). *Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas*. La Paz, Bolivia.
- ✓ Moreno, J., & Moral, R. (2008). *Compostaje*. Mundi-prensa, pp. 570.
- ✓ Martins, M. (1996). *Características y valor nutritivo de humus conteniendo desechos de cerdos*. Vicoso. UFC.
- ✓ Madrid, C., & Castellanos, Y. (2006). *Efecto de las actividades sobre la calidad del compost*. Nueva Visión.
- ✓ Mamani, L. (2005). *Recolección transporte y disposición final de residuos sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente de las poblaciones del área rural de Laguachaca, Aymaya y Sica*. (Tesis de grado en Ing. Ambiental).UMSA. Perú.
- ✓ Montserrat, D., & Colominas, V. (1993). *La problemática Atmosférica de los residuos ganaderos*. Barcelona, España. La Caixa.
- ✓ Methanet, T., & To Markest, O. (2005). *Current state and prospective of production and utilization in Russia*. Moscow. Autor.
- ✓ Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. (2013). *Manual de compostaje de agricultor*. Santiago, Chile: ONU.

- ✓ Perdomo, C., & Lima, M. (1998). *Consideraciones sobre la cuestión de los desechos del medio ambiente*. Brasilia, Brasil. EMBRAPA.
- ✓ Ramírez, H. (2000). *Manejo de excretas porcinas: Sistemas convencionales y alternativos*. (Tesis doctoral en Veterinaria y Zootecnia). UMSA. Perú.
- ✓ Sztern, D., & Pravia, M. (2008). *Manual para la elaboración de compost: Bases conceptuales y procedimientos*. Uruguay. Edición Palas.

ANEXO

Anexo N° 1: Proyecto Criadero de Porcino del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno.

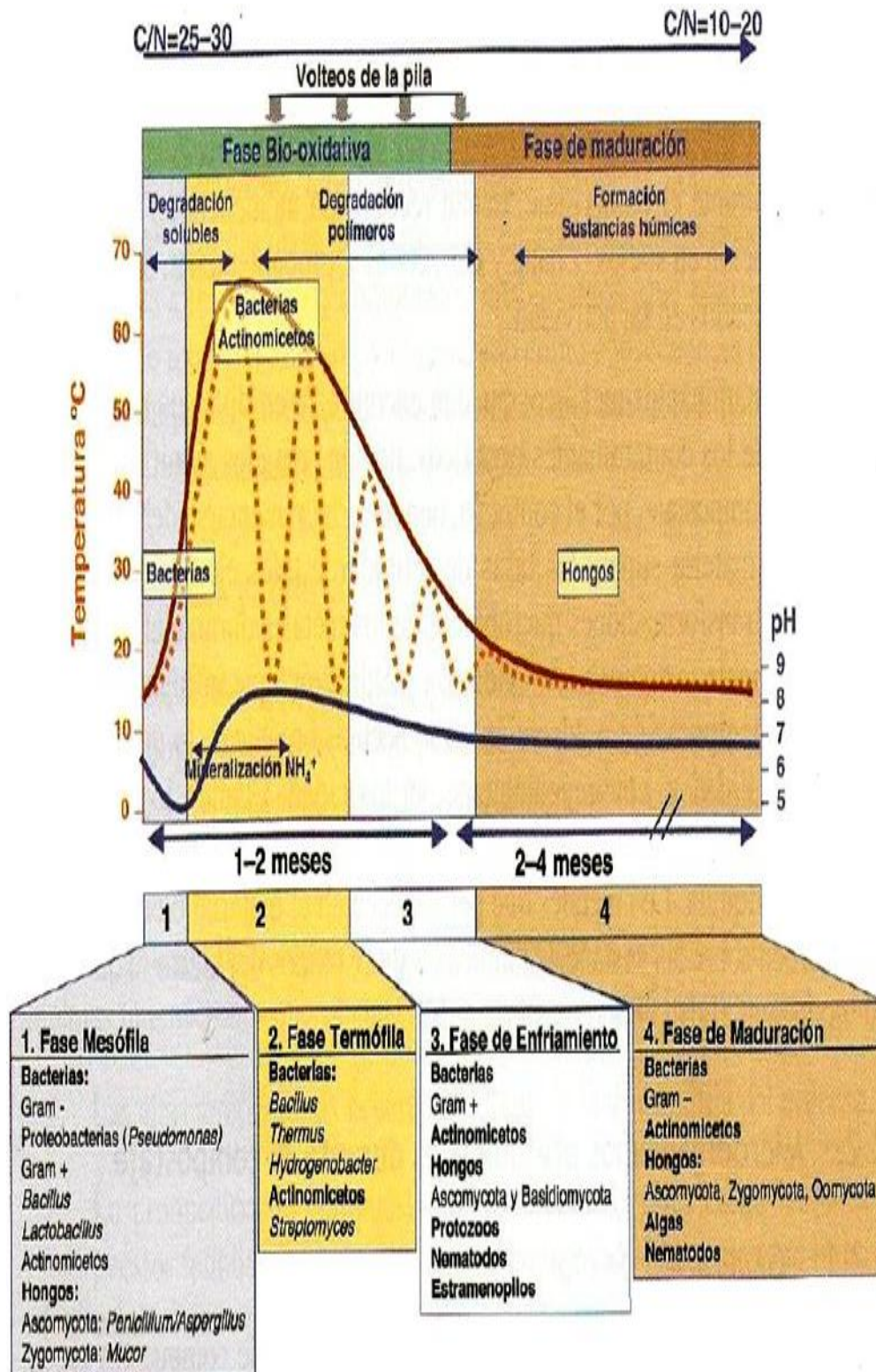


Módulo 1: cerdos en crecimiento.



Módulo 2: Cerdos Adultos.

Anexo N°2: Fases del proceso de compostaje (Fuente: Moreno y Moral, 2008).



Anexo N°3: Relación Carbono/Nitrógeno de algunos materiales usados en el proceso de compost.

Nivel alto de nitrógeno 1:1 - 24:1		C:N equilibrado 25:1 - 40:1		Nivel alto de carbono 41:1 - 1000:1	
Material	C:N	Material	C:N	Material	C:N
Purines frescos	5	Estiércol vacuno	25:1	Hierba recién cortada	43:1
Gallinaza pura	7:1	Hojas de frijol	27:1	Hojas de árbol	47:1
Estiércol porcino	10:1	Crotalaria	27:1	Paja de caña de azúcar	49:1
Desperdicios de cocina	14:1	Pulpa de café	29:1	Basura urbana fresca	61:1
Gallinaza camada	18:1	Estiércol ovino/caprino	32:1	Cascarilla de arroz	66:1
		Hojas de plátano	32:1	Paja de arroz	77:1
		Restos de hortalizas	37:1	Hierba seca (gramíneas)	81:1
		Hojas de café	38:1	Bagazo de caña de azúcar	104:1
		Restos de poda	44:1	Mazorca de maíz	117:1
				Paja de maíz	312:1
				Aserrín	638:1

Anexo N°4: Caracterización de Residuos Orgánicos pecuarios.



Estiércol porcino



Ceniza

Anexo N°5: Tiempo de conversión de Residuos sólidos orgánicos a abono orgánico de calidad. (79 Días/Julio, agosto, septiembre – Periodo II del 2018)



DIA 1



DIA 79

**Anexo N° 6: Cuidados generales de una cantera de compost de
Tipo Windrow.**



Volteo de Pila



Realizar orificios de respiración/ chimeneas.



Riego de Ceniza (cada 15 días)



Riego de Agua (cada tres días)

**Anexo N°7: Evaluó de Características Físicas que determinan un
compost de calidad.**



Olor, aceptable y Color adecuado (como indicador de conclusión de tratamiento).



Retención de Nutrientes (tapado de la mezcla en tiempo de lluvia)



Densidad



Cuarteo de la mescla.

Anexo N° 8: Muestra final de la mezcla (Para Análisis Químico de Fertilizante Orgánico).



1 kilogramo de abono orgánico.

Anexo N°9: “Diseño de Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos: Modelo ideal Planta de compostaje Windrow”



a)



b)



d)



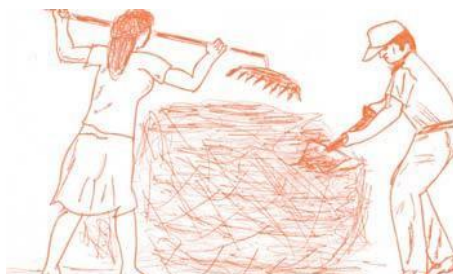
e)



f)


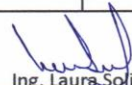



g)



h) (INIDES, 2011).

Anexo N° 10: Resultado de Análisis Químico de Fertilizantes Orgánicos.

INSTRUCCIONES		A	N° Informe de Laboratorio.:	291 /2018										
<p>A. El laboratorio autorizado colocará el número de informe que emite. B. Nombre del laboratorio que realiza el análisis de la muestra. C. Fecha de ingreso de la muestra a laboratorio autorizado. D. Anotar el código de la Jefatura Distrital que envía la muestra. E. Fecha de egreso de la muestra. F.1. Colocar el nombre comercial del producto. F.2. Colocar el nombre del propietario que es poseedor del producto. F.3. Colocar la cantidad de muestra que se tiene para el envío al laboratorio. Colocar el nombre de la empresa que fabrico el fertilizante. F.4. Colocar e país de origen que indica el formulario del envío de muestras. F.5. Colocar el código de laboratorio donde se realizará el análisis. G. Describir los métodos utilizados para la obtención de resultados. H. Indique a los resultados a las que llegó de acuerdo a metodología utilizada. I. Para aclarar lo que no esta especificado en los incisos o añadir algún dato importante.</p>		B		NOMBRE DEL LABORATORIO										
		LABORATORIO FUNDACION CETABOL												
		C	Fecha de ingreso:	12/10/2018										
		D	Código de muestra N°:	-										
		E	Fecha de egreso:	20/10/2018										
F DATOS DE ORIGEN														
F.1.	Nombre comercial:	-	F.4.	País de origen:										
		-		-										
F.2.	Empresa:	LEONICE RAMOS ESTIVAREZ	F.5.	Código de laboratorio:										
				F-291/2018										
F.3.	Cantidad de muestra:	1 Kg	Otro	N° Lote										
				-										
G METODOS UTILIZADOS														
Micro Kjeldahl; Emisión atómica; Turbidimetría; Absorción atómica; Azometina; Quimociac;														
H RESULTADOS														
MUESTRA	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	C	Densidad	Conductividad	pH
	0,78		0,28	0,1	1,7	0,255					21,91	-	99,6	8,54
	% p/p N		% p/p K	% p/p Na	% p/p Ca	% p/p Mg					% p/p M.O.	-	uS/cm	
	Co	Mo	B	S	Conductividad eléctrica			Solubilidad en agua		Aspecto	Granulometría			
				1,6	99,6									
				% p/p S	uS/cm									
I OBSERVACIONES														
	M.O.	21,91	% p/p M.O.											
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Ing. Miriam Flores TÉCNICO ANALISTA </div> <div style="text-align: center;">  Ing. Laura Soliz A. RESPONSABLE LABORATORIO </div> </div>														
														
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> ORIGINAL INTERESADO COPIA 1 JEFATURA NAL. COPIA 2 JEFATURA DIST. COPIA 3 LABORATORIO </div>														

Anexo N° 11: Prueba de calidad y eficacia del Abono Orgánico obtenido (a base de Residuos Orgánicos de Criadero Porcino).



Mescla aplicada en un porcentaje de 50%Tierra y 50% Abono obtenido.



Mescla aplicada en un porcentaje de 75% Tierra y 25% Abono obtenido.