UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

TESIS

"PRODUCCIÓN DE FOSFO COMPOST A PARTIR DE HECES HUMANAS Y SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO DE CHANIN DISTRITO Y PROVINCIA DE ACOBAMBA - HUANCAVELICA."

LINEA DE INVESTIGACION:

SUELOS

PRESENTADO POR:

Bach. JAIME WILLIAM RAMOS LOPEZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

ACOBAMBA HUANCAVELICA - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

TESIS

"PRODUCCIÓN DE FOSFO COMPOST A PARTIR DE HECES HUMANAS Y SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CHANIN DISTRITO Y PROVINCIA DE ACOBAMBA - HUANCAVELICA."

LINEA DE INVESTIGACION:

SUELOS

PRESENTADO POR:

Bach. JAIME WILLIAM RAMOS LOPEZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

ACOBAMBA HUANCAVELICA - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por la Ley Nº 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Ciudad Universitaria "Común Era"; auditorio de la Facultad Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica, a los 15 días del mes de Noviembre del año 2019, a horas 02:30 p.m., se reunieron; los miembros del Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Mtro. Jesús Antonio, JAIME PIÑAS.
SECRETARIO : M. Sc. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO.
VOCAL : Ing. Carlos Raúl, VERASTEGUI ROJAS.

Designados con Resolución N° 343-2018-D-FCA-UNH (06-12-18); del proyecto de investigación, titulado **"PRODUCCION DE FOSFO COMPOST A PARTIR DE HECES HUMANAS Y SOLIDOS ORGANICOS DEL MERCADO DE CHANIN DISTRITO Y PROVINCIA DE ACOBAMBA-HUANCAVELICA"**, cuyo autor es el graduado:

BACHILLER : Jaime William, RAMOS LOPEZ.
ASESORADO POR : Dr. David RUIZ VILCHEZ.

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de la tesis antes citado.
Finalizado la evaluación; se invitó al publico presente y al sustentante abandonar el recinto y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado.

APROBADO [X] **POR** UNANIMIDAD

DESAPROBADO [ ]

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

Mtro. Jesús Antonio, JAIME PIÑAS.
PRESIDENTE

M. Sc. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO.
SECRETARIO

Ing. Carlos Raúl, VERASTEGUI ROJAS.
VOCAL

TITULO

“”PRODUCCIÓN DE FOSFO COMPOST A PARTIR DE HECES HUMANAS Y SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CHANIN DISTRITO Y PROVINCIA DE ACOBAMBA - HUANCAVELICA.”

AUTOR

Bach. Jaime William, RAMOS LOPEZ.

ASESOR

Dr. David, RUIZ VILCHEZ

Dedicatoria

La presente Tesis; lo dedico a Dios por ser mi guía espiritual en todo momento.

A mi madre, quien me han dado la vida que tengo y quien ha sido y será mi ejemplo de superación y dedicación durante toda mi vida.

A mis abuelos, quienes han aportado mucho en mi existencia para ser la persona que soy.

A mis Hermanos quienes me apoyaron de muchas maneras en todo momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Huancavelica.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Agronomía que lo conforman sus Docentes y Alumnos en general.

A mi Asesor de Tesis. David Ruiz Vílchez.

Reconocimiento

A la Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de Huancavelica por darme la oportunidad de formarme y seguir cumpliendo mis metas académicas.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCION	
CAPITULO I:	**15**
EL PROBLEMA	**15**
1.1. Descripción del problema	**15**
1.2. Antecedentes de la problemática	**16**
1.3. Formulación de problema	**21**
1.4. Objetivos: General y Específicos	**21**
1.5. Justificación	**22**
1.6. Limitaciones	**24**
CAPITULO II:	**27**
MARCO TEÓRICO	**27**
2.1 Antecedentes	**27**
2.2 Bases Teóricas	**30**
2.2.1. Materia orgánica	**30**
2.2.2. Propiedades de la materia orgánica	**31**
2.2.3. Propiedades químicas y físicas de la materia orgánica	**32**
2.3. Bases Conceptuales	**50**
2.4. Definición de términos	**51**
2.5. Formulación de la Hipótesis	**52**
2.5. Variables	**52**
2.5.1. Variables Independientes	**52**
2.5.2. Variables Dependientes	**52**
2.5.3. Variable Interviniente	**52**
2.5.4 Operacionalización de variables	**53**
CAPITULO III:	**54**
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	**54**
3.1. Ámbito temporal y espacial	**54**
3.2. Tipo de investigación	**54**
3.3. Nivel de investigación	**54**
3.4. Método de investigación	**55**
3.5. Diseño de investigación	**55**
3.6. Población Muestra y muestreo	**55**
3.6.1. Población	**55**
3.6.2. Muestra	**55**

3.6.3. Muestreo **56**
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos **56**
3.8. Técnicas y procesamiento y análisis de datos **57**
3.9. Procedimiento o fases de campo (almacén) **57**
CAPITULO IV: **61**
PRESENTACION DE RESULTADOS **61**
4.1. Análisis de información **61**
4.2. Prueba de hipótesis **66**
4.3. Discusión de resultados **66**
CONCLUSIONES **68**
RECOMENDACIONES **69**
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **70**
APENDICE **71**
TESTIMONIO FOTOGRAFICO **77**

Resumen

El presente trabajo buscó demostrar que la adición de Superfosfato de calcio triple en el reciclaje orgánico de basura de mercado disminuye la presencia de microorganismos causantes de enfermedades acelerando y mejorando la liberación y disponibilidad de elementos nutrientes mayores, posibilitando la recuperación y el rehúso de los residuos sólidos tan abundantes en los mercados; finalmente determina la cantidad más adecuada de Superfosfato de calcio triple en g., por Kg. de basura de mercado utilizado para acelerar la descomposición de la materia orgánica hasta transformarse en un producto final "compost" inocuo y permitible en el cultivo de hortalizas de raíces y tubérculos incrementando su producción y productividad.

Las conclusiones fueron:

El empleo del superfosfato de calcio triple en la preparación del "compost" a partir de residuos sólidos Basura de mercado acelera el proceso de reciclaje orgánico, así como disminuye la presencia de microorganismos causantes de enfermedades al hombre en un periodo de 90 días; sin embargo mayores o menores cantidades a 10 g de Superfosfato de calcio triple utilizado en el reciclaje no permiten obtener un "compost" de calidad, y condiciones químicas favorables para el cultivo; el "compost" obtenido con 10 g de Superfosfato de calcio triple por kg de basura de mercado ofrece una mayor disponibilidad de nitrógeno nítrico, P_2O_5 , K_2O con un Ph ideal físico , químico, fisiológico, cultural y económico para el cultivo.

Palabras claves: Producción, fosfo compost empleando heces humanas y residuos sólidos orgánicos.

Abstract

The present work sought to demonstrate that the addition of triple calcium Superphosphate in the organic recycling of market waste reduces the presence of disease-causing microorganisms, accelerating and improving the release and availability of major nutrient elements, making it possible to recover and refuse waste solids so abundant in the markets; Finally, it determines the most adequate amount of triple calcium Superphosphate in g, per kg of market waste used to accelerate the decomposition of organic matter until it becomes an innocuous and permissible "compost" final product in the cultivation of root vegetables. and tubers increasing their production and productivity.

The conclusions were:

The use of triple calcium superphosphate in the preparation of "compost" from solid waste Market waste accelerates the organic recycling process, as well as decreases the presence of disease-causing microorganisms to man over a period of 90 days; however, greater or lesser amounts to 10 g of triple calcium Superphosphate used in recycling do not allow obtaining a quality compost and favorable chemical conditions for the crop; The "compost" obtained with 10 g of triple calcium Superphosphate per kg of market waste offers a greater availability of nitric nitrogen, P_2O_5, K_2O with an ideal physical, chemical, physiological, cultural and economic Ph for cultivation.

Keywords: Production, phosphorus compost using human feces and organic solid waste.

Introducción

Grave problema representa la acumulación permanente de residuos sólidos en áreas rurales y ciudades (mercado) a consecuencia de las diferentes actividades físicas y orgánicas del hombre, el que intenta eliminar mediante su incineración o conducción de las aguas servidas, lo cual no resulta prudente toda vez que se contamina de manera constante la atmósfera y ríos en perjuicio de la salud humana y seres hiorobiológicos. El reciclaje orgánico mínimo de los suelos agrícolas no permite el incremento de la producción y productividad de las cosechas aun habiéndose mejorado las técnicas de fertilización, control sanitario, riego, prácticas culturales, amplias de mejores variedades etc. Como tal se hace necesario utilizar y no desperdiciar los residuos sólidos de nuestra población que directamente van a los basurales, campo abierto o ríos como basura de las miles y miles de t.., de alimentos que consume transformándolo en "compost". El presente estudio supone que "la adición de Superfosfato de calcio triple en la preparación de compost utilizando basura de mercado disminuya la presencia de microorganismos causantes de enfermedades y acelere el reciclaje orgánico mejorando la liberación de elementos nutrientes mayores".

El presente experimento se ejecutó en Acobamba durante los meses de diciembre 2018 – junio 2019 teniendo como objetivos:

"Posibilitar la recuperación y utilización de los residuos sólidos del mercado", "Demostrar que el Compost obtenido con basura de mercado e enriquecida con superfosfato de calcio triple es inocuo y permisible para el uso de los cultivos hortícolas al acelerar su descomposición por la presencia de calcio en su composición" e "Incrementar la productividad de las tierras agrícolas mediante este abono orgánico enriquecido".

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

Hoy en día, uno de los principales problemas a los que se enfrenta Acobamba es la contaminación de los ríos con los desagües, Esta contaminación se debe en parte a los desechos que bota la gente en el rio, el mal mantenimiento de las cañerías y por último los desechos orgánicos (heces) ha donde va enfocado todo proyecto de agua potable y alcantarillado.

La descomposición, es el proceso que se no se está ejecutando de la forma correcta, ya que este depende de factores climáticos óptimos, pero hay que tener en cuenta que la descomposición no ocurre desde que salen del inodoro ya que pasan por muchas canales antes de llegar a las planta de tratamiento de aguas servidas de Pueblo Viejo sin contar que estas se queden en el camino, dejando mal olor, generando que la problemática aumente.

A través de los años las personas comenzaron a ubicarse cerca de los riachuelos circundantes a la localidad de Acobamba, ya que la población ha ido aumentando a través de los años. Además, estos riachuelos brindan muchas facilidades para un desagüe fácil de las aguas servidas. Por otro lado, las prevenciones que se daban años atrás eran muy pocas, los organismos gubernamentales en Acobamba se centraron en los daños que se generaban por desastres naturales. Como consecuencia de estas invasiones a los riachuelos y el desarrollo propio del área urbana cercanos se fueron contaminando estos con todos los desperdicios que se generaban.

Debido a la problemática que existe en la localidad de Acobamba con la contaminación con heces y residuos orgánicos de riachuelos y zona de almacenamiento de basura denominado Mollebamba a partir de los desechos orgánicos que las personas generan diariamente en esta ciudad, que perjudica el medio ambiente para aquellas que habitan en la zona urbana y alrededores de esta ciudad. Para disminuir los índices de contaminación, la idea es propiciar la " Producción de compost a partir de heces humanas y basura de áreas urbano marginales y rurales en la Provincia y Distrito de Acobamba Huancavelica" a fin de lograr la

conversión a compost de la basura orgánica y heces humanas. La continuidad de este sistema de compostaje practicado por las familias propiciara un valor agregado a la basura orgánica y heces con fosforo que incrementara su riqueza en nutrientes para los cultivos. El sistema productor de compost se centrara en la neutralización de las heces y los residuos orgánicos provenientes del mercado local, para poder reducir en cierto grado el impacto ambiental que están causando estos desechos.

Es de vital importancia conocer todo sobre los antecedentes de sistemas y mecanismos de obtención de compost para lograr un estándar para realizar el proceso de descomposición de las heces de formaadecuada.

1.2. Antecedentes de la problemática.-

La ciudad de Acobamba tiene una población aproximada de 7.3 millones de habitantes, distribuidos así: 3.3 millones de hombres y 4.0 millones de mujeres. Su territorio corresponde al 0.5% del área nacional y en él habita aproximadamente el 20% de la población del país. Esta población produce más de 8.000 toneladas diarias de residuos sólidos, de las cuales 5.300 toneladas son depositadas en el relleno de Mollebamba. El problema de los residuos producidos por la sociedad en todas sus actividades, su manejo y disposición, usualmente se percibe como un asunto de saneamiento básico (entendido como la necesidad de un buen servicio de aseo, junto con la potabilización de agua para consumo humano y con la adecuada disposición de excretas). Enfocado de esta forma, es un problema típicamente urbano inherente a las concentraciones poblacionales, pero por otro lado es un problema ambiental si se considera que viene afectando irreversiblemente la dinámica natural. En las ciudades la recuperación de materiales provenientes de residuos sólidos es una actividad económica, hasta hoy considerada marginal. Un adecuado plan de manejo para los residuos sólidos se basa principalmente en la articulación de tres componentes: el *socio-económico* que parte de campañas de educación, formación y concientización de la comunidad, que busquen esencialmente el cambio de valores, actitudes y hábitos frente a éstos, de modo que los residuos sean vistos como un recurso; el *técnico*, que posibilite un manejo tecnológico de los residuos que esté profundamente

conectado con las características socioeconómicas y culturales de la población generadora, como con la cantidad y calidad de los residuos generados específicamente y por último un componente *administrativo-organizacional* cuya función consiste en brindar un esquema donde se potencien las relaciones entre actores, sus procedimientos y técnicas.

El manejo integral de los residuos sólidos pretende minimizar la generación, aprovecharlos integralmente, recuperar los recursos y controlar la contaminación; estos lineamientos al pretender operar las corrientes finales, simplifican ostensiblemente el problema, ya que las interrelaciones sociedad - procesos - medio ambiente de las cuales dependen la totalidad de la generación son tenidas en cuenta. La recuperación, aprovechamiento y reprocesamiento son realmente las actividades centrales del llamado manejo integral de residuos sólidos; desafortunadamente la ausencia de conectividad entre los diferentes actores, la carencia de lugares adecuados para la selección, adecuación y empaque de los residuos sólidos recuperados de las actividades residenciales, imposibilita el desarrollo cierto de una Gestión Integral de Residuos Sólidos – GIRS en el distrito y provincia de Acobamba.

Posibles condiciones que llevan a la presentación del problema expuesto:

TECNICAS

- Ausencia de sistemas que apoyen la separación desde la fuente al interior de las unidades habitacionales.
- Desconocimiento del sistema de flujo de residuos sólidos del mercado Chanin y domiciliarios al interior de la localidad, líneas de reciclaje, actores participantes y análisis económico y social del mismo.
- Carencia de conocimientos llevados a la práctica en el manejo integral de residuos sólidos y de programas de educación ambiental integral a largo plazo que permitan la promoción e instauración de nuevos hábitos y esquemas culturales que apoyen la implementación del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos a nivel local.

- Carencia de lugares técnicamente establecidos para centralizar las labores de recuperación, adecuación y acopio temporal de residuos aprovechables.
- Desconocimiento de medidas prácticas específicas para el manejo de residuos en los hogares, que sean apoyados con sistemas o elementos para la separación desde la fuente diseñados de acuerdo con las características particulares del distrito y provincia de Acobamba y de los espacios con que se cuente.
- Ausencia de una normatividad local clara y aplicable a las características propias de los diferentes actores locales.
- Faltan diagnósticos puntuales en casos específicos para la caracterización de residuos y su respectiva valoración económica que permitan obtener informaciones en tiempo real acerca de las dinámicas culturales de producción, manejo y comercialización de los mismos en el ámbito local.
- Deficiencias en la aplicación de los incentivos económicos, sociales y ambientales existentes de parte de la Municipalidad Provincial de Acobamba para la promoción de una cultura de Basura = Cero, bajo dinámicas de reducción, reutilización y aprovechamiento total de los residuos sólidos.
- Carencia de documentos prácticos que guíen, apoyen y dirijan a la población acobambina y a todos los actores locales en cada uno de los procesos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el ámbito local, adecuados estos documentos a cada uno de ellos desde sus características y participación en las cadenas y flujos de residuos sólidos respectivas.

SOCIO ECONÓMICAS

- La inoperancia de las capacitaciones sobre temáticas ambientales con énfasis en residuos sólidos por carencias claras de conectividad, incentivos, compromiso, beneficios directos e indirectos y apoyo en la mejora de los procesos y hábitos de consumo.
- La creencia generalizada de que los residuos son “basura”, sin tener en cuenta que los residuos solo se convierten en “basura” si se dispone de ellos de manera equivocada.

- Señalamiento, discriminación, falta de apoyo, organización e integración para con los recuperadores (mal llamados "recicladores") por algunos miembros de la Municipalidad provincial de Acobamba.
- Aspectos culturales, malos hábitos de consumo y falta de interés de la población acobambina en la producción y el manejo de los residuos sólidos que ellos mismos generan.
- La falta de atractivo de implantar los esquemas de gestión por parte de la municipalidad provincial, comunidad, organizaciones, empresas, entidades e instituciones por considerarlos costos adicionales.

ADMINISTRATIVO ORGANIZACIONAL

- Falta de un programa permanente de sensibilización, capacitación y evaluación de las acciones desarrolladas en temáticas ambientales, particularmente a nivel residencial considerado este como mediano generador de residuos
- Falta de interacción entre los diferentes actores inherentes desde lo distrital a la localidad, lo zonal y lo barrial de la provincia de Acobamba, para el desarrollo de un programa de gestión integral de residuos sólidos.
- Incapacidad institucional para el control y aplicación de normativa en todos los sectores.
- Carencia de normativas locales (Acuerdos) que propendan, apoyen e incentiven el adecuado manejo de los residuos sólidos y fortalezcan sus respectivas cadenas productivas.
- Desconocimiento de los beneficios económicos reales de la Gestión Integral de Residuos Sólidos para la ciudad, comunidades residenciales específicas y del análisis costo/ beneficio para las mismas y para los diferentes actores de las cadenas respectivas.

Posibles soluciones a la problemática expuesta:

-Referencia Científica.- El trabajo de Investigación a desarrollar **"Producción de fosfo compost a partir de heces humanas y solidos orgánicos del mercado Chanin del distrito y provincia de Acobamba"** pretendió demostrar que la adición de

Superfosfato de calcio triple en el reciclaje orgánico de residuos sólidos del mercado Chanin y heces humanas disminuye la presencia de microorganismos causantes de enfermedades, acelerando y mejorando la liberación y disponibilidad de elementos nutrientes mayores en un periodo de 90 días; nos permite obtener además un "compost" de calidad, y condiciones químicas favorables debido a una mayor disponibilidad de nitrógeno nítrico, P_2O_5, K_2O, condiciones de Ph ideal físico, químico, fisiológico, cultural y económico para los diferentes cultivos.

-Promoción del uso de Sistemas Agrarios sostenibles, con una visión de negocios.- El manejo sostenible de los suelos agrícolas en Acobamba mediante la utilización del abono obtenido mediante el reciclaje orgánico de deshechos permitirá que los suelos mantengan sus características físicas, químicas y biológicas idóneas para la producción agrícola de manera permanente preservando el medio ambiente y evitando su degradación con énfasis a la rentabilidad productiva y económica de las próximas generaciones

-Contribución al Uso, Manejo y Conservación de la Biodiversidad con una Visión de Negocios.- El proyecto busca el manejo ecológico sostenible de los suelos agrícolas para la producción de cultivos orgánicos competitivos en el mercado Regional y Nacional.

-Promoción de la gestión y calidad productiva y comercial mediante buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura.-Se beneficiará a pequeños agricultores ofertándoles abono orgánico de calidad con valor agregado en su riqueza de nutrientes, insumo que utilizado en las siembras ofrece una mejor respuesta de los cultivos. Los consumidores a su vez tendrán alimentos orgánicos con calidad garantizada de manera permanente. La comercialización y utilización de este insumo en la producción agrícola permitirá abaratar los costos de inversión y consecuentemente elevar la rentabilidad y competitividad de los productos cosechados.

-Promoción de cadenas Agro-comerciales.- El proyecto de investigación pretende además a futuro promover la constitución y operatividad de una Unidad Productiva Empresarial que participe en la fabricación y comercialización de los abonos orgánicos a obtenerse en la planta de reciclaje de Acobamba propiciando

una fuente de trabajo permanente para los integrantes de dicha UPE.

1.3. Formulación del problema

Problema principal:

- Obtención de compost a partir de basura orgánica de la zona urbana y heces humanas en menos de 90 días a una altura de más de 3000 msnm con la utilización de superfosfato de calcio triple y su influencia en la calidad del producto.

Problemas secundarios:

- ¿La adición de superfosfato de calcio triple en el proceso de compostaje de basura orgánica de urbanas marginales y heces humanas acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica y mejora su calidad de abono?
- ¿La técnica y diseño utilizado en el proceso de compostaje será factible y/o adecuado para obtener un abono inocuo para la salud?
- ¿La calidad obtenida de NPK del compostaje final será nutritivo y será influenciado por la adición de superfosfato de calcio triple?
- ¿Cuán rentable es preparar el compost a partir de basura orgánica de áreas urbanas marginales y heces humanas, o mejor alternativa será utilizar abonos químicos?

1.4. Objetivos:

1.4.1. General.

- Obtener abonos orgánicos a partir de heces humanas y basura de mercado en el distrito y Provincia de Acobamba Huancavelica.

1.4.2. Específicos:

- ✓ Acelerar el proceso de compostaje de basura orgánica de mercado y heces humanas mediante adición de superfosfato de calcio triple, mejorando su calidad de abono.

- ✓ Lograr un abono inocuo para la salud humana luego del proceso de compostaje de basura orgánica de mercado y heces humanas mediante adición de superfosfato de calcio triple.
- ✓ Obtener compost de calidad en menor tiempo mediante adición de superfosfato de calcio triple en el proceso de compostaje que la realizada sin adición de superfosfato de calcio triple.
- ✓ Evaluar la rentabilidad del compost obtenido a partir de basura orgánica de mercado y heces humanas comparadas con los fertilizantes químicos.

1.5. Justificación

Científico:

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.

Social:

La población mundial 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 y provincia de Acobamba 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.

Económica

El conocimiento adecuado de la técnica de compostaje nos ayudará a minimizar los residuos orgánicos sirviéndonos después del proceso como un abono natural y creando un impacto social y económico sustentable para el desarrollo de la población. La producción agrícola crean una necesidad de abonar, pero proveerles de abonos químicos, seria 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 residuos orgánicos como alternativa de generar empresa e industrialización de este tipo de abono, creando nuevos hábitos de conservación del medio ambiente y a la vez industrialización casera de parte de las unidades productivas empresariales de esta zona de Huancavelica.

1.6. – Limitaciones.-

Criterios de calidad. -

El desconocimiento de los criterios de la calidad del compost no es un concepto absoluto, sino que depende de los usos a que se destine. Podríamos definirla como "la capacidad o aptitud del compost para satisfacer las necesidades de las plantas, con un mínimo impacto ambiental y sin riesgo para la salud pública". Así, un compost de clase B según la legislación española por su contenido en metales pesados, resultaría inaceptable para su empleo como componente de sustratos en cultivos hortícolas comestibles, pero no presentaría ninguna limitación para el sellado de vertederos o la recuperación de suelos degradados por actividades industriales o mineras. Lo mismo podríamos decir de la calidad del compost por su grado de madurez, la carga bacteriológica o las propiedades físicas y químicas en función de sus diferentes usos posibles, por otra parte advierte **(Ansorena et.al., 2011)** que la valoración de las propiedades medidas en el compost puede llevarse a cabo atendiendo a criterios de calidad de dos tipos: agronómicos y legales. Para la interpretación de las propiedades del compost según criterios de calidad agronómicos, es necesario que los correspondientes ensayos de laboratorio estén calibrados; es decir, que se haya determinado la respuesta de las plantas en términos de producción y calidad para diferentes valores de cada propiedad, mediante experimentos de campo. En contraste, los criterios legales están orientados a la comercialización del compost y, por tanto, al cumplimiento de unos requisitos mínimos establecidos para determinados parámetros del compost comercial obtenido en plantas industriales: porcentajes de impurezas, humedad, materia orgánica, metales pesados, carga bacteriológica, etc. Por lo tanto, los criterios de interpretación agronómicos son válidos para todo tipo de compost, independientemente del proceso de compostaje, mientras que los criterios legales son válidos para el compost industrial, y no tanto para el de auto compostaje (compost doméstico y comunitario), a no ser que este último se ponga en el mercado o se distribuya entre terceros.

Acopio de residuos orgánicos. -

La carencia e implantación de sistemas avanzados de recogida selectiva de residuos orgánicos en entornos urbanos de alta densidad, tanto puerta a puerta como en contenedores inteligentes según **(Ansorena et.al., 2011)** y la promoción del auto compostaje (doméstico y comunitario), emerge un nuevo tipo de compost, obtenido a partir de residuos de alimentos de elevada pureza. Las propiedades del compost, que condicionan en gran medida sus posibles aplicaciones, dependen tanto de los materiales de partida como del proceso de compostaje. Esta dependencia es particularmente importante en el caso del compost de biorresiduos, que puede obtenerse a partir de distintas corrientes de residuos de diversa naturaleza y origen (de parques y jardines, de restos de alimentos, domiciliarios, comerciales, mercados etc.) y por diferentes procesos (industrial o auto compostaje).

Limitaciones del uso del compost. -

Según **(NEGRO)**, entre las principales desventajas que se le atribuyen al compost están:

- **Las de tipo económico:** A la hora de plantearse un compostaje hay que tener en cuenta que este proceso supone una cierta inversión, ya que se necesitan una serie de equipos y a veces unas mínimas instalaciones, si bien es cierto que la mayoría de las operaciones del proceso se pueden realizar con maquinaria existente en cualquier granja.
- **Las de la disponibilidad de terreno**: No hay que olvidar que dentro del proceso de compostaje hay que prever un terreno para almacenar los materiales de partida, otro para mantener los composts durante la fase de maduración y otro para almacenar los productos ya terminados, además del espacio dedicado al compostaje propiamente dicho.
- **Las de tipo climatológico:** si el clima es muy frío, el proceso se alarga debido a las bajas temperaturas, e incluso, a veces, se para, debido a la imposibilidad de hacer funcionar los equipos adecuadamente a causa de las heladas y nevadas. Las lluvias excesivas también pueden dar lugar a problemas de

encharcamientos y de anaerobiosis si no hay un buen drenaje y una inclinación adecuada del terreno.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.- Antecedentes

AQUINO et. al. (1990): mencionan que u tratamiento racional de los residuos sólidos obliga a pensar en la recuperación y reusó de sus elementos constituyentes cuyas características lo permitan, agregan además que la existencia de problemas de contaminación ambiental está difundido profundamente a nivel local, nacional y mundial, los problemas son amplios y complicados y las soluciones son un reto constante; complementan manifestando que la materia orgánica de los suelos aptos generalmente es suministrada por la naturaleza mediante descomposición micro orgánica de los residuos de plantas y animales, sin embargo este ciclo resulta insuficiente en la mayoría de suelos de uso agrícola de ahí la importancia de obtener los "compost" con intervención humana. Siendo los residuos sólidos urbanos base del "abono orgánico artificial" su importancia en el campo de la lucha contra la contaminación es relevante, pues su procedimiento y su uso constituye un ejemplo típico de reciclaje, esto es el aprovechamiento óptico no sólo de lo que se considera inservible sino de aquello que constituye el problema en sí mismo, como la mala disposición de excretas humanas y basura doméstica.
MINKA (1988): en esta revista se describe que una técnica de maceración des guano consisten en cavar una fosa de regular dimensión para concentrar la "bosta" o guano de todos los animales principalmente el de la oveja, volteando cada quince días, según otras versiones agrega en su comentario cada mes o cada dos meses, lo importante es que cuando más tiempo esté guardado mucho mejor será.

IVAN et.al. (2015) describen que la investigación realizada para la problemática ambiental y sanitaria, "El Sistema productor de compost a partir de heces humanas", está realizado a partir de un conjunto de microorganismos que actúan como aceleradores de la fermentación de la materia orgánica (heces) permitiendo que se transforme en abono orgánico con buenas propiedades nutritivas para las plantas y

previniendo que ocurran otros procesos no tan convenientes como lo es los procesos de putrefacción y desintegración.

DECKER (2013) expresa que en el mundo, solo un 20% de las aguas residuales tienen tratamiento completo, por tanto queda un porcentaje agua con sustancias nocivas o aún contaminadas que vuelve a retornar a los hogares. Las personas al consumir el agua desde sus casas pueden adquirir enfermedades desde la diarrea hasta contraer enfermedades más complejas. Para darle solución a la pregunta, ¿Porque es necesario hacer la implementación del prototipo y no dejar que las heces lleguen a los ríos?, hay que tener en cuenta que la mayoría de inodoros usan agua potable, lo que causa en primera instancia, un mayor gasto del recurso y por otra parte tratar aguas residuales sin hecesería más fácil y no tendría un consumo tan alto de energía.

DECKER (2013) agrega que ootro elemento a tener en cuenta, es que si se volvieran a usar estos residuos a cambio de fertilizantes en abono para las plantas disminuiría el gasto de energía, dado que las empresas productoras de fertilizantes gastan mucha. Por ejemplo, las empresas para hacer la producción deben utilizar gas natural o el carbón. Por ende, la agricultura convencional agroquímica se basa en la dependencia del Agricultor en tecnologías industrializadas que requieren alta inversión de dinero y que debido a su flujo unidireccional (no tiene la posibilidad de reciclar) lleva a la contaminación y degradación ambiental y dificulta el desarrollo económico en el sector rural; Una situación "insostenible" a largo plazo. En países donde la mano de obra y la tierra son los factores más disponibles de producción, como es el caso de Colombia, la agricultura ecológica representa una importante alternativa para el desarrollo y progreso del campo, así como la principal vía para lograr productos más sanos.

Según **XIMENA et. al. (2008)** en el proceso del compostaje participa una amplia gama de microorganismos que son los encargados de la degradación de residuos orgánicos, los cual es utilizan los desechos orgánicos como las heces. Gracias a esto se generan productos o elementos nutritivos en formas asimilables para las plantas; razón por la cual es necesario conocer su papel en el proceso de maduración del compost. El manejo de los abonos orgánicos ha sido tradicionalmente utilizado por los agricultores de pequeñas extensiones de tierra, incorporando directamente materiales orgánicos al agro sistema, generando una mala fertilización y

desequilibrio del suelo. El compost como proviene de los desechos humanos es rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo y al obtener un buen tratamiento puede ser aplicado nuevamente a los cultivos para la recuperación de suelos. No hay que olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido este tipo de abono juega un papel fundamental. **LABZA**,www.labza.com.ar con respecto a los desechos orgánicos, si se exponen al medio ambiente, tomaran como alternativa la degradación, dentro de esta se encuentra el proceso de descomposición oxidativa o el proceso de descomposición fermentativa. El proceso de descomposición fermentativa es conocido como abono orgánico fermentado.

Se describe en **BOTANICAL (1999-2016)** que el proceso de descomposición oxidativa se denomina compost[3], en el cual los microorganismos aeróbicos participan durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, por lo tanto, en el proceso de la elaboración se necesitan cambios periódicos, en cuanto a cambio de agua, para permitir el ingreso de aires al interior de los materiales orgánicos y así promover la descomposición. Durante este proceso, la materia orgánica pierde mucha energía, ya que se produce una gran cantidad de calor y gas CO_2 que son residuos de la oxidación de la materia orgánica, estos salen del medio ambiente, después de este proceso se obtiene un producto mineralizado con poca energía acumulada .

Para la elaboración del compost hay que tener una serie de variables a considerar, como la Temperatura ya que está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas del haberse preparado el abono no debe de presentar temperaturas superiores a 50°C .

Según **IBEROAMERICANA (2006)**, un segundo aspecto a considerar para el proceso de abono es la humedad, ya que debe ser de un 50% a un 60% en relación con el peso de la mezcla. Si está muy seco, la descomposición es muy lenta, por tanto, disminuye la actividad de los microorganismos. Por el contrario, si está muy húmedo, falta oxígeno y puede haber putrefacción de los materiales, ya que el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico (sin oxígeno) y el resultado sería una mezcla de mal olor y textura muy suave por el exceso de agua, es necesario tener en cuenta la cantidad de agua a disolver ya que la mezcla debe manejar

un porcentaje de humedad entre el 40 y 45%. Otro factor a tener en cuenta es el pH ya que el nivel más conveniente para los microorganismos del suelo está entre 6 y 7.5. Los valores extremos inhiben la actividad microbial.

El tercer aspecto es la aireación ya que es demasiado importante, significa la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, necesaria para la fermentación aeróbica del compost. Si en caso de exceso de humedad la mezcla presentaría un estado anaeróbico y se obtendría un abono de mala calidad.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. La materia orgánica

BRADY (1984) menciona que 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)** agrega que 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. Asimismo **BRADY (1984)** menciona que la materia orgánica del suelo, está constituida por todo tipo de residuos orgánicos, vegetales o animales que es incorporado al suelo. **BRADY (1984)** a su vez agrega que 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.

2.2.2.- 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 drenen 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 g/cm3) que la fase inorgánica (2.65 g/cm3) y además genera porosidad en el suelo.

2.2.3. Propiedades químicas y físicas de la materia orgánica

- Las sustancias húmicas tienen propiedades coloidales, debido a su tamaño y carga (retienen agua, hinchan, contraen, fijan soluciones en superficie, dispersan y floculan).
- 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.

2.2.4.- Proceso de formación del compost.

En **CARNES et.al. (1970)** se menciona que 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. 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.

Análisis Químico

CARNES et.al. (1970), también explica que 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 N2 1.5 - 2 %
- ✓ Fósforo como P2O52 - 2.5 %
- ✓ Potasio como K2O 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.

Propiedades biológicas

Aporte de nutrientes a los microorganismos y fuente de energía.

2.2.5.- Constitución y Origen de la materia orgánica Edáfica

CARNES et.al. (1970), a su vez enfatiza que la 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 (oxidan 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, Hº, Tº, disponibilidad de nitrógeno, oxigenación, etc.).

2.2.6. -Los Abonos

ENRIQUE SALAZAR (2003) refiere que 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

Comprenden los estiércoles (guano, gallinaza, palomina) compost, turba, extractos húmicos y otros

Fertilizantes Químicos

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

Bioestimulantes

Aminoácidos, extractos de algas

Enmiendas Minerales

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

Calidad de Compost.

2.2.7.- **El compost**

Según **GUERRERO. (1993)** 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 controlados. Este abono orgánico proviene de un proceso biológico aerobio (resultado de la humificación de la materia orgánica, bajo condiciones contraladas 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 organismos son las bacterias, hongos, levaduras y astinometeo. 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 a su vez por el mismo autor 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)** agrega que 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)** enfatiza as mismo que la conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación,

que permite tratar la materia racional económica y segura, deferentes residuos orgánicos, aprovechándolos en agricultura y jardines. Entre las ventajas del compost expresa además que tenemos:

- ✓ Mejora la estructura del suelo al favorecer la estabilización de los agregados, modificando el espacio poroso que favorece el momento 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 sequias.
- ✓ Incrementar la capacidad de retención de nutrientes en el suelo liberando progresivamente el nitrógeno, fosforo, 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

2.2.8.- Fundamentos básicos del compostaje

En **GUERRERO (1993)** de igual manera se explica que 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, también expresa que las limitaciones de su aplicación pueden dividirse en extrínsecas e intrincas: 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)** de igual manera describe que 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 menciona **ÁLVAREZ (2006)**.

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 refiere la **ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (1995).**

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; empecinarse 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.

2.2.9. - 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 según **ÁLVAREZ (2006).**

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 trasforma 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 contrale 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 composta dos 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 composta 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 amoniaco. El olor a tierra de bosque nos indica el producto final tal como sentencia **MUSTIN, M. (1987).**

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 según **KIMITOSHI (2000)**.

a. **Mesofílica**

La masa vegetal está a temperatura ambiente y los micro organismos meso filos 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 transformado el nitrógeno en amoniaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60°C reaparecen los hongos termo filos que invaden y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los meso filos 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 molécula 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 la eliminación de agentes patógenos y semillas. La Fermentación de la materia orgánica composta 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.

2.2.10. 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 miriópodos, 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 trituradlos 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 mentalización

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 humead 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 domestico 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.

2.2.11. 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:

a. **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.

b. **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.

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

2.2.12. 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.

2.2.13. Método del Proceso de 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 amoniaco. Al final del proceso, la humedad del compost para uso agrícola no debe pasar el 40% tal como se refiere en **GERARD KIELY (1996).**

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

En la reacción del proceso de compostaje intervienen básicamente factores físicos 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.

BIOLOGICOS. En solución

- ✓ Relaciones nutrientes C,CI, N, P
- ✓ Disponibilidad de nutrientes
- ✓ Actividades biológica
- ✓ Contenido de oxigeno

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.

2.2.15. 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.

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.

2.2.16. 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.

b. Abono orgánico y factores de alteración del compost

Debido a que el compostaje es un proceso de conversación 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.- Bases Conceptuales

2.3.1. Aspectos microbiológicos del compostaje

Según NEGRO, et .al., el compostaje, es un proceso dinámico en el que se producen una serie de cambios físicos y químicos debido a la sucesión de complejas poblaciones microbianas. La naturaleza y número de microorganismos presentes en cada etapa dependen del material inicial. Al comienzo del compostaje el material se encuentra a temperatura ambiente y la flora mésofila presente en los materiales orgánicos empieza a desarrollarse utilizando los hidratos de carbono y proteínas más fácilmente asimilables. La hidrólisis y asimilación de polímeros por los microorganismos es un proceso relativamente lento, por tanto, la generación de calor disminuye hasta alcanzar la temperatura ambiente, alrededor de los 40ºC, y los organismos mesófilos (actinomicetos, hongos y bacterias mesófilas) reemprenden su actividad. La intensa actividad metabólica de estos organismos, fundamentalmente hongos y bacterias, provocan la elevación de la temperatura en el interior de la masa en compostaje. Al aumentar la temperatura empiezan a proliferar bacterias y sobre todo hongos termófilos que se desarrollan desde los 40ºC hasta los 60ºC. Estas especies empiezan a degradar la celulosa y parcialmente la lignina, con lo cual la temperatura sube hasta los 70ºC, apareciendo poblaciones de actinomicetos y bacterias formadoras de esporas. Durante varios días se mantiene a esta temperatura, en una fase de actividad biológica lenta, en la que se produce la pasteurización del medio. Aunque la celulosa y la lignina a estas temperaturas se ataca muy poco, las ceras, proteínas y hemicelulosas se degradan rápidamente. Cuando la materia orgánica se ha consumido, la temperatura empieza a disminuir (el calor que se genera es menor que el que se pierde) y las bacterias fundamentalmente los hongos mesófilos reinvaden el interior del compost utilizando como fuente de energía la celulosa y la lignina residuales. Como consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas

durante el compostaje se destruyen las bacterias patógenas y parásitos presentes en los residuos de partida.

2.3.2. Estabilización de heces humanas.-

MINDREAU et. al. (2016), enfoco su trabajo de investigación en la disposición final de las heces recolectadas por la empresa y planteó una nueva ruta para el tratamiento de estos residuos mediante una estabilización acelerada de las heces por medio de la fermentación ácido láctica que se viene estudiando como un método alternativo y/o complementario al compostaje que aprovecha además de otros tipos de microorganismos, concluye manifestando que las heces humanas pueden ser estabilizadas e inhibidas de patógenos por medio de la fermentación ácido láctica gracias a la inoculación de "Biolac" con melaza en proporciones adecuadas.

2.4.- Definición de Términos básicos

- **Guano.-** Desecho o estiércol de los animales, seco, fresco o en proceso de descomposición natural.
- **Aserrín.-** Polvo o partícula que se desprende de la madera al serrarla, y de otras material vegetales como el árbol.
- **Pila.-** Son montículos de mezcla de residuos sólidos en forma de cerros, normalmente se usa para el compostaje aeróbico.
- **Compost.-** Es el producto de la descomposición natural de la materia orgánica hecha por los organismos descomponedores (bacterias y hongos) y por pequeños animales detritívoros, como lombrices y escarabajos.
- **Criba.-** Consistente en una plancha metálica o de cualquier otro material agujereado y fijo a un aro de madera
- **Residuos.-**Se define como residuo o desecho a todo material, o resto de material generadas en las actividades de producción y consumo, que no tiene uso alguno. En función de los recursos disponibles, los "desechos", son materiales fuera de lugar y desde el punto de vista económico son el producto del uso ineficiente de los recursos en la producción de bienes y

servicios; residuo es cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor, en el caso específico de los residuos agrícolas se define como todo aquel material sobrante o desperdiciada generado en un establecimiento agropecuario, a menudo son reutilizables y se pueden considerar como un recurso al ser considerados como materia prima para algún proceso, rápidamente adopta un valor en el mercado. Para definir si determinados residuos tienen potencial de reaprovechamiento, es necesario conocer su naturaleza u origen.

2.5.- Formulación de la hipótesis

Ho = La Producción de compost a partir de heces humanas y basura de mercado en el distrito y Provincia de Acobamba Huancavelica es inocuo para uso en la agricultura.

Hipótesis alternante

Ha = La Producción de compost a partir de heces humanas y basura de mercado en el distrito y Provincia de Acobamba Huancavelica no es inocuo para uso en la agricultura.

2.6.- Variables

2.6.1 Variables independientes

- ✓ El superfosfato de calcio triple.

2.6.2 Variable Dependiente

- ✓ El compost. es el factor que será observado producto de los cambios de la variable superfosfato de calcio triple.

2.6.3 Variable Interviniente

- ✓ Clima.

2.6.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición Operacional	Indicador	Categoría o Escala	Criterio de medición de las categorías
a. Variable Independiente				
	Superfosfato de calcio triple.	Ca y P	gramos	Compost
b. Variable Dependiente				
Compost	Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3	kg / niveles	0	Ciclo de compostaje
			10	
			20	

CAPITULO III.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial

3.1.1. Ubicación política:

Región	: Huancavelica.
Provincia	: Acobamba.
Distrito	: Acobamba.
Lugar	: "Vista Hermosa Casa Blanca".

3.1.2. Ubicación geográfica:

Altitud	: 3423 m.s.n.m.
Latitud sur	: 12º 50' 37.32" de la línea ecuatorial
Longitud oeste	: 74º 34'41.46" Meridiano de Greenwich

3.1.3. Factores climáticos:

Precipitación pluvial promedio anual	: 650 ml
Humedad relativa	: 60 %
Temperatura promedio anual	: 12ºC

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada porque la tecnología a generar respecto a las características del compost con el uso de superfosfato de calcio triple y el diseño actual de módulos para tal proceso es la aplicación de los principios de la ciencia que permitirá solucionar el problema

3.3. Nivel de Investigación

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 de los residuos sólidos orgánicos del mercado con heces humanas y la función que cumple el superfosfato triple de calcio en el proceso de compostaje en las condiciones de Acobamba.

3.4. Método de Investigación

El método de investigación será **deductivo directo y cuantitativo** puesto que se buscara información de inferencia o conclusión inmediata mediante la valoración de la información obtenida en campo y evaluación posterior en gabinete para determinar la producción de compost a partir de heces humanas y basura orgánica del mercado del distrito y provincia de Acobamba Huancavelica.

3.5 Diseño de Investigación

El diseño es experimental y obedece a un diseño al azar con 3 tratamientos y 2 repeticiones.

3.6. Población, muestra y muestreo

a. **La Población:**

La población estuvo constituida por los componentes orgánicos compuesto de heces humanos que fueron obtenidos de un pozo séptico familiar del barrio de Pillcosay y la basura o residuos sólidos orgánicos (vegetales y animales) producidos por el mercado Chanin de la provincia de Acobamba, compuesto de hojas de cebolla, apio, col, coliflor, frutas en descomposición como tomate, naranja, cascara de plátano y vísceras de pescado etc.

b. **Muestra:**

La muestra estuvo conformada por el compost obtenido según tratamiento. El tipo de muestreo fue probabilística considerando que cualquier residuo orgánico manifestaría la misma oportunidad de ser integrante. Según **Oseda (2008:122)** menciona que "la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es la principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población".

c. Tamaño de Muestra:

La investigación estuvo conformado de 06 pozas de compostaje con analogía de características para evaluar la obtención del compost según los tratamientos respectivos del presente estudio.

d.- Muestreo:

Se manipuló el tipo de muestreo probabilístico o aleatorio estratificado, porque todas las muestras de compost obtenido presentaban la misma probabilidad de ser elegidos para conformar la muestra de cada tratamiento.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de la información primaria se tomó como referencia la unidad principal de información concerniente a la obtención del fosfo compost según el proceso del estudio de campo que consistió en la construcción de las pozas para el reciclaje y disposición de estratos por poza compuesto de basura-heces-basura con una altura por nivel de 12 cm, 6.325 kg de basura y 3.5 kg de heces por capa, rellenado las pozas con una varilla de fierro corrugado de 3/4" de diámetro se efectuó los agujeros de ventilación en número de 1 a 2 huecos / poza a fin de permitir la acción de las bacterias aeróbicas en la fermentación respectiva. El superfosfato de calcio triple se distribuyó en forma manual y uniforme después de cada estrato y según los niveles en estudio, el superfosfato de calcio triple fue incorporado a razón de 10 g. a 20 g. / Kg, de basura según tratamiento así mismo el agua a razón de 0.25 l. / kg de basura (3.1630 l. de H_20 / poza). Para evitar el ingreso del agua de lluvia a las pozas se construyó un cobertizo de plástico portátil; en esta etapa se cumplió con efectuar la remoción de los residuos sólidos a los 30 y 60 días respectivamente adicionando agua en la proporción establecida así como manteniendo los agujeros de ventilación. Esta fase se culminó con la toma de muestras del "compost" obtenido transcurrido los 90 días.

3.8. Técnicas y Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento de la información se utilizó el Excel (Hoja de Cálculo), los cuales nos permitieron revisar y verificar los datos obtenidos según los instrumentos de evaluación previstos en la presente investigación. El método utilizado para analizar los datos estadísticamente fue Tukey, para lo cual se obtuvo los fundamentos en días, gramos, medición métrica decimal cm y otros según la investigación verificada, toda esta labor estuvo complementada con el análisis de inocuidad del compost obtenido (análisis microbiológico).

3.9. Procedimiento o fases de campo

3.9.1. Factores y tratamientos estudiados

Los componentes para el reciclaje orgánico fueron acopiados insitu es decir de la basura orgánica del Mercado Provincial de Acobamba "Chanin" compuesto de hojas de cebolla, apio, col, coliflor, frutas en descomposición como tomate, naranja, cáscara de plátano y vísceras de pescad. La comprobación de su efectividad en campo se hizo utilizando semilla de betarraga adquirida en sobre sellado.

Componentes en Estudio (1° fase)			Componentes de Estudio (2° fase).		
Niveles	Fosforo (+)	Clave	Niveles	Tratamiento	Clave
1	0	C1	1	Compost	C1
2	10	C2	2	Compost	C2
3	20	C3	3	Compost	C3
			4	Estiércol	E

(+) Fósforo g/kg. de basura. Fertilizante = F

3.9.2.- Disposición Experimental.

Diseño Experimental.

Primera Fase. - Completo randomizado (CR) con 3 tratamientos y 2 repeticiones.

Segunda Fase. - Completo randomizado (CR) con 5 tratamientos y 3 repeticiones.

3.9.3.- Características del Campo Experimental.

Primera Fase.

N° total de pozas	6
N° de tratamiento	3
N° de repeticiones	2
N° de capas/poza	3
N° de calles	1
Largo de pozas	0.4 m.
Ancho de pozas	0.2 m.
Profundidad de pozas	0.35 m.
Área/poza	0.08 m^2.
Volumen/poza	0.0288 m^3.
Ancho de calle	0.3 m.
Área útil del campo Experimental	2.20 m^2.

Segunda Fase.- Sistema lisímetrico.

N° total de lisímetros	15.
N° de tratamientos	5.
N° de repeticiones	3.
N° de plantas/lisímetro	1
Jarra graduada	1
Volumen por lisímetro	699.53 cm^3

Randominazión de los Tratamientos.

Primera Fase.

NIVELES	CLAVE	REPETICIONES	
		I	II
1	C1	C1	C2
2	C2	C2	C3
3	C3	C3	C1

Segunda Fase.

NIVELES	CLAVE	REPETICIONES		
		I	II	III
1	C1	E	C1	E
2	C2	F	C2	C3
3	C3	C3	E	C1
4	E	C2	C3	F
5	F	C1	F	C2

El método utilizado para analizar los datos estadísticamente fue Tukey, para lo cual se obtuvo los datos de días, gramos, medición métrica decimal cm. y otros según el examen e efectuar.

3.9.4.- Conducción del Experimento.

Primera Fase.

La construcción de las pozas para el reciclaje se ejecutó según las especificaciones descritas siendo la disposición de estratos por poza compuesto de basura – rastrojo – basura con una altura por nivel de 12 cm. 6.325 Kg., de basura y 3.5 Kg. de rastrojo por capa, rellenado las pozas con una varilla de fierro corrugado de 3/4" de diámetro se apertura los agujeros de ventilación en número de 12/pozas a fin de permitir la acción de las bacterias aeróbicas en la fermentación respectiva (26 de diciembre 2018 instalación).

El superfosfato de calcio triple se distribuyó en forma manual y uniforme después de cada estrato y según los niveles de estudio, así mismo el agua a razón de 0.25 Lt/Kg. de basura (3.1630 Lt. de H_20/poza). Para evitar el ingreso del agua de lluvia a las pozas se construyó un cobertizo de plástico portátil; en esta etapa se cumplió con efectuar la remoción de los residuos sólidos a los 30 y 60 días respectivamente adicionado agua en la proporción establecida así como mantenido los agujeros de ventilación. Esta fase culmino con la toma de muestras del "compost" obtenido transcurrido 90 días.

Segunda Fase.

Para preparar el sistema lisímetrico se utilizaron baldes de plástico unidos unos a otros con fragmentos (6 cm. aproximadamente) de tubo de manguera

empleando en venoclisis, unión realizada con pegamento para tuberías y accesorios de PVC, todo el sistema conectado a un solo aprovisionador de agua para mantener el nivel freático constante a 2 cm. de la base; el rellenado de los lisímetros con grava fina (confitillo) 2 cm. y una capa sucesiva de suelo más 28.27 gr. de compost hasta 3 cm. del borde superior según tratamiento (25 TM de compost/ha), la siembra fue directa utilizando 3 semillas por lisímetro con la finalidad de ralear y dejar una planta luego de emergidas, la fertilización N – P – K (100 – 80 – 60) y aplicación de estiércol fresco de vacuno (25 TM/ha.) se realizó según los tratamientos de estudio. Los deshierbos fueron continuos realizándose el corte de área foliar el 18 de Abril del 2,019 para favorecer el ensanchamiento del hipocotíleo, la cosecha se realizó el 23 de Junio del 2,019.

CAPÍTULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1.- Análisis de información

CUADRO N° 1.- Prueba de significación de tukey para las evaluaciones realizadas

CLAVE	OBSERVACIONES		TRATAMIENTOS				
			1	2	3	4	5
			C1	C2	C3	E	F
A	% de descomposición	Datos	78.46	**85.93**	**90**	-	-
		Sig.	**b**	**a**	**a**	-	-
B	Compost obtenido /poza en kg.	Datos	5.17	5.97	6.46	-	-
		Sig.	**c**	**b**	**a**	-	-
C	Rendimiento /Lisímetro en g.	Datos	55	98	42	84	51
		Sig.	**c**	**a**	**e**	**b**	**d**

Fuente: Elaboración propia.

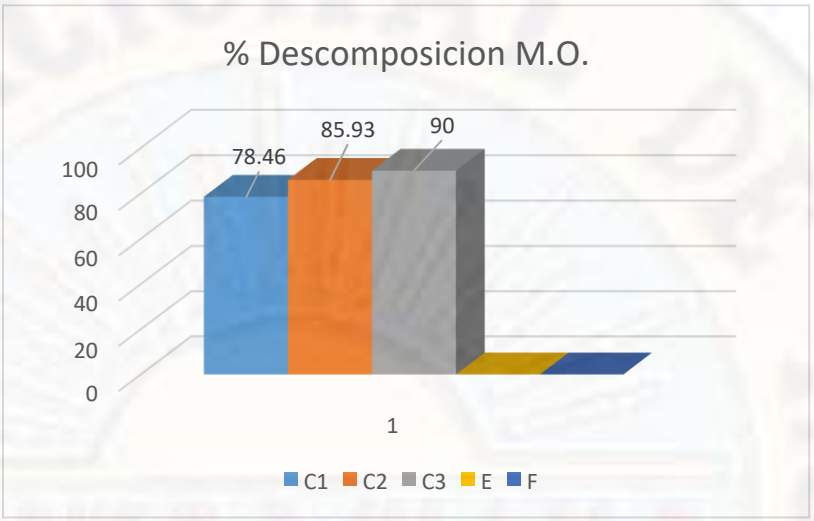
Observaciones

* Datos transformados a valores angulares

E Estiércol

F Fertilizantes químicos.

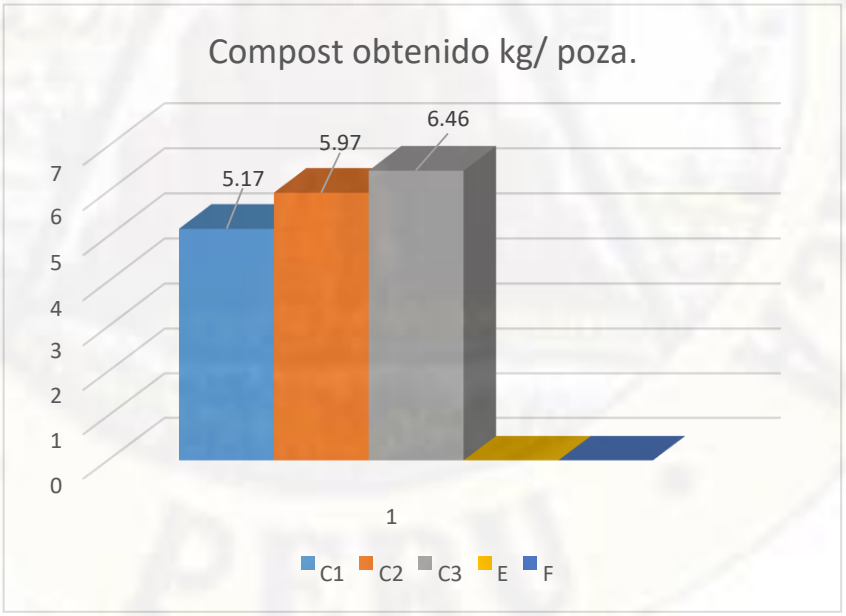
Figura N° 1.- % Descomposición de materia orgánica.



Fuente: Elaboración propia.

La figura N° 1 nos muestra el porcentaje de descomposición de la materia orgánica sobresaliendo el tratamiento C_3 "Residuos sólidos de mercado "+ 20 g., de superfosfato de calcio triple.

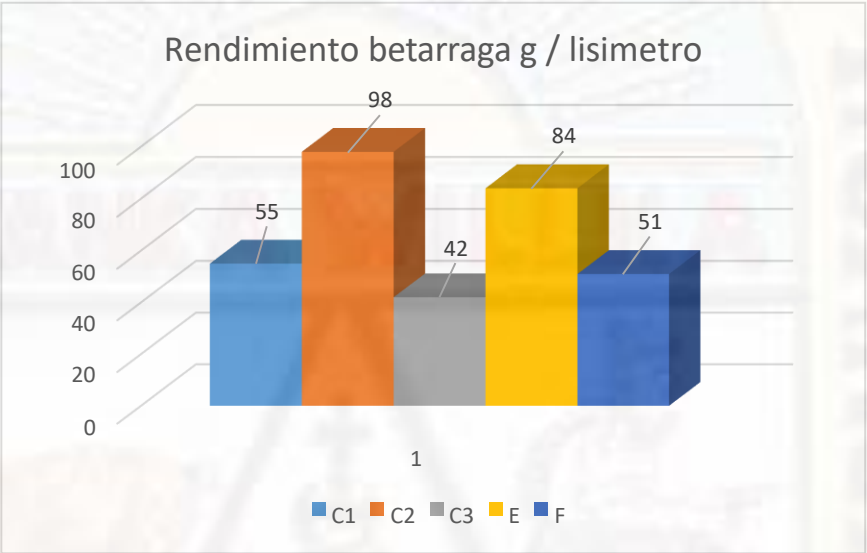
Figura N° 2.- Producción de compost / poza de compostaje.



Fuente: Elaboración propia.

La figura N° 2 grafica de manera similar la producción de compost por poza de compostaje descollando el tratamiento C_3 "Residuos sólidos de mercado "+ 20 g., de superfosfato de calcio triple.

Figura N° 3.- Rendimiento betarraga g / lisímetro de producción.



Fuente: Elaboración propia.

La figura N° 3 registra que el mayor peso alcanzado por la betarraga se manifestó el tratamiento C_2 "Residuos sólidos de mercado "+ 10 g., de superfosfato de calcio triple, superando al tratamiento C_3 "Residuos sólidos de mercado "+ 20 g., de superfosfato de calcio triple, sin embargo esta diferencia no fue notoria con.el obtenido utilizando como abono estiércol fresco de vacuno (25 t / ha.).

CUADRO N° 2. Análisis Microbiológico**.**

a) Residuos Sólidos	Parasitologícos	Virus Bacterianos
Basura de mercado y heces pozo séptico	Áscaris lumbricoides++++ Hymenolepis nana+++ Fasciola hepática+++ Entomoeba coli++	Salmonella Typhosa++ Endamoeba histolytica++
b) Cáscara de betarraga	**Parasitología**	**Virus Bacterianos**
Incluye compost adherido y circundante al tubérculo hipocotíleo		
C1	Trazas*	
C2		
C3		

Fuente: Elaboración propia

Observación: *Corresponde a Fasciola hepática y Endamoeba histolytica.

- Áscaris lumbricoides es un nematodo parasito del intestino delgado del hombre parecido a una lombriz de tierra, según el análisis de los residuos sólidos se presenta en forma excesiva en la muestra.
- Hymenolepis nana tenia intestinal diminuta, es el cestodo más identificado con mayor frecuencia en el ser humano de 2 a 4 cm., de longitud, se presenta de manera abundante en el tipo de residuos sólidos inicial.
- Fasciola hepática es una especie platelminto trematodo, en la muestra inicial se manifiesta de manera cuantiosa.
- Entomoeba coli es una ameba que se encuentra en el intestino humano que en el presente caso se halla en estado menos abundante.
- Salmonella Typhosa mayormente causan gastroenteritis, pero a veces causan fiebre tifoidea, una infección más grave en las personas, su presencia en la muestra también es menos abundante.

- Endamoeba histolytica es un protozoo parasito anaerobio, con forma ameboideo, causa colitis amebica, esta de manera similar a la anterior se halla en una situación menos profusa.

CUADRO 3.- Análisis Químico

Compost	Ph	N (nítrico) ppm.	P_20_5 disponible ppm.	K_20 disponible ppm.
C1	5.6	5	20	142
C2	6.8	12	46	280
C3	8.4	16	16	136

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 3 se aprecia que el compost obtenido con 10 g., de superfosfato de calcio triple manifiesta los mejores resultados en cuanto a Ph (medio), P_2O_5 disponible (optimo), k_2O disponible (optimo) de manera similar con relación a N nítrico.

CUADRO 4.-. Análisis de Residuos Sólidos

Compost	Ph	N (nítrico) ppm.	P_20_5 disponible ppm.	K_20 disponible ppm.
C1	5.6	5	20	142
C2	6.8	12	46	280
C3	8.4	16	16	136

4.2.- Prueba de hipótesis.-

CUADRO N° 5. Análisis Microbiológico**.**

a) Residuos Sólidos	Parasitológicos	Virus Bacterianos
Basura de mercado y heces pozo séptico	Áscaris lumbricoides++++ Hymenolepis nana+++ Fasciola hepática+++ Entomoeba coli++	Salmonella Typhosa++ Endamoeba histolytica++
b)Cáscara de betarraga	Parasitología	Virus Bacterianos
Incluye compost adherido y circundante al tubérculo hipocotíleo		
C1	Trazas*	
C2		
C3		

Fuente: Elaboración propia

**Observación: ***Corresponde a Fasciola hepática y Endamoeba histolytica.

Del cuadro N° 05 se deduce que la obtención de compost a partir de heces humanas y basura de mercado (residuos sólidos orgánicos) provenientes del mercado Chanin) del distrito y Provincia de Acobamba Huancavelica no presentan Áscaris lumbricoides, Hymenolepis nana, Fasciola hepática, Entomoeba coli, Salmonella Typhosa y Endamoeba histolytica, parasitos, virus y bacterias en el compost obtenido utilizando residuos sólidos de mercado y heces humanas.

4.3.- Discusión de resultados.-

CUADRO N° 1.- Prueba de significación de tukey para las evaluaciones realizadas Del Cuadro N° 1 – A.- Podemos deducir que la descomposición de los residuos sólidos más heces humanas se acelera pero es homogéneo entre los niveles C2 y C3 que corresponde a 10 g y 20 g de superfosfato de calcio triple / kg de basura sobresaliendo estadísticamente al nivel C1.

Del Cuadro N° 1 – B.- El "Compost" obtenido como resultado del reciclaje orgánico de los residuos sólidos de mercado incorporado con heces humanas investigado es mayor significativamente al utilizar el nivel C3 (20 g de superfosfato de calcio triple / kg de basura) en relación a los otros niveles.

Del Cuadro N° 1 fila C.-. Se puede inferir que el rendimiento de betarraga cultivado en lisímetro en gramos sobresale significativamente el nivel C2 (10g de Superfosfato de calcio triple / Kg. de basura orgánica de mercado más heces humanas) manifestando superioridad a los demás tratamientos, sigue en orden de importancia el tratamiento E / estiércol, ocupando el último lugar el nivel C3 (20g de Superfosfato de calcio triple / Kg. de basura orgánica de mercado más heces humanas).

CUADRO 2. El "compost" obtenido utilizando residuos sólidos compuesto de basura de mercado utilizando el superfosfato de calcio triple para acelerar el reciclaje orgánico en este proceso destruye los parásitos y virus bacterianos presentes antes del ciclo orgánico, sin embargo el nivel C1 (sin aplicación de superfosfato de calcio triple al sustrato) aún manifiesta presencia de organismos microbiológicos con posibilidad de afectar la salud humana de ser utilizado el compost obtenido como abono de los cultivos.

CUADRO 3 y 4. Como resultado del análisis químico se puede deducir que el nivel C2 (10g de Superfosfato de calcio triple / Kg. de basura orgánica de mercado) responde favorablemente para obtener un compost de mejor calidad y en las condiciones más satisfactorias en relación a Ph, Nitrógeno nítrico, P_20_5 disponible, K_20 disponible en ppm., presentando una relación C/N = 20.

CUADRO 5

Del cuadro N° 05 se deduce que la obtención de fosfo compost utilizando heces humanas y basura de mercado (residuos sólidos orgánicos) provenientes del mercado Chanin) del distrito y Provincia de Acobamba Huancavelica es inocuo para uso en la agricultura puesto que los tratamientos incorporando superfosfato de calcio triple a razón de 10 g. a 20 g. / kg, de basura según tratamiento no presentaron: Áscaris lumbricoides, Hymenolepis nana, Fasciola hepática, Entomoeba coli, Salmonella Typhosa y Endamoeba histolytica,, parasitos, virus y bacteria garantizando un abono orgánico inocuo y nada perjudicial para la salud humana de ser utilizado en la siembra de cualquier cultivo como tal se acepta la hipótesis nula.

CONCLUSIONES

1. La utilización del Superfosfato de calcio triple en la preparación del "compost" empleando como residuos sólidos Basura de mercado y heces humanas acelera el proceso de reciclaje orgánico, así como disminuye la presencia de microorganismos causantes de enfermedades en un período total de 90 días.
2. El "compost" obtenido utilizando 10g de Superfosfato de calcio triple / Kg. de basura de mercado asociado con heces humanas sobresale en calidad y ofrece las mejores condiciones químicas favorables para el cultivo (Ley: 12 – 46 – 280).
3. El rendimiento de betarraga se ve favorecido utilizando 25 t., /ha de "compost" obtenido de basura de mercado asociado con heces humanas utilizando para el proceso 10g de Superfosfato de calcio triple el producto comestible, manifiesta excelente calidad y sanidad, lo que no ocurre con el "compost" que se obtiene utilizando 20 g. de Superfosfato de calcio triple como consecuencia de una menor disponibilidad de fósforo y mayor Ph; sobresale también el rendimiento obtenido utilizando estiércol descompuesto en la misma proporción.
4. Según los análisis microbiológicos y parasitológicos del compost obtenido el producto final tuvo una reducción de Áscaris lumbricoides, Hymenolepis nana, Fasciola hepática, Entomoeba coli, Salmonella Typhosa y Endamoeba histolytica, en un 99.9%, disminuyendo su alto riesgo para la salud y pudiendo ser considerada para su incorporación al suelo como abono orgánico.

Recomendaciones

1. Se recomienda realizar estudios similares utilizando roca fosfórica molida, superfosfato de calcio simple “Ca $(H_2PO_4)_2$“, dolomita “Ca Mg $(CO_3)_2$”, cal viva “Ca O”, cal apagada “Ca $(OH)_2$“.
2. Se insta a los investigadores efectuar estudios para el reciclaje orgánico de residuos sólidos empleando componentes fosfóricos a fin de obtener “Fosfo Compost”.
3. Utilizar el compost obtenido utilizando como componentes residuos orgánicos de mercado y heces humanas, en dosis de 25 t/ha., para la siembra de hortalizas por los altos rendimientos demostrados en la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION**. Microbiological examination of water en stndard methods for the examination of water and wastewater. 16 Ed. Washington 1981.
2. **AQUINO PORTAL R.H., CAMACHO HUAPAYA M.E. y LLANOS G**. "Métodos para Análisis de Aguas, Suelos y Residuos Sólidos". CONCYTEC-1990.
3. **CHAPMAN H**. "Métodos de Análisis para Suelos, Plantas y Aguas" Quinta Ed. Edit. Trillas S. A. México. 1986.
4. **HARDY FREDERICK**. "Edafología Tropical". Edit. Herrero Hermanos Sucesores, S.A. México. 1970.
5. **MINKA**, Revista Nº 6. ¡Nos envenenamos!. 1981.
6. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD**. Guidelines for drinking water quality. Vol. I. Recomendations 1984.
7. **OROZCO A.** "Desechos Sólidos" una aproximación racional para su recolección, transporte y distribución. Segunda Ed. Medellion Universidad de Antioquia. 1980.
8. **PEAZ D**. "Determinación Física-Química de la Basura, toma de muestra y su preparación". Primera Ed. Bs. Aires. 1979.
9. **PRIMO YUFERA E.J.M.** Carrasco Dorpién "Química Agrícola" Tomo I. primera Ed. Edit. Alambra S. A. Madrid 1973.
10. **SAKURAI K**. "Aspecto Básico del Servicio de Aseo- Método Básico del Análisis de Residuos Sólidos". Segunda Ed. Lima- Perú 1983.
11. **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA** "Manual de Análisis de Suelos". Mimeo, 1983.
12. **YACKSON M. L.** "Análisis Químico de Suelos". Cuarta Ed. Edit. Omega S. A. Barcelona. 1982.

Apéndice

ANALISIS DE VARIANZA "ANVA"

Cuadro Nº. 1 Análisis de varianza del porcentaje de descomposición de Residuos sólidos (datos transformados a valores angulares).

F. de. V.	GL.	SC	C. M.	F. C.	Sig.
Repeticiones	1	10.757	10.7570	0.96	18.51 – 98.49
Tratamientos	2	136.957	68.4785	6.12	19.00 – 99.01
Error	2	22.373	11. 1865		
Total	5	170.087			

Fuente: Elaboración propia.

$$S = \sqrt{11.\ 1865}$$

$$S = 3.\ 34$$

$$S\underline{X} = \sqrt{\frac{11.\ 1865}{2}} = 1.49$$

$$\overline{X} = 84.79$$

$$CV = \frac{S}{\overline{X}} \times 100 = 3.9\%$$

Cuadro Nº. 2 Análisis de varianza para compost obtenido por poza en Kg.

F. de. V.	GL.	S. C	C. M.	F. C.	Sig.
Repeticiones	1	0.007	0.007	2.8	18.51 – 98.49
Tratamientos	2	1.694	0.847	338.8	19.00 – 99.01
Error	2	0.005	0.0025		
Total	5	1.706			

Fuente: Elaboración propia.

$$S = \sqrt{0.0025} \qquad \overline{X} = 5.86$$

$$S = 0.05 \qquad C.V. = 0.85\%$$

$$Sx = \sqrt{\frac{0.0025}{2(\text{No de repeticiones})}} = 0.03$$

Cuadro Nº. 3 Análisis de varianza para rendimiento de betarraga / lisímetro en Kg.

F. de. V.	GL.	S. C	C. M.	F. C.	Sig.
Repeticiones	2	0.4	0.2	0.08	4.45 – 8.65
Tratamientos	4	6.746	1.6866	688.41	3.84 – 7.01
Error	8	19.6	2.45		
Total	14	6,766.40			

Fuente: Elaboración propia.

$$S = \sqrt{2.45} \qquad \overline{X} = 66.2$$

$$S = 1.56 \qquad C.V. = 2.35\%$$

$$S\overline{x} = \sqrt{\frac{2.45}{3}} = 0.90$$

PRUEBA DE SIGNIFICACIÒN

Cuadro Nº 1. Prueba de significación de Tukey para porcentaje de descomposición de residuos sólidos.

OM	Trat.	Datos Transformados	Significación
1	C3	90	a
2	C2	85.95	a
3	C1	78.46	b

AL. S (T) 0.05 = 4. 60 x 1. 49 = 6. 854

Cuadro Nº 2. Prueba de significación de Tukey compost obtenido / poza en kg.

OM	Trat.	Datos Transformados	Significación
1	C3	6.46	a
2	C2	5.97	b
3	C1	5.17	c

AL. S (T) 0.05 = 4. 60 x 0. 03 = 0. 138

Cuadro Nº 3. Prueba de significación de Tukey para rendimiento de Betarraga por lisímetro en g.

OM	**TRAT.**	**DATOS**	**SIGNIFICACIÓN**
1	C2	98	a
2	E	84	b
3	C1	56	c
4	F	51	d
5	C3	42	e

AL. S (T) 0.05 = 4. 89 x 0. 9 = 4. 40

DATOS ORIGINALES

TRAT.	% de Descomposición		Compost obtenido/ poza en Kg.		Rendimiento por lisímetro en kg.		
	I	II	I	II	I	II	III
1	96	96	5.12	5.22	54	57	57
2	98	100	5.9	6.04	100	96	98
3	100	100	6.46	6.46	43	42	41
4	-	-	-	-	83	85	84
5	-	-	-	-	51	50	52

Definición operativa de variables e indicadores

Variable	Definición Operacional	Indicador	Categoría o Escala	Criterio de medición de las categorías
a. Variable Independiente				
	Superfosfato de calcio triple.	Ca y P	gramos	Compost
b. Variable Dependiente				
Compost	Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3	kg / niveles	0	Ciclo de compostaje
			10	
			20	

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Principal	**General.**	**Hipótesis Científica**	**Independiente**	**Tipo de Investigación**
Obtención de compost a partir de basura orgánica de la zona urbana y heces humanas en menos de 90 días a una altura de más de 3000 msnm con la utilización de superfosfato de calcio triple y su influencia en la calidad del producto.	Obtener abonos orgánicos a partir de heces humanas y basura de mercado en el distrito y Provincia de Acobamba Huancavelica.	Ho = La Producción de compost a partir de heces humanas y basura de mercado en el distrito y Provincia de Acobamba Huancavelica es inocuo para uso en la agricultura.	Superfosfato de calcio triple..	El tipo de investigación es aplicada porque la tecnología a generar respecto a las características del compost con el uso de superfosfato de calcio triple y el diseño actual de módulos para tal proceso es la aplicación de los principios de la ciencia que permitirá solucionar el problema.
Secundarios:	**Específicos:**	Ha = La producción de compost a partir de heces humanas y basura de mercado en el distrito y Provincia de Acobamba Huancavelica no es inocuo para uso en la agricultura.	**Dependiente**	**Nivel de Investigación**
¿La adición de superfosfato de calcio triple en el proceso de compostaje de basura orgánica de urbanas marginales y heces humanas acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica y mejora su calidad de abono?	Acelerar el proceso de compostaje de basura orgánica de mercado y heces humanas mediante adición de superfosfato de calcio triple, mejorando su calidad de abono.		El compost es el factor que será observado producto de los cambios de variable superfosfato de calcio triple.	El nivel de investigación es experimental comparativo.
¿La técnica y diseño utilizado en el proceso de compostaje será factible y/o adecuado para obtener un abono inocuo para la salud?	Lograr un abono inocuo para la salud humana luego del proceso de compostaje de basura orgánica de mercado y heces humanas mediante adición de superfosfato de calcio triple.		**Interviniente**	**Diseño de Investigación**
¿La calidad obtenida de NPK del compostaje final será nutritivo y será influenciado por la adición de superfosfato de calcio triple?	Obtener compost de calidad en menor tiempo mediante adición de superfosfato de calcio triple en el proceso de compostaje que la realizada sin adición de superfosfato de calcio triple.		Clima	El diseño es experimental y obedece a un diseño al azar con 3 tratamientos y 2 repeticiones.
	Evaluar la rentabilidad del compost obtenido a partir de basura orgánica de mercado y heces humanas comparadas con los fertilizantes químicos.			

TESTIMONIO FOTOGRAFICO

Foto N° 01 Mercado Chanin Acobamba

Foto N° 02 Mercado Chanin Acobamba

Foto N° 03 Acumulación de basura en Mollebamba.

Foto N° 04 Donde llega generalmente la basura.

Foto N° 5 Presencia de humus en basurales