

CAPITULO I
INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

La incorporación de restos vegetales al suelo por el hombre, es quizá la práctica agrícola más antigua que existe. Existen tratados de Agricultura y Jardinería, que datan de 300 años antes de Cristo, basados en fertilización orgánica. En la América precolombina los incas llegaron a sostener una población de 30 millones de habitantes con una agricultura orgánica eficazmente controlada. Poseían una fantástica administración del suelo, agua y los servicios sociales, superior al de cualquier país industrializado moderno. (www.lombricesrojas.com.ar)

La práctica de obtención de compost y su aprovechamiento en la agricultura, fue investigado e implementado por Sir Albert Howard, considerado como el Padre del empleo científico del compost, a principios del siglo XIX en Inglaterra (Wye) e India (Pusa, Quetta e Indore). Desde entonces, la idea orgánica se ha difundido con notable éxito, a muchas Municipalidades de Africa del Sud, Malaya y Nueva Zelanda. Posteriormente el uso de compost adquirió gran interés en muchos países del viejo Continente y América. (Rodale I. J. 1946)

En nuestro medio contamos con algunas experiencias de la práctica de preparación de compost, realizadas por algunas Instituciones (PRODIZAVAT, Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija); empero, la escasa información científica acerca de técnicas apropiadas de compostaje y la escasa disponibilidad de restos de origen animal, nos imposibilita emprender a gran escala la práctica de transformación de toda la basura biodegradable en compost.

Merece especial atención como algunos viejos Agricultores que residen en la Ciudad, incorporan aunque en forma directa al suelo, todos los residuos rápidamente biodegradables (restos de verduras, restos de frutas) que se generan en su domicilio, para restituir la fertilidad de sus árboles ornamentales y frutales. Con seguridad, esta

práctica no es fruto de la casualidad, sino es el resultado de la experiencia adquirida a través de años de explotación orgánica.

1.2. PROBLEMA

Sir Albert Howard afirma “que un suelo fértil es el fundamento de cultivos sanos, ganado sano y, en última instancia, seres humanos también sanos”. El hombre al parecer ha ignorado esta sabia expresión; el resultado de ésta negligencia es el grave desequilibrio ecológico que ha ocasionado al suelo fértil, poniendo en serio peligro la subsistencia de las diversas formas de vida.

Un reciente informe de las Naciones Unidas estimó que una tercera parte de la superficie terrestre (más de 4000 millones de hectáreas) está afectada por la desertificación, lo que pone en peligro la subsistencia de 1200 millones de personas que dependen de los suelos para satisfacer sus necesidades alimenticias y viven en las 110 naciones más pobres del planeta. (Periódico “El Diario”, Agosto 25 de 2003, Pág. 2 III)

En las últimas décadas, la pérdida de suelo fértil a una velocidad vertiginosa en la región, se ha constituido en una permanente preocupación para el desarrollo sostenible de la actividad agropecuaria y forestal. La utilización desmesurada de productos inorgánicos y el uso irracional del suelo, son factores que han acelerado la degradación de los suelos agrícolas en la región.

Por otro lado, el alto costo económico que significa el tratamiento de la basura que se genera en enormes cantidades en la Ciudad y sus alrededores, se constituye en otro serio problema para el Municipio y la Sociedad. Al respecto según publicaciones realizadas por la Empresa Municipal de Aseo de Tarija (EMAT), se genera aproximadamente 70.0 TM de basura domiciliaria por día. La fracción orgánica representa alrededor del 39.9% en peso del total de la basura domiciliaria.

Frente a este panorama, urge la búsqueda de nuevas propuestas de solución, acorde a las condiciones ambientales y bióticas de la región, y que incluya a la vez la conciliación con el conocimiento tradicional. La transformación de la fracción orgánica, considerado como basura en compost, surge de inmediato en una alternativa altamente confiable, sostenible y económica a la vez.

Sin embargo, la escasa disponibilidad de residuos preferiblemente frescos de origen animal, considerados como activadores por excelencia, nos obliga a utilizar activadores inorgánicos como es la urea; empero, dada la complejidad del proceso, merece investigar el comportamiento de éste suplemento inorgánico en la obtención de compost.

La generación de grandes cantidades de hojas de árboles en la estación de otoño, es de interés muy particular, debido a que su incorporación en más del 20% en la pila, frecuentemente es un problema. No obstante, las hojas de árboles aportan valiosos nutrientes minerales al compost, ya que las raíces de los árboles descienden a profundidades que exceden fácilmente los 6.0 m, donde el suelo no está esquilado o contiene otros elementos minerales que no existen en la superficie del suelo. (Rodale I. J. 1946)

1.3. JUSTIFICACION

La búsqueda de nuevos conocimientos de técnicas de obtención de compost, mas aún cuando esta práctica toma en cuenta la preservación de la ecología del suelo, sin duda se constituye en un aporte bibliográfico valioso para la elaboración de nuevas propuestas de obtención de compost a gran escala. El propósito del presente trabajo es pretender enriquecer la escasa información científica de compostaje, acorde a las condiciones ambientales de la región y utilizando en lo posible los materiales disponibles del medio.

En la medida que se adopten serias decisiones políticas y la socialización de la información para la toma de conciencia de las grandes bondades que ofrece el uso del

compost, el resultado del presente trabajo contribuirá en futuros proyectos de tratamiento de la basura que hoy por hoy es un serio problema para el Gobierno Municipal y la Sociedad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la incorporación de urea, como fuente de nitrógeno, en la obtención de compost en el menor tiempo; que a la vez tome en cuenta las influencias ambientales y materiales disponibles de la región.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la respuesta de los materiales vegetales utilizados a la influencia de la incorporación de urea y estiércol, en la descomposición de la materia orgánica.
- Determinar el aporte de elementos minerales vegetales al compost, de las hojas de árboles incorporadas al proceso de compostaje.
- Estudiar el efecto de las influencias ambientales, a medida que nos posibilite desarrollar técnicas apropiadas de preparación de compost.

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2. MARCO TEORICO

2.1. DEFINICIÓN DEL COMPOST

El compost es un abono orgánico que resulta de la descomposición de estiércol de animales con residuos vegetales, los cuales han sido mezclados en un “montón o pila” y dejados en reposo por algún tiempo, para que actúen sobre él millones de microorganismos que descomponen estos residuos. (BurgosLeon.Walter@fao.org)

Compost o composte es el abono orgánico ya listo para aplicar al cultivo, que resulta de una mezcla de residuos vegetales y animales. (Marin G. et. Duran A. 1979)

2.2. MATERIA VEGETAL

A esta categoría corresponde toda clase de materia vegetal como: hojas, restos de jardín, pasto cortado, restos de verduras y frutas, aserrín (no mayor al 5% en volumen de la pila), residuos de cosecha, residuos de industrias vitivinícolas y cerveceras, y cualquier clase de desechos vegetales que se genera a diario. Las plantas enfermas y semillas de yuyos se pueden incluir sin peligro alguno, ya que en algún momento se encuentran en la parte interna de la pila donde las temperaturas elevadas los destruirá por completo. (Rodale I. J. 1946)

2.2.1. DIVERSIDAD

Mientras más variada sea la materia vegetal, mejor será la descomposición y calidad del compost, porque nunca dos especies contienen la misma composición química. El Dr. Ehrenfried Pfeiffer destaca, que cuanto es mayor la cantidad de especies vegetales que se incorporan al montón, tanto más rico y más útil en potencialidad nutritiva y cita algunos ejemplos al respecto: los digitales acumulan hierro, calcio, ácido silícico y manganeso; el diente de león es sumamente rico en calcio y sílice; la remolacha azucarera silvestre acumula sodio, litio, manganeso, titanio, vanadio, estroncio, cesio, cobre y rubidio; y la milenrama es rica en potasio y ácido silícico. (Rodale I. J. 1946)

Es necesario disponer de una mezcla de compuestos de alta y baja relación C: N. Los desperdicios vegetales que tienen una baja relación, se descomponen con mayor rapidez que los que tienen una alta relación. Por este motivo, es mejor mezclar residuos de baja relación C: N, con restos de alta relación; se debe evitar el compostaje únicamente con los compuestos de alta o baja relación. (ecocom@chasque.apc.org)

En la preparación del compost, la mezcla adecuada de residuos orgánicos debe tener una relación inicial C: N de 25 a 40. (www.cepis.org.pe/composti) El *cuadro 2.1*, muestra la relación C: N de algunos residuos orgánicos más comunes.

CUADRO 2.1:

RELACION C: N DE ALGUNOS COMPUESTOS ORGANICOS

RELACION CARBONO / NITROGENO			
ALTA		BAJA	
- Cáscara de papa	50	- Trébol verde o seco	16
- Cáscara de plátano	45	- Leguminosas en general	25
- Hojas secas de árboles	40 - 80	- Vísceras de pollo	20
- Restos de caña de azúcar	55	- Residuos de leche	12
- Paja de avena	80	- Residuos de comida	15
- Papel	170	- Pasto fresco	10
- Cáscara de maní	60	- Desechos de fruta	35
- Paja de trigo	80	- Estiércol de vaca descompuesto	20
- Aserrín	500	- Alfalfa	13

Fuente: ecocom@chasque.apc.org

Conforme la planta envejece y según la especie, su composición química varía notablemente (*Cuadro 2.2*). Los tejidos jóvenes se descomponen más rápidamente que las plantas maduras. La celulosa, hemicelulosas y lignina, son altamente resistentes.

CUADRO 2.2:**COMPOSICION ORGANICA DE LA MATERIA VEGETAL**

FRACCION	% EN PESO SECO
- Celulosa.	15 – 60
- Hemicelulosas.	10 – 30
- Ligninas.	5 – 30
- Fracción soluble en agua (azúcares simples, aminoácidos y ácidos alifáticos).	5 – 30
- Constituyentes solubles en alcohol y eter (grasas, aceites, ceras, resinas y pigmentos).	1 – 15
- Proteínas.	5 – 40
- Fracción mineral.	1 – 13

Fuente: Alexander M. (1994)

2.2.2. PICADO DE MATERIALES

El material vegetal a compostar, debe ser previamente triturado en forma manual o mecanizada en pequeñas partículas antes de incorporar a la pila de compost, con el propósito de acelerar la degradación de los materiales. Mientras más pequeño sea el tamaño de materiales vegetales, es mayor la superficie de contacto disponible para el ataque de los microorganismos. Partículas muy pequeñas, sin embargo, se apelmazan fuertemente de modo que se dificulta el intercambio gaseoso (*oxígeno – dióxido de carbono*) dentro de la masa a compostar, y además implica mayor costo económico. (Marin G. et. Duran A. 1976)

Para pilas que emplean flujo natural de aire, un tamaño de partículas de aproximadamente 5 cm es el óptimo. Sin embargo, para sistemas que tiene provisión de aire forzado el tamaño de partícula puede ser alrededor de 1 cm. (Ruiz M. J. 2002)

2.2.3. MATERIA RESISTENTE

Es también importante considerar la presencia de materiales vegetales resistentes que no se desintegran con la misma rapidez que otras, como: tallos de maíz, ramas, maderas leñosas, ramitas o tallos de algodón. Estos materiales deben recibir otros tratamientos. Las hojas de pino son también duras, es mejor colocarlas por separado por un tiempo en montones, agregándoles bastante agua y revolviendo con mayor frecuencia; las hojas de palmeras son de las más duras, será mejor moler antes de incorporar; la pulpa de manzana, si bien le confiere un olor agradable a la pila, no se desintegra por mucho tiempo. (Rodale I. J. 1946)

2.2.4. HOJARASCA

La incorporación de hojas de árboles en la pila, es de interés muy particular ya que contienen elementos minerales de gran valor, en particular de fosfatos y potasa. Es común observar que las raíces de árboles descienden a profundidades que exceden los 6 m, donde el suelo no está esquilado o contienen elementos minerales que no existen en la superficie del suelo. Howard con la incorporación de hojas de árboles pudo obtener cosechas fantásticas, en suelos desprovistos de fósforo y recomienda que las hojas no excedan en más del 20% de la materia vegetal total en la pila de compost.¹³ Es un problema en la estación de otoño, la generación de enormes cantidades de hojas de árboles; una trituración previa y un volteo más frecuente, añadiendo productos ricos en nitrógeno, ayudan a resolver el compostaje. (Rodale I. J. 1946)

2.3. INFLUENCIAS AMBIENTALES

Los factores principales que rigen el proceso de degradación de la materia orgánica son: la temperatura, humedad, pH, y aireación. Es evidente que estas condiciones ambientales, que afectan al crecimiento microbiano así como su metabolismo, modificarán la tasa con la cual la materia orgánica es transformada en humus. (Alexander M. 1994)

2.3.1. TEMPERATURA

La temperatura es una de las condiciones ambientales más importantes que determina la rapidez con la que los materiales orgánicos son degradados. Un cambio en la temperatura alterará la composición de la población microbiana y al mismo tiempo tendrá una influencia directa sobre cada organismo individual. (Alexander M. 1994)

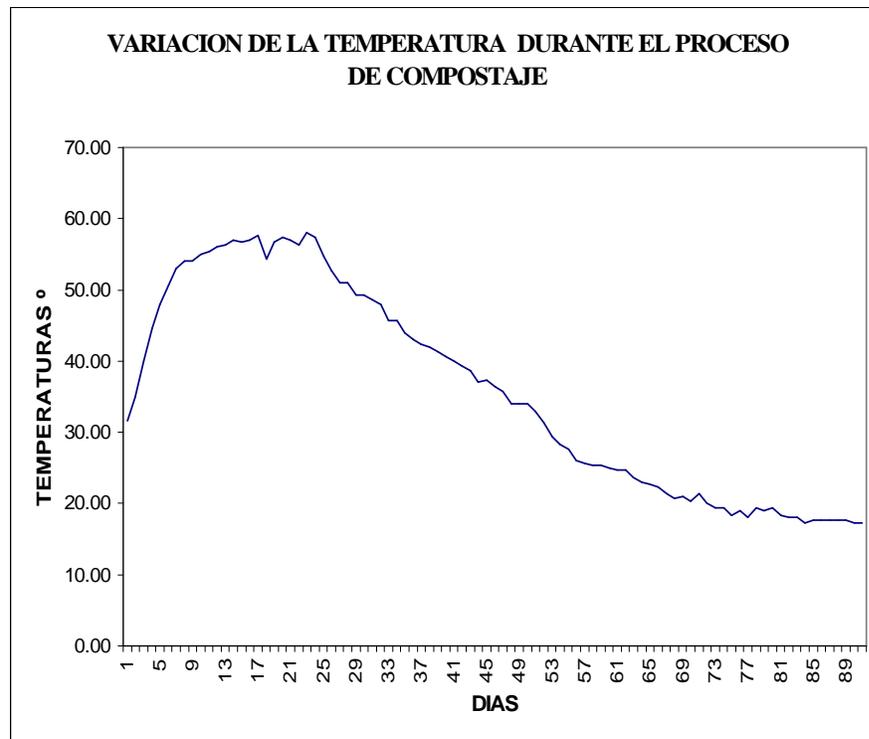
Hay reportes de que las máximas tasas de descomposición se llevan a cabo a valores que varían de 30 a 40°C; en este intervalo óptimo predomina la microflora mesofílica. A 5°C ocurre una apreciable descomposición y posiblemente ocurra también a valores menores de temperatura, pero se incrementa conforme se eleva la temperatura hasta 30°C; en el rango óptimo las fluctuaciones de temperatura tienen poco efecto en la velocidad de descomposición. Por arriba de los 40°C la velocidad de descomposición disminuye, excepto cuando se inicia la fase termofílica. La microflora termófila del compost incluye a bacterias y actinomicetos que se desarrollan a temperaturas de 45 a 70°C, y hongos que se multiplican a temperaturas que varían alrededor de 50°C, pero no así a 65°C, y no se presentan en abonos que alcanzan altas temperaturas. (Alexander M. 1994)

Tan pronto se inicia el proceso de descomposición, la temperatura se eleva hasta alcanzar niveles de 60 a 70°C (*Fig. 2.1*); en esta fase denominada “*de prefermentación*”, que tarda entre pocos días a semanas, la fracción orgánica soluble como azúcares, lípidos y almidón ha sido mineralizado. Una vez alcanzado el pico de temperatura, se inicia un gradual descenso de temperatura hasta llegar a valores de 32°C o menos; en esta fase denominada “*de maduración*”, son degradados los polímeros como son las hemicelulosas, celulosa y ligninas. La fase de maduración puede tardar entre 3 a 9 meses, dependiendo de las condiciones ambientales y la técnica aplicada. (www.municipioloja.com)

El proceso de compostaje tiene la particularidad que es un proceso que se da con elevadas temperaturas. La elevada temperatura que adquiere la abonera es muy importante, ya que es una manera de eliminar muchos tipos de microorganismos

patógenos, y provoca también la muerte de semillas de malezas presentes. Los microorganismos capaces de sobrevivir a temperaturas elevadas son en su mayoría desintegradores de la materia orgánica. (ecocom@chasque.apc.org)

GRAFICA 2.1:



2.3.2. HUMEDAD

La humedad influye la actividad biológica que desempeñan los organismos responsables de la degradación de la materia orgánica, ya que el agua es el componente principal del protoplasma celular. Cuando la humedad es excesiva, la velocidad de proliferación microbiana se reduce no tanto a causa del exceso de humedad, sino principalmente porque dicho exceso limita el intercambio gaseoso. (Alexander M. 1994)

La humedad del material es importante para lograr un buen compost, y se debe mantener entre 50 al 75 % de la capacidad de retención de humedad de la masa a compostar. En condiciones de exceso de humedad, muchas especies de la microflora activa son afectadas en forma nociva. Para solucionar el exceso de humedad, se puede añadir restos vegetales con menos humedad como hojas secas, aserrín o bien se procede a su remoción. Los actinomicetos aparecen raramente si el nivel de humedad está por encima del óptimo microbiológico; en cambio éstos no se ven tan afectadas por las condiciones de semisequedad como las bacterias y hongos. (Burgosleon.Walter@fao.org)

Para fines prácticos se recomienda efectuar el regadío de la abonera semanalmente o bien se toma una pequeña cantidad del material a compostar en la mano y se lo presiona. Si salen de 2 a 5 gotas de agua, la humedad es buena; si sale menos, se necesita regar; y si sale más, el riego debe ser interrumpido. Si la humedad se debe a demasiada lluvia, hay que cubrir la pila de compost. (www.municipioloja.com)

2.3.3. pH

La concentración del ión hidrógeno es una variable ambiental que regula la composición de la comunidad microbiana. El nivel óptimo de pH para la mayoría de los microorganismos esta cercano a la neutralidad; la población es más abundante a valores de 6.5 a 8. Sin embargo, muchas especies de hongos pueden desarrollarse dentro de un amplio intervalo de pH; no es rara la capacidad de la microflora fúngica de crecer a valores tan bajos como 2 – 3 y otros son activos a niveles de 9 o más. Los hongos predominan en hábitats ácidos, esto no es consecuencia de que encuentran su óptimo en condiciones ácidas, sino un resultado de la ausencia de la competencia microbiológica por las reservas alimenticias. (Alexander M.1994)

Los desperdicios vegetales y la mayoría de estiércoles excepto de aves, cuando se descomponen solas, siempre son ácidos. Para contrarrestar la acidez debe agregarse a la pila de compost sustancias bases como la cal (*pedra caliza molida*), cenizas, roca fosfórica o piedra mármol molida. Las cenizas de madera son mejores que la cal por

su acción más rápida; empero debe usarse preferentemente cenizas de maderas duras, porque son más ricos en elementos minerales, alrededor de 6 % de potasa, 2 % de ácido fosfórico, 30 % de cal y además contiene elementos trazas. (Rodale I. J. 1946)

Diversos reportes recomiendan espolvorear 50 g de cal o ceniza por 1 m³ de pila formada, sobre la capa de estiércol o tierra de bosque, otros prefieren mezclar con la tierra; o bien disolver 1 Kg de cal por cada 50 litros de agua y regar uniformemente conforme se va formando la pila. Respecto a la cal, se recomienda la cal para agricultura (*Ca CO₃ impuro o piedra caliza molida*) en primer lugar, seguida de hidrato de calcio [*Ca (OH)₂*] y que la cal viva (*CaO*) es la peor. Si se usa hidróxido de calcio, hay que reducir la cantidad en un 30 %. (Mubreridge J. 1991)

La excesiva aplicación de fertilizantes nitrogenados, puede modificar la abundancia de hongos, pero semejantes alteraciones con frecuencia son el resultado de la acidificación debido a que la oxidación microbiana del nitrógeno, permite la formación de ácido nítrico, más que de la adición de fertilizantes a la pila de compost. (Alexander M. 1994)

2.3.4. AIREACIÓN

El estado de aireación del material a compostar, es esencial para proporcionar un suministro adecuado de oxígeno para la actividad de los organismos y para mantener el flujo de dióxido de carbono producido. En condiciones anaerobias se inician procesos no deseables, algunos de los cuales pueden ser nocivos para las plantas: se liberan metano (*CH₄*), aparecen inhibidores orgánicos o se acumulan iones sulfuro, ferroso y manganoso. (Marin G. et. Durán A. 1979)

Existe una considerable variación entre los microorganismos con respecto a la capacidad de crecimiento a diferentes presiones de oxígeno; los aerobios estrictos no toleran bajas presiones de *O₂*, los aerobios o anaerobios facultativos tienen cierta capacidad de crecimiento en considerable intervalo de suministro de *O₂*, mientras que otro grupo de microorganismos denominados anaerobios obligados es activo en

ausencia de O_2 . La flora bacteriana es el grupo más importante en la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaerobias, esto es consecuencia de que las bacterias no se ven tan afectadas por la deficiencia de oxígeno como los hongos y actinomicetos. (Alexander M. 1994)

La aireación adecuada en la pila de compost, se logra con medidas mecánicas tales como la formación de ventanas de ventilación, tendido de ramas o paja sobre la superficie donde se formará la pila y la revuelta de materiales a compostar. En términos generales se establece que los materiales orgánicos en la pila, no deben estar alejados en más de 75 cm de un sitio de provisión de aire irrestricto. (Ruiz M. J. 2002)

La presencia de moscas o el olor fétido a amoníaco que emana la pila, es síntoma de un estado de aireación deficiente; empero la excesiva ventilación también detiene el proceso a causa de la resecación de las partes más expuestas de la pila. (Rodale I. J. 1946) En la actualidad existen equipos (termocompostero KOMP) modernos, para insuflar la cantidad adecuada de oxígeno a todas partes de la pila de compost, no obstante implica mayor costo económico. (ecocom@chasque.apc.org)

2.4. REMOCION

En sistemas que sólo dependen de flujo de aire natural, el suministro de O_2 puede ser insuficiente en las regiones bajas y centrales de la pila, especialmente en las etapas iniciales del proceso de descomposición. Para suministrar oxígeno, se procede en forma manual o mecanizada a la remoción de la masa a compostar. En sistemas de compostaje simples, que usan sistemas de provisión de aire natural, la remoción en dos o tres oportunidades podría ser suficiente. La primera remoción se realiza tres semanas (Trujillo N. E. 1984) o un mes, (ecocom@chasque.apc.org) después de formada la pila. Realice un segundo volteo tres semanas³⁰ o entre uno a dos meses después de la primera remoción. Otros recomiendan mezclar el material semanalmente; sin embargo demasiada agitación puede conducir a un excesivo enfriamiento y resecación del material a compostar. (Burgosleon.Walter@fao.org)

La remoción permite homogeneizar la masa, verificar la humedad, retirar los materiales no biodegradables (vidrios, piedras menudas), y quebrar las piezas de material más grandes. (BurgosleonWalter.@fao.org)

2.5. ORGANISMOS EN LAS PILAS DE COMPOST

Si bien la práctica de compostaje, implica una serie de alteraciones químicas y enzimáticas, el proceso es esencialmente biológica, ya que son los organismos activos los que desempeñan el papel principal. El proceso de compostaje involucra a diversidad de organismos que viven en estrecha proximidad e interacción. (Alexander M. 1994)

2.5.1. MICRIBIOLOGIA

Las bacterias, actinomicetos y hongos, son los organismos responsables más importantes en la transformación de la materia orgánica en humus. Las bacterias son el grupo más numeroso, por lo general más numeroso que los otros cuatro (hongos, actinomicetos, protozoarios y algas) grupos juntos, sin embargo representan menos de la mitad de la masa celular microbiana total. La flora fúngica y bacteriana, por lo general prolifera inicialmente, en particular si el nitrógeno utilizable es abundante, mientras que la respuesta de los actinomicetos es favorecida recién en las etapas posteriores. (Alexander M. 1994)

A pesar de su ubicuidad y abundancia, la actividad biológica de los protozoarios en la descomposición de la materia orgánica es reducido por su condición predador. La función más relevante se basa en sus hábitos alimenticios; regulan el tamaño de la comunidad de cierto grupo de bacterias y permiten la coexistencia de bacterias competidoras. Asimismo las algas no contribuyen apreciablemente en la degradación de restos vegetales por su nutrición *fotoautotrófica*. (Ruiz M. J. 2002)

2.5.2. LOMBRICES

La fauna no protozoaria responsable de la descomposición de restos orgánicos, incluye: lombrices, nemátodos, milípedos, algunos arácnidos, ácaros y muchos insectos como hormigas, termitas, chinches y escarabajos. Las lombrices son de considerable importancia en la producción de composta. Entre las lombrices, las del género *Eisenia* y en particular la *Eisenia foétida*, conocida mundialmente como la roja californiana, es la de mayor importancia en la producción de compost debido a su alta tasa de reproducción y buen apetito para aprovechar al máximo toda clase de restos vegetales. (www.lombricesrojas.com.ar)

El humus de lombriz o vermicompuesto que sale del tubo digestor de la lombriz, es el fertilizante orgánico por excelencia (*Cuadro 2.3*), que contiene una elevada carga enzimática y bacteriana. (www.lombricesrojas.com.ar)

CUADRO 2.3:

COMPOSICION DE LA CALIDAD DEL HUMUS DE LOMBRIZ

PARAMETRO	RANGO
- PH	6.8 a 7.3
- Materia orgánica	50 a 60%
- Humedad	45 a 47%
- Nitrógeno	2 a 3%
- Fósforo	1 a 1.5%
- Potasio	1 a 1.5%

Fuente: www.cepis.org.pe/composti

2.6. ESTIERCOLES

La composición de los estiércoles es muy variable, dependiendo de factores como especie, edad del animal, alimentación, material de cama y conservación del estiércol.

En términos generales podemos afirmar que las deyecciones de aves contienen elementos de alto valor (especialmente en ácido fosfórico y cal), más rico que el estiércol de ovejas; el de caballo es notablemente superior al de ganado bovino y el de oveja más rico que el estiércol caballar. (Gross 1986)

El estiércol por sí solo es un abono no balanceado, tanto química como biológicamente, además puede contener, exceso de orina, semillas de malezas y agentes patógenos. En promedio el estiércol fresco de establo contiene más de un 20% de bacterias, derivadas del aparato digestivo animal. Si se agrega estiércol fresco (preferentemente de vacas o caballos) a la pila, es suficiente como comienzo. (ecocom@chasque.apc.org)

2.7. ADITIVOS

2.7.1. ACTIVADORES INORGANICOS

Su empleo se recomienda para la obtención de fuertes rendimientos de los cultivos, sin tener en cuenta la calidad, la resistencia a enfermedades y otros factores importantes. Podemos citar algunos como el sulfato de amonio, la cianamida cálcica, nitrato de sodio, urea y superfosfato. (Simpson K. 1965)

Siendo en nitrógeno un elemento por demás importante para el crecimiento de la microflora y en consecuencia para la degradación de la materia orgánica, el uso de fertilizantes nitrogenados como es la urea, reviste especial interés para la producción de compost. Se recomienda incorporar de 1 a 3 Kg de urea por m³ de pila de compost formada. Los materiales ricos en nitrógeno como las leguminosas, son metabolizadas rápidamente, respondiendo la microflora poco al nitrógeno suplementario; mientras que la adición de éstos fertilizantes nitrogenados a sustratos deficientes en nitrógeno como es la paja, aumenta ampliamente la tasa de descomposición. (Simpson K. 1965)

La *urea* es un producto de la destrucción de bases nitrogenadas contenidas en ácidos nucleicos. La posición de la urea como un intermediario en el metabolismo

microbiano, como un producto de excreción animal y como fertilizante, la hacen un compuesto importante en el ciclo del nitrógeno. La urea se hidroliza fácilmente y gran parte puede ser transformado en amoníaco. La fase inicial del proceso conduce a una pérdida considerable; la volatilización puede ser menor al 10 %, o ser tan alta como el 70 % del nitrógeno de la urea agregada. La pérdida se acumula con el incremento de la temperatura y es menor cuando se aplica en el interior de la pila de compost. . (Alexander M. 1994)

2.7.2. SUPLEMENTOS ORGANICOS

Cuando no se dispone de suficiente cantidad de estiércol fresco, se recomienda el uso de otros restos de origen animal como sangre deshidratada (1/8 pulg. de alto), vísceras de pollo o pescado, aguas lixiviadas de estiércoles o compost viejo, o el purín que contiene cuatro quintas partes de potasa del estiércol y la mitad de nitrógeno. (Rodale I. J. 1946)

2.7.3. SUPLEMENTOS BACTERIOLOGICOS

La inoculación artificial de compost con cultivos puros de bacterias o cultivos mixtos de microorganismos, acelera la descomposición en la pila. No obstante agregar un cultivo parece innecesaria, debido a que entran en acción distintos grupos de microorganismos conforme varía la temperatura y el grado de descomposición de los materiales orgánicos. (www.municipioloja.com)

2.8. EL PROCESO DEL COMPOST

Dadas las condiciones ambientales óptimas, tan pronto se inicia el proceso de descomposición la temperatura se eleva en unos pocos días hasta alcanzar los 60 a 70 °C, esto es un indicativo que la microflora termófila ha iniciado la descomposición de los materiales orgánicos. El valor ideal para esta fase debe ser de 60 °C. La temperatura se mantiene a ese nivel durante unas semanas (*dos o tres*), y luego desciende gradualmente a 32 °C ó menos; en ésta etapa predomina la microflora

mesófila. Asimismo conforme varia la temperatura se producen diversos procesos bioquímicos, mientras unos se inician otros terminan su acción. (Burgosleon.Walter@fao.org)

Una compostera bien formada, debe elevar en pocos días su temperatura. La medición de temperatura se puede realizar utilizando un termómetro tipo sonda o geotermómetro; otro síntoma es el vapor que emana los respiraderos. Si el material vegetal no se asienta en pocas semanas, o existe un olor a amoníaco, significa escasa ventilación o inadecuado suministro de humedad; en ese caso será mejor proceder con la remoción. (eula@udec.cl)

2.9. METODOS DE OBTENCION DE COMPOST

El compostado se puede preparar con maquinaria mecanizado o con métodos manuales. La elección del método de compostaje depende del volumen de residuo orgánico y de las influencias ambientales. En poblados pequeños y zonas rurales es recomendable usar métodos manuales de compostaje que permiten procesar tres a cuatro toneladas de residuos orgánicos por día. Existen muchos métodos o procedimientos para producir compost, pero en términos generales todos se basan en el mismo principio básico y siguen los mismos pasos. (Rodale I. J. 1946)

2.9.1. EN MONTON A CIELO ABIERTO (Método Howard)

El método conocido también como procedimiento Indore, fue ampliamente investigado por *Sir Albert Howard*, desde principios del siglo XIX en Inglaterra, e India. *Howard* muy joven después de haber terminado sus estudios agronómicos, en el año 1899, se ha especializado en enfermedades de cultivos (caña de azúcar, café, cacao, lúpulo) realizando sus investigaciones en verdaderas chacras. Con la premisa de que los nativos nunca habían empleado insecticidas o fungicidas, ni usaban fertilizantes inorgánicos, *Howard* en menos de una década logró obtener cultivos libres de enfermedades. Su programa consistía simplemente en el aprovechamiento de todo el material orgánico originado en forma de compost, para restituir la fertilidad

del suelo. El perfeccionamiento del procedimiento *Howard* insumió más de 7 años de labor. Se aplicó por primera vez el procedimiento en el año 1933, en África del Sud, en una plantación de café. (Rodale I. J. 1946)

2.9.1.1. UBICACION

Conviene un lugar sombreado, pero no debe estar ubicado directamente debajo de los árboles, porque sus raíces extraen elementos minerales de alto valor. El lugar ideal será aquel que asegure el proceso de degradación de la materia orgánica; en lo posible se debe elegir un lugar alto, donde el agua de lluvia fluya fácilmente, pero debemos evitar los fuertes vientos que pueden detener la actividad de los organismos en los costados más expuestos de la pila. Es muy importante dejar un lugar para amontonar los desechos y puedan secarse un poco antes de incorporar en la pila. Vuelva a usar siempre el mismo lugar, a fin de enriquecer el suelo de microorganismos, los que activan de inmediato el proceso de descomposición. (Rodale I. J. 1946)

2.9.1.2. CONSTRUCCION

En primer instancia, elimine el césped o yuyos, para que las bacterias del suelo tengan contacto directo con los materiales vegetales. En lugares muy húmedos, recomiendan el tendido de paja, estacas de madera o guadua, sobre la superficie con el objeto de proporcionarle una mayor aireación a la pila o montón. (Burgosleon.Walter@fao.org)

La superficie por abonar, determina el tamaño de la compostera. Hágalas lo más grande posible, siempre dentro de lo razonable; cuanto más chica la fermentación es más lenta. No se pueden establecer reglas rígidas al respecto, salvo de que, cuando son muy angostas, se resecan muy pronto y en la excesivamente ancha no puede penetrar suficiente oxígeno hasta el interior. El ancho mínimo es 1.0 m a 1.5 m mientras el máximo de 3.6 m aproximadamente; El largo no tiene importancia, las hay de hasta 12 m o más dependiendo de la cantidad de material vegetal. Un tamaño adecuado para pequeños jardines es de 2.4 m por 3.6 m. (Rodale. I. 1946)

Empiece colocando una capa de 15 a 20 cm de restos vegetales previamente picados. Coloque sobre la capa de restos vegetales 5 cm a 10 cm de alto de estiércol (preferentemente fresco) o de algún sustituto animal como restos de pescado o pollo, residuos de cocina de origen animal. Sobre las capas anteriores agregue 1/8 pulg. de alto de tierra de bosque. (Rodale I. J. 1946)

Se espolvorean 50 g de ceniza o cal para agricultura o disuelva 50 g en 50 litros de agua y rocíe en forma uniforme. Este proceso se continúa alternadamente hasta completar la pila, con una altura de aproximadamente de 1.0 m a 1.2 m, mientras que *Howard* recomienda hasta 1.5 m. Se agrega agua a medida que se va formando la pila, pero no en exceso, debe tener la consistencia de una esponja mojada. La última capa de estiércol y tierra debe tener mayor espesor. (Mubreridge J. 1998)

Vaya dando una forma cónica de modo que los 2.4 m de ancho en la base, termine en 1.8 m en la parte superior de la pila. Es importante que antes de iniciar la superposición de las capas con materiales orgánicos, se coloquen de manera vertical unos palos o tubos de 12 a 15 cm de diámetro, distribuidos de manera equidistante a lo largo de la pila; se retiran estos palos al finalizar la operación para que pueda circular el aire por dentro, llamados comúnmente éstos respiraderos. Cubrir la pila con una capa de 15 cm de paja, con el objeto de evitar que se resequen las partes más expuestas y sobre todo a fin de uniformizar el riego de la pila. (Rodale I. J. 1946)

2.9.1.3. REMOCION

Es necesario la aireación y homogenización de la pila de compost durante el proceso de compostaje. Tres semanas después de formada la pila, se da vuelta de modo que todos los materiales ocupen la parte central de la pila, donde la temperatura es mayor; otros autores recomiendan cuatro semanas o más, de acuerdo a las influencias ambientales. Tres o cinco semanas después de la primera remoción, se da vuelta nuevamente; en ésta remoción se despreja la formación de los respiraderos. En el compostaje en montículos pequeños, es necesario la remoción de la pila semanalmente. (www.municipiloja.com)

2.9.2. SISTEMA DE FOSAS

Si bien el procedimiento científico de preparación de compost, fue implementado recién a principios del siglo IXX, el uso de fosas para enterrar toda clase de materiales vegetales para la producción de abonos orgánicos se remonta a tiempos inmemoriales. (Marín G. et Durán A.1979)

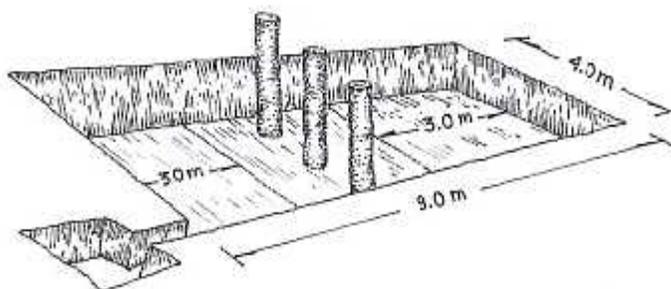
2.9.2.1. EXCAVACION DE FOSAS

El tamaño de las fosas varía según la cantidad de residuos vegetales disponibles y la técnica (*manual o mecanizada*) aplicada. La profundidad de las fosas puede llegar a 1.5 m como máximo y el ancho varíe entre 1 m a 3 m; no es recomendable dimensiones mayores de profundidad y ancho, porque resulta difícil mantener un nivel adecuado de humedad y aireación, y además dificulta las labores inherentes a la práctica de compostaje. (Rodale I. J. 1946)

Existen fosas de 1 m³ (1 m de lado), consideradas entre las más pequeñas. Fosas más grandes tienen dimensiones de 3 m de ancho y 4 m o más. El largo de las fosas es variable según el volumen de residuo vegetal a compostar, un largo de 4 m es una medida razonable. (Rodale I. J. 1946)

FIGURA 2.2:

SISTEMA DE FOSAS



El piso de las fosas debe tener una ligera inclinación, alrededor de 1 a 2 % en sentido del largo de las fosas, para un desagüe fácil de las aguas lixiviadas. En una de las esquinas más bajas del foso, abra una pequeña zanja para que salga el agua y demás líquidos sobrantes de la pila. Esa agua debe recogerse en un pequeño pozo apropiado (*Fig. 2.2*) para regar nuevamente la pila. Las paredes o taludes no deben quedar verticales, sino ligeramente inclinadas para evitar que los bordes se derrumben; aunque otros prefieren cubrir con cemento los costados. El piso debe ser de tierra. (www.municipioloja.com)

2.9.2.2. LLENADO DE FOSAS

La superposición de materiales en las fosas, se realiza al igual que en otros sistemas de compostaje. La provisión de oxígeno necesario dentro la pila frecuentemente se constituye en un problema; en este sentido la formación de respiraderos verticales y el tendido de paja o ramas sobre la superficie donde se formará la pila, es de vital importancia para garantizar el proceso de descomposición. Es importante que antes de iniciar el proceso de superposición de las capas con materiales orgánicos, se coloquen de manera vertical palos o tubos de 12 cm a 15 cm de diámetro distribuidas uniformemente a lo largo de las fosas. (Rodale I. J. 1946) Lo ideal es que haya un palo por cada metro cuadrado de compost. Los palos se retiran al finalizar la operación. (Trujillo N. E. 1984)

También se puede usar caña huecas de 5 cm de diámetro, especialmente cuando se cubre la pila con una capa de 3 cm de tierra, pero en este caso no se retiran y recomiendan que sobresalgan las cañas huecas unos 5 cm sobre la última capa de materiales en la pila. La última capa de tierra se coloca con el propósito de evitar la pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco. (www.planthogar.net)

2.9.2.3. REMOCION

La remoción de los materiales en las fosas implica mayor esfuerzo, en efecto, es necesario dejar libre 1 o 2 espacios (fosas) adyacentes para facilitar la labor de

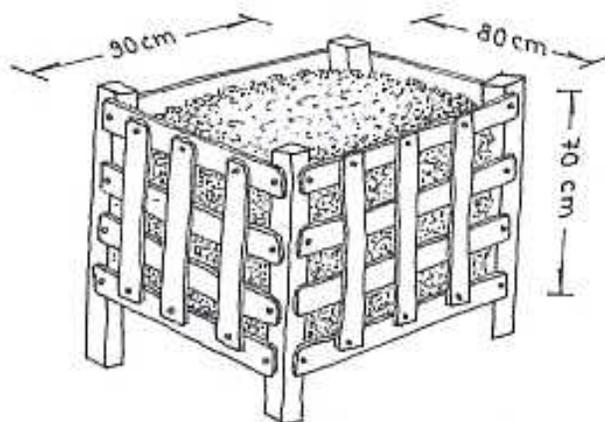
remoción de materiales en la pila. Si las fosas no tienen la profundidad necesaria, no interesa que las capas de materiales sobrepasen desde unos centímetros hasta 50 cm o más sobre el nivel del suelo. (Trujillo N. E. 1984)

2.9.3. EN CAJONES DE MADERA O LECHOS

Se recomienda el compostaje en cajas o lechos cuando se dispone de pequeñas cantidades de basura a compostar. Se puede construir diversos tipos de composteras utilizando solamente los materiales disponibles en la región como maderas (*Fig. 2.3*), caña hueca, o palos. (www.municipioloja.com)

FIGURA 2.3:

COMPOSTERA DE MADERA



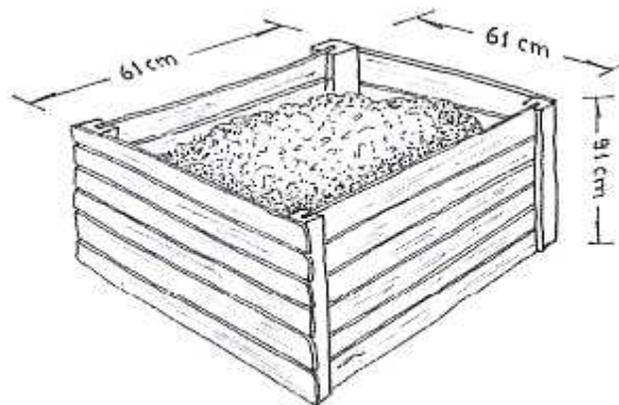
En algunos Municipios, especialmente de Centro América utilizan la misma basura reciclable como plásticos, para construir composteras de madera plástica; en la actualidad existen en el mercado composteras de este tipo como también otros modelos más funcionales. (ecocom@chasque.apc.org)

2.9.3.1. EL CAJON NEOCELANDES

El cajón de compost Neozelandés (*Fig. 2.4*) es una de las más antiguas, fue inventado por *Auckland Humic Club* de Nueva Zelanda. Este método es una buena alternativa para la protección contra la acción del viento y lluvia. Hay diversos modelos al respecto, pero el más sencillo consiste en una estructura de madera de 1.2 m de lado por 0.9 m de alto, sin fondo ni tapa. Las paredes laterales están formadas por listones de 15 cm de ancho y una pulgada de espesor; al clavarlos entre uno y otro se deja una luz de 1.3 cm de ancho para permitir la ventilación. El armazón está unido por listones de 5 por 10 cm. (Rodale I. J. 1946)

FIGURA 2.4:

EL CAJON NEOCELANDES



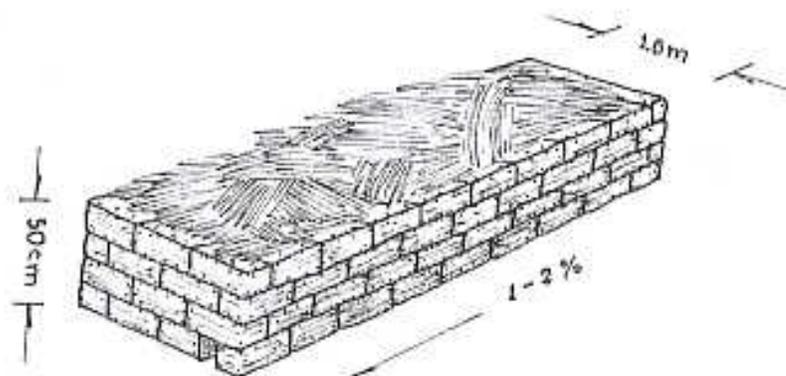
2.9.3.2. COMPOSTAJE EN LECHOS

Si se construyen lechos de compostaje, es importante que la profundidad no supere los 50 cm. El material puede alcanzar hasta una altura de 1 m, sobrepasando la del lecho. Para asegurar un manejo fácil, el ancho no debe ser mayor a 1 m. El largo

depende de la cantidad de residuos vegetales. Para un desagüe fácil de las aguas lixiviadas, se debe construir con una ligera pendiente (*Fig. 2.5*) y un orificio de desagüe. Es mejor construir los lechos con ladrillos o piedra con cemento. (ecocom@chasque.apc.cl)

FIGURA 2.5:

COMPOSTAJE EN LECHOS



2.10. ACABADO

El compost estará listo cuando su color sea oscuro, desmenuzable y tenga olor a tierra de bosque. No es necesario esterilizarlo para su uso, debido a que en el proceso se han destruido los agentes patógenos y semillas de malezas. Se puede cernir el compost para mejorar la calidad y separar el material grueso, regresando a la pila para que termine su proceso. (Rodale I. J. 1946)

El abono logrado contiene elementos como nitrógeno, potasio y fósforo esenciales (*Cuadro 2.4*) para el crecimiento de las plantas. El compost contiene también

elementos como el azufre, magnesio, calcio, boro, hierro y cobre necesarios en menor cantidad pero indispensables para el desarrollo de las plantas. (eula@udec.cl)

CUADRO 2.4:**CALIDAD PROMEDIO DEL COMPOST**

PARAMETRO	VALOR
- Nitrógeno	0.6 – 1.7 %
- Fósforo	0.2 – 1.5 %
- Potasio	0.4 – 1.3 %
- Manganeso	430 – 600 ppm
- Materia orgánica	20 – 40 %

Fuente: www.cepis.org.pe/composti.

CAPITULO III
METODOS Y MATERIALES

3. METODOS Y MATERIALES

3.1. LOCALIZACION

El experimento se realizó en la zona de “Las Barrancas”, más específicamente en el Vivero II (*ver anexo 1*) de la Dirección de Ornato Público dependiente del Gobierno Municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado. Se encuentra a una distancia aproximada de 2 Km sobre la carretera principal Tarija – Potosí. Geográficamente se ubica entre las coordenadas 21° 30' 37" de L. S. y 64° 43' 51" de L. W., a una altitud de 1900 m.sn.m.*

3.2. CLIMA

Según la clasificación de Thoronthwaite, la zona de “Las Barrancas “, presenta un clima mesotermal, semiárido - húmedo, con una temperatura media de 18.2 °C. La temperatura máxima extrema se registró en los meses de Octubre y Enero con un valor de 36.5°C y la mínima extrema se registró en el mes de Julio de - 8.5 °C.

La precipitación media anual es de 641.9 mm, distribuidas entre los meses de Octubre al mes de Abril; en este periodo el mes de Enero presenta la mayor precipitación con 162.7 mm y asimismo se ha medido la mayor precipitación en 24 horas con un valor de 61 mm. Los vientos predominan en dirección sud – este con velocidades que alcanzan valores de 8.1 Km por día, en el mes de Octubre.*

3.3. SUELO

Los sedimentos cuaternarios que cubren gran parte de la cuenca del Guadalquivir, son suelos de textura y color variada. Predominan suelos arcillosos a franco arenosos, degradados fuertemente por el fenómeno erosivo. La zona de “Las Barrancas” presenta una topografía muy irregular, con terrazas que muestran diversos estratos de agregados y conglomerados. No obstante, tales formaciones han sido modificadas

* *Datos proporcionados por senamhi*

considerablemente por el Hombre en el afán de preservar y restaurar la biodiversidad. Con la construcción de una serie de microrepresas, accesos y demás obras, se ha formado en las partes más bajas, delgadas capas de sedimentos arcillosos en general ricos en materia orgánica.

3.4. VEGETACION

La formación de microclimas conjuntamente las actividades de reforestación, ha generado la restauración de una gran variedad de especies vegetales nativas. El estrato arbóreo agrupa la mayoría de especies exóticas existentes en la zona, pero aún en tales condiciones las especies nativas predominan ampliamente con relación a especies exóticas.

CUADRO 3.1:

LA FLORA MAS REPRESENTATIVA DE LA ZONA “LAS BARRANCAS”

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
<i>Casuarina</i>	<i>Casuarina cunninglamiana</i>	<i>Casuarinaceae</i>
<i>Sauce llorón</i>	<i>Sáliz babilónica</i>	<i>Salicaceae</i>
<i>Sauce criollo</i>	<i>Sáliz humboldtiana</i>	<i>Salicaceae</i>
<i>Olmo</i>	<i>Ulmus pumila</i>	<i>Ulmaceae</i>
<i>Churqui</i>	<i>Acacia cavenia</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Algarrobo negro</i>	<i>Prosopis nigra</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Tacko</i>	<i>Prosopis alpataco</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Cina cina</i>	<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Chañar</i>	<i>Geofreda decorticans</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Paraíso</i>	<i>Melia azedarach</i>	<i>Meliaceae</i>
<i>Molle</i>	<i>Schinus molle</i>	<i>Sapindaceae</i>
<i>Eucaliptos</i>	<i>Eucaliptus</i>	<i>Mirtaceae</i>
	<i>Cydonon dactylum</i>	<i>Gramínea</i>
	<i>Eleucine indica</i>	<i>Gramínea</i>
	<i>Eragrostis sp</i>	<i>Gramínea</i>

En términos generales la flora de la zona agrupa a diferentes estratos: árboles, arbustos, plantas suculentas y herbáceos, y gramíneas. Las especies más representativas se muestran en el *cuadro 3.1*.

3.5. MATERIALES

3.5.1. MATERIALES ORGANICOS

3.5.1.1. RESIDUOS VEGETALES

Los restos de flores utilizados como materia prima para el compostaje, procede del Cementerio General de la ciudad de Tarija. Está compuesta por una gran variedad de restos de especies florales (*Cuadro 3.2*), entreveradas en menor cantidad con restos de coníferas (*Cupresus sp*), restos de algunas gramíneas (espigas), restos de casuarina entre otros.

CUADRO 3.2:

ESPECIES VEGETALES UTILIZADOS COMO MATERIA PRIMA PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
<i>Clavel</i>	<i>Dianthus cariophyllus</i>	<i>Cariofilaceae</i>
<i>Flor de ilusión</i>	<i>Gypsophila elegans</i>	<i>Cariofilaceae</i>
<i>Espuela de caballero</i>	<i>Delphinium</i>	<i>Ranunculaceae</i>
<i>Alelí</i>	<i>Mathiola incana</i>	<i>Brassicaceae</i>
<i>Rosas</i>	<i>Rosa gallica</i>	<i>Rosaceae</i>
<i>Geranios</i>	<i>Pelargonium</i>	<i>Geraniaceae</i>
<i>Brinco</i>	<i>Impatiens balsamina</i>	<i>Balsaminaceae</i>
<i>Alegrías</i>	<i>Impatiens sultani</i>	<i>Balsaminaceae</i>
<i>Malva real</i>	<i>Althaea rosea</i>	<i>Malvaceae</i>
<i>Primavera</i>	<i>Primula malacoides</i>	<i>Primulaceae</i>
<i>Violeta</i>	<i>Cyclamen persicum</i>	

<i>Flor de papel</i>	<i>Limonium sinuatum</i>	
<i>Petunia</i>	<i>Petunia híbrida</i>	
<i>Margarita</i>	<i>Chrysanthemum maximun</i>	
<i>Coral</i>	<i>Salvia splendens</i>	
<i>Digital</i>	<i>Digitalis purpúrea</i>	
<i>Boca de conejo</i>	<i>Antirrhinum majus</i>	
<i>Estrellitas</i>	<i>Plox drummondii</i>	
<i>Verbenita</i>	<i>Plox sp</i>	
<i>Lirio</i>	<i>Iris pallida</i>	
<i>Margarita africana</i>	<i>Rudbeckia bicolor</i>	

3.5.1.2. ESTIERCOL

El estiércol utilizado proviene de los establos del Matadero Municipal. Es de baja calidad (*Cuadro 3.3*), con relación a otros estiércoles de ganado bovino, debido a que su tratamiento y preservación se constituye en una actividad secundaria para la Empresa Municipal. Además contiene en exceso tierra y piedras menudas.

CUADRO 3.3:

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL ESTIERCOL BOVINO DEL MATADERO MUNICIPAL

PARAMETRO	VALOR (%)
- Materia orgánica	27.710
- Nitrógeno total	0.330
- Fósforo	0.488
- Potasio	0.144
- Calcio	0.073
- Magnesio	0.045
- Sodio	0.045

3.5.1.3. TIERRA VEGETAL

Una de las prácticas comunes que se realiza en el vivero II del Gobierno Municipal, es el acopio de tierra vegetal, la misma consiste en una mezcla de tierra con restos (hojas, frutos, ramillas) de especies vegetales existentes en la propia zona de “Las Barrancas”.

3.5.2. MATERIAL INORGANICO

3.5.2.1. UREA (40 – 00 – 00)

La urea es uno de los fertilizantes más comunes en el medio. Es un producto comercial de fácil adquisición en el mercado local.

3.5.2.2. HIDROXIDO DE CALCIO (Cal Apagada)

Se ha preferido utilizar la cal apagada, dada su disponibilidad en el mercado local, su efecto más benéfico respecto a la cal viva (*Ca O*), en el proceso de compostaje. Se usa frecuentemente en el medio para el encalado de árboles ornamentales y frutales.

3.5.3. HERRAMIENTAS

- Picos y azadones
- Palas
- Rastrillos
- Carretillas
- Machetes
- Tijera de podar (felco 2)
- 50 m de manguera de ¾”
- Flexómetro
- Regadera manual

3.5.4. MATERIAL DE REGISTRO E INSTRUMENTOS

- Planillas
- Máquina fotográfica
- Libreta de campo
- Geotermómetro

3.6. METODOLOGIA

3.6.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de “bloques al azar”, con arreglo bifactorial de 3 x 2. comprende 6 tratamientos en 3 repeticiones, lo que hace un total de 18 unidades experimentales.

3.6.1.1. CARACTERISTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

- Número de tratamientos 6.0
- Número de repeticiones 3.0
- Número de unidades experimentales 18.0
- Area por unidad experimental (m²) 0.5
- Area total neta del experimento (m²) 9.0
- Area total del experimento (m²) 25.0

3.6.1.2. DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS

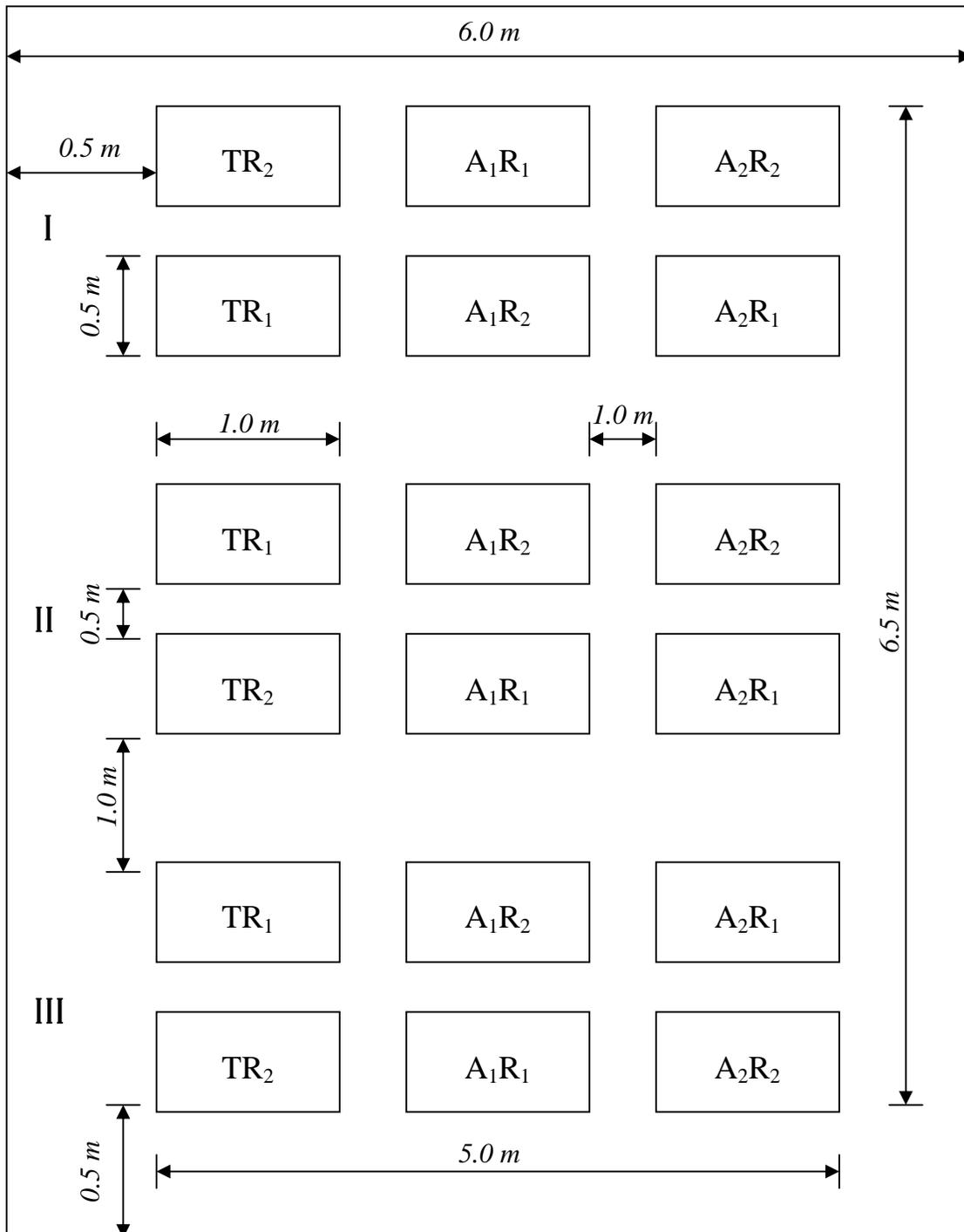
MATERIAL VEGETAL

NOTACION	VARIABLE
R ₁	Restos de flores con hojas
R ₂	Restos de flores sin hojas

ACTIVIDADES

NOTACION	VARIABLE
T	Estiércol, bovino
A ₁	Estiércol, bovino mas urea
A ₂	Urea

3.6.1.3. CROQUIS DE CAMPO



3.6.2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

3.6.2.1. SELECCION Y ACOPIO DE MATERIALES

En cuanto a selección de material vegetal, se decidió los restos del cementerio, debido a que se componen principalmente de restos vegetales aproximadamente en más del 60% en volumen del total de la basura, con un porcentaje menor de restos no biodegradables como plásticos, vidrios y otros. La utilización de restos de otros rubros como la basura domiciliaria, restos de mercados, o restos de barrido de calles, habría dado una mezcla sumamente heterogénea con alto porcentaje de materiales que no se utilizan en el proceso de compostaje. Otra de las razones radica en que la selección de restos orgánicos del resto de la basura implicaría mayor costo económico.

En primer instancia se procedió a separar en forma manual los restos vegetales del resto de la basura del cementerio. La selección y carguío de materiales se realizó utilizando enteramente personal, herramientas y maquinaria del Gobierno Municipal. Las hojas de árboles se recogieron de los jardines de las plazas plazuelas y parques de la Ciudad en la estación de otoño. No hubo necesidad de una selección, ya que en la estación de otoño se generan enormes cantidades de hojas, reduciéndose la tarea de selección a retirar algunos papeles y plásticos.

En el vivero II, se cuenta con bancos de limo, tierra vegetal y estiércol de ganado bovino procedente del matadero municipal. En forma permanente se realizan una serie de prácticas como el cernido en zarandas de malla de gallinero y otros tratamientos con el propósito de preparar sustratos para la producción de plantines. De esa manera nuestra tarea se limitó a preparar una mezcla lo más posible homogénea y el retirado de partículas pequeñas no compostables que han escapado al cernido. La cal antes de agregar a la pila de compost, se tamizó utilizando un tamiz de malla de mosquetero debido a que contiene piedras no procesables

3.6.2.2. EXCAVACION DE FOSAS

Considerando la estructura y consistencia del suelo, se ha preferido el espacio de suelo con textura arcillosa, para evitar que se derrumben los taludes de las fosas y además nos permite un terminado de las fosas según las exigencias de un trabajo de esta naturaleza. Entre otros factores se ha considerado que sea plano y presente una ligera pendiente para que las aguas de la lluvia escurran fácilmente. El tamaño de las fosas tiene las siguientes medidas: 50 cm de ancho 1 m, de largo y 0.8 m de profundidad. Su construcción se realizó en forma manual.

3.6.2.3. PICADO DEL MATERIAL VEGETAL

El material vegetal antes de incorporar a la pila de compost, se ha conservado en un lugar fresco seco y bajo sombra, ya que un exceso de humedad y temperaturas favorables pueden iniciar el proceso de compostaje y un resecado en demasía puede originar pérdidas de elementos minerales para el desarrollo de las plantas.

El picado de restos vegetales del cementerio, se ha efectuado en forma manual, utilizando machetes a partículas de aproximadamente 5 cm de tamaño. Asimismo conforme se procedió al picado, se han retirado los materiales no biodegradables como restos de flores artificiales y otros.

En cuanto a hojas de árboles se refiere, se ha incorporado a las fosas sin previo picado, debido a que en su generalidad poseen un tamaño que oscila alrededor de 5 cm recomendados para este método de compostaje.

3.6.2.4. CALCULO DE MATERIALES

El cálculo de materiales se ha realizado sobre la base de dimensiones de las fosas y altura de materiales en las pilas de compost. Debido a que la cal y tierra vegetal se ha incorporado en la misma proporción a todos los tratamientos, su cálculo se ha reducido a tratamientos con estiércol y sin estiércol.

3.6.2.5. SUPERPOSICIÓN DE MATERIALES EN LAS FOSAS

Los materiales a compostar como el estiércol, tierra vegetal y los restos vegetales, han sido mezclados hasta lograr una masa homogénea, a fin de que sea lo más posible representativa y confiable.

Para la formación de respiraderos verticales se ha colocado un palo de 12 cm de diámetro y 1 m. de altura en la parte central de la fosa en forma vertical, antes de iniciar la superposición de materiales. Una vez terminado el proceso de llenado se retiran los palos, formándose de esta manera los respiraderos.

* **TR₁, TR₂, A₁R₁ y A₁R₂**

Para los tratamientos TR₁ Y A₁R₁ se han colocado la primera capa de restos de flores hasta una altura de 15 cm, mientras que para los tratamientos TR₂ y A₁R₂ la primera capa es la mezcla de flores secas y hojas hasta una altura de 15 cm sobre la capa de restos vegetales se ha esparcido en forma uniforme 18 g de urea para los tratamientos A₁R₁ y A₁R₂.

La segunda capa es estiércol para todos los tratamientos, hasta una altura de 6 cm. La tercera capa es tierra vegetal en un espesor de 0.5 cm para todos los tratamientos. Sobre la última capa se ha espolvoreado 326 g de cal uniformemente y finalmente se ha regado en forma manual hasta lograr la humedad adecuada.

Se ha continuado la superposición de materiales en ese orden hasta alcanzar una altura de 87 cm siendo la última capa de estiércol y tierra vegetal de 6.5 cm y 1 cm respectivamente.

* **A₂R₁ y A₂R₂**

Para el tratamiento A₂R₁ se ha colocado 15 cm de altura de flores secas, mientras que para el tratamiento A₂R₂ la primera capa corresponde a 15 cm de altura de flores secas y hojas de árboles. Sobre la capa de restos vegetales se ha esparcido 156 g de

urea a todos los tratamientos. La segunda capa para ambos tratamientos es tierra vegetal con una altura de 0.5 cm y sobre esta capa se ha espolvoreado 312 g de cal de manera uniforme. Enseguida se procedió con el regadío hasta lograr una humedad adecuada. La superposición de materiales se ha continuado en ese orden hasta alcanzar 78 cm de altura, lo que equivale a repetir en 5 veces el proceso, siendo la última capa de tierra de 1 cm de alto para ambos tratamientos.

3.6.2.6. CONSTRUCCION DE ESTERAS DE TOTORA (*Typha domingensis*)

En lugar de la capa de paja para cubrir las fosas, se ha preferido emplear totora en forma de esteras, debido a que se facilitan el control de humedad y temperatura durante el proceso y además la materia prima para su construcción como es la totora se dispone en el mismo lugar.

En cuanto a su construcción se ha formando una estructura en forma de parrilla de caña hueca. Posteriormente sobre esta estructura se ha tejido totora utilizando hilo plástico.

3.6.2.7. REMOCION

La remoción de materiales a compostar se ha procedido en forma manual en el mismo día para todos los tratamientos y repeticiones. Durante el proceso de remoción además de homogeneizar y romper los materiales gruesos, se ha retirado los materiales no compostables.

Después de 3 meses de formada la pila se procedió con la primera remoción de la pila. La segunda remoción de efectuó en fecha 5 de marzo, es decir 8 semanas después de iniciado el proceso de compostaje. Los respiraderos verticales se ha formando nuevamente En la primera remoción pero en la segunda remoción se ha despreciado por considerar que el suministro exigente de oxígeno ha sido satisfecho.

3.6.2.8. RIEGO

El riego se procedió en función de las precipitaciones registradas, regando semanalmente en ausencia de lluvias en un volumen aproximado de 10 litros por fosa, utilizando una regadera manual con una capacidad de 10 litros. En épocas de precipitaciones normales no se requirió el riego de las fosas, mientras que en semanas de lluvia en demasía se cubrió las fosas adecuadamente y para que el agua en exceso escurra superficialmente se hayan construido una red de pequeñas canaletas a lo largo de los pasillos y en dirección de la pendiente del terreno.

3.6.2.9. REGISTRO DE TEMPERATURAS

La temperatura se ha medido diariamente a horas 8 a.m. durante todo el proceso de compostaje utilizando para ello un geotermómetro. Se procedió la medición de la temperatura, introduciendo la varilla del geotermómetro en la parte media entre los costados de la pila de compost y los respiraderos, de tal manera sea la temperatura representativa de la masa a compostar.

3.6.2.10. MEDICION DE LA VELOCIDAD DE DESCOMPOSICION

Para el efecto se decidió emplear el método volumétrico por considerar el método mas práctico para el presente trabajo. Su cálculo se facilita enormemente, debido a que las dimensiones de las fosas se mantienen invariables. La medición de pérdida de altura se registró día por medio como se muestra en *anexo 5*. Las alturas registradas se refieren a diferencia de alturas respecto a las alturas originales de materiales en las fosas en decir respecto a 87 cm ó 78 cm para tratamientos con estiércol y sin estiércol respectivamente.

3.6.2.11. ACABADO Y TOMA DE MUESTRAS

Se determinó la condición de compost acabado mediante un tamiz manual con malla de apertura de 1.5 cm de lado. En forma práctica será suficiente que atraviesen el tamiz con facilidad las partículas de compost, previamente desmenuzado y oreado

para ostentar la categoría de compost acabado. No es necesario que los restos vegetales estén completamente descompuestos, más al contrario tales partículas pequeñas no descompuestas mejorarán notablemente la estructura de los suelos.

A los 3 meses de iniciado el proceso de compostaje, el compost estaba listo para su aprovechamiento en los tratamientos que recibieron estiércol. La cantidad de partículas más gruesas que ha escapado al tamizado, fueron insignificantes con relación al volumen total de compost.

La toma de muestras para el análisis físico químico se realizó a los 3 meses para aquellos tratamientos que recibieron estiércol, mientras que para tratamientos que recibieron solamente urea, el tiempo requerido para su transformación en compost fue de 3 meses y 3 semanas. Para el efecto se ha recogido aproximadamente 0.5 kg de compost por fosa, utilizando un sacabocado en 10 veces de diferentes partes de la fosa de tal manera sea lo más posible representativa.

Las lombrices comunes de tierra, inevitablemente han aparecido y multiplicado a la vez considerablemente en los tratamientos que recibieron estiércol, sobretodo en la fase final del proceso de compostaje. Se han retirado las lombrices de las muestras de compost con el propósito de que sean examinados en las mismas condiciones posibles todos los tratamientos, debido a que los tratamientos sin estiércol no contenían lombrices.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. ANALISIS QUIMICO DEL COMPOST

CUADRO 4.1:

PROMEDIO DEL ANALISIS QUIMICO

TRATAMIENTO	pH	CE mmhs/cm	K ppm	MO %	NT %	P ppm	C:N	C %
TR ₁	8.2	0.405	810.1	17.2	0.842	27.53	12	10.00
TR ₂	8.5	0.894	1188.6	12.8	0.639	34.65	12	7.44
A ₁ R ₁	8.0	0.610	889.1	13.8	0.677	38.45	12	8.02
A ₁ R ₂	8.2	0.624	903.5	13.5	0.672	43.07	12	7.85
A ₂ R ₁	8.4	0.452	914.7	9.4	0.469	15.31	12	5.47
A ₂ R ₂	8.1	0.689	892.7	12.5	0.622	21.06	12	7.27

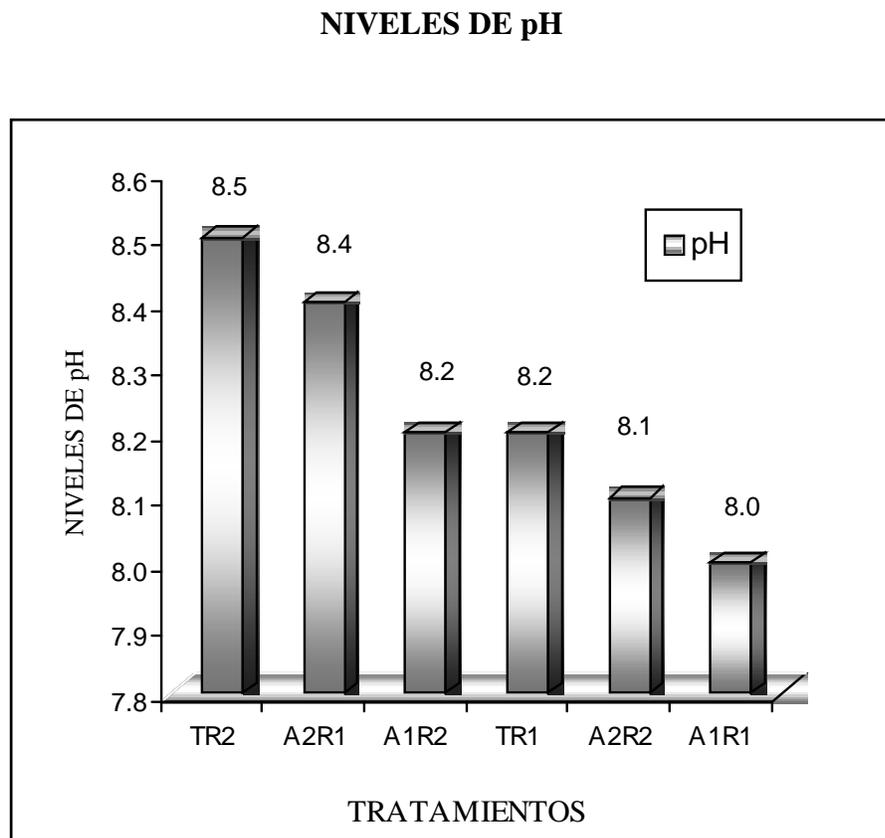
4.1.1. NIVELES DE pH

CUADRO 4.2:

NIVELES DE pH

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	pH
TR ₂	Estiércol, flores secas y hojas	8.5
A ₂ R ₁	Urea y flores secas	8.4
A ₁ R ₂	Estiércol, urea, flores secas y hojas	8.2
TR ₁	Estiércol y flores secas	8.2
A ₂ R ₂	Urea, flores secas y hojas	8.1
A ₁ R ₁	Estiércol, urea y flores secas	8.0

FIGURA 4.1:



Respecto a la influencia de hojas y flores secas en el nivel de pH, el *cuadro 4.3* nos muestra diferencias no significativas; sin embargo, las pequeñas variaciones nos demuestran que la presencia de restos de coníferas en cantidades pequeñas en las pilas de compost ha elevado ligeramente el nivel de pH con un nivel promedio de 8.3 para aquellos tratamientos que recibieron hojas, mezcladas inevitablemente en mínima cantidad de restos de coníferas.

Las coníferas son especies altamente extractoras de bases como el calcio, en consecuencia elevan el nivel de pH cuando son utilizados en la preparación de compost.

CUADRO 4.3:**ANALISIS DE VARIANZA DE pH**

FUENTES DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	2	0.12333	0,06167	2.85 °	4.10	3.56
Tratamientos	5	0.46500	0.09300	4.29 *	3.33	5.64
Activadores (A)	2	0.16333	0.08167	3.77 °	4.10	7.56
Restos vegetales (RV)	1	0.01389	0.01389	0.64 °	4.96	10.04
Interacción(A*RV)	2	0.28778	0.14389	6.64 *	4.10	7.56
Error experimental	10	0,21667	0.02167			
TOTAL	17	0,80500				

CUADRO 4.4:**NIVELES DE pH PROMEDIO**

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	8.2	8.5	8.4
A ₁	8.0	8.2	8.1
A ₂	8.4	8,2	8.3
X _j	8.2	8.3	8.3

4.1.2. NIVELES DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

El cuadro de análisis de varianza, nos muestra diferencias significativas entre los tratamientos, no significativas en cuanto a activadores se refiere y altamente significativas para los restos vegetales utilizados. Se observa claramente que los tratamientos que recibieron hojas de árboles presentan niveles mayores de conductividad eléctrica con un promedio de 0.736 mmhs/cm; estos mismos tratamientos cuando

recibieron solamente flores secas presentan niveles más bajos de conductividad eléctrica con un promedio de 0.489 mmhs/cm, disminuyendo en un valor de 0.247 mmhs/cm. Las pequeñas cantidades de restos de coníferas, consideradas especies altamente extractoras de bases, que se han incorporado a las pilas de compost, han elevado el nivel de pH en consecuencia la conductividad eléctrica conjuntamente otras especies arbóreas extractoras de base.

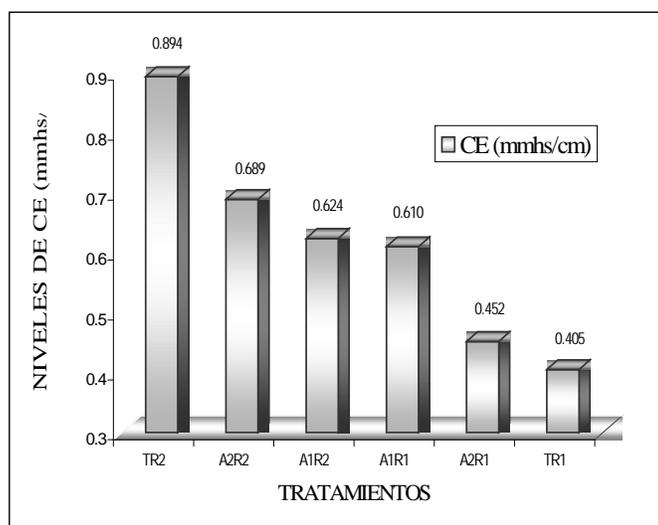
CUADRO 4.5:

NIVELES CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	C E mmhs/cm
TR ₂	Estiércol, flores secas y hojas	0.894
A ₂ R ₂	Urea, flores secas y hojas	0.689
A ₁ R ₂	Estiércol, urea, flores secas y hojas	0.624
A ₁ R ₁	Estiércol, urea y flores secas	0.610
A ₂ R ₁	Urea y flores secas	0.452
TR ₁	Estiércol y flores secas	0.405

FIGURA 4.2:

NIVELES DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA



CUADRO 4.6:**ANALISIS DE VARIANZA DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

FUENTES DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	2	0.033794	0.01897	1.09*	4.10	3.56
Tratamientos	5	0.461410	0.09228	5.31*	3.33	5.64
Activadores (A)	2	0.018920	0.00946	0.54*	4.10	7.56
Restos vegetales (RV)	1	0.273060	0.27306	15.70**	4.96	10.04
Interacción(A*RV)	2	0.169430	0.08471	4.87*	4.10	7.56
Error experimental	10	0.173890	0.01789			
TOTAL	17	0.673240				

CUADRO 4.7:**NIVELES DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA PROMEDIO**

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	0.405	0.894	0.650
A ₁	0.610	0.624	0.617
A ₂	0.452	0.689	0.571
X _j	0.489	0.736	0.613

Los tratamientos que recibieron estiércol presentan mayores niveles de conductividad eléctrica con un promedio de 0.650 mmhs/cm para compost que recibieron solamente estiércol, 0.617 mmhs/cm para tratamientos que recibieron estiércol y urea y 0.571 mmhs/cm para tratamientos que recibieron solamente urea. Si bien estadísticamente no existen diferencias significativas entre los activadores utilizados, se observa el efecto acidificante de la urea, mostrando en consecuencia valores ligeramente más bajos de conductividad eléctrica.

4.1.3. NIVELES DE POTASIO EN LAS DIFERENTES CLASES DE COMPOST

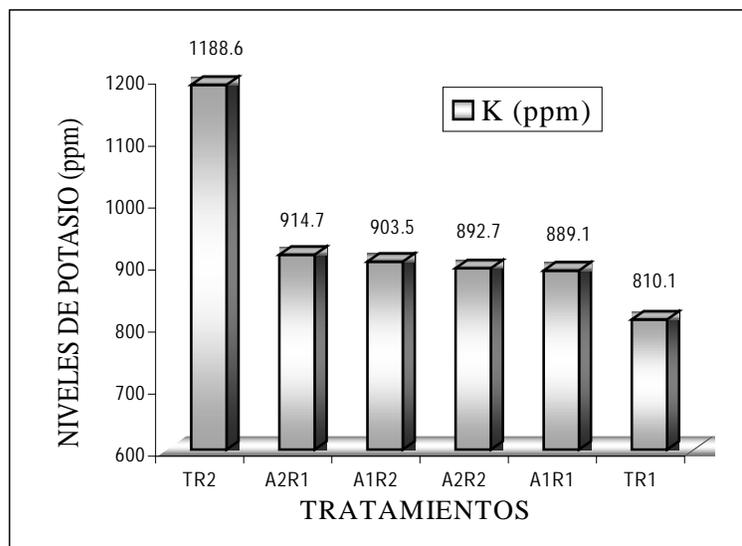
CUADRO 4.8:

NIVELES DE POTASIO

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	K ppm
TR ₂	Estiércol, flores secas y hojas	1188.6
A ₂ R ₁	Urea y flores secas	914.7
A ₁ R ₂	Estiércol, urea, flores secas y hojas	903.5
A ₂ R ₂	Urea, flores secas y hojas	892.7
A ₁ R ₁	Estiércol, urea y flores secas	889.1
TR ₁	Estiércol y flores secas	810.1

FIGURA 4.3:

NIVELES DE POTASIO



El *cuadro 4.8*, nos muestra los niveles de potasio entre las diferentes clases de compost, observándose diferencias notables entre los tratamientos estudiados. El mayor nivel de potasio (1188.6 ppm), corresponde al tratamiento donde se aplicó estiércol, flores secas y hojas; empero, el mismo tratamiento cuando se utilizó solamente flores secas como

materia vegetal, presenta el nivel más bajo entre los tratamientos estudiados, con un valor de 810.1 ppm, disminuyendo considerablemente en 378.5 ppm.

CUADRO 4.9:**ANALISIS DE VARIANZA DE POTASIO**

FUENTES DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	2	12201.3	6100.64	0.81°	4.10	3.56
Tratamientos	5	255614.3	51122.8	6.77**	3.33	5.64
Activadores (A)	2	39651.9	19825.9	2.63°	4.10	7.56
Restos vegetales (RV)	1	68808.1	68808.1	9.12*	4.96	10.04
Interacción(A*RV)	2	147154.3	73577.2	9.75**	4.10	7.56
Error experimental	10	75484.9	7548.5			
TOTAL	17	3433000				

CUADRO 4.10:**NIVELES DE POTASIO PROMEDIO (ppm)**

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	810.1	1188,6	999.4
A ₁	889.1	903.5	896.3
A ₂	914.7	892.7	903.7
Xj	871.3	994.9	933.1

En el *cuadro 4.9*, se observa diferencias altamente significativas entre los tratamientos. La diferencia estadística entre medias con relación a los restos vegetales utilizados es significativa, observándose en los tratamientos que recibieron hojas de árboles niveles mayores de potasio con un promedio de 994.9 ppm. En contraposición, los tratamientos que no recibieron hojas, presentan niveles menores de potasio con un valor

promedio de 871.3 ppm, existiendo una diferencia de 23.6ppm entre los compost con hojas y sin hojas.

Asimismo se observa diferencias no significativas entre los activadores utilizados; sin embargo los tratamientos que recibieron solamente estiércol como activador, se registran los niveles mayores de potasio con un valor promedio de 999.4 ppm, mientras que los compost que recibieron urea presentan niveles menores de potasio.

De manera general, todos los tratamientos estudiados presentan niveles de potasio muy altos sugiriendo su uso como abono orgánico moderadamente rico en potasio.

4.1.4. NIVELES DE MATERIA ORGANICA EN LAS DIFERENTES CLASES DE COMPOST

CUADRO 4.11:

NIVELES DE MATERIA ORGANICA

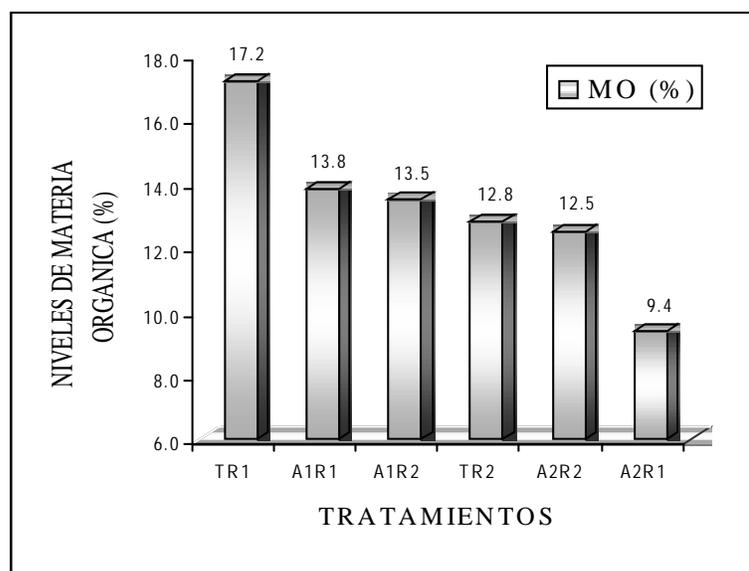
TRATAMIENTO	DESCRIPCION	MO %
TR ₁	Estiércol y flores secas	17.2
A ₁ R ₁	Estiércol, urea y flores secas	13.8
A ₁ R ₂	Estiércol, urea, flores secas y hojas	13.5
TR ₂	Estiércol, flores secas y hojas	12.8
A ₂ R ₂	Urea, flores secas y hojas	12.5
A ₂ R ₁	Urea y flores secas	9.4

En el *cuadro 4.12*, se observa diferencias altamente significativas entre los tratamientos y activadores. Los compost que recibieron estiércol, presentan los niveles mayores de materia orgánica, alcanzando un nivel promedio de 17.2 %, que corresponde al tratamiento que recibió estiércol y flores secas; sin embargo, cuando se aplicó urea en lugar de la capa de estiércol al tratamiento que registró el mayor nivel de materia orgánica, se observa que disminuye hasta alcanzar un nivel de 9.4 %, existiendo una

diferencia significativa de 7.8 % entre los extremos. Los niveles más bajos de materia orgánica, corresponden a los tratamientos que recibieron solamente urea como activador, con un valor de 10.94 %.

FIGURA 4.4

NIVELES DE MATERIA ORGANICA



CUADRO 4.12:

ANALISIS DE VARIANZA DE MATERIA ORGANICA

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	2	3.481	1.740	0.60°	4.10	3.56
Tratamientos	5	95.223	19.045	6.56**	3.33	5.64
Activadores (A)	2	51.716	25.858	8.91**	4.10	7.56
Restos vegetales (RV)	1	1.361	1.361	0.47°	4.96	10.04
Interacción(A*RV)	2	42.145	21.073	7.26*	4.10	7.56
Error experimental	10	29.024	2.902			
TOTAL	17	127.728				

CUADRO 4.13:**NIVELES DE MATERIA ORGANICA (%) PROMEDIO**

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	17.21	12.83	15.02
A ₁	13.84	13.47	13.66
A ₂	9.39	12.49	10.94
X _j	13.48	12.93	13.21

La urea incorporada como fuente de nitrógeno, provocó mayor actividad química y microbiológica, en consecuencia se ha ocasionado una considerable pérdida de materia orgánica en forma de CO₂.

No existen diferencias estadísticas entre los restos vegetales utilizados en la preparación de compost, observándose pequeñas variaciones entre tratamientos que recibieron hojas y tratamientos sin hojas.

Por otro lado observamos, de manera general, niveles de materia orgánica bajos con relación a otros compost obtenidos utilizando métodos de obtención y materiales distintos. Comparando los niveles de materia orgánica de los diferentes tratamientos que varían de (9.4 – 17.2 %), con los niveles de materia orgánica reportados por varios autores que varían de 20 a 40 %, se observa que los niveles de materia orgánica obtenidos localmente están por debajo de los niveles reportados, debido posiblemente al uso de tierra en una capa moderadamente delgada (0.5 cm) que se utilizó para separar cada capa en la construcción de la pila de complots como también para cubrir la pila de compost en una altura de 1 cm. No obstante se puede recomendar el compost producido como fertilizante orgánico y/o enmienda para mejorar la productividad de los suelos y lograr rendimientos máximos en los cultivos. Se conoce del efecto beneficioso de la materia orgánica como fuente de nutrientes para las plantas como mejorador de las

propiedades físicas de los suelos principalmente en lo referente al mejoramiento de la retención de humedad y a la estructuración del suelo aumentando su porosidad y haciendo que el suelo sea más fácil su laboreo.

4.1.5. NIVELES DE NITROGENO TOTAL

En el cuadro de análisis de varianza, se observa diferencias altamente significativas entre los tratamientos y activadores utilizados. Los niveles mayores de nitrógeno corresponden a tratamientos que recibieron estiércol, alcanzando un nivel máximo de 0.842 para el tratamiento que recibió estiércol y flores secas; el mismo tratamiento cuando se le agregaron hojas de árboles, registró el valor más bajo (0.639 %) entre los compost que recibieron estiércol, disminuyendo en 0.203 %.

CUADRO 4.14:

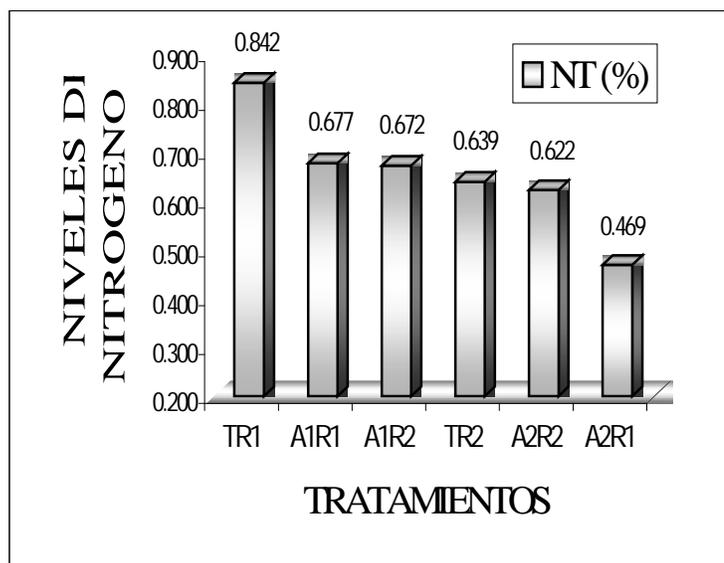
NIVELES DE NITROGENO TOTAL

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	N T %
TR ₁	Estiércol y flores secas	0.842
A ₁ R ₁	Estiércol, urea y flores secas	0.677
A ₁ R ₂	Estiércol, urea, flores secas y hojas	0.672
TR ₂	Estiércol, flores secas y hojas	0.639
A ₂ R ₂	Urea, flores secas y hojas	0.622
A ₂ R ₁	Urea y flores secas	0.469

Los tratamientos que recibieron solamente urea como activador, presentan niveles bajos, con un promedio de 0.546 % de nitrógeno total. Al igual que en el nivel de materia orgánica, el nivel más bajo de nitrógeno corresponde al tratamiento que recibió urea y flores secas con un nivel de 0.469 %.

FIGURA 4.5:

NIVELES DE NITROGENO TOTAL



CUADRO 4.15:

ANALISIS DE VARIANZA DE NITROGENO

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	2	0.00586	0.00293	0.51°	4.10	3.56
Tratamientos	5	0.21506	0.04301	7.50**	3.33	5.64
Activadores (A)	2	0.11804	0.05902	10.29**	4.10	7.56
Restos vegetales (RV)	1	0.00157	0.00157	0.27°	4.96	10.04
Interacción(A*RV)	2	0.09545	0.04773	8.32**	4.10	7.56
Error experimental	10	0.05737	0.00574			
TOTAL	17	0.27830				

CUADRO 4.16:**NIVELES DE NITROGENO TOTAL PROMEDIO**

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	0.842	0.639	0.741
A ₁	0.677	0.672	0.675
A ₂	0.469	0.622	0.546
X _j	0.663	0.644	0.654

Si bien los valores de nitrógeno total representan los niveles de nitrógeno que contienen las diferentes clases de compost, se conoce que el comportamiento del nitrógeno es muy inestable en el compost, sufriendo diferentes reacciones de oxidación y reducción del nitrógeno, por la acción de los microorganismos y las influencias ambientales favorables de los hábitats. Por lo tanto, varios autores recomiendan la estimación del nitrógeno a partir de la materia orgánica, para una recomendación mas apropiada del nitrógeno, encontrándose en los análisis realizados en los suelos a abonos orgánicos de Tarija, que el 6.5 % de la materia orgánica corresponde al elemento nitrógeno.¹

4.1.6. NIVELES DE FOSFORO EN LAS DIFERENTES CLASES DE COMPOST

El *cuadro 4.18*, presenta los niveles de fósforo analizados en las diferentes clases de compost, observándose diferencias altamente significativas en los niveles de fósforo entre los tratamientos y activadores utilizados. El mayor nivel de fósforo (43.07 ppm) corresponde al tratamiento donde se mezcló estiércol, flores secas y hojas: en cambio el nivel de fósforo mas bajo (15.31 ppm) corresponde al tratamiento donde se utilizó estiércol y flores secas; concluyéndose que los compost más ricos en fósforo son aquellos que recibieron estiércol y hojas.

¹ Laboratorio de Suelos del IBTA Tarija.

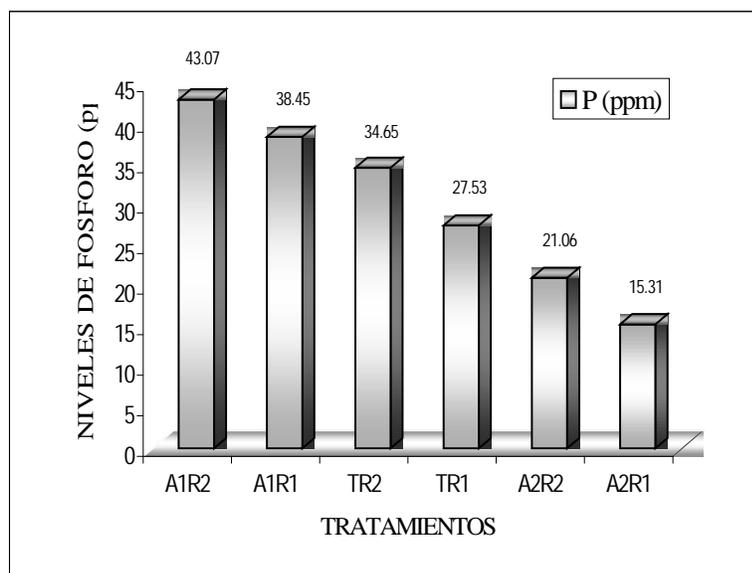
CUADRO 4.17:

NIVELES DE FOSFORO

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	P ppm
A ₁ R ₂	Estiércol, urea, flores secas y hojas	43.07
A ₁ R ₁	Estiércol, urea y flores secas	38.45
TR ₂	Estiércol, flores secas y hojas	34.65
TR ₁	Estiércol y flores secas	27.53
A ₂ R ₂	Urea, flores secas y hojas	21.06
A ₂ R ₁	Urea y flores secas	15.31

FIGURA 4.6:

NIVELES DE FOSFORO



CUADRO 4.18:**ANALISIS DE VARIANZA DE FOSFORO**

FUENTES DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	2	28.7766	14.3883	0.38°	4.10	3.56
Tratamientos	5	1695.789	339.157	8.96**	3.33	5.64
Activadores (A)	2	1538.261	769.131	20.32**	4.10	7.56
Restos vegetales (RV)	1	152.775	152.775	4.04°	4.96	10.04
Interacción(A*RV)	2	4.7497	2.3749	0.06°	4.10	7.56
Error experimental	10	378.464	37.8464			
TOTAL	17	2103.026				

Si bien estadísticamente no existen diferencias significativas entre los restos vegetales utilizados como materia vegetal, se observa que los compost que recibieron hojas de árboles presentan los niveles mayores de fósforo con un nivel promedio de 32.92 ppm; mientras que los niveles más bajos de fósforo asimilable corresponden a tratamientos donde se utilizó solamente flores secas como materia vegetal, con un nivel promedio de 27.10 ppm.

CUADRO 4.19:**NIVELES DE FOSFORO PROMEDIO**

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	27.53	34.65	31.09
A ₁	38.45	43.06	40.75
A ₂	15.31	21.06	18.19
X _j	27.10	32.92	30.01

De manera general los niveles de fósforo presentes en las diferentes clases de compost estudiados pueden ser interpretados como niveles medios (27.53, 21.06 y 15.31 ppm) y niveles altos los compost con niveles de fósforo de (43.07, 34.45 y 34.65 ppm); por lo tanto los compost obtenidos pueden ser utilizados como fertilizantes orgánicos para los diferentes cultivos.

Comparando los niveles de fósforo de las diferentes clases de compost, con los niveles de fósforo de la mayoría de los suelos cultivados de Tarija, que tienen niveles de fósforo entre 1 a 6 ppm, interpretado como bajo, se podrían recomendar el uso de compost para aumentar los niveles de fósforo de dichos suelos e incrementar su productividad.

4.1.7. NIVEL DE LA RELACION CARBONO - NITROGENO

La relación $C: N$, de las diferentes clases de compost estudiados (*cuadro 4.20*) presenta niveles estadísticamente no significativas con una relación $C: N$ de 12 interpretándose como un compost altamente descompuesto y de fácil asimilación. En consecuencia, la disponibilidad para las plantas de los diferentes elementos presentes en el compost podría ser interpretada como altas.

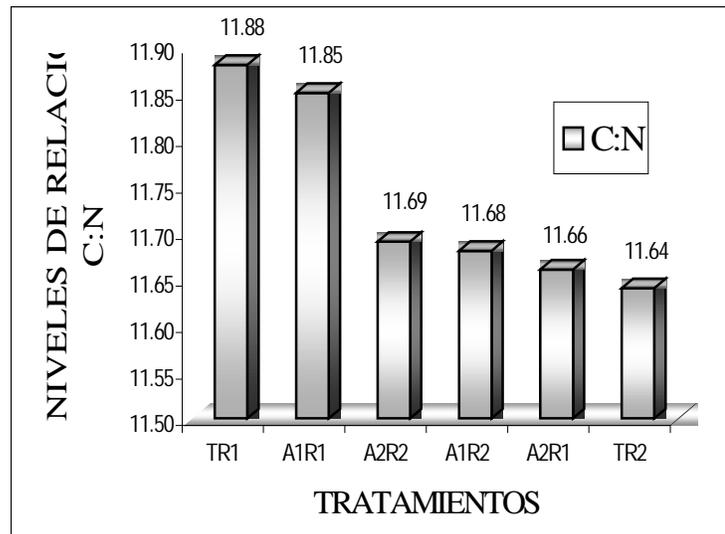
CUADRO 4.20:

NIVELES DE RELACION CARBONO NITROGENO

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	C:N
TR ₁	Estiércol y flores secas	11.88
A ₁ R ₁	Estiércol, urea y flores secas	11.85
A ₂ R ₂	urea, flores secas y hojas	11.69
A ₁ R ₂	Estiércol, urea, flores secas y hojas	11.68
A ₂ R ₁	Urea y flores secas	11.66
TR ₂	Estiércol, flores secas y hojas	11.64

FIGURA 4.7:

NIVELES DE LA RELACION CARBONO - NITROGENO



4.2. ANALISIS DE GRANULOMETRIA DEL COMPOST

CUADRO 4.21:

PROMEDIO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

TRATAMIENTO	> 2 mm	2 - 1 mm	1- 0.3 mm	0.3-0.1 mm	0.1 mm	TOTAL
TR ₁	18.8	11.5	32.9	27.3	9.5	81.21
TR ₂	14.7	13.9	33.1	27.6	10.6	85.21
A ₁ R ₁	12.2	11.2	33.4	25.1	18.3	88.01
A ₁ R ₂	15.6	11.3	37.0	27.5	8.5	84.30
A ₂ R ₁	19.2	10.5	31.5	28.9	8.9	80.80
A ₂ R ₂	20.7	11.6	30.1	25.7	11.8	79.20

4.2.1. PARTICULAS DE COMPOST (mayores a 2 mm)

CUADRO 4.22:

PARTICULAS DE COMPOST (mayores a 2 mm)

DESCRIPCION	TRATAMIENTO	2 mm (%)
Flores secas, hojas y urea	A ₂ R ₂	20.7
Flores secas y urea	A ₂ R ₁	19.2
Estiércol y flores secas	TR ₁	18.8
Estiércol, urea, flores seca y hojas	A ₁ R ₂	15.6
Estiércol, flores secas y hojas	TR ₂	14.7
Estiércol, urea y flores secas	A ₁ R ₁	12.2

CUADRO 4.23:

ANALISIS DE VARIANZA DE GRANULOMETRIA DE PARTICULAS (mayores a 2mm)

FUENTES DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	2	50.76	25.38	1.85 °	4.10	7.56
Tratamientos	5	156.58	31.32	2.28 °	3.33	5.64
Activadores (A)	2	110.50	55.25	4.02 °	4.10	7.56
Restos vegetales (RV)	1	0.347	0.347	0.03 °	4.96	10.04
Interacción(A*RV)	2	45.734	22.87	1.67 °	4.10	7.56
Error experimental	10	137.38	13.74			
TOTAL	17	344.73				

El cuadro de análisis de varianza, presenta diferencias estadísticas no significativas para todas las fuentes de variación en estudio. No obstante, se observa los porcentajes mayores de partículas de compost, en los tratamiento que recibieron solamente urea como activador, con un nivel promedio de 19.95 %.

CUADRO 4.24:

PARTICULAS DE COMPOST PROMEDIO
(mayores a 2 mm)

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	18.8	14.7	16.75
A ₁	12.2	15.6	13.90
A ₂	19.2	20.7	19.95
X _j	16.73	17.0	16.87

Todos los tratamientos que recibieron estiércol, presentan los porcentajes menores de partículas de compost, registrándose el nivel más bajo para el tratamiento donde se utilizó estiércol, urea y flores secas.

También se observa pequeñas variaciones entre los tratamientos que recibieron solamente flores secas y tratamientos que recibieron flores secas y hojas; registrándose el mayor porcentaje (17.0 %) para los compost donde se utilizó hojas de árboles, frente a 16.73 % para compost sin hojas.

4.2.2. PARTICULAS DE COMPOST (entre 2 – 0.3 mm)

El *cuadro 4.26*, al igual que para partículas mayores a 2 mm, nos muestra diferencias estadísticas no significativas para las distintas fuentes de variación estudiados; empero, los tratamientos que recibieron estiércol presentan los porcentajes mayores de partículas de compost en este rango, valores que alcanzan un nivel de 48.3 %, que corresponde al tratamiento que recibió estiércol, urea, flores secas y hojas. En cambio el nivel más bajo entre todos los tratamientos corresponde al compost que recibió urea, flores secas y hojas con un valor de 41.7 %; observándose que el estiércol es el principal componente que ha influido en considerablemente en las variaciones presentadas.

CUADRO 4.25:

PARTICULAS DE COMPOST
(entre 2 – 0.3 mm)

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	2– 0.3 mm (%)
Flores secas, hojas y urea	A ₁ R ₂	48.30
Flores secas y urea	TR ₂	47.03
Estiércol y flores secas	A ₁ R ₁	44.53
Estiércol, urea, flores seca y hojas	TR ₁	44.43
Estiércol, flores secas y hojas	TR ₂	41.97
Estiércol, urea y flores secas	A ₂ R ₂	41.67

CUADRO 4.26:

ANALISIS DE VARIANZA DE GRANULOMETRIA
DE PARTICULAS DE COMPOST (2mm – 0.3 mm)

FUENTES DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	2	17.498	8.749	0.33 °	4.10	7.56
Tratamientos	5	105.491	21.098	0.80 °	3.33	5.64
Activadores (A)	2	73.934	36.967	1.40 °	4.10	7.56
Restos vegetales (RV)	1	18.402	18.40	0.70 °	4.96	10.04
Interacción(A*RV)	2	13.154	6.577	0.25 °	4.10	7.56
Error experimental	10	263.42	26.342			
TOTAL	17	386.404				

Los tratamientos que recibieron solamente urea como activador, presentan los niveles más bajos de partículas de compost en el rango de 2 a 0.3 mm de tamaño, con un valor promedio de 41.82 %. Las pequeñas variaciones que se muestran entre tratamientos

entre compost con hojas y compost sin hojas, es mínima; con un valor de 43.645 para tratamientos sin hojas y 45.67 % para tratamientos que recibieron hojas de árboles.

CUADRO 4.27:

PARTICULAS DE COMPOST PROMEDIO

(entre 2 – 0.3 mm)

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	44.43	47.03	45.73
A ₁	44.53	48.30	46.42
A ₂	41.97	41.67	41.82
X _j	43.64	45.67	44.66

4.2.3. PARTICULAS DE COMPOST (menores a 0.3 mm)

CUADRO 4.28:

PARTICULAS DE COMPOST

(menores a 0.3 mm)

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	<0,3 mm (%)
A ₁ R ₁	Estiércol, urea, flores secas y hojas	43.4
A ₂ R ₁	Urea y flores secas	38.8
TR ₂	Estiércol, flores secas y hojas	38.2
A ₂ R ₂	Urea, flores seca y hojas	37.5
TR ₁	Estiércol y flores secas	36.8
A ₁ R ₂	Estiércol, urea, flores secas y hojas	36.0

En el cuadro de análisis de varianza, se observa que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos. En el *cuadro 4.28*, se observa que el porcentaje más alto (43.4 %) corresponde al tratamiento que recibió estiércol, urea y

flores secas; el mismo tratamiento cuando recibió hojas de árboles, muestra el nivel más bajo (36.0 %) entre todos los tratamientos, registrándose una diferencia de 7.4 % entre ambos extremos.

CUADRO 4.29:

**ANALISIS DE VARIANZA DE GRANULOMETRIA
DE PARTICULAS (menores a 0.3 mm)**

FUENTES DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tabulada	
					0.5%	0.1 %
REPETICIONES	2	33.14	16.57	0.93 °	4.10	7.56
TRATAMIENTOS	5	147.36	29.47	1.66 °	3.33	5.64
ERROR EXP.	10	177.99	17.79			
TOTAL	17	358.5				

CUADRO 4.30:

**PARTICULAS DE COMPOST PROMEDIO
(menores a 0.3 mm)**

ACTIVADOR	RESTOS VEGETALES		Xi
	R ₁	R ₂	
T	36.77	38.20	37.49
A ₁	43.37	36.07	39.72
A ₂	38.80	34.2	36.50
Xj	39.65	36.16	37.90

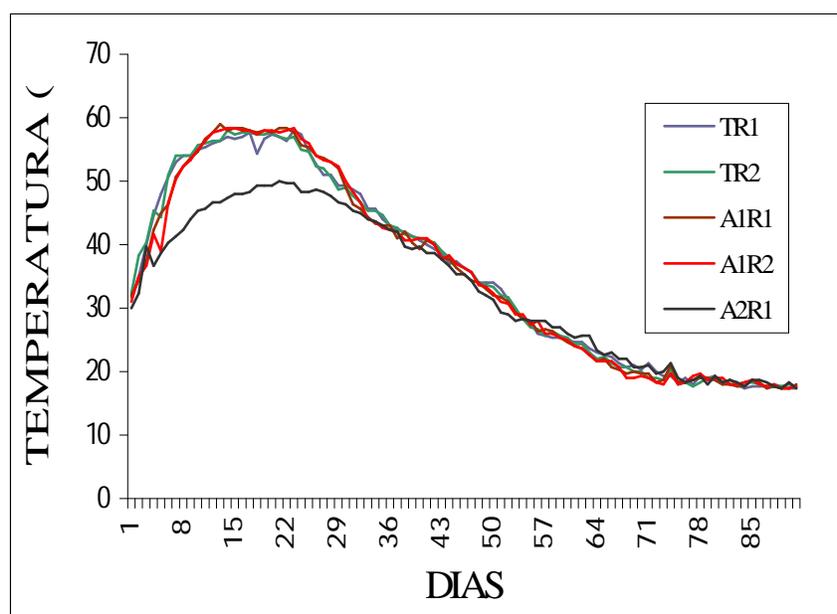
4.3. VARIACION DE LAS TEMPERATURAS

Las temperaturas diarias registradas durante el proceso de compostaje, no han alcanzado los valores reportados por varios Autores, para las condiciones similares. Sin embargo, en el presente experimento las fosas utilizadas para la preparación de compost son de tamaños más reducidos, lo que en última instancia no permitió que las temperaturas

alcancen valores altos, considerando las dimensiones mínimas recomendados por varios Autores, para asegurar el calentamiento de la masa a compostar.

FIGURA 4.8:

**VARIACION DE LA TEMPERATURA DURANTE
EL PROCESO DE COMPOSTAJE**



En la *figura 4.1*, observamos que los tratamientos que recibieron solamente estiércol han alcanzado los valores más altos de temperatura, registrándose para los tratamientos que recibieron solamente estiércol valores más bajos entre 57.3 °C y 58.0 °C; mientras que los tratamientos que recibieron estiércol y urea alcanzan valores pico de 58.7 °C y 59.0 °C. En cambio, los compost que recibieron solamente urea, las temperaturas apenas alcanzan valores pico entre 50.3 °C y 50.7 °C, observándose una diferencia considerable alrededor de 8 a 9 °C entre los compost con estiércol y compost sin estiércol.

Por otro lado se observa que los tratamientos que recibieron estiércol, han alcanzado el valor pico en menos tiempo alrededor de 15 días después de iniciado el proceso de compostaje. En cambio los tratamientos sin estiércol, han alcanzado las temperaturas pico, después de tres semanas aproximadamente de iniciado el proceso de descomposición de la materia orgánica. En los tratamientos que recibieron estiércol, las fases de ascenso y descenso de temperaturas es notable y se llevan en menores tiempos; mientras que en los tratamientos sin estiércol, no se observa el comportamiento característico de la temperatura durante el proceso de compostaje.

4.4. DISMINUCION DE VOLUMEN

Los tratamientos que recibieron estiércol, han registrado una pérdida de volumen más pronunciado en las primeras etapas; mientras que los tratamientos que recibieron solamente urea si bien han registrado pérdida de materia orgánica en mayor porcentaje, el proceso de pérdida de volumen se ha manifestado en forma tardía y regular durante el proceso.

CUADRO 4.31:

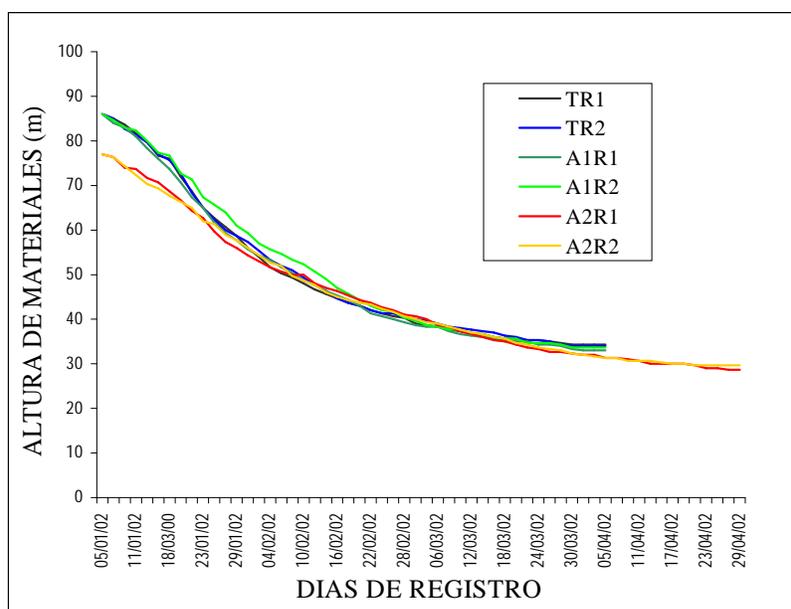
VOLUMEN INICIAL Y FINAL DE LAS DIFERENTES CLASES DE COMPOST

TRATAMIENTO	Vo (m ³)	Vf (m ³)	Dif. V (m ³)	%
TR ₁	0.435	0.200	0.235	54.02
TR ₂	0.435	0.185	0.250	57.47
A ₁ R ₁	0.435	0.195	0.240	55.17
A ₁ R ₂	0.435	0.190	0.245	56.32
A ₂ R ₁	0.390	0.165	0.225	57.69
A ₂ R ₂	0.390	0.170	0.220	56.41

Considerando los volúmenes iniciales de las pilas de compost, es decir 0.435 m^3 por fosa para tratamientos con estiércol y 0.39 m^3 por fosa para tratamientos sin estiércol, se observa que el tratamiento que recibió estiércol y flores secas presenta el mayor volumen final con un valor de 0.2 m^3 , disminuyendo en un 54.02 % respecto al volumen inicial; el mismo tratamiento cuando se le aplicó urea en lugar de estiércol ha disminuido en un 57.69 % con un volumen final de 0.165 m^3 .

FIGURA 4.9:

**VARIACION DE PERDIDA DE ALTURA DE MATERIALES
DURANTE EL PROCESO DE COMPOSTAJE**



CAPITULO V
CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

Las diferentes clases de compost obtenidos en el presente trabajo, nos muestran diferencias notables, que a continuación se presentan:

- * Los tratamientos que recibieron estiércol como activador, han registrado los niveles mayores de macronutrientes vegetales (NPK) y materia orgánica. El tratamiento que recibió estiércol y flores secas presenta el nivel más alto de materia orgánica con 17,2 % y de nitrógeno total con 0.842 %.
- * La incorporación de urea, ha influido notablemente en la pérdida de materia orgánica en forma de dióxido de carbono (CO_2). Los niveles mayores de materia orgánica, corresponden a los tratamientos que recibieron solamente estiércol, con un nivel promedio de 15.02 %; los tratamientos que recibieron estiércol y urea, presentan niveles medios con un valor promedio de 13.66 %; y los tratamientos que recibieron solamente urea, presentan los valores más bajos con un promedio de 10.94 %.
- * Las hojas de árboles han aportado cantidades considerables de fósforo y potasio a los compost obtenidos. Los tratamientos que recibieron hojas presentan los niveles mayores de fósforo con un nivel de 32.92 ppm; mientras que los tratamientos sin hojas de árboles presentan un nivel promedio de 27.10 ppm, disminuyendo en 5.82 ppm. En lo que se refiere a potasio, existe estadísticamente diferencias significativas entre los restos vegetales utilizados. Los tratamientos con hojas, presentan los niveles mayores de potasio con un promedio de 994.9 ppm; mientras que los compost donde se utilizó solamente flores secas como materia vegetal, se registran valores bajos con un promedio de 871.3 ppm.

- * La granulometría de las diferentes clases de compost, estadísticamente no presentan diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. No obstante, los tratamientos que recibieron solamente urea, presentan las cantidades más altas de partículas de compost mayores a 2 mm de tamaño con un promedio de 16.75 %; el valor más alto (20.7 %) corresponde al tratamiento donde se utilizó urea, flores secas y hojas. En el rango de partículas de compost entre 2 a 0.3 mm de tamaño, se observa que los tratamientos que recibieron estiércol presentan los valores más altos, registrándose el nivel más alto para el tratamiento que recibió estiércol, urea, flores secas y hojas, con un valor de 48.3 %.

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

6. RECOMENDACIONES

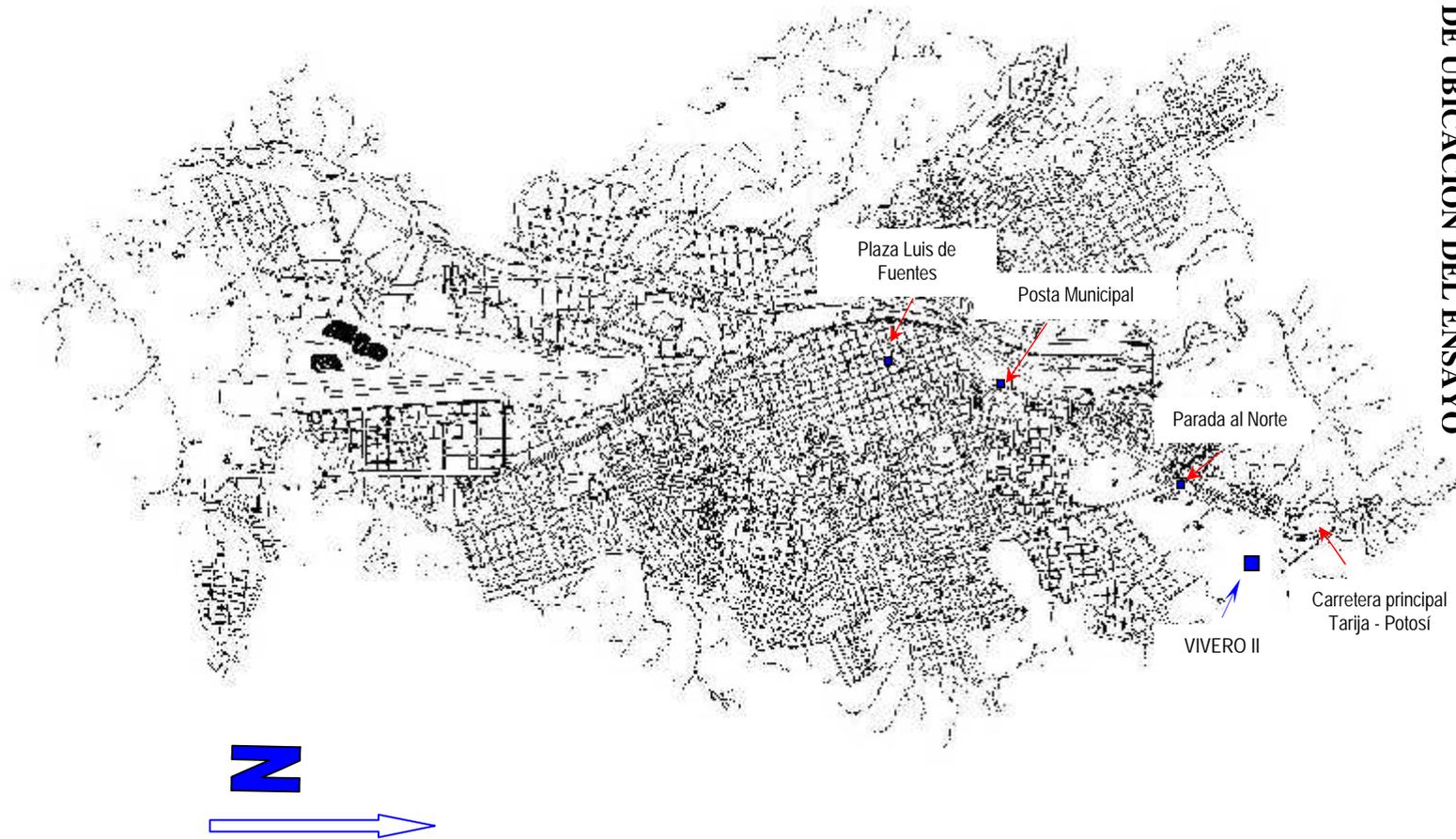
- * No se recomienda el uso de la urea como suplemento en las dosis aplicadas en el presente trabajo, a menos se realicen otros estudios con diferentes dosis, determinándose de esta manera la cantidad adecuada de urea por metro cúbico de pila de compost.
- * El uso de estiércol de ganado vacuno de la región, aporta cantidades considerables de elementos minerales al compost y además activa rápidamente el proceso de descomposición por su alta carga de microorganismos. De manera definitiva, debemos afirmar que la incorporación de restos orgánicos de origen animal como es el estiércol, estimula enormemente la actividad microbiológica del compost, lo que en última instancia se traduce en un compost rico en elementos minerales disponibles y con una carga microbiana y enzimática alta.
- * Con el propósito de realizar una valoración más real y minuciosa, se recomienda producir diferentes clases de compost y posteriormente aplicar a los cultivos más rentables de la región, ya que según reportes bibliográficos, la carga microbiana del compost y demás componentes como los micronutrientes que son necesarios en pequeñas cantidades que podrían estar presentes en los compost, ofrecen enormes ventajas frente a la agricultura convencional.
- * La incorporación de hojas de árboles a la pila de compost, en un volumen que no supere el 20 % del total de la materia vegetal, no retarda el proceso de descomposición, más al contrario aporta elementos principales como es el potasio y fósforo. Empero, las hojas incorporadas corresponden casi en su totalidad a especies caducifolios, ya que estas especies extraen considerables cantidades de elementos minerales del suelo.
- * Urge de inmediato realizar investigaciones posteriores sobre la elaboración del compost; sin embargo se recomienda construir pilas de compost de

mayores dimensiones, a las que se han formado en el presente trabajo; debido a que se corre el riesgo de no alcanzar las temperaturas pico, que son muy necesarias para destruir los agentes patógenos y semillas de malezas.

- * Cuando se obtiene compost en fosas, es innecesaria la incorporación de la capa de 0.5 cm de tierra rico en humus, tomando en cuenta la incorporación de 6 cm de estiércol por cada 15 a 20 cm de restos vegetales y el contacto directo de los materiales a compostar con el suelo; ya que estos proporcionan suficiente cantidad de microorganismos necesarios y elementos minerales de rápida asimilación para iniciar el proceso de descomposición de la materia orgánica rápidamente.
- * Los restos vegetales del Cementerio, está compuesta por una gran variedad de especies florales, con una relación de $C: N$, que oscila alrededor de 30. El alto porcentaje de materia vegetal que contiene la basura del Cementerio y su fácil degradación, nos ofrece un excelente material vegetal para obtener compost.
- * Los resultados del presente trabajo deben sólo ser utilizados para las condiciones ambientales y materiales utilizados similares, por considerar la complejidad del proceso de compostaje.

ANEXOS

PLANO DE LA CIUDAD DE TARIJA



Anexo 2:**TEMPERATURAS PROMEDIO POR TRATAMIENTOS
EN GRADOS CENTIGRADOS**

N°	FECHA	TR ₁	TR ₂	A ₁ R ₁	A ₁ R ₂	A ₂ R ₁	A ₂ R ₂
1	05/01/02	31.67	32.33	32.00	31.00	30.00	29.00
2	06/01/02	35.00	38.33	34.33	35.00	32.33	31.33
3	07/01/02	40.00	40.33	37.33	36.67	39.67	38.67
4	08/01/02	44.67	45.33	42.33	41.67	36.67	35.67
5	09/01/02	48.00	44.33	45.00	39.00	38.67	45.33
6	10/01/02	50.67	51.00	46.33	46.67	40.33	39.67
7	11/01/02	53.00	54.00	50.67	50.33	41.33	41.67
8	12/01/02	54.00	54.00	52.33	52.33	42.33	43.00
9	13/01/02	54.00	54.00	53.67	53.33	44.00	44.67
10	14/01/02	55.00	55.67	54.67	55.00	45.33	45.33
11	15/01/02	55.33	56.00	56.67	56.33	45.67	46.67
12	16/01/02	56.00	56.33	57.67	57.67	46.67	47.33
13	17/01/02	56.33	56.33	59.00	58.00	46.67	47.67
14	18/01/02	57.00	58.00	58.00	58.33	47.33	47.67
15	19/01/02	56.67	57.33	58.33	58.33	48.00	48.33
16	20/01/02	57.00	57.67	58.33	58.00	48.00	48.33
17	21/01/02	57.67	57.67	58.00	58.00	48.33	49.00
18	22/01/02	54.33	57.33	57.67	57.33	49.33	49.33
19	23/01/02	56.67	57.33	58.00	58.00	49.33	50.33
20	24/01/02	57.33	57.67	57.67	58.00	49.33	50.33
21	25/01/02	57.00	57.00	58.33	57.67	50.00	50.67
22	26/01/02	56.33	56.67	58.33	58.00	49.67	50.33
23	27/01/02	58.00	57.00	57.67	58.33	49.67	50.00
24	28/01/02	57.33	55.00	55.67	56.67	48.33	50.00
25	29/01/02	54.67	54.67	55.33	56.00	48.33	48.33
26	30/01/02	52.67	52.33	54.00	54.00	48.67	49.33
27	31/01/02	51.00	52.00	53.67	53.33	48.33	48.00
28	01/02/02	51.00	50.67	53.00	53.00	47.67	47.67
29	02/02/02	49.33	48.67	52.00	52.33	46.67	47.33
30	03/02/02	49.33	49.00	49.00	50.00	46.33	46.67
31	04/02/02	48.67	47.67	46.33	48.33	45.33	46.00
32	05/02/02	48.00	46.67	45.67	46.67	45.00	43.67
33	06/02/02	45.67	45.33	44.33	44.00	44.00	43.67
34	07/02/02	45.67	45.33	43.33	43.67	43.67	43.33
35	08/02/02	44.00	44.67	43.00	42.67	43.00	43.33
36	09/02/02	43.00	43.00	43.00	42.33	42.33	42.00
37	10/02/02	42.33	42.67	41.00	42.00	42.00	41.33
38	11/02/02	42.00	41.67	42.00	40.67	39.67	40.33
39	12/02/02	41.33	41.33	40.33	40.67	39.33	40.33
40	13/02/02	40.67	41.00	39.33	41.00	39.67	40.00
41	14/02/02	40.00	40.67	40.67	41.00	38.67	40.00
42	15/02/02	39.33	40.33	40.00	40.00	38.67	38.67
43	16/02/02	38.67	39.00	38.00	37.67	37.67	37.33
44	17/02/02	37.00	38.00	37.67	38.33	36.67	36.33
45	18/02/02	37.33	37.00	36.33	37.00	35.33	36.00
46	19/02/02	36.33	36.33	35.33	36.33	35.33	34.67
47	20/02/02	35.67	35.67	34.33	35.67	34.33	33.67
48	21/02/02	34.00	34.00	34.00	33.67	32.67	32.67

49	22/02/02	34.00	33.67	33.00	33.33	32.00	32.00
50	23/02/02	34.00	33.33	32.00	32.33	31.33	31.33
51	24/02/02	33.00	32.00	31.67	31.00	29.33	29.33
52	25/02/02	31.33	31.67	31.00	30.67	29.00	29.67
53	26/02/02	29.33	30.00	29.33	29.00	28.00	27.67
54	27/02/02	28.33	28.33	28.33	29.00	28.33	28.33
55	28/02/02	27.67	27.00	28.00	27.33	28.00	28.00
56	01/03/02	26.00	26.67	26.33	28.00	28.00	26.67
57	02/03/02	25.67	25.67	26.67	26.00	28.00	28.33
58	03/03/02	25.33	26.33	26.33	26.00	27.00	27.67
59	04/03/02	25.33	25.67	25.33	25.33	27.00	27.00
60	05/03/02	25.00	25.33	24.67	25.00	26.00	27.00
61	06/03/02	24.67	24.33	24.00	24.00	25.33	26.00
62	07/03/02	24.67	24.33	23.67	23.67	25.67	25.00
63	08/03/02	23.67	23.00	22.67	22.67	25.67	24.67
64	09/03/02	23.00	22.00	21.67	21.67	23.33	24.00
65	10/03/02	22.67	22.33	22.00	21.67	22.67	23.00
66	11/03/02	22.33	21.33	20.67	21.67	23.00	22.00
67	12/03/02	21.33	20.67	20.33	20.67	22.00	22.00
68	13/03/02	20.67	20.67	19.67	19.00	22.00	22.00
69	14/03/02	21.00	20.00	20.00	19.00	20.67	20.67
70	15/03/02	20.33	20.00	19.67	19.33	20.67	20.67
71	16/03/02	21.33	19.00	19.67	19.00	21.00	21.00
72	17/03/02	20.00	19.00	18.33	18.33	19.67	19.33
73	18/03/02	19.33	18.67	18.67	18.00	20.00	20.00
74	19/03/02	19.33	20.33	21.00	19.67	21.33	19.33
75	20/03/02	18.33	18.00	18.33	18.00	19.00	18.67
76	21/03/02	19.00	18.33	18.33	18.33	18.33	18.33
77	22/03/02	18.00	17.67	18.67	19.33	18.67	18.33
78	23/03/02	19.33	18.33	19.00	19.67	19.33	19.00
79	24/03/02	19.00	19.00	19.00	18.67	18.00	19.00
80	25/03/02	19.33	18.67	18.67	19.00	19.33	19.33
81	26/03/02	18.33	18.00	18.00	19.00	18.33	18.67
82	27/03/02	18.00	18.67	18.00	18.00	18.67	18.67
83	28/03/02	18.00	18.00	17.67	18.00	18.33	17.67
84	29/03/02	17.33	18.33	17.67	18.33	17.67	17.67
85	30/03/02	17.67	18.33	18.67	18.67	18.67	18.33
86	31/03/02	17.67	18.00	18.33	18.00	18.67	18.67
87	01/04/02	17.67	17.67	17.33	17.67	18.33	18.33
88	02/04/02	17.67	18.00	17.67	18.00	17.67	18.33
89	03/04/02	17.67	17.67	17.33	17.33	17.33	18.00
90	04/04/02	17.33	18.00	17.33	17.33	18.33	17.67
91	05/04/02	17.33	17.67	18.00	17.67	17.33	18.67

Anexo 3:

**REGISTRO DIARIO DE TEMPERATURAS EN LAS
PILAS DE COMPOST EN °C**

FECHA	REPETICION I						REPETICION II						REPETICION III					
	TR ₁	TR ₂	A ₁ R ₁	A ₁ R ₂	A ₂ R ₁	A ₂ R ₂	TR ₁	TR ₂	A ₁ R ₁	A ₁ R ₂	A ₂ R ₁	A ₂ R ₂	TR ₁	TR ₂	A ₁ R ₁	A ₁ R ₂	A ₂ R ₁	A ₂ R ₂
05/01/02	32	32	32	30	30	25	32	33	32	32	30	31	31	32	32	31	30	31
06/01/02	32	39	35	36	32	30	35	38	32	34	33	32	38	38	36	35	32	32
07/01/02	41	42	42	43	35	33	42	43	35	33	42	43	37	36	35	34	42	40
08/01/02	45	45	45	45	37	36	45	46	39	39	37	36	44	45	43	41	36	35
09/01/02	47	46	46	40	39	50	48	42	43	40	39	49	49	45	46	37	38	37
10/01/02	52	51	47	48	40	40	50	51	45	46	41	40	50	51	47	46	40	39
11/01/02	54	55	50	50	41	41	52	53	50	51	41	42	53	54	52	50	42	42
12/01/02	55	55	53	53	42	43	53	52	54	54	42	43	54	55	50	50	43	43
13/01/02	55	56	54	53	43	44	53	56	54	55	44	45	54	50	53	52	45	45
14/01/02	55	55	55	54	44	45	55	56	54	55	46	46	55	56	55	56	46	45
15/01/02	56	57	57	56	45	46	54	56	56	56	46	47	56	55	57	57	46	47
16/01/02	56	57	58	59	46	47	57	55	57	56	47	47	55	57	58	58	47	48
17/01/02	56	56	60	59	46	47	57	56	57	56	47	48	56	57	60	59	47	48
18/01/02	57	58	59	59	47	48	58	58	57	57	48	47	56	58	58	59	47	48
19/01/02	58	58	59	58	48	48	56	57	58	59	48	49	56	57	58	58	48	48
20/01/02	57	58	58	58	48	48	57	57	58	58	48	48	57	58	59	58	48	49
21/01/02	57	59	58	58	49	50	58	57	58	58	47	49	58	57	58	58	49	48
22/01/02	57	57	57	58	49	48	58	58	58	57	49	50	48	57	58	57	50	50
23/01/02	57	56	57	58	48	50	56	58	58	58	50	50	57	58	59	58	50	51
24/01/02	58	57	57	58	49	50	57	58	58	57	49	50	57	58	58	59	50	51
25/01/02	58	57	58	58	50	51	56	58	58	57	50	50	57	56	59	58	50	51
26/01/02	56	57	59	59	50	51	56	56	58	58	50	50	57	57	58	57	49	50
27/01/02	58	56	58	59	49	50	58	58	59	59	51	50	58	57	56	57	49	50
28/01/02	58	54	56	58	48	49	58	55	56	56	48	49	56	56	55	56	49	52
29/01/02	55	57	56	57	50	48	54	53	56	56	48	49	55	54	54	55	47	48
30/01/02	55	52	56	54	49	48	50	52	54	54	49	51	53	53	52	54	48	49
31/01/02	52	53	55	54	48	47	49	50	53	52	49	48	52	53	53	54	48	49
01/02/02	50	52	53	52	47	47	51	50	53	54	48	48	52	50	53	53	48	48
02/02/02	49	50	52	53	46	47	50	48	53	52	47	48	49	48	51	52	47	47
03/02/02	50	49	49	50	46	46	48	49	50	49	47	48	50	49	48	51	46	46
04/02/02	49	47	46	48	45	45	48	48	47	48	46	47	49	48	46	49	45	46
05/02/02	47	46	45	47	45	43	49	47	47	46	46	45	48	47	45	47	44	43
06/02/02	46	44	43	43	44	44	45	46	46	44	45	44	46	46	44	45	43	43
07/02/02	46	45	44	43	43	44	46	45	43	44	44	43	45	46	43	44	44	43
08/02/02	44	45	43	43	42	43	44	44	43	42	43	44	44	45	43	43	44	43
09/02/02	43	43	43	42	42	42	43	43	44	42	42	43	43	43	42	43	43	41
10/02/02	42	42	41	42	43	40	43	43	42	43	41	42	42	43	40	41	42	42
11/02/02	41	41	42	41	40	41	42	41	42	40	39	40	43	43	42	41	40	40
12/02/02	40	41	41	41	40	41	42	42	40	40	39	40	42	41	40	41	39	40
13/02/02	40	40	39	41	40	40	41	42	39	40	40	40	41	41	40	42	39	40
14/02/02	39	41	41	42	39	39	41	41	39	40	39	41	40	40	42	41	38	40
15/02/02	38	40	40	40	39	39	40	41	40	40	38	39	40	40	40	40	39	38
16/02/02	38	39	38	37	38	37	39	39	38	37	38	37	39	39	38	39	37	38
17/02/02	35	37	38	38	38	37	38	39	37	38	35	36	38	38	38	39	37	36
18/02/02	37	36	37	38	36	36	37	38	36	35	34	35	38	37	36	38	36	37
19/02/02	35	36	36	37	36	35	37	37	34	35	35	35	37	36	36	37	35	34
20/02/02	35	36	36	37	34	33	36	36	32	34	35	34	36	35	35	36	34	34
21/02/02	34	34	35	35	32	33	34	33	33	32	34	33	34	35	34	34	32	32

22/02/02	35	34	34	34	32	33	34	33	33	33	32	32	33	34	32	33	32	31
23/02/02	34	33	33	35	31	32	34	34	31	30	33	31	34	33	32	32	30	31
24/02/02	33	32	33	33	29	30	33	32	32	30	30	29	33	32	30	30	29	29
25/02/02	30	31	31	32	30	30	32	33	32	29	28	29	32	31	30	31	29	30
26/02/02	29	29	30	31	28	27	30	31	30	28	27	28	29	30	28	28	29	28
27/02/02	28	27	30	31	28	28	29	30	28	29	28	29	28	28	27	27	29	28
28/02/02	27	26	28	29	28	28	29	29	29	27	28	27	27	26	27	26	28	29
01/03/02	27	26	28	28	28	27	26	27	26	28	28	26	25	27	25	28	28	27
02/03/02	26	26	28	28	28	27	26	26	26	26	28	29	25	25	26	24	28	29
03/03/02	25	26	26	27	28	28	26	27	26	26	27	27	25	26	27	25	26	28
04/03/02	25	25	26	27	28	29	27	27	26	25	26	26	24	25	24	24	27	26
05/03/02	25	26	26	27	27	28	26	26	25	24	26	27	24	24	23	24	25	26
06/03/02	25	25	25	25	26	26	25	25	24	24	26	26	24	23	23	23	24	26
07/03/02	25	24	25	26	26	24	24	25	23	23	26	26	25	24	23	22	25	25
08/03/02	24	23	23	22	25	24	24	23	23	23	27	26	23	23	22	23	25	24
09/03/02	24	23	22	21	23	25	23	22	22	22	24	23	22	21	21	22	23	24
10/03/02	22	23	22	20	22	23	23	22	22	23	23	23	23	22	22	22	23	23
11/03/02	23	23	20	22	23	23	22	21	20	22	23	21	22	20	22	21	23	22
12/03/02	22	21	20	19	22	21	21	20	19	20	21	22	21	21	22	23	23	23
13/03/02	20	20	19	18	21	20	22	21	20	19	22	22	20	21	20	20	23	24
14/03/02	21	19	20	19	19	20	21	21	20	19	22	22	21	20	20	19	21	20
15/03/02	21	20	20	19	21	20	20	21	20	19	21	22	20	19	19	20	20	20
16/03/02	22	18	19	19	22	21	20	20	20	18	21	21	22	19	20	20	20	21
17/03/02	19	19	18	18	20	20	20	18	18	17	20	19	21	20	19	20	19	19
18/03/02	18	19	18	18	22	20	19	19	18	18	19	20	21	18	20	18	19	20
19/03/02	19	20	20	19	22	19	20	20	21	20	21	20	19	21	22	20	21	19
20/03/02	18	17	18	18	19	19	19	18	19	18	19	18	18	19	18	18	19	19
21/03/02	19	19	18	18	18	18	19	18	18	18	19	19	19	18	19	19	18	18
22/03/02	19	18	19	20	18	19	18	17	19	19	19	18	17	18	18	19	19	18
23/03/02	19	19	20	20	19	19	20	18	19	19	20	19	19	18	18	20	19	19
24/03/02	19	19	19	18	18	19	19	20	19	19	18	20	19	18	19	19	18	18
25/03/02	19	19	19	20	19	19	19	18	18	19	20	20	20	19	19	18	19	19
26/03/02	19	18	18	19	18	19	17	18	18	20	19	18	19	18	18	18	18	19
27/03/02	18	18	18	19	19	19	18	19	18	17	18	18	18	19	18	18	19	19
28/03/02	17	18	17	18	18	18	19	18	17	18	18	17	18	18	19	18	19	18
29/03/02	18	18	17	20	18	18	17	19	18	17	18	18	17	18	18	18	17	17
30/03/02	17	18	19	19	19	19	18	19	19	18	19	18	18	18	18	19	18	18
31/03/02	18	19	17	17	18	19	18	17	19	19	19	18	17	18	19	18	19	19
01/04/02	18	18	17	18	18	19	17	18	18	18	19	18	18	17	17	17	18	18
02/04/02	17	18	18	18	17	18	18	17	17	18	17	18	18	19	18	18	19	19
03/04/02	18	17	18	17	17	18	18	18	17	18	17	18	17	18	17	17	18	18
04/04/02	17	17	18	18	18	18	18	19	17	17	19	18	17	18	17	17	18	17
05/04/02	17	17	19	18	17	19	17	18	18	17	17	18	18	18	17	18	18	19

Anexo 4:**VARIACION DE PERDIDA DE ALTURA PROMEDIO
EN LAS PILAS DE COMPOST (cm)**

Nº	FECHA	TR ₁	TR ₂	A ₁ R ₁	A ₁ R ₂	A ₂ R ₁	A ₂ R ₂
1	05/01/02	86.0	86.0	86.0	86.0	77.0	77.0
2	07/01/02	85.0	85.0	84.0	84.7	76.3	76.3
3	09/01/02	83.7	82.7	83.0	83.0	74.0	74.3
4	11/01/02	81.7	81.3	81.0	82.3	73.7	72.3
5	13/01/02	79.7	79.7	78.3	80.0	71.7	70.3
6	15/01/02	76.7	77.0	76.0	77.3	70.7	69.3
7	18/03/00	76.0	75.7	73.7	76.7	68.7	67.7
8	19/01/02	72.0	72.7	70.7	72.7	66.7	66.3
9	21/01/02	68.7	68.3	67.3	71.3	64.3	65.0
10	23/01/02	65.0	65.0	65.0	67.3	62.7	62.0
11	25/01/02	62.7	62.3	61.7	65.7	59.7	61.3
12	27/01/02	60.7	60.0	59.3	64.0	57.3	59.0
13	29/01/02	58.7	58.7	57.7	61.0	56.0	57.7
14	31/01/02	56.0	57.3	55.7	59.3	54.3	56.0
15	02/02/02	54.0	55.3	54.3	57.0	53.0	54.3
16	04/02/02	51.7	53.3	53.3	55.7	51.7	52.7
17	27/02/00	50.3	52.0	51.7	54.7	50.7	52.0
18	08/02/02	49.3	51.0	50.3	53.3	50.0	49.7
19	10/02/02	48.0	49.3	48.7	52.3	50.0	48.7
20	12/02/02	46.7	47.7	47.7	50.7	48.0	47.7
21	14/02/02	45.7	46.3	46.3	49.0	47.0	46.0
22	16/02/02	44.7	44.7	45.3	47.0	46.3	45.0
23	18/02/02	43.7	43.7	44.3	45.7	45.3	44.3
24	20/02/02	43.0	43.0	43.0	44.3	44.3	43.7
25	22/02/02	42.0	42.0	41.3	43.0	43.7	43.3
26	24/02/02	41.3	41.3	40.7	42.0	42.7	42.3
27	26/02/02	40.7	41.3	40.0	41.7	42.0	41.7
28	28/02/02	40.3	40.3	39.3	40.3	41.0	40.7
29	02/03/02	39.0	40.0	38.7	39.7	40.7	40.0
30	04/03/02	38.7	39.7	38.3	38.7	40.0	39.3
31	06/03/02	38.3	39.0	38.3	38.3	38.7	39.0
32	08/03/02	37.7	38.3	37.3	37.7	38.3	38.3
33	10/03/02	37.3	38.0	36.7	37.7	37.3	37.7
34	12/03/02	36.7	37.7	36.3	36.7	36.7	37.0
35	14/03/02	36.7	37.3	36.0	36.7	36.0	36.7
36	16/03/02	36.0	37.0	35.7	36.0	35.3	36.0
37	18/03/02	35.7	36.3	35.3	35.7	35.0	35.7
38	20/03/02	35.7	36.0	35.0	35.7	34.3	34.7
39	22/03/02	35.3	35.3	35.0	34.7	33.7	34.3
40	24/03/02	35.3	35.3	34.3	34.7	33.3	33.7
41	26/03/02	35.0	35.0	34.3	34.7	32.7	33.3
42	28/03/02	34.7	34.3	34.0	34.3	32.7	33.0
43	30/03/02	34.3	34.0	33.3	33.7	32.3	32.3
44	01/04/02	34.3	34.0	33.0	33.7	32.0	32.0
45	03/04/02	34.3	34.0	33.0	33.7	32.0	31.7
46	05/04/02	34.3	34.0	33.0	33.7	31.3	31.3

47	07/04/02					31.3	31.3
48	09/04/02					31.0	30.7
49	11/04/02					30.7	30.7
50	13/04/02					30.0	30.7
51	15/04/02					30.0	30.3
52	17/04/02					30.0	30.0
53	19/04/02					30.0	30.0
54	21/04/02					29.7	29.7
55	23/04/02					29.0	29.7
56	25/04/02					29.0	29.7
57	27/04/02					28.7	29.7
58	29/04/02					28.7	29.7

Anexo 5:

**REGISTRO DE PERDIDA DE ALTURA DE MATERIALES
EN LAS PILAS DE COMPOST (cm)**

FECHA	REPETICION I						REPETICION II						REPETICION III					
	TR ₁	TR ₂	A ₁ R ₁	A ₁ R ₂	A ₂ R ₁	A ₂ R ₂	TR ₁	TR ₂	A ₁ R ₁	A ₁ R ₂	A ₂ R ₁	A ₂ R ₂	TR ₁	TR ₂	A ₁ R ₁	A ₁ R ₂	A ₂ R ₁	A ₂ R ₂
05/01/02	86	86	86	86	77	77	86	86	86	86	77	77	86	86	86	86	77	77
07/01/02	85	85	84	85	76	77	85	85	84	84	76	76	85	85	84	85	77	76
09/01/02	84	83	82	83	74	75	84	83	85	82	73	74	83	82	82	84	75	74
11/01/02	82	81	80	82	73	72	83	82	83	82	72	73	80	81	80	83	76	72
13/01/02	80	78	78	80	71	70	81	82	79	80	70	70	78	79	78	80	74	71
15/01/02	77	75	75	78	70	69	77	78	77	78	70	69	76	78	76	76	72	70
18/03/00	75	74	73	77	68	68	78	78	75	79	68	67	75	75	73	74	70	68
19/01/02	71	71	70	75	67	67	75	75	73	72	66	67	70	72	69	71	67	65
21/01/02	68	67	67	73	63	65	71	70	70	72	64	65	67	68	65	69	66	65
23/01/02	63	63	65	68	64	63	68	67	67	68	62	61	64	65	63	66	62	62
25/01/02	59	60	61	67	62	62	67	66	64	66	60	60	62	61	60	64	57	62
27/01/02	58	58	58	65	60	60	66	64	62	66	60	58	58	58	58	61	52	59
29/01/02	56	57	56	62	58	58	64	63	60	63	59	57	56	56	57	58	51	58
31/01/02	54	55	54	60	57	56	61	62	58	62	57	55	53	55	55	56	49	57
02/02/02	51	52	52	58	56	55	60	60	57	60	55	53	51	54	54	53	48	55
04/02/02	49	50	51	57	54	54	58	57	56	58	53	51	48	53	53	52	48	53
27/02/00	48	49	49	56	52	53	56	56	56	57	52	50	47	51	50	51	48	53
08/02/02	47	48	48	55	52	51	55	55	55	56	51	47	46	50	48	49	47	51
10/02/02	46	47	47	55	52	50	53	52	53	54	51	46	45	49	46	48	47	50
12/02/02	45	46	47	52	49	48	51	49	51	53	49	45	44	48	45	47	46	50
14/02/02	44	45	46	49	48	46	50	47	49	52	48	44	43	47	44	46	45	48
16/02/02	43	44	46	47	47	45	48	44	47	49	47	43	43	46	43	45	45	47
18/02/02	42	43	45	46	46	44	47	43	45	47	45	42	42	45	43	44	45	47
20/02/02	41	42	44	45	45	43	46	42	43	45	44	41	42	45	42	43	44	47
22/02/02	40	41	43	43	44	42	45	41	40	43	43	41	41	44	41	43	44	47
24/02/02	39	40	43	42	43	42	44	40	39	42	42	40	41	44	40	42	43	45
26/02/02	39	40	42	42	43	40	43	40	38	41	41	40	40	44	40	42	42	45
28/02/02	39	39	41	40	41	39	42	39	38	40	40	39	40	43	39	41	42	44
02/03/02	38	39	41	40	41	38	40	39	37	39	39	38	39	42	38	40	42	44
04/03/02	38	39	41	38	40	38	39	39	37	39	38	37	39	41	37	39	42	43
06/03/02	37	38	41	38	38	37	39	39	37	38	37	37	39	40	37	39	41	43
08/03/02	37	38	40	37	38	37	38	39	36	38	36	36	38	38	36	38	41	42
10/03/02	37	38	38	37	37	36	37	38	36	38	35	35	38	38	36	38	40	42
12/03/02	36	38	38	36	36	36	37	38	36	37	34	34	37	37	35	37	40	41
14/03/02	36	38	37	36	35	36	37	38	36	37	34	34	37	36	35	37	39	40
16/03/02	36	37	37	35	34	36	36	38	35	36	34	33	36	36	35	37	38	39
18/03/02	35	37	37	35	34	35	36	37	35	36	34	33	36	35	34	36	37	39
20/03/02	35	36	36	35	33	34	36	37	35	36	33	32	36	35	34	36	37	38
22/03/02	35	36	36	34	33	34	36	36	35	35	32	32	35	34	34	35	36	37
24/03/02	35	36	35	34	33	33	36	36	34	35	32	31	35	34	34	35	35	37
26/03/02	35	36	35	34	32	33	35	35	34	35	31	31	35	34	34	35	35	36
28/03/02	35	35	35	34	32	32	35	35	34	35	31	31	34	33	33	34	35	36
30/03/02	34	35	34	33	32	32	35	34	33	34	31	30	34	33	33	34	34	35
01/04/02	34	35	34	33	31	31	35	34	33	34	31	30	34	33	32	34	34	35
03/04/02	34	35	34	33	31	31	35	34	33	34	31	30	34	33	32	34	34	34

05/04/02	34	35	34	33	30	31	35	34	33	34	30	29	34	33	32	34	34	34
07/04/02					30	31					30	29					34	34
09/04/02					30	30					30	29					33	33
11/04/02					30	30					29	29					33	33
13/04/02					29	30					29	29					32	33
15/04/02					29	30					29	28					32	33
17/04/02					29	29					29	28					32	33
19/04/02					29	29					29	28					32	33
21/04/02					28	29					29	28					32	32
23/04/02					28	29					28	28					31	32
25/04/02					28	29					28	28					31	32
27/04/02					28	29					28	28					30	32
29/04/02					28	29					28	28					30	32

Anexo 6:

Anexo 7:

Anexo 8:

Anexo 9:

FOTOGRAFIAS



Foto 1: VISTA PANORAMICA DEL ENSAYO



Foto 2: RESTOS VEGETALES DEL CEMENTERIO



Foto 3: ACOPIO DE MATERIAL VEGETAL



Foto 4: EXCAVACION DE FOSAS



Foto 5: PICADO DE MATERIALES



Foto 6: SUPERPOSICION DE MATERIALES



Foto 7: CONSTRUCCION DE ESTERAS DE TOTORA



Foto 8: COMPOST ACABADO