

UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE
QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

TEMA:

**CLASIFICACION Y MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS
ORGANICOS DEL MERCADO Y CAMAL MUNICIPAL DEL
CANTON BUENA FE PARA LA OBTENCION DE COMPOST**

AUTORES

BARROS CEDEÑO MARLON GERMAN

GONZALEZ PARRAGA LEONEL ISIDRO

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSE TUAREZ COBEÑA

BUENA FE – LOS RIOS – ECUADOR

2007

UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

“CLASIFICACION Y MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS
ORGANICOS DEL MERCADO Y CAMAL MUNICIPAL DEL
CANTON BUENA FE PARA LA OBTENCION DE COMPOST”

TESIS DE GRADO

Presentada al honorable consejo directivo de la escuela de
Ingeniería Agropecuaria, como requisito previo a la obtención del
título de

INGENIERO AGROPECUARIO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dr. Juan Avellaneda Cevallos

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Germán Jácome López

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gerardo Segovia Freire

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. José Tuárez Cobeña

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACION

Dr. José Tuárez Cobeña, director de tesis, certifico: que los estudiantes egresados BARROS CEDEÑO MARLON GERMAN y GONZALEZ PARRAGA LEONEL ISIDRO realizaron el trabajo de tesis de grado titulado: “TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS DEL MERCADO Y CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON BUENA FE PARA LA OBTENCION DE COMPOST”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con la disposición reglamentaria establecida para el efecto.

Dr. José Tuárez Cobeña
DIRECTOR DE TESIS

Responsabilidad

La responsabilidad de los resultados y conclusiones obtenidas en la presente investigación, pertenecen exclusivamente a los autores.

Marlon Barros Cedeño

Leonel González Parraga

DEDICATORIA

Con amor primeramente quiero darle gracias a Dios por ser nuestra fortaleza diaria. El presente trabajo va dedicado a mis padres GERMAN y MARGARITA, que significan un ejemplo de superación, estabilidad familiar y la perfecta entrega de amor. A mis hermanas GINA, MARIUXI, MADELAINE, a mis familiares y amigos con mucho cariño. A alguien que estuvo a mi lado dándome animo, apoyo en las buenas y difíciles; mi esposa LORENA, a mi pequeño y adorado hijo MARLITO, por ser la fuente de aliento para salir adelante con este sueño y hacerlo realidad.

Marlon Barros Cedeño

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres Juan González y María Parraga, con los que he aprendido mucho en la vida, todo lo que tengo y soy se lo debo a ellos por ser guías y ejemplos de fe, amor y sacrificio. A mis hermanos Larry y Lady González y a mis amigos: Fernando Cedeño, Antonio Carriel, Ing. Carlos Zamora, Fernando Macías, Alex y Verónica Basurto, Edison Espinoza que estuvieron en las buenas y malas. A mi querida y amada amiga Dina Vera y en especial a Dios quienes han sido la base fundamental para cumplir una de mis metas y hacerla realidad.

Leonel González Parraga

AGRADECIMIENTO

Los autores dejan constancia de agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Agropecuaria por todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra carrera universitaria.

Al Gobierno Municipal del Cantón Buena Fe, en especial al alcalde Luis Zambrano Bello por dar su autorización para el uso de las instalaciones del Relleno Sanitario y al personal del Departamento de Higiene y Medio Ambiente, quienes aportaron su granito de arena para poder realizar esta investigación.

Al Dr. José Tuárez Cobeña, Director de Tesis por su apoyo, el cual nos permitió concluir con una de nuestras metas trazadas.

Al Dr. Juan Avellaneda Cevallos, Presidente del Tribunal de Tesis quien nos dio su apoyo en todo, quien nos supo aconsejar y brindar sus conocimientos para cumplir con esta investigación.

A los Ing. Germán Jácome y Gerardo Segovia, miembros del Tribunal de Tesis.

Al Ing. MSc. Julio Cesar Vargas, por su apoyo incondicional y al Ing. Moisés Menassel, quien nos dio su apoyo y sus conocimientos para elaborar este trabajo.

ÍNDICE DE TABLAS, CUADROS Y FIGURAS

Tablas		Pág.
1	Características de las materias primas utilizadas.	27
2	Características del compost que indican su estado inicial y final del proceso de maduración.	30
Cuadros		
1	Condiciones meteorológicas de la zona donde se realizó el experimento.	33
2	Tratamientos en estudio.	35
3	Diseño Experimental	36
4	Esquema del análisis de varianza.	36
5	Comparación estadística de las medias de los factores a1 (Residuo ruminal vacuno), a2 (Residuo de mercado) y a3 (Mezcla de a1 y a2) mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables pH, Temperatura (°C), Humedad (%), Materia seca (%) realizada en el cantón Buena Fe.	42
6	Comparación estadística de las medias de los factores a1 (Residuo ruminal vacuno), a2 (Residuo de mercado) y a3 (Mezcla de a1 y a2) mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables de elementos químicos Nitrógeno (%), Fosforo (%) y Potasio (%) realizada en el cantón Buena Fe.	43
7	Comparación estadística de las medias de los factores b1 (4 meses), b2 (5 meses) mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables pH, Temperatura (°C), Humedad (%) y Materia seca (%) realizada en la zona del cantón Buena Fe.	44
8	Comparación estadística de las medias de los factores b1 (4 meses), b2 (5 meses) mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables de elementos químicos Nitrógeno (%), Fosforo (%) y Potasio (%) realizada en la zona del cantón Buena Fe.	45

Cuadros		Pág.
9	Comparación estadística de las medias de las interacciones formadas por los factores a1, a2, a3, b1, b2 mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables pH, Temperatura (°C), Humedad (%) y Materia seca (%) realizada en la zona del cantón Buena Fe.	47
10	Comparación estadística de las medias de las interacciones formadas por los factores a1, a2, a3, b1, b2 mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables de elementos químicos Nitrógeno (%), Fosforo (%) y Potasio (%) realizada en la zona del cantón Buena Fe.	49
11	Costos por kilogramo producido en la elaboración de abono orgánico a base de residuos de mercado y de residuos ruminales del Camal Municipal en el cantón Buena Fe.	51
Figuras		
1	Interacción de la combinación de los dos factores en la variable pH.	45
2	Interacción de la combinación de los dos factores en la variable Temperatura.	46
3	Interacción de la combinación de los dos factores en la variable Humedad.	46
4	Interacciones de las combinaciones de los dos factores en la variable Materia Seca.	47
5	Interacciones de las combinaciones de dos factores en la variable Nitrógeno.	48
6	Interacciones de las combinaciones de dos factores en la variable Fosforo.	48
7	Interacciones de las combinaciones de dos factores en la variable Potasio.	49

1. INTRODUCCION

La humanidad viene practicando la compostación desde hace mucho tiempo. En 1920, Albert Howard (iniciador de la agricultura orgánica) le comunico al mundo occidental un proceso que realizaban los agricultores de la provincia de India de Indore, consistente en apilar los desechos, tomando una capa de material vegetal, luego una de deyecciones animales y así sucesivamente por capas diferenciadas, todo dentro de un foso, en el cual clavaban varias estacas que luego extraían para permitir el ingreso de aire. En Europa y América, se despertó gran interés por tal proceso, se inicio su estudio y, en cierta medida, se popularizo, pensando que era una forma práctica de transformar desechos en abonos utilizables (Carretero 2002).

En las ciudades, entre el 40 y 60% de los residuos recolectados son materia orgánica, que se puede transformar en humus, lo que significa el doble de vida útil de cualquier sistema de disposición final y la generación de una gran cantidad de abono. Disminuir el volumen de materia a depositar en el vertedero alargando su vida útil, y transformando gran cantidad de residuos, contaminantes, en algo útil y en productos sin consumir energía es una meta. Por otra parte recordamos que en la Unión Europea ya existe una directiva que prohíbe el vertido de materia orgánica en los vertederos, y que es de suponer esta norma legal se extiende a otros países en cuanto la conciencia ecológica de sus ciudades, así lo determina (Doka 2003).

Debido a que la población del cantón Buena Fe, provincia de los Ríos, cada día se incrementa y por ende también el consumo de hortalizas por su alto contenido de vitaminas, lo cual hace que los desperdicios de materia orgánica en los mercados sea cada vez mayor. Por lo tanto, es necesario implementar un sistema de tratamiento de los mismos, para su transformación mediante procesos de compostaje para mejorar la fertilidad de los suelos (Dpto. de Higiene, Gob. Municipal Buena Fe).

La era industrial ha traído un complicado cambio en los ecosistemas que han afectado también a los seres humanos. Las industrias comenzaron a explotar

los recursos naturales de forma intensiva e indiscriminada, extrayendo las materias primas para elaborar subproductos, generar energía, etc. Como si fuera suficiente con los residuos derivados de la producción, dio inicio a la contaminación de ríos, aguas subterráneas, tierras y la atmósfera. Esto ha traído consigo un complicado cambio en el ecosistema y en el medio ambiente que también ha afectado a los seres humanos (Carretero 2002).

En sus orígenes, el compost consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, excrementos de animales o personas y los restos de las cosechas, para que se descompusieran y transformarse en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono. Era un proceso lento que no siempre conservaba al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. “El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar el estiércol y otros residuos sólidos orgánicos para su uso como fertilizante” (Emisor Medio Ambiente 2003).

El mercado municipal del cantón “Buena fe” y sus alrededores, se constituyen en un centro de abastos para proveerse de alimentos básicos, generadores de una cantidad considerable de residuos (aproximadamente 1000 Kg/día). En la actualidad, gran cantidad de basura recolectada en el mercado y sus alrededores en forma periódica, es depositada y enterrada en el relleno sanitario, como medida para disminuir la problemática ambiental, pero pese a eso hay afectación ambiental y una pérdida de recursos con potencial de recuperación significativo (Dpto. de Higiene, Gob. Municipal Buena Fe).

Los residuos sólidos del mercado municipal, son aprovechables para la producción de un subproducto por el cual se obtengan beneficios económicos y también se disminuye el volumen de residuos sólidos que se envían al relleno sanitario (Dpto. de Higiene, Gob. Municipal Buena Fe).

Lo mismo sucede con el camal municipal, que genera aproximadamente 1500 kg/semana de residuos de faenamiento bovino (vísceras, sangre, residuo ruminal) que llegan al relleno sanitario, los cuales son depositados en una

ladera y sirven de alimento para las aves de rapiña, reproducción de moscas y mal olor. El Gobierno Municipal, no cuenta con la infraestructura necesaria para que estos residuos sean tratados adecuadamente y sean transformados en un producto final (Dpto. de Higiene, Gob. Municipal Buena Fe).

Observando esta problemática y con el fin de aportar al medio ambiente, se planteo la presente investigación, que persigue los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVOS.

1.1.1 GENERAL.

- Evaluar los materiales, el tiempo de descomposición de los residuos orgánicos del mercado y camal municipal del cantón Buena Fe.

1.1.2. ESPECIFICOS.

- Determinar los materiales y el tiempo de descomposición de los desechos sólidos.
- Establecer las características físicas y químicas de los materiales utilizados.
- Establecer los costos de producción por kilogramo producido.

1.2. HIPÓTESIS.

- Con el tiempo de fermentación de cinco meses, se espera conseguir un producto final más descompuesto que el de cuatro meses.
- El uso de materiales mixtos (residuos de mercado y estiércol fresco) producen un abono orgánico de mejor calidad físico-química.
- Con los materiales descompuestos en cuatro meses, se obtendrá un costo de producción más bajo que el de cinco meses.

2.- REVISION DE LITERATURA

Algunos autores consideran que las ciudades tienen problemas ambientales por la generación de basuras, los mismos que una vez recolectados pueden ser objeto de un uso económico para eliminar y/o reducir su efecto, consecuentemente es necesario clasificar las basuras, residuos o desechos.

2.1.- Residuos sólidos urbanos (RSU).

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), según (Fiad 1997), son los que se originan en la actividad doméstica y comercial de ciudades y pueblos. En los países desarrollados en los que cada vez se usan más envases, papel, y en los que la cultura de "usar y tirar" se ha extendido a todo tipo de bienes de consumo, las cantidades de basura que se generan han ido creciendo hasta llegar a cifras muy altas.

2.1.1.- Composición de los RSU.

Los residuos producidos por los habitantes urbanos, comprenden basura, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines, la limpieza de las calles, etc. El grupo más voluminoso es el de las basuras domésticas (Fiad 1997).

La basura suele estar compuesta por:

- **Materia orgánica.-** Son los restos procedentes de la limpieza o la preparación de los alimentos, junto a la comida que sobra.
- **Papel y cartón.-** Periódicos, revistas, publicidad, cajas y embalajes, etc.
- **Plásticos.-** Botellas, bolsas, embalajes, platos, vasos y cubiertos desechables, etc.
- **Vidrio.-** Botellas, frascos diversos, vajilla rota, etc.
- **Metales.-** Latas, botes, etc.
- **Otros.**

En las zonas más desarrolladas, la cantidad de papel y cartón es más alta, constituyendo alrededor de un tercio de la basura, seguida por la materia orgánica y el resto. En cambio, si el país está menos desarrollado, la cantidad de materia orgánica es mayor -hasta las tres cuartas partes en los países en vías de desarrollo- y mucho menor la de papeles, plásticos, vidrio y metales (Fiad 1997).

2.1.2.- Estadísticas a Nivel Mundial de Producción de Residuos Orgánicos.

La Era Industrial ha traído aparejado un complicado cambio en el ecosistema que afectó también a la especie humana. Las industrias comenzaron a explotar intensiva e indiscriminadamente los recursos naturales, extrayendo las materias primas para elaborar subproductos, generar energía, etc. Como si esto fuera poco, los residuos derivados de la producción iniciaron la contaminación de ríos, tierras, napas subterráneas, atmósfera. El hombre, en busca de mejores posibilidades laborales, se estableció en torno de los grandes polos industriales, poblando indiscriminadamente las regiones más "progresistas" del planeta. Esas zonas densamente pobladas comenzaron a generar enormes cantidades de basura (Fiad 1997)

Por eso, no sólo las industrias se llevan las críticas. La mejora en la calidad de vida, con el mayor índice de consumo, tiene hoy y desde entonces, un papel preponderante en materia de contaminación: mayor consumo = más basura. Las estadísticas indican que se producen entre 0.5 y 1,5 Kg de residuos por habitante y por día. Por ejemplo, una ciudad de 1.000.000 de habitantes, genera hasta 1.500 toneladas diarias de desperdicios. En España, la cantidad de RSU generada por habitante y día es de alrededor de 1 kg en las ciudades grandes y medianas, y algo menor en ciudades pequeñas y pueblos. En las zonas rurales se aprovechan mejor los residuos y se tira menor cantidad, mientras que, las ciudades y el mayor nivel de vida fomentan el consumo y la producción de basura.

En EEUU la media es de más de 2 kg por habitante/día. El 30% de materia orgánica que se tira a la basura podría reciclarse como abono o mediante la

vermicultura. La transformación en compost puede hacerse sin fertilizantes químicos y es una técnica muy utilizada en China desde hace 400 años. Las bacterias y microorganismos transforman los vegetales y restos de alimentos, así como el papel y los residuos del jardín, en un compuesto enriquecido para abonar la tierra, llamado también humus. En una época en que la calidad de la tierra se deteriora cada vez más, cuando los abonos químicos reducen la fertilidad a largo plazo, la materia orgánica derivada de los residuos, incluyendo las aguas negras, pueden crear de nuevo suelos fértiles, previniendo la erosión (Fiad 1997).

El compostaje renueva los ciclos ecológicos, a la vez que evita que los residuos orgánicos acaben en los vertederos. La putrefacción de los residuos genera "gas de vertedero", un importante responsable del efecto invernadero. La bacteria es la clave para el éxito del reciclaje de los residuos de la cocina y el jardín. Devora la materia orgánica reduciéndola a su base elemental para producir el humus. A altas temperaturas la bacteria actúa más deprisa. Otros microorganismos, como los hongos y los insectos diminutos, ayudan al desarrollo del proceso (Fiad 1997).

Los índices de participación son muy altos allí donde se han realizado programas educativos o campañas publicitarias y se han ofrecido incentivos para el reciclaje. En países como Dinamarca, Alemania y Holanda están en marcha planes de obtención de compost. En Italia, la práctica agrícola de aprovechar los residuos para obtener abono se ha revelado como la forma más lógica de devolver la materia orgánica al subsuelo en áreas intensamente cultivadas (Fiad 1997).

2.2- Factores que intervienen en el proceso.

Según (Fiad 1997), la mezcla de los distintos residuos orgánicos y su grado de trituración son variables del máximo interés. Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad y humedad adecuada en la masa. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de transformación. La descomposición

eficiente ocurrirá si las siguientes variables están en su valor óptimo, en la medida de lo posible. Todas están, a su vez, influenciadas por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar, la técnica de compostaje, la manera en que se desarrolla la operación y la interacción entre ellas. Los principales parámetros a considerar son los siguientes:

2.2.1.- Oxígeno.

Para conseguir un rápido compostaje es necesario un buen aporte de O_2 . El oxígeno se requiere para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica. Debe ser suficiente para mantener la actividad microbiana. También existe la descomposición anaerobia, sin O_2 . El proceso es más lento, da lugar a un producto de inferior calidad y hay problemas de olores por la putrefacción de los restos orgánicos. Por esas razones no es aconsejable en zonas residenciales (Emisor Medio Ambiente 2003).

Los organismos que intervienen en el proceso son aerobios, es decir, necesitan oxígeno para crecer y desarrollarse, por eso el residuo o mezcla de residuos que se desea compostar, debe poseer una cierta porosidad que asegure la existencia en su interior del suficiente espacio para el aire. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (Fiad 1997).

2.2.2.- Humedad.

En teoría, los valores de humedad para que pueda darse una fermentación aerobia están entre el 30% y el 70%, siempre que se asegure una buena aireación. En la práctica se deben evitar valores altos, pues desplazaría el aire de los espacios entre partículas del residuo y el proceso pasaría a anaerobio. Si la humedad es demasiado baja disminuirá la actividad de los microorganismos. Para conseguir la humedad adecuada se pueden mezclar distintos tipos de residuos y triturar o desfibrar los materiales. La humedad adecuada es esencial para la actividad microbiológica. Una pila seca no favorecerá para nada la descomposición, por eso se debe humedecer

periódicamente (Emisor Medio Ambiente 2003).

Para el transporte de los alimentos y productos de descomposición es necesaria la presencia de agua. Es importante que alcance unos niveles óptimos 40 y 60%, ya que si el contenido en humedad es muy elevado, el agua ocuparía todos los poros y el proceso se volvería anaerobio, es decir, se produciría una putrefacción de la materia orgánica y si el contenido de humedad es excesivamente bajo se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento o incluso puede llegar a interrumpir la actividad microbiana (Fiad 1997).

2.2.3.- Temperatura.

Es el parámetro que mejor indica el desarrollo del proceso. Debe mantenerse entre 35 - 65 °C. Cada grupo de microorganismos tiene una temperatura óptima para realizar su actividad: Criófilos, de 5 a 15 °C. Mesófilos, de 15 a 45 °C. o Termófilos, de 45 a 70 °C. El grupo favorecido descompondrá la materia orgánica para obtener materia y energía, y en la operación se emitirá calor que puede hacer variar la temperatura de la pila de residuos, dependiendo del volumen de la pila y de las condiciones ambientales (Emisor Medio Ambiente 2003).

En general, las temperaturas conseguidas en el proceso, junto con la competencia por los nutrientes y la producción de fermentos (antibióticos) que impiden su desarrollo, llegan a eliminar los microorganismos patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas llegados con los residuos. A temperaturas demasiado elevadas mueren determinadas especies buenas para el compostaje, mientras que otras no actúan por estar en forma de spora (Emisor Medio Ambiente 2003).

Estas temperaturas de la masa se consiguen de forma natural debido al calor generado en el proceso. Una primera elevación de temperatura señala que se ha iniciado el proceso biológico, con esto se eliminan gérmenes patógenos y

semillas perjudiciales para las plantas; su posterior evolución determina el tipo de microorganismos que están actuando en cada momento (Fiad 1997).

En relación con la temperatura se distinguen en el compostaje varias fases, todas ellas importantes e imprescindibles: fase mesófila; inicial, de temperaturas no muy elevadas, fase termófila; de temperaturas superiores a unos 45°C. En esta fase son eliminados elementos patógenos y semillas de malas hierbas y la fase de enfriamiento y maduración; la falta de alimentos hace que disminuya la actividad biológica y, en consecuencia, la generación de calor metabólico. Sin embargo, las transformaciones, que tienen lugar en ella, están muy relacionadas con la calidad del producto final (Fiad 1997).

2.2.4.- pH.

Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (Emisor Medio Ambiente 2003).

2.2.5.- Contenido de nutrientes.

Todos los organismos necesitan nutrientes para crecer y reproducirse. Las cantidades varían de elemento a elemento manteniendo una relación constante unos con respecto a otros. El mantenimiento de este balance es especialmente importante para el carbono y nitrógeno. Al inicio del proceso la relación C/N debe estar próxima a 30, añadiendo, si es preciso, elementos nitrificantes o carbonatantes. Al finalizar el proceso debe estar próxima a 10. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica (Emisor Medio Ambiente 2003).

Sólo pueden ser objeto de compostaje los materiales que son biodegradables, es decir, asimilables por los microorganismos, y deben contener una cantidad equilibrada de elementos nutritivos. Especial importancia tiene la relación existente entre el carbono y el nitrógeno; se considera que el "ideal" es que esa relación esté comprendida entre 25:1 y 35:1. Si la relación carbono/nitrógeno

es demasiado elevada, el proceso tiene lugar con lentitud, por falta de nitrógeno para cubrir las necesidades de los microorganismos. Por otra parte, si la relación es muy baja, tiene lugar un fenómeno de autorregulación que conduce a la pérdida del nitrógeno sobrante en forma de amoníaco (Fiad 1997).

Conviene evitar las pérdidas de amoníaco porque supone pérdidas de un interesante elemento fertilizante y porque el amoníaco es un contaminante atmosférico. Después de carbono y nitrógeno, es importante, aunque en medida muy inferior, que los microorganismos cuenten con un adecuado suministro de fósforo. La relación carbono/fósforo óptima es cualquiera comprendida entre 120:1 y 175:1 (Fiad 1997).

2.2.6.- Materiales.

Cualquier cosa que creció en su jardín es alimento potencial para estos minúsculos trabajadores. El carbón y nitrógeno de las células muertas abastecen su actividad. Usan el carbono de los residuos como una fuente de energía, y el nitrógeno para formar las proteínas con que construir sus cuerpos (Emisor Medio Ambiente 2003)

2.2.7.- Superficie.

Cuanto mayor sea la superficie de los residuos en que puedan trabajar los microorganismos, más rápidamente se descomponen los materiales. Es como un bloque de hielo expuesto al sol, que tarda en derretirse cuando es grande, pero se derrite muy rápido si se tritura. Cortar los residuos de jardín con una pala o el machete, o triturarlos mediante una máquina para desmenuzar o segar, acelerarán su proceso de compostaje (Emisor Medio Ambiente 2003).

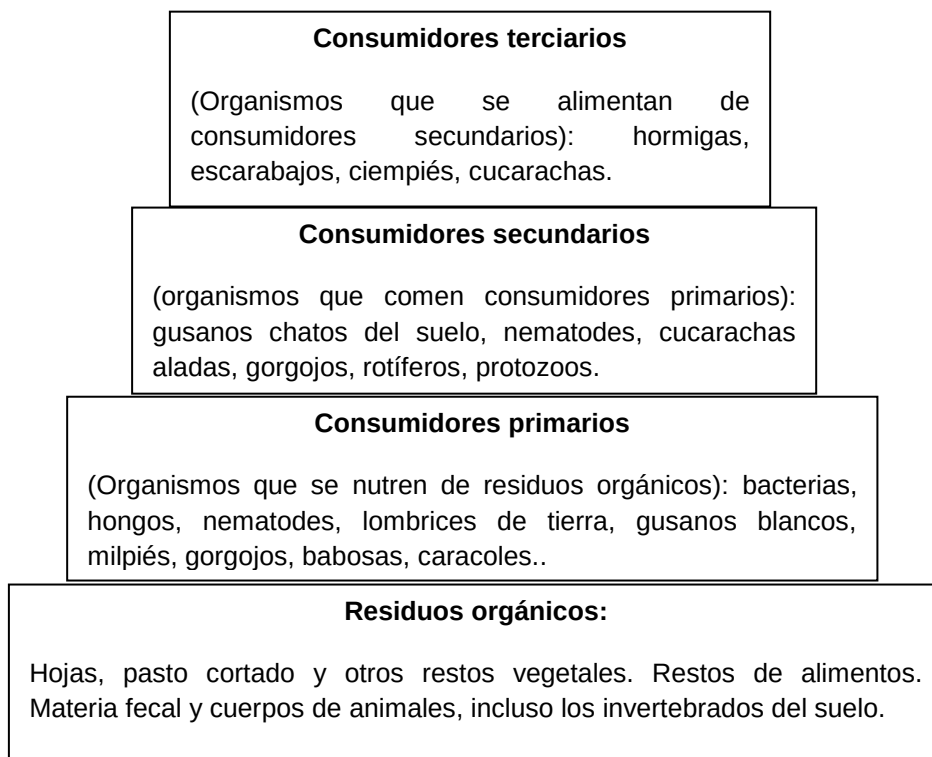
2.2.8.- Volumen.

Una pila grande de compost retiene el calor de su actividad microbiológica. Su centro será más cálido que sus bordes. Con menos de 50 cm de lado habrá

problemas para mantener el calor, mientras que más de 100 cm dificultan el paso de aire para la vida de los microbios (Emisor Medio Ambiente 2003).

2.3.- Biología del proceso.

Hay una compleja red alimentaria en una pila de compost representable como una pirámide con consumidores primarios, secundarios y terciarios. La base de la pirámide es la fuente de energía proveniente de la materia orgánica de los residuos vegetales y animales (Villamar 2005).



Fuente: (Villamar 2005)

2.3.1.- Fases del proceso de compostaje.

El proceso de compostaje se divide en tres fases principalmente:

1) Mesofílica.

Los organismos presentes en los residuos orgánicos y en la atmósfera

comienzan a descomponer los materiales liberando calor y aumentando la temperatura, bajando el pH del compost a medida de que se van produciendo los ácidos, superando los 40 °C, se pasa al siguiente estado (Emisor Medio Ambiente 2003).

2) Termofílica.

Donde la temperatura continúa subiendo a los 60°C, inhabilitándose los hongos. Sobre esta temperatura las diversas reacciones que ocurren en el interior del compost son mantenidas por actinomicetes y bacterias formadoras de esporas, donde las sustancias más fáciles para ser degradados como los azúcares, almidón, grasas, y proteínas son consumidas rápidamente, el pH se torna alcalino, el amonio es liberado de las proteínas. Posteriormente se comienza con la fase de enfriamiento donde a medida que disminuye la temperatura, los hongos termofílicos re invaden el área y atacan a la celulosa, apareciendo más tarde los organismos mesofílicos (de la etapa anterior) (Emisor Medio Ambiente 2003)

4) Maduración.

Este estado requiere varios meses. Aquí las reacciones ocurren en el material de residuos orgánicos para producir humus. Durante este período hay una intensa competencia de alimentos entre los microorganismos presentes (termitas, hormigas, gusanos), que contribuyen a la descomposición por la maceración física de las partículas (Emisor Medio Ambiente 2003).

5) Indicadores del proceso de maduración.

Estas características dependen en gran medida de los materiales utilizados en su elaboración. Pero existen varios indicadores generales que ayudan a interpretar el estado de maduración. Durante su primera semana, el montón se pone muy caliente y tiene olores fuertes característicos. Si hay un exceso de materiales nitrogenados los olores son muy molestos. Se debe voltear para que el proceso acelere, para enfriarlo y airearlo y que todos los materiales se

expongan al calor con el propósito de que mueran las semillas de malezas, los patógenos y las plagas presentes (Doka 2003).

Más o menos al mes, está muy caliente, pero empieza a enfriarse, los olores cambian a olor de suelo de bosque. Una banda blanca se extiende dentro de casi todo el montón. Muchos recomiendan utilizarlo así, caliente, como abono al suelo; en esos casos se coloca en banda bajo las bandolas, sin incorporar. Si se quiere para vivero, se debe procesar por unos tres meses, hasta que madure bien y enfríe. No se debe dejar secar (Doka 2003).

2.3.2.- Microorganismos que participan en el proceso.

Los microorganismos que participan en el proceso de compostaje pertenecen a diversas categorías. Las más importantes son bacterias, actinomicetos y hongos, aunque también intervienen protozoos y rotíferos (Fiad 1997).

a.- Bacterias.

Son organismos procariotas, es decir, con la organización celular más simple: sin ciertos orgánulos, sin núcleo verdadero, etc. Se dividen en dos grupos: eubacterias (heterótrofas) y cianobacterias (fotosintéticas). Las bacterias son los organismos vivos más pequeños y los más numerosos en el procesos de compostaje, de manera que constituyen del 80% al 90% de los microorganismos existentes en un gramo de compost (Fiad 1997).

Son responsables de la mayoría de los procesos de descomposición así como de la producción de energía calorífica en el compost. Se trata de un grupo de gran diversidad metabólica, usando un amplio rango de enzimas que degradan químicamente una gran variedad de materiales orgánicos. Las bacterias que participan en el compostaje son mesófilas y termófilas; las primeras son las que normalmente se encuentran en el suelo vegetal y producen ácidos, las segundas son las responsables de la degradación de proteínas, lípidos y grasas (Fiad 1997).

b.- Actinomicetos.

Son organismos que se asemejan a hongos pero son realmente bacterias filamentosas. Carecen de núcleo pero crecen formando filamentos multicelulares como los hongos. En el compostaje desempeñan un papel importante ya que degradan compuestos orgánicos complejos, tales como la celulosa, lignina, quitina y proteínas. Sus enzimas les permiten degradar químicamente los desechos duros como por ejemplo: cortezas, tallos, troncos, raíces, papeles (Fiad 1997).

Ciertas especies aparecen durante la fase termofílica y otras llegan a ser importantes durante la fase de enfriamiento, cuando solamente quedan los compuestos resistentes no degradados en fases anteriores a la formación del compost. Los actinomicetos tienen forma alargada, se extienden a modo de tela de araña por toda la masa de compostaje. Hacia el final del proceso, en los 10 ó 15 cm externos de la pila se hacen más visibles (Fiad 1997).

c.- Hongos.

Son organismos eucariotas, osmótrofos, unicelulares o multicelulares, carecen de clorofila y tienen una pared celular rígida (formada por quitina y celulosa). Son los responsables de la descomposición de muchos polímeros complejos de la planta, tanto en el suelo como en el proceso de compostaje.

En el compost, los hongos son importantes porque degradan los desechos resistentes, permitiendo a las bacterias continuar el proceso de descomposición una vez que la mayoría de la celulosa ha sido degradada. Se separan y crecen produciendo muchas células y filamentos, y pueden atacar los residuos orgánicos que son demasiado secos, ácidos o tiene bajo contenido de nitrógeno para la descomposición bacteriana. Los hongos son numerosos durante las fases mesofílica y termofílica. Cuando las temperaturas son altas gran parte de ellos se encontrarán en la capa externa del compost (Fiad 1997).

d. Protozoos.

Los protozoos son animales microscópicos unicelulares, eucariotas y heterótrofos. Los encontramos en la fracción del agua del compost. Su papel en la descomposición es de menor importancia. Obtienen su alimento de la misma forma que las bacterias, pero además actúan como consumidores secundarios ingiriendo bacterias y hongos (Fiad 1997).

e.- Rotíferos.

Son una clase de asquelmintos que viven en el agua dulce, salada y en sitios húmedos. Son organismos pluricelulares que se encuentran en las películas de agua del compost. Se alimentan de materia orgánica y también ingieren bacterias y hongos. Resisten la desecación en estado de vida latente (Fiad 1997).

2.4.- El abono orgánico

Por abono orgánico se entiende todas las sustancias orgánicas, de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo con el fin de mejorar su fertilidad. El abono orgánico constituye una técnica tradicional y muy eficaz para mejorar los cultivos, ya que mediante este sistema se añaden al suelo todas las sustancias necesarias para las plantas. No obstante, la proporción de nutrientes no es siempre la más adecuada, por lo que requiere el uso complementario de abonos minerales. Los abonos orgánicos además de aportar al suelo sustancias nutritivas, influyen positivamente sobre la estructura del suelo y sirve de alimento a los microorganismos (Castellano 1996).

Los abonos orgánicos contienen nitrógeno en cantidades variables y lo liberan a un ritmo lento y paralelo a las necesidades del cultivo; por esta razón una distribución inicial única es suficiente para satisfacer las necesidades de nitrógeno del cultivo. Los abonos orgánicos pueden ser: de origen animal, como la orina, sangre, huesos, cuernos, deyecciones sólidas, residuos de pesca, etc.; de origen vegetal: como la turba, residuos de cultivos, semillas,

hojas secas, algas, etc., y de origen mixto: como el estiércol, residuos de hogares, mantillos, etc. (Castellano 1996).

La agricultura alternativa promueve la biodiversidad del suelo, a través de la incorporación de materia orgánica que nutra a los microorganismos del suelo, pues, como ya se anoto, son ellos los responsables de que los nutrientes queden disponibles para las plantas, sin contar que también mejoran las condiciones físicas del suelo. Estas mejoras pueden conseguirse mediante el empleo de abonos orgánicos, los cuales se definen como fertilizantes de origen natural y de los que depende el quehacer de la agricultura orgánica. Muchas son las fuentes naturales de abonos que el agricultor orgánico puede emplear y que además, debe seleccionar, dependiendo de los recursos con que cuente y la facilidad y efectividad de dichos abonos (Castellano 1996).

2.4.1.- Importancia de los abonos orgánicos.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidarnos de la importancia que tiende a mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos (Castro 2005).

Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas (Castro 2005).

De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología. En estos centros se producen distintas sustancias vegetales, para producir abonos orgánicos y sustancias naturales, que se están aplicando en la nueva agricultura. Para ello y en diversos laboratorios, se extraen aquellas sustancias más interesantes, para fortalecer las diferentes plantas que se cultivan bajo invernadero, pero también se pueden emplear en plantas ornamentales, frutales, etc. (Castro 2005).

2.4.2.- Propiedades de los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

a.- Propiedades físicas.

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes. Mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Además la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste (Castro 2005).

Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano (Castro 2005).

b.- Propiedades químicas.

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste. También aumentan la capacidad de

intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad (Castro 2005).

c.- Propiedades biológicas.

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios, además constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente (Castro 2005).

2.4.3.- Tipos de abonos orgánicos.

El extracto de algas, es normalmente producto compuesto carbohidratos promotores del crecimiento vegetal, aminoácidos y extractos de algas cien por cien solubles. Este producto es un bioactivador, que actúa favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo, floración, fecundación, cuajado y rendimiento de los frutos. Otro tipo de abono orgánico, se basa en ser un excelente bioestimulante y enraizante vegetal, debido a su contenido y aporte de auxinas de origen natural, vitaminas, citoquininas, microelementos y otras sustancias, que favorecen el desarrollo y crecimiento de toda la planta (Castro 2005).

Este segundo producto es de muy fácil asimilación por las plantas a través de hojas o raíces, aplicado tanto foliar como radicularmente, debido al contenido en distintos agentes de extremada asimilación por todos los órganos de la planta. Otro abono orgánico, contiene un elevado contenido en aminoácidos libres, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos, etc. El aporte de aminoácidos libres facilita el que la planta ahorre energía en sintetizarlos, a la vez que facilita la producción de proteínas, enzimas, hormonas, etc., al ser éstos compuestos tan importantes para todos los procesos vitales de los vegetales (Castro 2005).

2.4.3.1.- Abonos orgánicos aeróbicos

Se utilizan materiales combinados de bajo y alto contenido de humedad; estiércoles, tamo de madera o de arroz, pasto picado, banano. Su proceso es totalmente aeróbico en pilas, que permitan evacuación de lixiviados. Rico en materia orgánica y minerales. Los porcentajes de materiales mezclados depende de la disponibilidad del medio. Relación C:N <20. Las temperaturas pueden superar los 70°C, por eso hay que adicionar microorganismos benéficos continuamente durante los primeros 15 – 21 días de proceso (Chonillo 2008)

2.4.3.2.- Colombina y gallinaza

Este abono orgánico es el formado por las deyecciones de los animales de palomar y de granja. Su composición es variable, dependiendo de los residuos que contienen, tales como tierra, plumas, etc. Su principal aporte es el fósforo. Al igual que ocurre con la paja, si no se aplica con cierto grado de descomposición, el proceso se lleva a cabo a expensas de Nitrógeno del suelo (Castellano 1996).

Se utiliza en la preparación de *compost* especial para horticultura y floricultura. Los lodos cloacales proporcionan materia orgánica y pequeños porcentajes de fósforo y nitrógeno. Se puede utilizar para formar el estiércol artificial. Para utilizar las aguas industriales y municipales en agricultura se debe tener la seguridad de que han sido eliminados las sustancias nocivas para las plantas, el suelo y el hombre (Castellano 1996).

2.4.3.3.- Basuras

Las basuras de los centros urbanos, constituidas por residuos muy variados, sobre todo orgánicos y de origen vegetal, son utilizadas como abono después de un cernido para eliminar sustancias que no se descomponen. Se deben formar montones en estercoleras y tratarlos como el estiércol, humedeciéndolos con los líquidos del estiércol o de la cuadra. Después de

unos meses de maduración adquieren un aspecto y composición semejante al estiércol. Algunas plantas, como las zanahorias, cebollas, pepinos, lechugas, cebada, guisante y alubias, reaccionan negativamente ante elevadas dosis de basura (Castellano 1996).

2.4.3.4.- Abonos humanos

La orina se aplica como purín, previamente fermentada, mientras que la materia fecal compostada en letrinas secas se aplica solo o mezclada con materia fecal animal. Algunas escuelas la prohíben, como la biodinámica y la mesiánica (Castellano 1996).

2.4.3.5.- Abonos homeopáticos

Algunos abonos orgánicos se aplican en pequeñas proporciones para energizar volúmenes grandes de otros preparados, o también son el compostaje de cultivos enfermos para proporcionar respuestas homeopáticas en dichos cultivos (Castellano 1996).

2.4.3.6.- Otros abonos orgánicos.

El sirle es el abono formado por las deyecciones de ovejas. La turba es la materia orgánica fósil no descompuesta o solo ligeramente descompuesta, acumulada en condiciones de excesiva humedad y falta de oxígeno. La turba mejora la estructura del suelo y aumenta la retención de agua. Se utilizan también algunas algas marinas, con un contenido en materia orgánica y nitrógeno parecido al del estiércol. Se emplean en estado fresco, para acondicionar el suelo, en una proporción de 100 Tm/ha. Se las trocea o se utilizan en *compost*. Si se emplean en estado seco, se aplican en menor cantidad (35-40/t h⁻¹) (Castellano 1996).

Los huesos de animales se emplean en la producción de superfosfatos. Los cuernos y las pezuñas constituyen, previamente tostados y pulverizados, un

buen abono nitrogenado. Las harinas de carne y pescado son abonos nitrogenados con un gran contenido de calcio y, según la proporción de cartílagos y huesos, contienen asimismo fósforo. La sangre seca en polvo es un buen abono nitrogenado de efecto rápido, porque en el suelo tiene lugar prontamente la nitrificación. Contiene muy poco fósforo (Castellano 1996).

Los orujos son los subproductos de la extracción del aceite realizado a presión. Su composición varía según el producto originario, tiene un buen valor fertilizante y aumentan la proporción de humus. Los residuos o polvo de lana, el plumón y plumas de aves, las crisálidas de gusanos, pueden utilizarse también como abonos nitrogenados. Las crisálidas, además, contienen fósforo (Castellano 1996).

2.4.4.- Elaboración de abonos orgánicos.

Se denomina abono orgánico a todo material vegetal o animal que sufre una biotransformación a través del tiempo por acción de los microorganismos. Se puede elaborar a partir de cualquier tipo de materiales vegetales o animales, dependiendo su utilización final. La calidad nutricional de un abono orgánico no se mide solamente por su capacidad de aportar nutrientes directamente sino en la medida en que pueda promover los nutrientes del suelo (Chonillo 2008).

El uso de abonos orgánicos es una herramienta para el mejoramiento de suelos degradados, empobrecidos por el uso agrícola a través del tiempo. Estos son enmiendas para mejorar características físicas, químicas y biológicas y consecuentemente mejorar la fertilidad, pero hay que destacar que es un proceso. El contenido de los nutrientes de los abonos orgánicos está relacionado directamente de los materiales que son utilizados y su disponibilidad depende de la relación C:N (Chonillo 2008).

2.4.5.- Utilización de los abonos orgánicos

Todos los abonos orgánicos deben aplicarse con un anticipo respecto al momento de su utilización por los cultivos, para dar tiempo a que se pongan en

marcha los procesos de mineralización y humificación. Solo en los suelos muy aireados hay que evitar la adición del abono muy anticipada, por los riesgos que corre de oxidarse la materia orgánica. La materia orgánica es el medio más simple y seguro para mantener alta la fertilidad del suelo (Castellano 1996).

Aunque la industria produzca medios capaces de realizar algunas funciones de la materia orgánica, no se puede pensar en el recurso generalizado a estos productos cuando la industria está destinada a padecer crónicamente penuria de energía y materias primas. Admitido todo esto, regla fundamental de toda explotación, de todo agricultor, por grande o pequeño que sea, debe ser aquella que asegure al suelo el mantenimiento de nivel de humus necesario para que el potencial productivo del suelo se mantenga estable sobre un valor satisfactorio (Castellano 1996).

2.5.- Abono compuesto

Se elabora con la mezcla de restos orgánicos (entre los que se pueden enumerar residuos de cocina, yuyos, pajas, estiércoles, ceniza), y tierra. El abono orgánico se puede obtener en forma casera, y es un abono “rico”, con el cual las plantas se alimentan. Hay varios métodos para preparar el abono compuesto. El ideal consiste en apilar distintos materiales en capas, intercalando restos de vegetales verdes, restos de cocina, restos de paja, restos de estiércol, tierra y así sucesivamente (Castro 2005).

Hay que regar la pila para asegurar que cuente con una buena cantidad de humedad y protegerla con algún material (plástico o chapa), para evitar que las lluvias perjudiquen la fermentación del preparado. Un dato para tener en cuenta: si no aparecen lombrices en la abonera, conviene agregar algunas. Existe una lombriz pequeña, de color rojo vivo, que se encuentra en las bostas maduras, que es útil para acelerar el proceso de transformación (Castro 2005).

2.5.1.- Cómo preparar el abono compuesto.

Hay muchas formas de preparar el abono compuesto. Una de las más extendidas es la preparación del abono “En Pozo”. Consiste acumular en pozos o zanjas distintos materiales en capas, intercalando restos de vegetales verdes, restos de cocina, restos de paja, restos de estiércol, tierra y así sucesivamente. Hay que regar la zanja para asegurar que cuente con una buena cantidad de humedad y protegerla con algún material (plástico o chapa), para evitar que las lluvias perjudiquen la fermentación del preparado. Este sistema es apto para las zonas secas, pero para las zonas húmedas se recomienda aplicarlo sólo en verano, ya que en invierno un exceso de humedad “pudre” el preparado (Castro 2005).

También se preparan “En Tacho”. Es necesario quitar la tapa y el fondo de un tambor de 200 litros, previamente agujereado en toda la superficie. En él se tiran los desechos aptos para conseguir el abono orgánico, y cada tanto se agrega una capa de tierra. Es necesario removerlo con una horquilla para conseguir una buena aireación. El tacho se debe tapar para evitar el ingreso del agua de lluvia. Es recomendable que el tambor esté asentado sobre ladrillos, dejando un espacio (que se tapará con una madera), por donde se extraerá el compuesto, una vez que esté listo (Castro 2005).

2.5.2.- Cuándo está listo el abono.

En nuestra zona, dadas las bajas temperaturas, el tiempo de formación del abono es la temporada productiva (septiembre-abril) y se desarrolla principalmente en los meses de temperaturas elevadas. Durante el invierno no hay actividad de los microorganismos por lo tanto no se forma abono. Cuándo los desechos se han convertido en abono? Cuando en la pila no es posible distinguir los residuos que habían sido incorporados. La mezcla será uniforme cuando estos estén desintegrados y tengan aspecto a tierra negra y esponjosa. El olor de la mezcla habrá cambiado, ya que cuando el abono orgánico está maduro tiene un buen olor, (Castro 2005).

2.6.- El compostaje

2.6.1.- Reseña histórica

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante. En sus orígenes consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono. Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable (Emisor Medio Ambiente 2003).

La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y segura, a partir de diferentes residuos orgánicos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos. Puede definirse el compost como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico (Emisor Medio Ambiente 2003).

En realidad, compost es el nombre común del humus; éste proviene de la descomposición de materias orgánicas. Esta descomposición es llevada a cabo principalmente por microbios, aunque algunos animales como lombrices y hormigas contribuyen al proceso. La descomposición ocurre de forma natural en la mayoría de los ambientes, excepto aquellos más hostiles como desiertos muy áridos etc. que impiden que los microbios y otros agentes de descomposición se desarrollen. El compostaje es el proceso de descomposición controlada de la materia orgánica (wikipedia 2008).

En lugar de permitir que el proceso suceda de forma lenta en la propia naturaleza, puede prepararse un entorno con las condiciones óptimas para que los agentes de la descomposición proliferen. Estas condiciones incluyen una mezcla correcta de carbono, nitrógeno, oxígeno y agua. Si alguno de estos elementos faltara el proceso sucedería igualmente, pero de forma más lenta y quizá desagradable por la existencia de microbios anaerobios que producen olores desagradables (wikipedia 2008).

2.6.2.- Características del compost.

Un residuo orgánico es transformado en una extraordinaria enmienda fertilizadora, actúan sobre los nutrientes macromoleculares, llevándolos a estados directamente asimilables por las plantas, lo cual se manifiesta en notables mejoras de las cualidades organolépticas de frutos y flores y mejor resistencia a los agentes patógenos. Acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color. Al mejorar el estado general de las plantas aumenta su resistencia al ataque de plagas y patógenos y la resistencia a las heladas. La acción microbiana del compost hace asimilable para las plantas, materiales inertes como el fósforo, calcio, potasio, magnesio, así como micro y oligoelementos. Su riqueza en oligoelementos lo convierte en un fertilizante completo. Aporta a las plantas sustancias necesarias para su metabolismo (Doka 2003).

Se puede utilizar a altas dosis sin contraindicaciones, ya que no quema las plantas, ni siquiera a las más delicadas. Además contiene hormonas, sustancias reguladoras del crecimiento y promotoras de las funciones vitales de las plantas. Está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. También agrega material orgánico al suelo, aumenta la permeabilidad de los suelos de arcilla y aumenta la capacidad de retención de agua de suelos arenosos, promueve el crecimiento de la raíz y crea espacios para el aire y el agua. El compost se clasifica como un acondicionador del suelo más que como abono. Para ser clasificado como abono tendría que tener niveles más altos de nitrógeno, potasio y fósforo. El compost acabado agrega estos elementos y

otros, pero es de efectos más lentos que los fertilizantes químicos, y aumenta la disponibilidad de estos elementos en el suelo (Doka 2003)

2.6.3.- Ventajas del compost.

Las principales ventajas del compost son:

- En lo económico debido a que los materiales necesarios para producirlo son los restos de cultivos, guano de ave, vacuno, ovino, caprino, etc.
- Desde el punto de vista nutritivo entrega nutrientes de manera lenta, al ir mineralizándose la materia orgánica que lo constituye, lo que evita las pérdidas de nutrientes, ya sea, por volatilización como por lixiviación (como es el caso del Nitrógeno), como también, el sincronizarse ésta liberación lenta, pero permanente, con la absorción de nutrientes por parte de los vegetales.
- Debido a la temperatura que alcanza el compost en su proceso, da muerte a la mayoría de los hongos patógenos del suelo, junto con las semillas de malezas, con lo que se convierte en un abono de gran calidad fitosanitaria.
- El compost puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40%. La cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño (Emisor Medio Ambiente 2003)

2.6.4.- Materias primas utilizadas en compostaje.

Para la elaboración del compost se puede emplear materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. No todos los compuestos orgánicos pueden ser asimilados por los microorganismos. Se denomina "Biodegradable" a aquella materia orgánica que, con mayor o menor dificultad, puede ser asimilada por los microorganismos. Algunos de ellos son:

- Cenizas. Pelo. Lana.
- Hojas. Paja y heno.

- Estiércol y cadáveres de ganado.
- Basuras domiciliarias: restos de alimentos.
- Lodos de las estaciones depuradoras de aguas residuales, municipales e industriales.
- Residuos de la industria agroalimentaria: Papel y cartón, restos de café (Emisor Medio Ambiente 2003).

Tabla 1.- Características de las materias primas utilizadas.

Residuo	Características
Cenizas	Aportan minerales al compost
Pelos, lana	Descomposición muy lenta
Hojas	Aportan carbono. Descomposición lenta por presencia de lignina
Estiércol animal	Rico en nitrógeno, buen activador. Usar solo estiércol de animales herbívoros
Paja, heno	Aportan carbono. Humedecer antes de añadirlo
Restos de verduras y frutas	Aportan nitrógeno y carbono, además de potasio y fósforo. Descomposición rápida
Cáscaras de huevos	Aportan calcio. Descomposición lenta
Papel y cartón	Aportan carbono. Agregar troceados en pequeñas cantidades
Posos de café e infusiones	No generan problemas
Restos de podas	Descomposición lenta, se deben añadir troceados y en pequeñas cantidades. Favorecen la aireación
Residuos de la industria de madera:	serrines, cortezas, restos de poda, etc

Fuente: (Emisor Medio Ambiente 2003).

A veces se añaden otros ingredientes y activadores al compost. Espolvorear cal en pequeñas cantidades puede controlar la aparición de un grado de acidez excesiva que reduzca el ritmo de fermentación. Las algas proporcionan importantes micronutrientes. La roca pulverizada proporciona minerales, al contrario que la arcilla. La fracción de estiércol puede provenir de heces humanas. No obstante, el riesgo de que no se alcancen temperaturas suficientemente altas para eliminar los patógenos hace que no suelen utilizarse

en cultivos alimentarios porque es muy hedionda. Aún así pueden ser útiles para el abonado de árboles, jardines, etc. (wikipedia 2008).

2.6.5.- Formas de realizar el compostaje.

a.- Pila Dinámica o Pila con Volteo.

Tiene la ventaja de que permite ir controlando todas las fases, con lo cual podremos obtener un compost con las características más acordes al uso que pretendamos darle. El montón debe tener el suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre la humedad y la aireación y debe estar en contacto directo con el suelo. Se recomienda la construcción de montones alargados, de sección triangular o trapezoidal, con una altura de 1,5 metros y con una anchura en la base de 2 a 4,5 metros. Es importante intercalar cada 20-30 cm de altura una fina capa de 2-3 cm de espesor de compost maduro para facilitar la colonización por parte de los microorganismos. Una vez formado debe airearse frecuentemente, la temperatura tiene que ser uniforme y la humedad debe estar entre el 40-60% (Emisor Medio Ambiente 2003).

b.- Pila estática aireada.

El aire se produce por aireación forzada, aireación inducida (succión) o una mezcla de ambas. Este sistema puede consistir en una red de tuberías de conducción de aire sobre las que se distribuye el material orgánico a degradar. La altura de las pilas suele oscilar entre 2 y 2,5 m. A menudo para aislar la pila, se dispone de una capa de compost cribado encima de la misma, evitando así los olores. Con esta técnica se evita el volteo periódico aportando el aire necesario de forma mecánica. En este caso es muy importante que éste pueda circular (Emisor Medio Ambiente 2003).

c.- Compostaje en silos.

Se emplea en la fabricación de compost poco voluminosos. Los materiales se introducen en un silo vertical de unos 2 a 3 metros de altura, cuyos lados están

calados para permitir la aireación. El silo se carga por la parte superior y el compost ya elaborado se descarga por una abertura que existe en la parte inferior. A diferencia del anterior, el proceso es continuo y mucho más controlado (Emisor Medio Ambiente 2003)

d.- Compostaje en superficie.

La materia orgánica se esparce directamente en el mismo lugar donde crecen las plantas, con la ventaja de que supone mucho menos trabajo y además, al cubrir el suelo, lo protegemos de la radiación solar. Debido a la lenta y progresiva descomposición de este método, resulta muy apropiado para plantaciones de árboles frutales, cultivo de cereales y de hortalizas. (Emisor Medio Ambiente 2003)

e.- Compostaje con lombrices.

Se puede obtener vermicompost como producto de excreción de la lombriz californiana. Este organismo se alimenta de residuos orgánicos y luego los transforma en un producto de alto contenido proteico utilizado para fertilizar o enriquecer la tierra como medio de cultivo. Existe una actividad llamada lombricultura, que trata las condiciones de cría, reproducción y supervivencia de estas lombrices. Incluso existe un mercado mundial para comercializarlas, (wikipedia 2008).

f.- Compostaje doméstico.

Los jardineros han utilizado durante siglos el compost aprovechando materiales como restos de siega de césped, hojas caídas de los árboles, restos de poda, etc. En la actualidad es usual ver cómo estos restos, y en general gran cantidad de residuos agrícolas, son quemados privando al suelo de los nutrientes que forman parte de las estructuras vegetales. Sin embargo muchos jardineros encuentran más conveniente gestionar ellos mismos esos residuos, recuperándolos con un compostador doméstico, aprovechando las reconocidas cualidades del compost, evitándose el embolsado y posterior traslado a

contenedores habilitados de los residuos que se generaran en un jardín o huerto, fertilizando, además, el suelo y mejorando sus cultivos (Emisor Medio Ambiente 2003).

Hace algunos años, en todas las granjas había un estercolero donde acababan los residuos y se transformaban lentamente. Ahora que la mayor parte de la población vive en grandes ciudades, este proceso se ha de adaptar. La transformación de los residuos en compost, se realiza en plantas especializadas donde se tratan una parte de los residuos domésticos, de explotaciones agrícolas y de algunas industrias o establecimientos comerciales. (Emisor Medio Ambiente 2003)

2.6.6.- Análisis químico.

Estos valores son típicos, y pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el compost. Por otra parte, al tratarse de un producto natural no tiene una composición química constante (Doka 2003).

Tabla 2. Características del compost que indican su estado inicial y final del proceso de maduración.

	Inicio (8 a 15 días)	Final (90 a 120 días)
Temperatura (a 30 cm)	77°C	27 °C
pH. (Acidez)	9 (alta)	6,5 (neutra)
Color	claro	Oscuro
Humedad (%)	63	45
Materia orgánica (%)	55	23
Relación carbono/nitrógeno	47	18
Nitrógeno (%)	1,01	2,45
Presencia de hongos	estrato superficial	generalizado
Olores	fuertes, amoníaco	a tierra fresca

(Doka 2003)

Estas características dependen en gran medida de los materiales utilizados en su elaboración. Pero existen varios indicadores generales que ayudan a

interpretar el estado de maduración (Doka 2003).

2.7.- Estiércol.

Es el abono orgánico fundamental. Está constituido por una mezcla de deyecciones animales con paja. La paja cumple la función de cama. La celulosa es un componente de la cama, junto con la lignina, ceras, grasas, etc., que son sustancias complejas de descomposición lenta que liberan de forma paulatina los elementos minerales que contienen (entre estos, el más importante es el fósforo). Las heces están constituidas por sustancias proteicas complejas y por restos de comida no digeridas (Castellano 1996).

La orina contiene sustancias nitrogenadas, como la urea y el ácido úrico que después de una rápida descomposición, son absorbidas por las plantas. La composición del estiércol depende de los animales, de la camada, de la proporción entre paja y deyecciones, de la alimentación de los animales, de la fertilización realizada. El estiércol no debe añadirse al terreno en estado fresco; por una parte, porque es muy heterogéneo, y por otra, porque las deyecciones concentradas queman los vegetales (Castellano 1996).

Si se hace descomponer el estiércol, o materiales orgánicos de distinta naturaleza, junto con una cantidad de tierra, sometiéndolo a una serie de manipulaciones, se obtiene *compost*, llamado por algunos autores, mantillo. Este material tiene las mismas características del humus, incluso incrementadas. Para prepararlo se reúnen residuos vegetales y animales de toda clase, en un lugar fresco o en un hoyo, se depositan capas que se van alternando con tierra y pueden añadirse abonos minerales y estiércol (Castellano 1996).

2.7.1.- Utilización de estiércol

El estiércol, tanto como artificial, hay que utilizarlo pronto, a ser posible en otoño, de modo que su descomposición este ya avanzada al llegar la época de siembra o de plantación. Es preferible enterrarlo justo después del transporte

sobre el campo para evitar pérdidas de nitrógeno, que pueden ser muy importantes si se deja bastante tiempo formando montones sobre el terreno. La distribución del estiércol puede realizarse a mano, formando montones distantes entre 6 - 7 metros que después se esparcen con una horca. Puede realizarse manual y mecánicamente; los montones, separados 4-5 metros, se esparcen con un distribuidor arrastrado por un tractor y mecánicamente se carga el estiércol sobre remolques distribuidores de estiércol, que lo transportan y lo reparten en el campo, (Castellano 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización.

Esta investigación se llevó a cabo en los terrenos del relleno sanitario, propiedad del Gobierno Municipal del Cantón Buena Fe, ubicada en el Km. 2 de la vía Buena Fe - Recinto Alegría del Congo, situada entre las coordenadas geográficas 79°29'38'' Longitud Oeste y 0°54'13'' Latitud Sur, a una altitud de 115 msnm. El experimento fue desarrollado entre los meses de junio y noviembre del 2007.

3.2. Condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas de la zona experimental se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas de la zona donde se realizó el experimento.

Datos meteorológicos		Promedios
Temperatura	(°C)	25
Humedad relativa	(%)	87
Altitud	(msnm)	115
Precipitación anual	(mm)	2319
Heliofania	(horas/luz/año)	844.0

Fuente: Estación meteorológica del INAMHI. Ubicada en la estación experimental tropical Pichilingue del INIAP. Km 5.5 Quevedo El Empalme. 2006.

3.3.- Materiales y equipos utilizados.

3.3.1.- Materiales para la investigación.

- Material orgánico de origen animal (residuo ruminal bovino). 300 kg.
- Materiales orgánicos de origen vegetal: residuos orgánicos, basura, libres de plástico, latas o vidrios. 300 kg.

3.3.2.- Insumos.

- Sangre bovina
- Agua.

3.3.3.- Materiales.

- Carretilla.
- Machete.
- Pala, rastrillo
- Flexómetro.
- Pico, barra.
- Martillo, serrucho
- Regadera.
- Cajas de madera (de 1m x 1m).
- Baldes plásticos de 20 lt.
- Excavadora manual.
- Transporte (vehículo).

3.3.4.- Materiales de laboratorio.

- Termómetro.
- pHmetro.

3.3.5. Otros.

- Plástico.
- Cámara digital.
- Computadora.
- Libreta de campo.
- Tablero.
- Lápiz, borrador.
- Pintura, brocha.
- Alambre.
- Piola.
- Madera.
- Clavos.
- Cañas.
- Botas, Guantes, Mascarilla.

3.4. Métodos

3.4.1. Factores y niveles.

Cuadro 2.- Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Código	Repetición
T1	a1b1 (Residuo ruminal, 4 meses)	3
T2	a1b2 (Residuo ruminal, 5 meses)	3
T3	a2b1 (Residuo de mercado, 4 meses)	3
T4	a2b2 (Residuo de mercado, 5 meses)	3
T5	a3b1 (Mezcla, 4 meses)	3
T6	a3b2 (Mezcla, 5 meses)	3
Total		18

Cuadro 3.- Diseño Experimental

Factor	Nivel	
A= Material	a1	Residuo Ruminal
	a2	Residuos de mercado
	a3	Mezcla
B= Tiempo de descomposición	b1	4 meses
	b2	5 meses

3.4.2. Tratamientos y diseño experimental

Para esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3 x 2 (cuadro 3). Se aplicaron dos factores, el factor A corresponde al material utilizado (residuo ruminal, residuo de mercado y la mezcla de los dos), y el factor B que corresponde al tiempo de descomposición del material utilizado (cuatro y cinco meses). Para la comparación de media entre tratamientos se empleo la “Prueba de Tukey” ($p \leq 0.05$).

Cuadro 4.- Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación		Grado de libertad
Tratamiento	a.b-1	5
Factor A	(a-1)	2
Factor B	(b-1)	1
Interrelación AxB	(a-1)(b-1)	2
Error experimental	a.b(r-1)	12
Total	a.b.r-1	17

Modelo matemático: $Y_{ij} = u + A_i + B_j + (A \times B)_{ij} + e_{ij}$

Donde:

Y_{ij} = Total de una observación

u = Media general

A_i = Efecto de los niveles del factor A

B_j = Efecto de los niveles del factor B

$(A \times B)_{ij}$ = Efecto de la interrelación entre niveles de los factores A y B

e_{ij} = Efecto aleatorio o error

3.4.3. Manejo del experimento

El proceso de compostaje empezó con la construcción de la ramada y de los cajones, luego se empezó con la recogida de los materiales orgánicos adecuados, que fueron transportados al relleno sanitario del Cantón Buena Fe, sitio que fue seleccionado para el desarrollo experimental. A continuación se clasificaron los materiales orgánicos a ser compostados en el área de almacenamiento temporal, con la respectiva indumentaria de trabajo (Botas, guantes mascarillas, gorra) esta actividad consistió en separar los residuos sólidos orgánicos de los residuos sólidos inorgánicos (desechos metálicos, hojalata, caja de madera, vidrio, plástico, piolas, periódicos, etc.), para después ser pesados cada uno de los materiales utilizados, y luego llenar los cajones donde se utilizaron residuos sólidos orgánicos totalmente frescos. Los desechos del camal municipal también fueron clasificados ya que llegan en un carretón mezclados, es decir, estiércol, sangre, cuernos, cabezas, pezuñas, botellas. Solamente se dejó el estiércol (residuo ruminal) y la sangre para luego proceder a pesar y llenar los cajones respectivos.

3.4.4. Residuos Utilizados (Materia Orgánica)

- Zanahoria
- Coliflor
- Tomate
- Pepino

- Col
- Perejil
- Pimiento
- Sandía
- Lechuga
- Camote
- Cebolla colorada
- Fréjol
- Remolacha
- Arvejas
- Nabo
- Choclo
- Habichuelas
- Guaba
- Residuo ruminal del camal y sangre

La mezcla y homogenización de los materiales sólidos orgánicos, consistió en juntar los materiales en las proporciones adecuadas, mezclarlos y colocarlos en cada uno de los cajones; esto se realizó tomando en cuenta el método de compostaje utilizado, en este caso se aplicaron dos factores, el factor A que fue el material a utilizar (estiércol fresco, residuo de mercado y la mezcla de los dos), y el factor B que fue el tiempo de descomposición del material a utilizar (cuatro y cinco meses).

En los tratamientos que eran la mezcla de ambos materiales, se los colocó en proporción de 2 a 1, esto es, una parte de residuo ruminal (100 kg) y dos partes de residuos de mercado (200 kg). Estos fueron colocados en cada uno de los cajones en capas alternadas, de la siguiente manera: se pesaba 40 kg de residuos de mercado y encima se colocaban los 20 kg pesados de residuo ruminal y así sucesivamente hasta completar el peso respectivo que era de 300 kg por cajón.

3.5.- Variables evaluadas.

En el campo.

Cada dos días se tomó los datos de temperatura, pH, y una vez al mes se hizo la toma de humedad, durante todo el ensayo, peso al inicio y peso al final (4 – 5 meses). Al término del experimento se realizó el análisis biológico, y el análisis físico-químico de cada tratamiento para conocer cuál fue el de mejor calidad. También se tomó en cuenta el tiempo de descomposición de cada tratamiento para ver cuál fue el más óptimo.

Humedad.

Para la medición de la humedad se tomaron muestras de masa que se realizó cada 25 - 30 d, las muestras recolectadas a las 08h30 eran llevadas en fundas plásticas transparentes de 1 Kg al laboratorio de bromatología perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Donde, después que llegaba la muestra al laboratorio era pesada para luego ser ingresada a la estufa, se esperaba un lapso de 48 h que la muestra este completamente seca, luego era retirada de la estufa y se volvió a pesar. Mediante diferencia de peso se obtenía el porcentaje de humedad. Esta actividad duró 150 días.

Temperatura.

Para controlar el comportamiento de la temperatura, se utilizó un termómetro con capacidad de control hasta los 60 °C. Se empezaron a tomar los datos de temperaturas desde el tercer día que se armaron y llenaron los cajones: esto consistió en introducir la punta del termómetro en distintos lugares de los cajones durante un lapso de cinco minutos o hasta que la temperatura del termómetro se estabilice, se realizó esta actividad en 150 días. Este instrumento permitió observar la evolución de la temperatura durante las diferentes etapas del compostaje.

pH.

Para control del comportamiento del pH, se utilizó el instrumento llamado pHmetro portátil en forma de cono. Se empezaron a tomar los datos del pH desde el primer día que se armaron los cajones: esto consistió en introducir la punta del pHmetro portátil en distintos lugares del cajón y durante un lapso de cinco a diez minutos; esta actividad se realizó durante 150 días. Este instrumento permitió observar la evolución de pH durante las diferentes etapas del compostaje.

Análisis químico en el laboratorio.

Para realizar el análisis químico- biológico, se tomaron muestra a los 121 días (cuatro meses) y luego a los 150 días (cinco meses). Las muestras fueron tomadas a las 09h00. Para el análisis químico de macro-elementos, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), y de micro-elementos, calcio (C), cobre (Cu), hierro (Fe) entre otros. Las muestras fueron llevadas en fundas transparentes de 1kg cada funda con su respectiva identificación. Estas fueron entregadas en el laboratorio de suelos en la “Estación Experimental Tropical Pichilingue” del INIAP. El mismo procedimiento se realizó para el análisis biológico, donde las muestras fueron entregadas en el laboratorio de bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

4.- RESULTADOS

4.1. Factor A (Material).

4.1.1.- Potencial Hidrogeno (pH).

En relación a esta variable, los materiales a2 (residuo de mercado) y a3 (mezcla), con promedios de pH 6,71 y 6,54, respectivamente, resultaron ser estadísticamente superiores al material a1 (residuo ruminal) con (5,88) e iguales entre sí (cuadro 5).

4.1.2.- Temperatura.

No existió diferencias estadísticas significativas en cuanto a esta variable, por lo que los promedios fueron 24,21 para el material a1 (residuo ruminal); 24,03 para el material a2 (residuo de mercado) y 23,42 para el material a3 (mezcla).

4.1.3.- Humedad.

Para esta variable si se encontró diferencia significativa entre las medidas, resultando ser inferiores estadísticamente los materiales a2 (residuo de mercado) con 64,97 y a3 (mezcla) con 70,12, con respecto al material a1 (residuo ruminal) con 78,63.

4.1.4.- Materia seca.

Los materiales a2 (residuo de mercado) y a3 (mezcla), resultaron ser estadísticamente superiores al material a1 (residuo ruminal) con (21.39), e iguales entre sí, con valores promedios de 35,05 y 29,91, respectivamente.

Cuadro 5. Comparación estadística de las medias de los factores a1 (Residuo ruminal vacuno), a2 (Residuo de mercado) y a3 (Mezcla de A1 y A2) mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables pH, Temperatura (°C), Humedad (%), Materia seca (%) realizada en el cantón Buena Fe.

Factores	Variables			
	pH	Temperatura °C	Humedad %	Materia seca %
a1	5.88 b	24.21 a	78.63 a	21.39 b
a2	6.71 a	24.03 a	64.97 b	35.05 a
a3	6.54 a	23.92 a	70.12 b	29.91 a
Promedio	6,4	24,1	71,2	28,8
CV	2,07	1,42	6,61	16,36

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.1.5.- Nitrógeno.

El mejor porcentaje lo obtuvo el material a1 (residuo ruminal), siendo estadísticamente superior al resto con 2,52% (cuadro 6).

4.1.6.- Fosforo.

Las medidas comparadas resultaron estadísticamente iguales entre sí, habiendo obtenido los siguientes promedios 0,44, 0,41 y 0,38, para los materiales a2 (residuo de mercado), a1 (residuo ruminal) y a3 (mezcla), respectivamente.

4.1.7.- Potasio.

Los materiales a2 (residuo de mercado) y a3 (mezcla), con promedios 1,11 y 1,07%, respectivamente, resultaron ser estadísticamente superiores al material a1 (residuo ruminal) con (0,59) y similares entre sí.

Cuadro 6. Comparación estadística de las medias de los factores a1 (Residuo ruminal vacuno), a2 (Residuo de mercado) y a3 (Mezcla de A1 y A2) mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables de elementos químicos Nitrógeno (%), Fosforo (%) y Potasio (%) realizada en el cantón Buena Fe.

Factores	Variables		
	Nitrógeno %	Fosforo %	Potasio %
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
a1	2.52 a	0.41 a	0.59 b
a2	1.62 b	0.44 a	1.11 a
a3	2.15 ab	0.38 a	1.07 a
Promedio	2,1	0,4	0,9
CV	27,1	27,16	19,84

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.2. Factor B (Tiempo de descomposición).

4.2.1.- Potencial Hidrogeno (pH).

No se encontró diferencias estadísticas entre las medidas comparadas, las cuales son 6,43 para el factor b1 (4 meses) y de 6,33 para el factor b2 (5 meses) (cuadro 7).

4.2.2.- Temperatura.

Para este factor tampoco se determino diferencia estadística, los valores que se obtuvieron fueron 24,13°C para el factor b1 (4 meses) y 23,98°C para el factor b2 (5 meses).

4.2.3.- Humedad.

Según la prueba aplicada, se pudo determinar la diferencia estadística que existe en este factor, resultando ser inferior el factor b1 (4 meses) con (74,52%), respecto al factor b2 (5 meses) con (67,96).

4.2.4.- Materia seca.

Para esta variable el factor b2 (5 meses) con 32,09%, fue superior estadísticamente al factor b1 (4 meses) con 25,47%.

Cuadro 7. Comparación estadística de las medias de los factores b1 (4 meses), b2 (5 meses) mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables pH, Temperatura (°C), Humedad (%) y Materia seca (%) realizada en la zona del cantón Buena Fe.

Factores	Variables			
	pH	Temperatura °C	Humedad %	Materia seca %
b1	6.43 a	24.13 a	74.52 a	25.47 b
b2	6.33 a	23.98 a	67.96 b	32.09 a
Promedio	6,4	24,1	71,2	28,8
CV	2,07	1,42	6,61	16,36

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.2.5.- Nitrógeno.

Para esta variable, resulto ser estadísticamente superior el factor b1 (4 meses) con 2,19%, que el factor b2 (5 meses) con 2,0% (cuadro 8).

4.2.6.- Fosforo.

Para esta variable, no se encontró diferencias estadísticas entre las medidas, siendo las mismas 0,42 para el factor b1 (4 meses) y 0,40 para el factor b2 (5 meses).

4.2.7.- Potasio.

Para esta variable el factor b2 (5 meses) con 1,04% resulto superior estadísticamente del factor b1 (4 meses) con (0,8%).

Cuadro 8. Comparación estadística de las medias de los factores b1 (4 meses), b2 (5 meses) mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables de elementos químicos Nitrógeno (%), Fosforo (%) y Potasio (%) realizada en la zona del cantón Buena Fe.

Factores	Variables		
	Nitrógeno %	Fosforo %	Potasio %
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
b1	2.19 b	0.42 a	0.8 b
b2	2.0 a	0.4 a	1.04 a
Promedio	2,1	0,4	0,9
CV	27,1	27,16	19,84

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.3. Interacciones A x B (Abono x tiempo).

4.3.1.- Potencial Hidrogeno (pH).

De acuerdo a la prueba, en esta variable resultaron ser superiores las siguientes combinaciones y medidas. 6,72 para a2b2 (residuo de mercado, 5 meses), 6,71 para a2b1 (residuo de mercado, 4 meses), 6,59 para a3b2 (mezcla, 5 meses) y 6,5 para a3b1 (mezcla, 4 meses), con respecto a las demás combinaciones (cuadro 9).

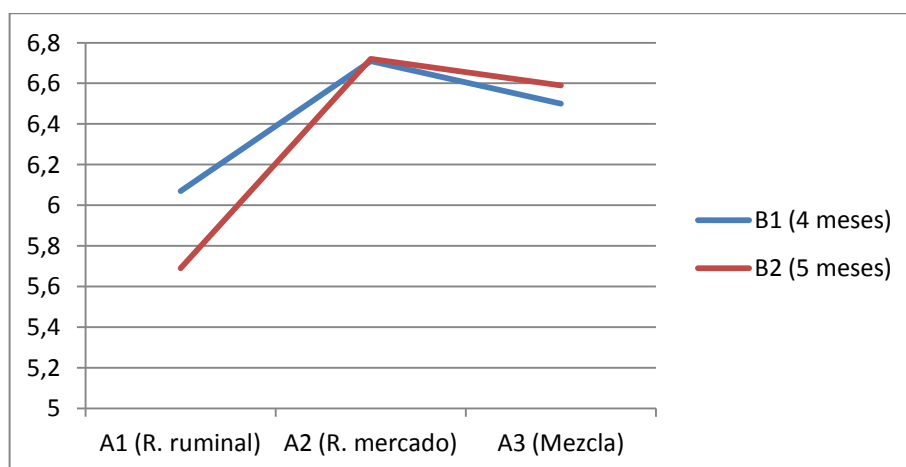


Figura 1. Interacción de la combinación de los dos factores en la variable pH.

4.3.2.- Temperatura.

De manera similar existió el mismo comportamiento de los anteriores casos, no hubo diferenciación estadística entre las medidas comparadas, cuyos valores oscilan entre 23,88 para a3b2 (mezcla, 5 meses) y 24,47 para a1b1 (residuo ruminal, 4 meses).

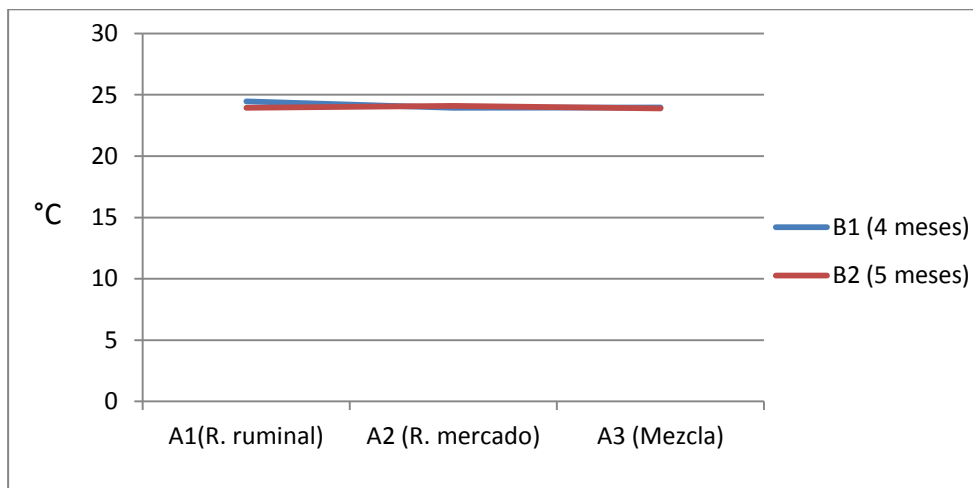


Figura 2. Interacción de la combinación de los dos factores en la variable Temperatura.

4.3.3.- Humedad.

Para esta variable, también se encontró diferencias estadísticas altas entre las medidas comparadas, siendo superiores: 79,82 para a1b1 (residuo ruminal, 4 meses), 77,44 para a2b2 (residuo de mercado, 5 meses) y 72,84 para a2b1 (residuo de mercado, 4 meses).

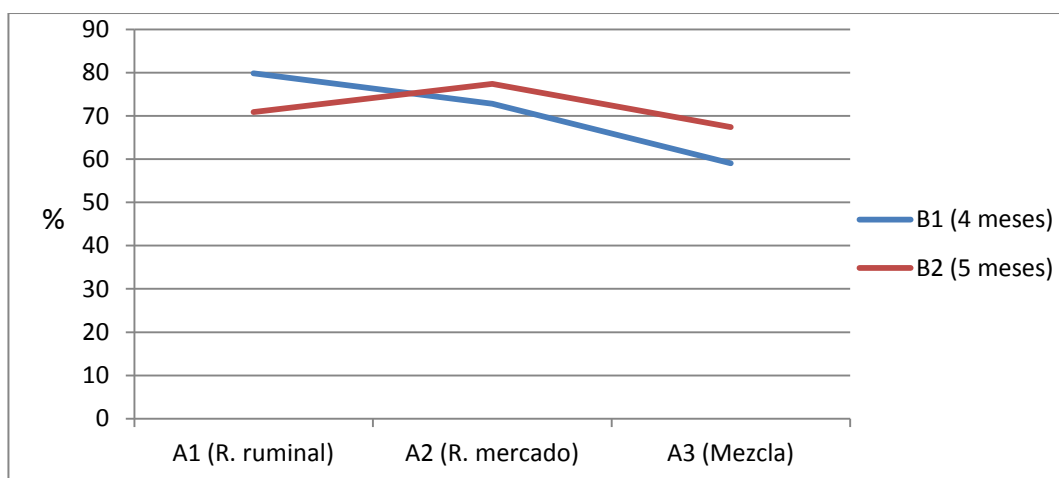


Figura 3. Interacción de la combinación de los dos factores en la variable Humedad.

4.3.4. Materia seca.

La combinación a2b2 (residuo de mercado, 5 meses), resulto ser estadísticamente superior a las demás, con un promedio de 41,02%, mientras que el menor promedio fue de 20,18 para a1b1 (residuo ruminal, 4 meses).

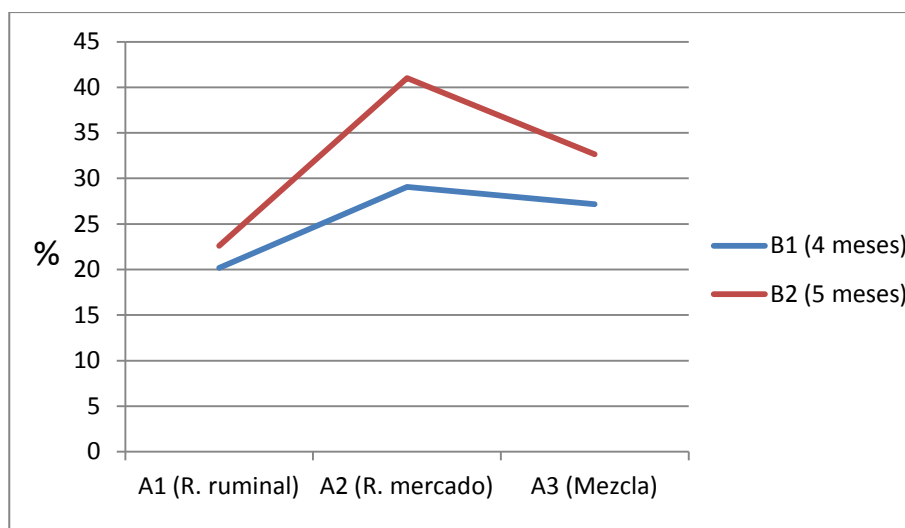


Figura 4. Interacciones de las combinaciones de los dos factores en la variable Materia Seca.

Cuadro 9. Comparación estadística de las medias de las interacciones formadas por los factores a1, a2, a3, b1, b2 mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables pH, Temperatura (°C), Humedad (%) y Materia seca (%) realizada en la zona del cantón Buena Fe.

Interacciones	Variables			
	pH	Temperatura °C	Humedad %	Materia seca %
a1b1	6.07 b	24.47 a	79.82 a	20.18 b
a1b2	5.69 c	23.95 a	70.92 ab	22.6 b
a2b1	6.71 a	23.95 a	72.84 a	29.08 ab
a2b2	6.72 a	24.11 a	77.44 a	41.02 a
a3b1	6.5 a	23.97 a	59.02 b	27.16 b
a3b2	6.59 a	23.88 a	67.4 ab	32.65 ab
Promedio	6,4	24,1	71,2	28,8
CV	2,07	1,42	6,61	16,36

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.3.5.- Nitrógeno.

No existió diferencias estadísticas en cuanto a esta variable, encontrándose en el siguiente intervalo la medidas, 2,53% a1b1 (residuo ruminal, 4 meses) y 1,19 para a2b1 (residuo de mercado, 4 meses) (cuadro 10).

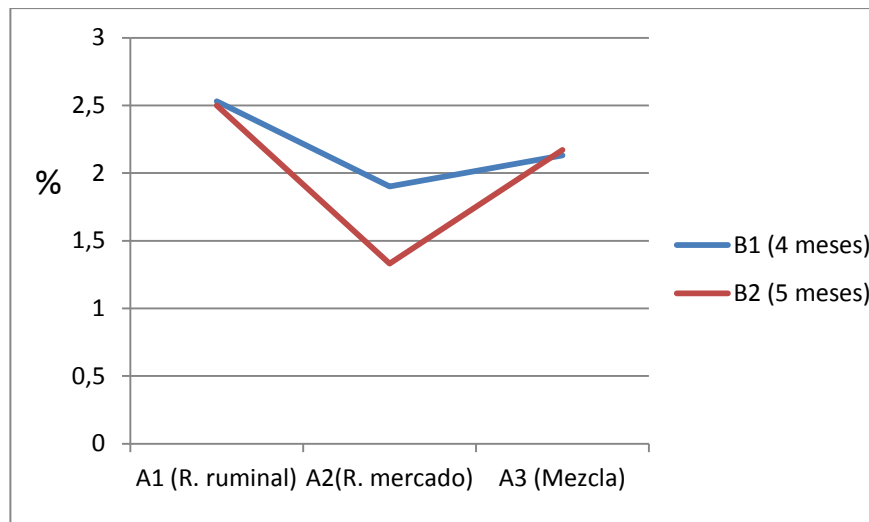


Figura 5. Interacciones de las combinaciones de dos factores en la variable Nitrógeno.

4.3.6.- Fosforo.

Para esta variable de igual manera no se encontró diferencias estadísticas a ninguno de los elementos comparados, los cuales se encuentran en el rango comprendido entre 0,45% a2b1 (residuo de mercado, 4 meses) y 0,38 para a3b1 y a3b2 (mezcla).

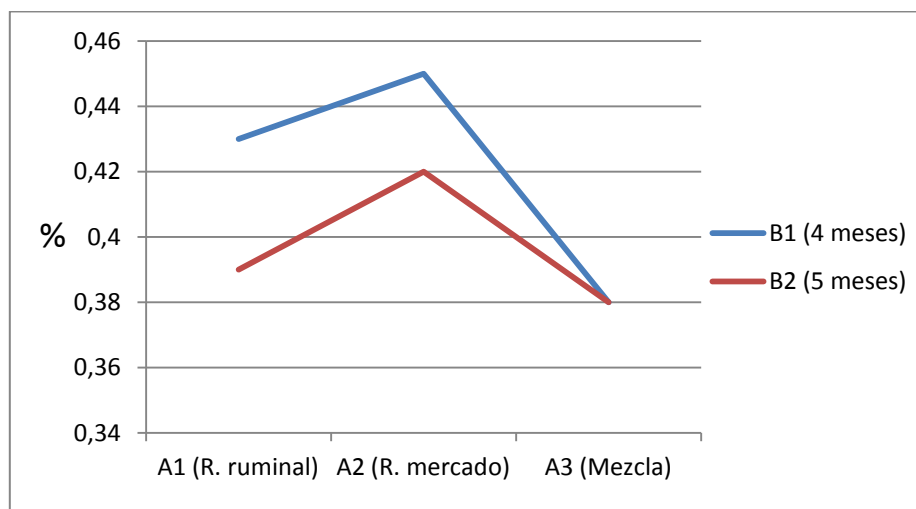


Figura 6.- Interacciones de las combinaciones de dos factores en la variable Fosforo.

4.3.7.- Potasio.

Para esta variable, la combinación a2b2 (residuo de mercado, 5 meses) con (1,48) fue estadísticamente superior al resto de combinaciones.

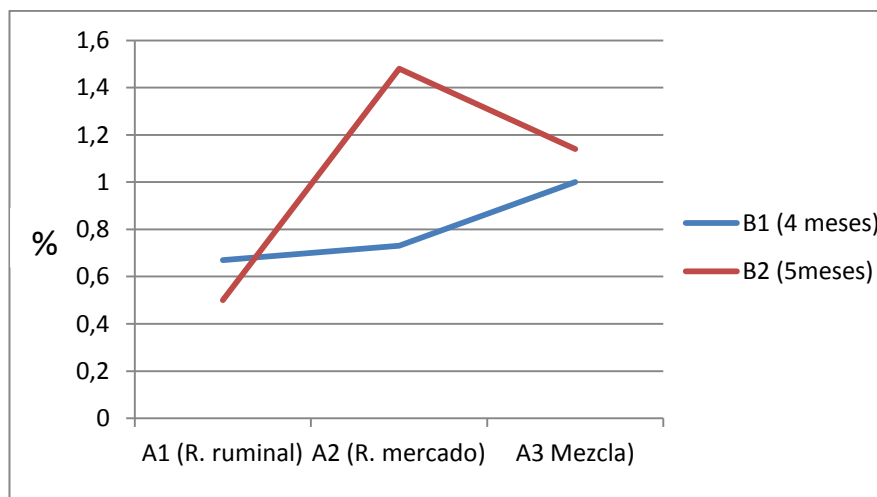


Figura 7.- Interacciones de las combinaciones de dos factores en la variable Potasio.

Cuadro 10. Comparación estadística de las medias de las interacciones formadas por los factores a1, a2, a3, b1, b2 mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, correspondientes a las variables de elementos químicos Nitrógeno (%), Fosforo (%) y Potasio (%) realizada en la zona del cantón Buena Fe.

Interacciones	Variables		
	Nitrógeno %	Fosforo %	Potasio %
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
a1b1	2.53 a	0.43 a	0.67 bc
a1b2	2.5 a	0.39 a	0.5 c
a2b1	1.9 a	0.45 a	0.73 bc
a2b2	1.33 a	0.42 a	1.48 a
a3b1	2.13 a	0.38 a	1.0 abc
a3b2	2.17 a	0.38 a	1.14 ab
Promedio	2,1	0,4	0,9
CV	27,1	27,16	19,84

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.4.- Costos de producción.

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 11, los tratamientos evaluados a los 4 meses, los precios más altos lo obtuvieron los tratamientos 2 y 5 con un valor de \$ 0,43 en ambos casos. Así mismo se tiene que el precio más bajo; lo tuvieron los tratamientos 1 y 4 con un valor de \$ 0,19 en ambos tratamientos.

Por otra parte, se puede decir que los tratamientos evaluados a los 5 meses el precio más alto lo tuvo el tratamiento 5 con un valor de \$ 0,57, seguido por el tratamiento 2 con un valor de \$ 0,54. Al contrario se puede citar que el precio más bajo lo tuvieron los tratamientos 1 y 4 con valores de \$ 0,26 y \$ 0,25, con una diferencia de \$ 0,01 entre ambos.

Cuadro 11. Costos por kilogramo producido en la elaboración de abono orgánico a base de residuos de mercado y de residuos ruminales del Camal Municipal en el cantón Buena fe.

Rubros	TRATAMIENTOS 4 MESES						TRATAMIENTOS 5 MESES					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costos fijos												
Palas	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Carretas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Transporte	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tablas	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Alquiler terreno	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50
Clavos (lb)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Varios	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Termómetro	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Peachimetro	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Subtotal	229.4	229.4	229.4	229.4	229.4	229.4	239.4	239.4	239.4	239.4	239.4	239.4
Costos variables												
Mano de obra	64	64	64	64	64	64	80	80	80	80	80	80
Subtotal	64	64	64	64	64	64	80	80	80	80	80	80
Costos totales	293.4	293.4	293.4	293.4	293.4	293.4	319.4	319.4	319.4	319.4	319.4	319.4
Total kilos	251.5	113	181.5	252	113	129.5	208	99	152	213.5	93.5	109.5
Costo por kilo	0,19	0,43	0,27	0,19	0,43	0,38	0,26	0,54	0,35	0,25	0,57	0,49

5.- DISCUSIÓN

5.1.- Material (Factor A).

Según lo escrito anteriormente, en el capítulo de resultados, se obtuvo que para nitrógeno, el material a1 (residuo ruminal), resulto el mejor con una concentración de 2,52%. De acuerdo a Doka 2003, en la tabla 2 para los compost, aunque en fosforo los valores son relativamente bajos, por su parte la mayor concentración de potasio fue obtenido por los materiales a2 (residuo de mercado) y a3 (mezcla), con concentraciones de 1,11% y 1,07% respectivamente.

Por otra parte, el pH más óptimo lo obtuvieron los materiales a2 (residuo de mercado) y a3 (mezcla), con promedios de 6,71 y 6,54, respectivamente. En la temperatura no se diferenciaron entre sí, la humedad mayor fue obtenida por el material a1 (residuo ruminal) con el promedio de 78,63%, no siendo así en materia seca que los que obtuvieron mayor promedio fueron los materiales a2 (residuo de mercado) y a3 (mezcla) con valores de 35,05 y 29,91, respectivamente, esto no se precisa en la tabla 2 (Doka, 2003)

5.2.- Tiempo de fermentación (Factor B).

De acuerdo a los cuadros 7 y 8 de resultados, los tiempos de fermentación también tuvieron comportamientos inconstantes, esto en las diferentes variables que a continuación se detalla.

La concentración de nitrógeno resulto de mejor nivel en el tiempo b1 (4Meses) con 2,19%, un valor aceptable para este tipo de abonos; mientras que el fosforo se mantuvo con una concentración baja en ambos casos. Por su parte en lo que a potasio se refiere, el tiempo b2 (5Meses) fue superior la concentración con un 1,04%, demostramos que para estos parámetros los tiempos de descomposición no tuvieron comportamientos esperados.

Por otro lado, el potencial hidrogeno (pH), para los 2 casos (b1 y b2) estuvo con un valor ligeramente ácido (6,38), mientras que Doka, 2003 (tabla 2) sugiere pH 6,8 – 7,2. En cuanto a la humedad se refiere, en el tiempo b1 (4 meses) se registro el mayor valor promedio, esto es 74,52, mientras que tiempo b2 (5 meses) tuvo 67,96; siendo para este parámetro favorable el tiempo de descomposición de cinco meses, lo que permite aceptar la hipótesis que dice **“Con el tiempo de fermentación de cinco meses, se espera conseguir un producto final más descompuesto que el de cuatro meses.”**.

5.3.- Interacciones (Factor a x factor b).

Los cuadros 9 y 10 de resultados descubren las comparaciones entre las interacciones de los factores a y b, que son: factor a (Material), factor b (Tiempo de descomposición en meses); la combinación de ellos se denominó interacción.

La concentración de nitrógeno no tuvo diferencias estadísticas en ninguno de los casos evaluados, el promedio fue de 2,09%, un valor que está dentro de los parámetros de concentración según la tabla (2) de (Doka 2003).

Para el caso de fósforo, la concentración resultó similar entre medias cuyo promedio final que fue de 0,40%, resulta relativamente bajo para un abono de esta clase, pues se sugieren concentraciones de potasio si alcanzo valores considerados importantes, como el caso de la interacción a2b2 (residuo de mercado 5 meses) que obtuvo un promedio de 1,48%, por ende superior al resto y coinciden con lo expresado por (Doka 2003) en la tabla 2, donde los valores sugeridos van de 1 a 1,5%.

A su vez, el pH mayor fue considerado para varias combinaciones, esto es a2b2 (residuo de mercado 5 meses), a2b1 (residuo de mercado 4 meses), a3b2 (mezcla 5 meses), a3b1 (mezcla 4 meses); con valores 6,72; 6,71; 6,59 y 6,50 respectivamente, siendo entre sí estadísticamente iguales; con una tendencia a lo expuesto por Doka, 2003.

Mientras que la Temperatura no diferencio estadísticamente para ningún caso, con un promedio general de 24,09°C. Por su parte la Humedad si tuvo valores diferentes con respecto de si misma; las combinaciones a1b1 (residuo ruminal 4 meses), a2b2 (residuo de mercado 5 meses), y a2b1 (residuo de mercado 4 meses) fueron superiores al resto, con promedios de 79,82%; 77,44% y 72,84%, respectivamente, valores que demuestran falta de descomposición. En base a los resultados se acepta parcialmente la segunda hipótesis que indica **“El uso de materiales mixtos (residuos de mercado y ruminal), producen un abono orgánico de mejor calidad físico-química”**.

5.4.- Costos de producción.

Por su parte, en lo que se refiere al precio por kilogramo producido de cada uno de los tratamientos, los que resultaron más caros en el tiempo de 4 meses, fueron los tratamientos 2 y 5, ambos con un precio de \$ 0,43 así mismo tenemos que los tratamientos 1 y 4 tuvieron ambos un precio de \$ 0,19, resultando ser el precio más bajo.

Por otro lado, se encontró que el tratamiento 5 con un valor de \$ 0,57, resulto ser el más caro en el tiempo de fermentación de 5 meses, seguido por el tratamiento 2 con un valor de \$ 0,54. El tratamiento 4 con un valor de \$ 0,25 resulto ser el más bajo, seguido por el tratamiento 1 con una diferencia de \$0,01 entre ambos. De acuerdo a los resultados presentados, se acepta parcialmente la tercera hipótesis que indica **“Con los materiales descompuestos a cuatro meses se obtendrá un costo de producción más bajo que el de cinco meses”**.

Para estimar los costos por kilogramo producido, no se considero a lo que estaba señalado en el proyecto, en el mismo que incluía calcular los costos solo a los tratamientos correspondientes a cuatro meses (T1, T3 y T5), pero se determino realizar el peso a todos los 6 tratamientos sin tomar en cuenta el tiempo de fermentación, es decir cuatro y cinco meses. Debido a esto es que se aprecia en el cuadro 11, que el costo más bajo en cuatro meses de fermentación, lo obtuvo el tratamiento 4.

6. CONCLUSIONES

Con base en los resultados, se concluye lo siguiente:

- El residuo ruminal (a1) tuvo mayor concentración de Nitrógeno (2,52) y mayor Humedad (78,63), mientras que el residuo de mercado (a2) y la mezcla de ambos materiales (a3), tuvieron la mayor concentración de Potasio (1,11 y 1,07) y pH (6,71 y 6,54) respectivamente.
- El tiempo de descomposición de 4 Meses, permitió la mayor concentración de Nitrógeno (2,19), y la mayor Humedad (74,52) y el tiempo de 5 meses tuvo mayor concentración de Potasio (1,04).
- La interacción a2b2 (residuo de mercado 5 meses), alcanzo el nivel más aceptable para las variables en cuanto a composición se refiere, finalmente prevaleciendo el mayor tiempo de descomposición.
- El nivel de Fosforo, tuvo bajas concentraciones en todo los casos, esto significa que los abonos en estudio no son fuentes que aportan niveles aceptables de Fosforo y que el tiempo tampoco influye para esto. La temperatura no se vio influenciada por ninguno de los factores, siempre se mantuvo con una variable no mayor a 1 °C.
- Los abonos 5 y 2 en el tiempo de 5 meses, resultaron ser los más costosos, y en el tiempo de 4 meses los abonos 1 y 4, resultaron ser los más bajos económicamente hablando.

7.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de residuos de mercado (a2) con el tiempo de fermentación de 5 Meses, teniendo en cuenta la deficiencia en Fosforo.
- Es necesario triturar los residuos sólidos orgánicos, antes de ser utilizados en el proceso de compostaje.
- Emplear los materiales con el tiempo de descomposición de 4 Meses, por la menor inversión de recursos.
- Utilizar los materiales respectivos a los tratamientos T1 (residuo ruminal) y T4 (residuo de mercado), en el tiempo de fermentación de 4 meses, por ser los que tuvieron el costo más bajo en relación a los demás tratamientos.

8.- RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en los terrenos del relleno sanitario, propiedad del Gobierno Municipal del Cantón Buena Fe, ubicada en el Km. 2 de la vía Buena Fe - Recinto Alegría del Congo, situada entre las coordenadas geográficas 79°29'38'' Longitud Oeste y 0°54'13'' Latitud Sur, a una altitud de 115 msnm. Se planteo el objetivo general: Determinar la eficiencia del método aerobio para el clasificación y manejo de los residuos orgánicos y producción de compost a partir de los desechos sólidos como residuos de mercado y residuo ruminal del camal de Buena Fe, y los objetivos específicos: 1) Determinar el tiempo y proceso de descomposición de los desechos sólidos de diferentes fuentes; 2) Especificar la calidad del compostaje mediante un análisis físico y químico; 3) Establecer los costos de producción por cada kilogramo producido. El trabajo estuvo sujeto a las siguientes hipótesis: 1) Con el tiempo de fermentación de cinco meses, se espera conseguir un producto final más descompuesto que el de cuatro meses; 2) El uso de sustratos mixtos (residuos de mercado y estiércol fresco) producen un abono orgánico de mejor calidad físico-química; 3) La mejora de la calidad físico-química provocada por el uso de sustratos mixtos, produce un abono de mayor valor económico.

La mezcla y homogenización de los residuos sólidos-orgánicos consistió en juntar los materiales en las proporciones adecuadas, mezclándolos y colocándolos en cada uno de los cajones. Esto se realizó tomando en cuenta los métodos de compostajes utilizados, en este caso se aplicaron dos factores, el factor A que fue el material utilizado (estiércol fresco, residuo de mercado y la mezcla de los dos), y el factor B que fue el tiempo de descomposición del material empleado (cuatro y cinco meses).

En los tratamientos que fueron la mezcla de ambos materiales se los colocó en proporción de 2 a 1, esto es una parte de residuo ruminal (100 kg.) y dos partes de residuos de mercado (200 kg.). Estos fueron colocados en cada uno de los cajones en capas alternadas de la siguiente manera: se peso 40 kg. de residuos de mercado y encima se colocó 20 kg. de residuo ruminal y así sucesivamente hasta completar el peso respectivo, que era de 300 kg. por

cajón.

En esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3 x 2 (cuadro 3). Se aplicaron dos factores, el factor A correspondió al material utilizado (residuo ruminal, residuo de mercado y la mezcla de los dos), y el factor B que corresponde al tiempo de descomposición del material utilizado (cuatro y cinco meses). Para la comparación de media entre tratamientos, se empleo la “Prueba de Tukey” ($p \leq 0.05$).

Se recomienda el uso del A2 (residuo de mercado) con el tiempo de fermentación de 5 meses, para la aplicación en campo, teniendo en cuenta la deficiencia en Fosforo.

9. - SUMMARY

This investigation was carried out in the lands of the sanitary filler, property of the Municipal Government of the Canton Buena Fe, located in the Km. 2 of the road Buena Fe - Enclosure Alegría del Congo, located between the coordinates geographical 79°29'38'' Longitude West and 0°54'13'' South Latitude, to an altitude of 115 msnm. You outlines the general objective: To determine the efficiency of the aerobic method for the classification and handling of the organic residuals and compost production starting from the solid waste as market residuals and residual ruminal of the abattoir in Buena Fe, and the specific objectives: 1) to determine the time and process of decomposition of the solid waste of different sources; 2) to specify the quality of the compostaje by means of a physical and chemical analysis; 3) to establish the production costs for each produced kilogram. The work was subject to the following hypotheses: 1) with the time of fermentation of five months, it is hoped to get a more insolent final product that that of four months; 2) the use of mixed substratum (market residuals and fresh manure) they produce an organic payment of better quality physical-chemistry; 3) the improvement of the quality physical-chemistry caused by the use of mixed substratum, produces a payment of more economic value.

The mixture and homogenization of the solid-organic residuals consisted on joining the materials in the appropriate proportions, mixing them and placing them in each one of the drawers. This was carried out taking into account the methods of used compostajes, in this case two factors were applied, the factor A that it was the used material (fresh manure, market residual and the mixture of both), and the factor B that was the time of decomposition of the material employee (four five months).

In the treatments that were the mixture of both materials it placed them to him in proportion from 2 to 1, this is a part of residual ruminal (100 kg.) and two parts of market residuals (200 kg.). These were placed in each one of the drawers in alternate layers in the following way: you weighs 40 kg. of market residuals and above you places 20 kg. of residual ruminal and so forth until completing the

respective weight that was of 300 kg. for drawer.

In this investigation a design was used totally at random with a factorial arrangement 3×2 (I square 3). Two factors were applied, the factor A it corresponded to the used material (residual ruminal, market residual and the mixture of both), and the factor B that corresponds at the time of decomposition of the used material (four five months). For the stocking comparison among treatments, you employment the "Test of Tukey" ($p \leq 0.05$).

The use of the A2 is recommended (market residual) with the time of fermentation of 5 months, for the application in field, keeping in mind the deficiency in Match.

10.- BIBLIOGRAFIA

¿Qué es el compostaje? (En línea). Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Compost>. (Consultado el 16 de marzo del 2008).

Ayuntamiento de Sebastián de los reyes. 2003. Manual básico para hacer compost. (En línea). Disponible en: www.ssreyes.org. (Consultado el 23 de agosto del 2006).

Borja E, 1986. Sugerencias para aplicación de compost Fertilizantes Orgánicos 100% Vegetal y 100% Animal. Consultado el 06 de Marzo del 2009. Disponible en Revista Desde el Surco Publicaciones.

Carretero, F, S.2002. Manual agropecuario del campo. La Materia Orgánica. Consultado el 11 de Marzo del 2009. Editorial Quebecor World Bogotá S.A. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. p.p. 529. Tomo 1.

Castellano, R. 1996. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera. Los fundamentos de la Agricultura. Abonos Orgánicos. Editorial Grupo Océano. España. P.p. 155-160. Consultado 20 Febrero del 2009.

Castro, M, A. 2005. Importancia de los Abonos Orgánicos. (En línea), Consultado el 10 de Marzo del 2009. Disponible en [http://www.Infoagro.Com/Abonos – Organicos.htn](http://www.Infoagro.Com/Abonos-Organicos.htn).

Chonillo, J. 2008. Elaboración y Uso de Abono Orgánico (En línea). Consultado el 12 de Febrero 2009, (Disponible en: [http://www.marceat/Correo electrónico. 10Chonillo@hotmail.com](http://www.marceat/Correo%20electr%C3%B3nico.10Chonillo@hotmail.com)).

Compost Orgánico. (En línea). Disponible en: www.promer.cl. (Consultado el 15 de marzo del 2008).

Doka Estate-Manual técnico-15. Compost (en línea). Disponible en [www.Dokaestate-Manual Tecnico-15](http://www.Dokaestate-ManualTecnico-15). Producción de abono Orgánico.

Emisor Medio Ambiente 2004. (En línea). Disponible en: (Consultado el 25 de marzo del 2008).

Fiad 1997. Residuos Orgánicos. (En línea). Disponible en: www.monografias.com. (Consultado el 13 de abril del 2008).

Mujica, L. Mesa G. 2006. Impacto ambiental de tratamiento de residuos sólidos en Mocrete, Argentina.

Villamar Álava, 2005. Efectos de aplicación de varios Biofermentados en el cultivo de soya (*Glycine max* L. Merrill). En la zona de Vines. Instituto Tecnológico Agropecuario de Vines. Tesis Ing. Agr.

ANEXOS

Resultados de análisis de macro y micro elementos realizados a los cuatro meses.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono : 750966 Fax: : 750 967

Nombre del Propietario Sr. Marlon Barros

Nombre de la Propiedad Sin Nombre

Localización : Buena Fé Cantón Parroquia Provincia

Reporte N° : 3319

Fecha de muestreo : 23/10/2007

Fecha de ingreso : 23/10/2007

Fecha salida resultados : 05/11/2007

Telef :

Abono Orgánico : Los Ríos

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONO ORGANICO

Número Muestra Laboratorio	Identificación Muestra	Concentración %								ppm			
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso	
33967	Cajón 10	2.3	0.45	0.62									
33968	Cajón 5	2.8	0.52	0.80									
33969	Cajón 9	2.7	0.30	1.19									
33970	Cajón 1	1.6	0.41	0.92	2.08	0.81	0.27		155	39	13171	290	
33971	Cajón 2	2.6	0.37	0.62	1.47	0.58	0.24		94	32	13149	273	
33972	Cajón 6	1.7	0.42	1.19	1.94	0.78	0.14		94	38	12716	257	
33973	Cajón 8	2.0	0.43	0.61	1.71	0.61	0.27		131	33	12879	274	
33974	Cajón 15	2.2	0.41	0.60	0.97	0.17	0.15		84	66	11071	280	
33975	Cajón 12	1.8	0.48	0.65	1.56	0.49	0.32		155	44	12922	275	

Observaciones:


Ing. Francisco Mitre
JEFE DEPARTAMENTO




LABORATORISTA

Resultados de análisis de macro y micro elementos realizados a los cinco meses.

 ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono : 750966 Fax: : 750 967	
--	--

Nombre del Propietario	Sr. Marlon Barros	Telef :	3391
Nombre de la Propiedad	Sin Nombre	Cultivo	Abono Orgánico
Localización	Parroquia	Buena Fé	Los Ríos
		Cantón	Provincia
			Fecha de muestreo : 20/11/2007
			Fecha de ingreso: 20/11/2007
			Fecha salida resultados: 05/12/2007

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONO ORGANICO

Número Muestra Laboratorio	Identificación Muestra	Concentración %								ppm			
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso	
34534	Cajón 4	1.5	0.52	1.20	1.98	0.55	0.16		112	36	11293	264	
34535	Cajón 11	1.5	0.45	1.46	2.01	0.76	0.23		113	40	11071	273	
34536	Cajón 13	2.4	0.51	0.37	1.51	0.27	0.22		114	32	8857	300	
34537	Cajón 14	1.5	0.47	1.27	1.72	0.58	0.13		110	51	10059	274	
34538	Cajón 16	2.4	0.22	0.51	1.34	0.19	0.11		99	25	1459	111	
34539	Cajón 18	1.5	0.42	1.43	1.61	0.66	0.14		104	32	9553	228	
34540	Cajón 3	2.7	0.45	0.62	1.54	0.23	0.05						
34541	Cajón 7	3.5	0.16	0.95	1.72	0.48	0.07						
34542	Cajón 11	1.0	0.40	1.56	1.94	0.69	0.19						

Observaciones:-----


 Ing. Francisco Milte
 JEFE DEPARTAMENTO



Resultados del análisis biológico realizado a los cuatro meses.

RESULTADOS										
ABONOS ORGÁNICOS										
PARÁMETROS	CAJONES									
ANÁLISIS QUÍMICO	1	2	5	6	8	9	10	12	15	
Humedad Total (%)										
Materia Seca (%)										
Cenizas (%)										
Extracto Etéreo (Grasa) (%)										
Proteína Cruda (%)										
Fibra Cruda (%)										
Calcio (%)										
Aflatoxinas (ppb)										
Energía Bruta Kcal/gr.										
Ph										
Acidez										
Nitrógeno										
Rcto. Aerobios mesófilos	6.9X10 ⁶	7.4X10 ⁶	4.5X10 ⁷	5.2X10 ⁶	3.5X10 ⁷	5.4X10 ⁶	3.9X10 ⁷	1.3X10 ⁷	5.0X10 ⁷	
Rcto. Hongos y Levaduras	3.3X10 ⁵	4.2X10 ⁵	2.0X10 ⁶	3.5X10 ⁵	8.1X10 ⁴	2.0X10 ⁵	3.9X10 ⁵	1.9X10 ⁵	6.2X10 ⁵	
Rcto. Coliformes Totales	3.4X10 ⁴	2.8X10 ⁵	3.9X10 ⁴	8.5X10 ⁴	3.1X10 ⁵	2.1X10 ⁵	4.5X10 ⁴	5.7X10 ⁴	6.1X10 ⁴	
OBSERVACIONES:										
 Técnico de Laboratorio   Jefe de Laboratorio										
Fecha de Entrega de Resultados:										
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Prestación de Servicios Análisis Químicos Análisis Bromatológicos Análisis Microbiológicos										
Quevedo Km. 7 ½ vía a "El Empalme" Telefax: 05 2752-177 Fax: 05 2753-300										
Atención de Lunes a Viernes de (08H00 – 16H30)										

Resultados del análisis biológico realizado a los cinco meses.

RESULTADOS									
ABONOS ORGÁNICOS									
PARÁMETROS	CAJONES								
	3	4	7	11	13	14	16	17	18
ANÁLISIS QUÍMICO									
Humedad Total (%)									
Materia Seca (%)									
Cenizas (%)									
Extracto Etéreo (Grasa) (%)									
Proteína Cruda (%)									
Fibra Cruda (%)									
Calcio (%)									
Aflatoxinas (ppb)									
Energía Bruta Kcal/gr.									
Ph									
Acidez									
Nitrógeno									
Rcto. Aerobios mesófilos	5.8X10 ⁶	2.3X10 ⁷	3.8X10 ⁷	4.9X10 ⁶	7.2X10 ⁶	8.0X10 ⁷	5.4X10 ⁷	6.2X10 ⁷	7.1X10 ⁷
Rcto. Hongos y Levaduras	7.2X10 ⁵	3.1X10 ⁵	4.8X10 ⁶	8.9X10 ⁴	7.8X10 ⁴	3.5X10 ⁵	2.1X10 ⁵	6.5X10 ⁵	4.2X10 ⁵
Rcto. Coliformes Totales	6.2X10 ⁵	5.2X10 ⁵	3.8X10 ⁶	7.1X10 ⁴	1.0X10 ⁶	5.5X10 ⁵	5.8X10 ⁵	3.9X10 ⁵	3.5X10 ⁵
OBSERVACIONES:									
 Técnico de Laboratorio   Jefe de Laboratorio									
Fecha de Entrega de Resultados:									
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Prestación de Servicios Análisis Químicos Análisis Bromatológicos Análisis Microbiológicos									
Quevedo Km. 7 ½ vía a "El Empalme" Telefax: 05 2752-177 Fax: 05 2753-300									
Atención de Lunes a Viernes de (08H00 – 16H30)									



Residuo ruminal recién extraído en el camal municipal



Sitio donde actualmente se botan los desechos del camal en el relleno sanitario



Sitio donde se realizo el experimento en el relleno sanitario



Cajones donde estaban los materiales



Identificación de cada tratamiento



Volteo del material



Toma de datos de temperatura y pH



Producto final obtenido



Llenado del producto en sacos



Producto llenado y pesado