

CAPITULO I
REVISION BIBLIOGRAFICA

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 MARCO TEÓRICO

El compostaje es una técnica utilizada desde siempre por los agricultores. Consistía en el amontonamiento de estiércoles, los restos de cosecha y los residuos domésticos, para su posterior descomposición y transformación en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono, (Hernández, 2003).

En los años 30 se llevaron a cabo estudios y experiencias que consistían en mantener mezclas de todo tipo de residuos orgánicos durante periodos de 3 a 6 meses, en pilas de 1.5 metros de altura volteándolos 2 veces. Desde entonces se han hecho muchas pruebas con diferentes residuos, formas, medidas y maneras de aireamiento, incluso mecanización del proceso. Todo ello permite que hoy en día el compostaje de los residuos orgánicos se adapte a toda clase de situaciones rurales, urbanas o industriales, (Hernández, 2003).

En 2007 Rojas Pérez, elabora la metodología de compost tradicional la cual se crea a base de residuos sólidos orgánicos, carbón, ceniza estiércol. Todo esto acumulado en capaz dentro de una caja de madera, a la cual se le debe controlar el contenido de humedad, este método de compost da resultados en un periodo máximo de 3 meses.

En 2004 en la ciudad de Surabaya, debido al aumento de los residuos sólidos urbanos y al ser rebasados sus botaderos el señor Toji Takakura crea la metodología de compostaje denominado “compost Takakura” el cual consiste en la preparación de 2 soluciones una dulce y una salada las cuales se fermentan, estas contienen todos los microorganismos necesarios para la descomposición de los residuos orgánicos. Las sustancias orgánicas son sometidas al compost por medio de cultivo de microorganismos que se adaptan al suelo y están comúnmente disponibles en el ambiente natural y sirven para eliminar los microorganismos indeseables. El uso efectivo de los microorganismos fermentativos posibilita la producción de gran

cantidad de compost en un espacio pequeño y en un período corto de tiempo. Además, el método es seguro y económico debido a que sólo se requieren materiales disponibles inmediatamente, (KITA, 2004).

Se conocen y se vienen practicando varias metodologías para realizar el compostaje, pero se tiene poco conocimiento sobre el proceso de utilización de los activadores biológicos y como afectan estos a la calidad de nuestro abono orgánico, que nutrientes aporta, como ayudan al suelo y como hacer un uso adecuado de los mismos.

En 2014 Félix Toro Criales, realiza la tesis titulada “Efecto de cuatro tipos de activadores biológicos locales en la calidad del compost en la comunidad de corpa municipio de Tiahuanaco provincia Ingavi departamento de La Paz”. Donde concluye que, en relación al análisis inicial y final de nutrientes, en algunos casos el compost maduro pierde a los nutrientes ya sea por lixiviación o por otras razones, en otros casos por la descomposición de los restos orgánicos.

La tesis presentada por Budia 2016, determina la eficiencia del tiempo en la transformación y el contenido de macronutrientes de los residuos orgánicos en abonos orgánicos mediante 2 métodos de compostaje (Tradicional y Takakura) en el cual afirma que el compost Takakura tiene mejores rendimientos de acuerdo al tiempo de descomposición.

1.1.1 Propiedades de los abonos orgánicos

1.1.1.1 Propiedades físicas.

El abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes, también mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a mejorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento, (Byron Mosquera, 2010).

1.1.1.2 Propiedades químicas.

Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de PH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad, (Byron Mosquera, 2010).

1.1.1.3 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, también producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo, (Byron Mosquera, 2010).

1.1.2 Importancia de los abonos orgánicos

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos, (Byron Mosquera, 2010).

Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico, (Byron Mosquera, 2010).

1.1.3 Ventajas de los abonos orgánicos

- Aumentan la materia orgánica de la tierra.
- Enriquecen la tierra con más nutrientes.
- Evitan la erosión.
- Mejoran la textura de la tierra.

- Aumentan el trabajo de los microorganismos.
- Disminuyen la filtración y pérdida de nutrientes.
- Evitan el crecimiento de malezas.
- Disminuyen enfermedades y plagas en algunos casos.
- Provee forraje suplementario para los animales.
- Elimina problemas de transporte del abono, ya que se usa en el mismo lugar en donde se produce.
- Las plantas abonadas con abonos verdes tienen una apariencia saludable, sin ataque de plagas o enfermedades.
- La práctica es económicamente viable para diferentes tipos de campesinos.
- Se puede realizar una cosecha de los frutos, logrando una ganancia extra, (Tellez, 2001).

1.1.4 Desventajas de los abonos orgánicos

- **Potencialmente patógenos:** el fertilizante orgánico o el compost incompleto o mal creado puede dejar ciertos tipos de patógenos en la materia orgánica. Estos patógenos pueden entrar en el agua o en los cultivos de los alimentos haciendo que la salud se vea afectada, además de posibles problemas ambientales, (Caro, 2017).
- **Nutrientes limitados:** Los nutrientes se reparten en la tierra de forma lenta y escalonada, lo que lo hace un perfecto fertilizante orgánico para la mayoría de las ocasiones. La liberación de los nutrientes de los fertilizantes orgánicos puede ser muy dependiente de las temperaturas del ambiente y de la presencia de microorganismos en el suelo, (Caro, 2017).

1.1.5 Composición de los abonos orgánicos

La calidad de abonos orgánicos se juzga por su potencial de vida, y no por su contenido de nutrientes medidos químicamente. Los abonos orgánicos constan de innumerables sustancias vitales como aminoácidos, hormonas, ácidos (especialmente húmicos y fulvicos), enzimas y en general quelantes que, como los organismos, ceden lentamente

los nutrientes, protegiéndolos de la lixiviación por lluvias y de la erosión. Todas estas sustancias vitales son ignoradas por el análisis químico, que reduce solo a Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Los diferentes elementos se dividen en dos grupos: Micro, y Macro elementos primarios y secundarios.

- Los Micro elementos son: Fe, Zn, Mn, Mo, Bo, Cl, Cu, etc.
- Los Macro elementos primarios son: N, P y el K.
- Los Macro elementos secundarios son: Ca, Mg, S. (VILLA, 2012)

1.1.6 Proceso de elaboración del compost orgánico

1.1.6.1 Factores que intervienen en la elaboración del compost orgánico

- **Nutricionales:** como factores nutricionales de manejan el grado y facilidad de obtención de estos por parte de los microorganismos, así como también el balance de los nutrientes que se encuentran disueltos en el sustrato a compostar.
- **pH:** los rangos más adecuados son de 6 a 7.5 para bacterias y de 5.5 a 8 para algunos tipos de hongos. A diferencia de las temperaturas este factor no se recomienda que sea modificado.
- **Temperatura:** de este factor depende la velocidad del proceso, así como de la presencia o ausencia de los microorganismos biodegradadores como bacterias y hongos.
- **Aireación:** factor que tiene que ver con la presencia de oxígeno disuelto en el material, para lo cual es importante que este material presente mayor área de superficie para que esté en contacto con el oxígeno. Este mismo proceso sirve para controlar tanto a la humedad como la temperatura.
- **Humedad:** su exceso (100%) tiene que ver con la presencia de malos olores. Su deficiencia (45 – 50%) influye en la disminución de la temperatura.
- La cantidad de agua considerada óptima está en un rango del 50 – 60%, (VILLA, 2012).

1.1.6.2 Fases del compostaje

Una vez se haya realizado la mezcla de una cantidad suficiente de restos orgánicos frescos (de cocina, de mercados, etc.) con los restos vegetales secos (poda triturada, hojarasca seca, etc.), iniciará la transformación o el proceso de compostaje propiamente dicho, que consta de dos fases bien diferenciadas que son:

- La fase de descomposición.
- La fase de maduración. (MAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

1.1.6.2.1 La fase de descomposición

Denominada también fase de fermentación. Esta fase es la más reactiva y es en la que se pueden observar con más claridad los cambios a los que son sometidos los residuos orgánicos y restos vegetales. En esta fase, los microorganismos y otros descomponedores actúan rompiendo los enlaces de las moléculas de los restos orgánicos; esta rotura de los enlaces y formación de compuestos más simples libera energía, provocando un aumento de temperatura, además consume mucho oxígeno. De hecho, se consumen los componentes más biodegradables, mientras que los biopolímeros más complejos, como la celulosa y la lignina se transforma parcialmente.

Desde un punto de vista microbiológico durante esta fase se producen dos etapas:

- a) **Etapa de latencia y crecimiento:** Es el período de aclimatación de los microorganismos a su nuevo medio y el inicio de la multiplicación y de la colonización de los residuos. El proceso es iniciado por bacterias mesófilas que trabajan a temperatura aproximada de 45-50°C; se degradan los compuestos más biodegradables y dura unos 2-4 días. Como resultado de este proceso se comienza a calentar la masa de residuo orgánico. Los organismos liberan ácidos lo que supone una disminución del pH en el medio.
- b) **Etapa termófila:** Como consecuencia de la intensa actividad de las bacterias y el aumento de la temperatura en la pila de residuos, aparecen organismos termófilos (bacterias y hongos) que actúan a temperaturas mayores (entre 50 y 60° C), produciendo una rápida degradación de la materia. La temperatura

alcanzada durante esta fase del proceso garantiza la higienización y eliminación de gérmenes patógenos, larvas y semillas. Pasado este tiempo disminuye la actividad biológica y se estabiliza el medio. Durante la fase de descomposición la pila o hilera se incrementa la temperatura y cuando se mezcla desprende vapor de agua y calor.

Al finalizar esta fase, el volumen de la pila o montón ha disminuido de forma considerable. Dependiendo del proceso utilizado y de varios otros factores, esta fase del proceso puede durar entre 5 a 8 semanas.

Durante esta fase, se debe controlar cuidadosamente las condiciones de trabajo para evitar:

- Temperaturas excesivas,
- Secado del material,
- Condiciones anaerobias.
- Pérdidas innecesarias de NH_3 , lo que provocaría pérdida de nutrientes y cierto impacto ambiental.

En esta etapa se debe garantizar la higienización del material. El control de la temperatura y el tiempo (en el que el material está sometido a esta temperatura) suele determinar si se han conseguido las condiciones de higienización. Normalmente se considera necesario mantener el material durante unas horas a 60°C o durante unos días a 55°C .

1.1.6.2.2 Fase de maduración

Se considera que esta fase comienza cuando la materia orgánica está prácticamente toda descompuesta, la temperatura sigue descendiendo hasta llegar a temperatura ambiente, el pH tiende a la neutralidad, se genera la estabilización de la materia orgánica (relación C/N) y finalmente, la humificación en la cual la relación C/N puede bajar a niveles inferiores a 12.

Al terminar la maduración, la materia orgánica inicial se ha transformado en un producto estable en el que ya no se reconocen los materiales orgánicos que se habían aportado al comenzar. Para que la maduración sea completa se debe esperar al menos un mes, de esta manera se asegura que los descomponedores han abandonado la pila de compost por ausencia de alimento.

Esta fase acaba conformando las características finales del producto final o compost y el objetivo principal es la estabilización del producto, puede durar entre 2 y 3 meses más. Es importante no usar el compost cuando aún no está maduro.

En función del método de compostaje que se utilice, puede ser que las fases mencionadas, no se cumplan en la totalidad de la masa en compostaje, por lo que es necesario, remover las pilas de material en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la superficie, pase a formar parte del centro. Estas remociones y reconfiguraciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de las fases descritas se presente por lo general más de una vez.

Como se ha visto, la actividad microbiana genera calor, lo que se manifiesta con el incremento de la temperatura. Controlar la temperatura permite identificar en qué fase está el proceso de compostaje, (MAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012).

1.2 MARCO LEGAL

1.2.1 Constitución política del estado (CPE)

Artículo 33. Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

1.2.2 Ley del medio ambiente (Ley N° 1333)

Artículo 17°.- Es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades.

1.2.3 Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS)

Artículo 65° Los generadores o propietarios de residuos sólidos podrán ceder sus derechos a terceras personas, con fines de tratamiento y/o aprovechamiento.

Artículo 66° El solicitante no propietario de los residuos, que pretendiera su aprovechamiento, deberá, además de cumplir con el requisito señalado en el artículo anterior, acreditar su derecho a la disponibilidad de aquéllos en la forma que determinen las normas técnicas.

1.2.4 Ley de gestión integral de residuos N°-755

Artículo 9. (POLÍTICAS DE ESTADO) se establecen las siguientes políticas de Estado:

- a) Aprovechamiento de residuos y fomento al desarrollo de mercados para la comercialización y consumo de productos reciclables.
- j) Generación de información para la toma de decisiones y mejora continua de la Gestión Integral de Residuos.

Artículo 14. (APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS).

- I. El aprovechamiento de residuos es el conjunto de acciones que permiten la reutilización de los mismos o la reincorporación al ciclo productivo de los diferentes recursos presentes en los mismos, para generar beneficios al medio ambiente y a la economía del país, mediante el compostaje, reciclaje o aprovechamiento energético.
- II. Se dará prioridad al reciclaje y compostaje sobre el aprovechamiento energético.

Artículo 30. (TRATAMIENTO).

- I. Los residuos según sus características, deben ser sometidos a procesos de tratamiento para su aprovechamiento, reducción de su peligrosidad o disposición final segura. Forman parte también del tratamiento, las

operaciones realizadas en los sitios de disposición final en rellenos sanitarios.

1.2.5 Ley de madre tierra N° 300

CAPÍTULO I

Artículo 31. (GESTIÓN DE RESIDUOS) las bases y orientaciones del Vivir Bien, a través del desarrollo integral en gestión de residuos son:

1. Promover la transformación de los patrones de producción y hábitos de consumo en el país y la recuperación y reutilización de los materiales y energías contenidos en los residuos, bajo un enfoque de gestión cíclica de los mismos.
2. Desarrollar mecanismos institucionales, técnicos y legales de prevención, disminución y reducción de la generación de los residuos, su utilización, reciclaje tratamiento, disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco del desarrollo sostenible.
3. Garantizar el manejo y tratamiento de residuos de acuerdo a Ley específica.
4. Desarrollar acciones educativas sobre la gestión de residuos en sus diferentes actividades para la concienciación de la población boliviana.

1.2.6 NB 751 Residuos Sólidos - Determinación de materia orgánica.

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma, establece el método para la determinación de materia orgánica en los residuos sólidos municipales.

1.2.7. Normas Bolivianas NB 742-760 (1996).

A través de las cuales se busca normar la terminología, parámetros de diseño del manejo de residuos sólidos, caracterización físico química, almacenamiento, y el diseño y operación de los sitios de disposición final.

1.2.8. Reglamentos del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e inocuidad alimentaria

Artículo 27.- De los abonos Orgánicos.

- a. Antes de su aplicación, el material orgánico debe haber tenido el tratamiento de compostaje o digestión que hayan sido proyectados para reducir o eliminar los agentes patógenos en el estiércol, bioles, biosólidos y otros abonos naturales.
- b. El estiércol, gallinaza, bioles y otros abonos naturales no tratados o parcialmente tratados podrán utilizarse únicamente si se adoptan medidas correctivas adecuadas para reducir los contaminantes microbianos, como, por ejemplo: Aumentar al máximo el tiempo transcurrido entre la aplicación a la cosecha, incorporar al suelo por debajo de 5 cm de profundidad.
- c. Evitar el tránsito de los trabajadores y el equipo por lugares donde hay estiércol, especialmente si estarán en contacto con los productos cosechados.
- d. Evitar que los lugares de almacenamiento o tratamiento, estén situados en las proximidades de las zonas de producción del cultivo en desarrollo, cosecha, envase en campo y transporte.
- e. Evitar la contaminación cruzada por escorrentía o lixiviación asegurando las zonas donde se tratan y almacenan el estiércol, los bioles y otros abonos naturales.
- f. Debe evitarse el almacenamiento temporal de abonos orgánicos parcial o total cercano a fuentes de agua, áreas de producción, área de envasado en campo y almacenamiento de productos de origen agrícola.
- g. Los recipientes, herramientas y contenedores utilizados para el almacenamiento, transporte y aplicación de abonos deben ser lavados y desinfectados previo a su uso y después del mismo.
- h. Los cultivos que recibieron tratamiento con abonos orgánicos deben realizar lo siguiente:

- a. Evitar el contacto directo del suelo con las frutas o partes comestibles, ramas, productos, herramientas y equipos de cosecha.
 - b. Separar los frutos que estuvieron en contacto con el suelo, para recibir tratamiento (lavado y desinfectado) si corresponde.
- i. Registrar las aplicaciones realizadas

1.3 MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 Calidad

Calidad es el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes, además calidad consiste en no tener deficiencias. La calidad es "la adecuación para el uso, satisfaciendo las necesidades del cliente", (Juran, 1993).

1.3.2 Análisis

Consiste en la extracción de las partes de un todo, con el objeto de estudiarlas y examinarlas por separado, para ver, por ejemplo, las relaciones entre éstas, es decir, es un método de investigación, que consiste en descomponer el todo en sus partes, con el único fin de observar la naturaleza y los efectos del fenómeno. Sin duda, este método puede explicar y comprender mejor el fenómeno de estudio, además de establecer nuevas teorías, (BASTAR, 2012).

1.3.3 Aprovechamiento de residuos

Es el conjunto de medidas que tienen por objeto la valorización o la reincorporación al ciclo productivo de los diferentes recursos presentes en los mismos, mediante reutilización, reciclaje, tratamiento biológico o generación de energía, (MAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012).

1.3.4 Abono orgánico

Es un fertilizante que proviene de animales, restos vegetales de alimentos, restos de cultivos u otra fuente orgánica y natural, (MAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012).

1.3.5 Anaeróbico

Microorganismo que crece y que vive en ausencia completa o casi completa de oxígeno, (MAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012).

1.3.6 Compost maduro.

Es el resultado final del compostaje que ha pasado por un proceso de descomposición, y que cuenta con todos los nutrientes necesarios para su utilización como abono natural, no deja ningún residuo ni es dañino para los suelos.

1.3.7 Solución dulce

Es una preparación que se utiliza en el compost Takakura en la que se desarrollan parte de los microorganismos que se van a utilizar para la descomposición de los residuos sólidos orgánicos y está compuesta por: azúcar morena, agua, yogurt, vino, salsa soja y levadura las cuales se mezclan en una botella y se deja madurar por unos días para que se reproduzcan los microorganismos que ayudan a la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

1.3.8 Solución salada

Esta solución igualmente para la elaboración del compost Takakura y se desarrolla los microorganismos para la descomposición de los residuos sólidos orgánicos que se van a compostar, dentro de una botella se colocan los materiales orgánicos que son provenientes de frutas y verduras como cáscaras de manzana, papaya, naranja, pepino, zapallo, berenjena y lechuga, a todo esto, se debe llenar con agua y añadir sal y dejar reposar por unos días evitando la luz solar.

1.3.9 Materia orgánica

Materia orgánica representa los componentes orgánicos del suelo. La mayor parte son residuos vegetales y animales. La materia orgánica contribuye a la estructura, la fertilidad y la capacidad de retención de agua del suelo. Los suelos ricos en materia orgánica (4-5 %) serán más fértiles que el resto.

1.3.10 Estiércol

Materia orgánica en descomposición, principalmente excrementos animales, (bovinos y equinos) que se utiliza en el proceso del compost tradicional como un material que aporta microorganismos para la descomposición de los residuos orgánicos.

1.3.11 Carbón molido

El carbón vegetal se utiliza en el compost tradicional, este actúa como un catalizador, aporta gran porosidad al abono y ayuda a absorber y retener la humedad.

1.3.12 Ceniza

Provenientes de la quema de leña o restos de árboles, este proporciona micronutrientes como son el hierro, zinc, magnesio, boro y calcio.

1.3.13 Relación carbono nitrógeno (C/N)

La Relación C/N es un índice de la calidad del sustrato orgánico del suelo. Indica la tasa de nitrógeno disponible para las plantas; valores altos implican que la materia orgánica se descompone lentamente, ya que los microorganismos inmovilizan el nitrógeno, por lo que no puede ser utilizado por los vegetales; en cambio, valores entre 10 y 14 corresponden a una mineralización y ruptura rápida de tejidos, ya que la actividad microbiana se estimula, hay nutrientes suficientes para los microorganismos y para los vegetales.

1.3.14 Potasio

Es un macronutriente esencial, su importancia radica en que contribuyen a las plantas en su crecimiento, fructificación, maduración y calidad de los frutos.

1.3.15 Fósforo

(Duchaufour, 1987). El fósforo orgánico es de gran importancia en la fertilidad debido a que, por lo general, determinados compuestos orgánicos son una fuente indirecta de formas solubles (Bray y Kurtz, 1945). El humus y otros tipos de materia orgánica no humificada son la principal fuente de fósforo orgánico en el suelo. Interviene en

numerosos procesos bioquímicos a nivel celular e incrementa la eficiencia del uso del agua.

1.3.16 Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes en un compost, cuando analizamos su contenido total (TN) nos referimos a la suma de sus formas inorgánicas (amonio, nitrato y nitrito, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- respectivamente) y orgánicas (amino ácidos, proteínas, ácidos nucleicos y otros compuestos orgánicos que tengan nitrógeno en su estructura). Fomenta el crecimiento de la parte aérea de los vegetales (hojas, tallos). Es, en parte, responsable del color verde de las plantas y confiere resistencia a las plagas.

1.3.17 Diseño Experimental (bloques al azar)

La aleatorización de los tratamientos sobre las unidades experimentales, se realiza independientemente para cada bloque, asignando al azar un tratamiento a cada unidad experimental del propio bloque, Durante el experimento todas las parcelas dentro del bloque se deben tratar igual, excepto cuando se aplique un tratamiento cuyo efecto se quiera medir, (Liñan, 2015).

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

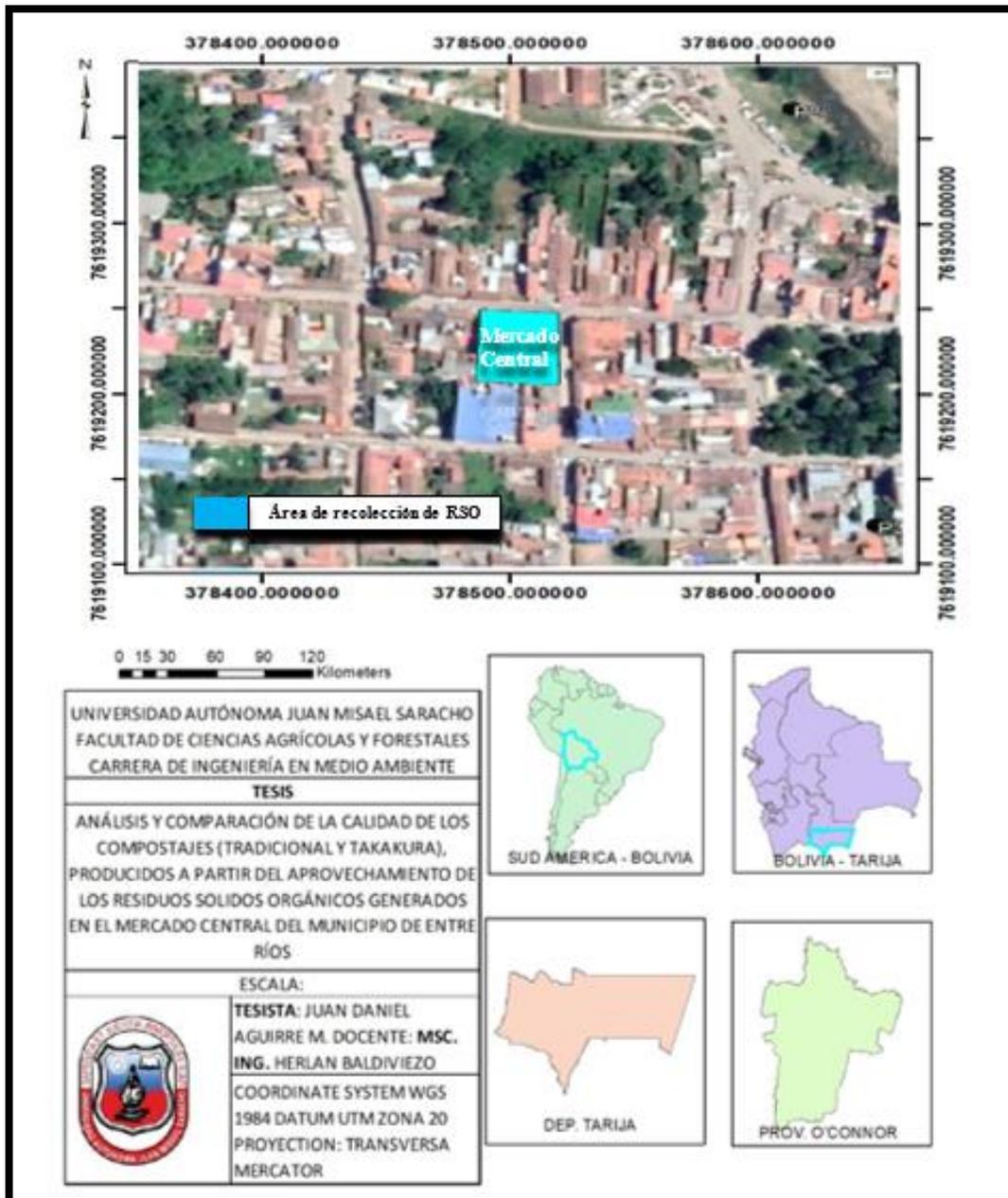
El presente trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Entre Ríos, Primera y Única Sección de la Provincia O'Connor, se encuentra ubicado en la parte central del Departamento de Tarija-Bolivia, en la zona denominada Sub andino, a 74 km de la ciudad capital.

Limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con las Provincias Arce (Municipio de Padcaya) y Gran Chaco (Municipio de Caraparí), al este con la Provincia Gran Chaco (Municipios de Caraparí y Villa Montes) y al oeste con la Provincia Cercado.

2.1.1.1 Ubicación del área de recolección de RSO

Los RSO. Que se utilizaron en este trabajo fueron recolectados del mercado Central del Municipio de Entre Ríos, el mismo está ubicado en el centro urbano y se encuentra entre las coordenadas, 21°31'32" S y 64°10'23" W, (ver figura 1).

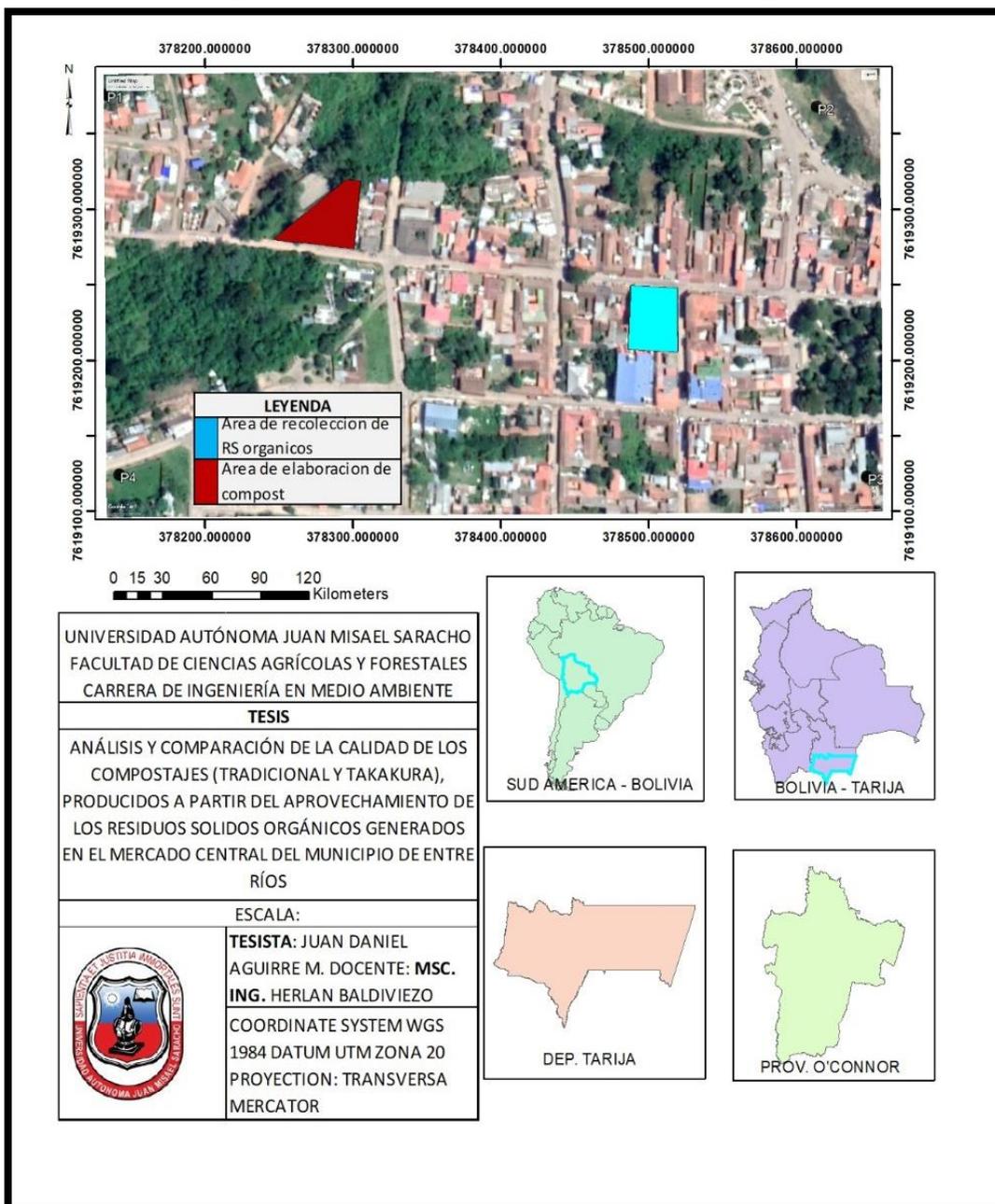
Figura 1: Área de recolección de residuos sólidos orgánicos



2.1.1.2 Ubicación de elaboración del Compost

El lugar donde se va a ubicar las cajas de compostaje es en el Internado de Entre Ríos, el mismo se encuentra a unas 3 cuadras de la plaza principal y está ubicada entre las coordenadas $21^{\circ}31'29''$ S y $64^{\circ}10'30''$ W, (ver figura 2).

Figura 2: Ubicación de elaboración del Compost



2.1.2 Descripción del área de estudio

2.1.2.1 Características físico biológicas

➤ Clima.

De manera general el municipio de Entre Ríos presenta un clima templado cálido-húmedo en primavera y verano en tanto que en otoño e invierno templado-seco.

➤ Temperaturas máximas y mínimas.

La temperatura media anual es de 19 °C, en verano 22,5 °C y en invierno de 14,7 °C. Con máximas que superan los 40,9 °C y mínimas extremas que bajan hasta -7,2 °C.

➤ Suelos.

El suelo es vital en el medio físico de un ecosistema, cumple las siguientes funciones: Soporte de la vegetación, lugar para la vida del hombre, para la agricultura, ganadería, Agroforesterías, siendo la interface entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema.

➤ Fauna.

El Municipio de Entre Ríos presenta una gran diversidad de especies de animales silvestres de los que resaltan entre los mamíferos (Anta, Puma, el quirquincho), aves (Cóndor, Loro Choclero y la Pava), reptiles (Yacaré y la víbora Cascabel) y peces (Sábalo Surubí y Dorado).

➤ Flora.

Aproximadamente el 80% del territorio del Municipio de Entre Ríos está cubierto por bosques de diferente tipología y potencialidad. El 20% restante tiene cobertura de matorrales, pastizales y cultivos.

2.2 MATERIALES

2.2.1 Materiales de campo

- Romana para pesar.
- Equipo de Protección Personal (EPP).

- Pala para el volcamiento del material.
- Regadera.
- Envase para el pesaje.
- Caja de madera de 50 cm para almacenar el material.
- Termómetro.
- Materia orgánica para la elaboración del compost.

2.2.2 Material de gabinete

- Computadora.
- Encuesta.
- Impresora.
- Material de escritorio.

2.2.3 Material para elaborar el compost

2.2.3.1 Método tradicional

- Residuos orgánicos y de cocina.
- Carbón molido.
- Activador biológico (levadura, estiércol y agua).
- Ceniza.
- Caja de madera.

2.2.3.2 Método Takakura

2.2.3.2.1 Materia prima para el compost

- Residuos orgánicos y desechos de cocina.

2.2.3.2.2 Materia prima para el cultivo de bacterias (activador biológico)

a) Materia para el cultivo dulce

- Azúcar.
- Agua.
- Yogurt.
- Vino.

- Salsa soja.

- Levadura.

b) Materia para el cultivo salado

- Sal.

- Agua.

- Cáscara de frutas.

- Hojas de hortalizas.

c) Materiales para la cama de los activadores biológicos

- Cáscara de arroz.

- Humus.

- Afrecho de arroz.

2.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1 Enfoque de la investigación

En el presente trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo. Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, (R. Hernández Sampieri, 2006).

Tiene un enfoque cuantitativo por que se van analizar datos de los parámetros de laboratorio (N, P, K, MO, C/N) y por esto poder describir la calidad de los compostajes (Tradicional y Takakura).

2.3.2 Método o tipo de investigación

2.3.2.1 Método experimental

Gustavo Ramón S., 2000, afirma que los métodos experimentales se manipulan deliberadamente una o más variables independientes para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente por los diferentes investigadores estadísticos, en esta investigación se realizará un diseño experimental de bloques al azar con dos (2) tratamientos y tres (3) repeticiones en cada tratamiento.

La aleatorización de los tratamientos sobre las unidades experimentales, se realiza independientemente para cada bloque, asignando al azar un tratamiento a cada unidad experimental del propio bloque, Durante el experimento todas las parcelas dentro del bloque se deben tratar igual, excepto cuando se aplique un tratamiento cuyo efecto se quiera medir, (Liñan, 2015).

El presente trabajo de investigación es netamente experimental, donde se realizó 3 repeticiones de cada tratamiento compostajes (Tradicional y Takakura), y en cada uno se hará variar la cantidad y preparación de los activadores biológicos, y se controló en campo verificando los parámetros de temperatura, número de volteos y el tiempo que tardan para obtener el abono.

Una vez obtenido el producto final, se sacó una muestra de cada uno y se llevó a realizar análisis de laboratorio y analizar la calidad de los compostajes mediante los parámetros de (N, K, P, MO, C/N, PH).

2.3.3 Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación para la obtención de información serán las siguientes:

2.3.3.1 Observación directa

Por medio de la observación directa también se podrá constatar lo que se determine a través de las encuestas, observando los contenedores de basura y su clasificación y así como también con la ayuda de análisis de documentos de trabajos realizados anteriormente en el lugar del área de estudio. Los instrumentos utilizados en esta técnica serán una cámara fotográfica y una libreta para poder registrar lo que se ve.

2.3.3.2 Encuesta

Para la realización de este trabajo la técnica que se utilizó para la obtención de información fue por medio de las encuestas, a través de un cuestionario previamente realizado y se hizo a la cantidad de personas como se determinó la fórmula del tamaño de muestra. El instrumento por el cual se llevó a cabo la realización de esta técnica fue mediante una boleta de encuestas.

2.3.4 Fases de la investigación

2.3.4.1 Trabajo de gabinete

2.3.4.1.1 Determinación de la muestra

Cuando la población es muy pequeña y el error tolerado muy pequeño, prácticamente hay que tomar a toda o casi toda la población. Con un error tolerado del 5% y poblaciones entre 25 y 20 sujetos la muestra debe ser $N-1$ (podemos prescindir de un sujeto) y con menos de 20 sujetos debemos incluir a toda la población. En determinados casos el número real de respuestas en una clase (ejemplo típico) es muy bajo y podemos preguntarnos en qué medida los resultados (por ejemplo de una escuela, de una clase) son fiables, (Vallejos, 2012).

La determinación del tamaño de la muestra se realizará al total de las venteras (os) del mercado central ya que sólo cuentan con 20 ventas, por lo que se realizaron 20 encuestas.

2.3.4.1.2 Recolección de la información secundaria

Se llevó a cabo a partir de la revisión de documentos, libros, proyectos y trabajos realizados anteriormente relacionados al tema.

2.3.4.1.3 Diseño experimental de los tratamientos de compostaje

Según (Videz Gabriela 2014), el diseño que se ha aplicado en este tipo de investigación tomando en cuenta la opinión de varios investigadores entre ellos (Alfonso Pitarque 2002) donde menciona que el investigador tiene potestad para manipular directamente las variables comparando al menos dos tratamientos; por otro lado (José C Segura Correa 2000), coincide al manifestar que la investigación experimental el investigador manipula una o más variables de estudio para poner a prueba hipótesis y por último Gustavo Ramón S., 2000 que los métodos experimentales se manipulan deliberadamente una o más variables independientes para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes.

La aleatorización de los tratamientos sobre las unidades experimentales, se realiza independientemente para cada bloque, asignando al azar un tratamiento a cada unidad experimental del propio bloque, Durante el experimento todas las parcelas dentro del bloque se deben tratar igual, excepto cuando se aplique un tratamiento cuyo efecto se quiera medir, (Liñan, 2015).

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente por los diferentes investigadores estadísticos, en esta investigación se realizará un diseño experimental de bloques al azar con dos (2) tratamientos y tres (3) repeticiones en cada tratamiento.

Cuadro 1: Diseño experimental de los tratamientos de compostaje

		REPETICIÓN		
		1	2	3
TRATAMIENTO	Tr	Tr1	Tr2	Tr3
	Tk	Tk1	Tk2	Tk3

Fuente: elaboracion propia.

Tr: Compostaje Tradicional.

Tk: Compostaje Takakura.

Donde se realizará 3 repeticiones de cada tratamiento compostajes (Tradicional y Takakura), y en cada uno se hará variar la cantidad y preparación de los activadores biológicos.

2.3.4.1.4 Determinación de los parámetros óptimos en el compostaje

2.3.4.1.5 Parámetros en campo

Se tomó en cuenta el control de los parámetros en campo verificando la medición de temperatura, número de volteos y el tiempo que tardan para obtener el abono.

- **Temperatura:**

Para Cisterna (2004), citado por Mollinedo (2009), es el parámetro que mejor indica el desarrollo del proceso. De acuerdo con este parámetro, el proceso de compostaje se queda en cuatro etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

La temperatura es uno de los parámetros más importantes en controlar ya que ésta es la que contribuye a la proliferación de bacterias y descomposición de los materiales orgánicos, también nos ayuda a mantener la inocuidad e higienización del compost, es por esto que se tomó como parámetro a tomar en cuenta en nuestro trabajo.

- **Número de volteos**

Se llevó a cabo el registro de la cantidad de volteos para controlar la aireación, ya que esta es muy importante en el proceso de descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

Para el correcto desarrollo del compostaje es necesario asegurar la presencia de oxígeno, ya que los microorganismos que en él intervienen son aerobios, (Ekinci K., 2004).

Una aireación insuficiente provoca una sustitución de los microorganismos aerobios por anaerobios, con el consiguiente retardo en la descomposición, la aparición de sulfuro de hidrógeno y la producción de malos olores, (W., 1996).

- **Reducción de volumen y masa**

La importancia de llevar el control en la reducción, es para conocer cuánto disminuye tanto en volumen como en masa, desde que es materia prima que son los residuos sólidos orgánicos hasta su producto final en abono.

Al finalizar el proceso de descomposición, el volumen del compost se reduce en un 50 a 70% desde su inicio, (Conijnenburg, 2007).

- **Tiempo de descomposición**

El tiempo de descomposición es importante para controlar que todas las repeticiones estén sometidos a la misma cantidad de tiempo y condiciones, esto con diferencia en los tratamientos ya que el tiempo de descomposición entre métodos de compostaje varían.

2.3.4.1.6 Parámetros en laboratorio

- **Nitrógeno (N):**

El nitrógeno es un elemento esencial para la reproducción celular debido a su naturaleza proteica; se ha demostrado que la calidad de un compost como fertilizante está directamente relacionada con su contenido de Nitrógeno, (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012).

Desde el punto de vista agronómico según (CEDAF) 2014, fomenta el crecimiento de la parte aérea de los vegetales (hojas, tallos). Es, en parte, responsable del color verde de las plantas y confiere resistencia a las plagas.

- **Fósforo (P)**

El fósforo desempeña un papel fundamental en la formación de compuestos celulares ricos en energía, siendo necesario para el metabolismo microbiano. (Páez, 2013).

Según (CEDAF) 2014, es muy importante en la maduración de flores, semillas y frutos e interviene en la formación y desarrollo de las raíces y tiene un papel importante en la resistencia a la sequía.

- **Potasio (K)**

Desde el punto de vista agrícola según (Pellegrini A. E., 2017), es decisivo en el desarrollo de toda la planta, posibilita que las raíces y los tallos sean fuertes y las semillas, los frutos y las hojas, grandes. Proporciona resistencia a las plagas y

enfermedades, colabora en la circulación de los otros nutrientes alrededor de la planta y regula las funciones vegetales.

- **Materia orgánica (MO)**

El conocimiento del contenido de los compost en materia orgánica es fundamental, pues se considera como el principal factor para determinar su calidad agronómica, (Kiehl, 1985).

Las principales acciones de la materia orgánica sobre las propiedades son:

Incrementa la porosidad en los suelos arcillosos. Por lo que favorece el drenaje interno, aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo. Hace más eficiente el riego.

Retiene y facilita la absorción de nutrientes por las plantas. De esta forma impide que se lixivien con el agua de lluvia o de riego, estimula el crecimiento de las plantas. Aporta enzimas estimuladoras del crecimiento.

Estimula el crecimiento y actividad de la flora microbiana del suelo, mejora la capacidad de germinación de las semillas, mejora los procesos de intercambio energético en las plantas y aumenta el rendimiento de los cultivos, (Páez, 2013).

- **Relación carbono nitrógeno (C/N)**

La relación C/N es un importante factor que influye en la velocidad del proceso y en la pérdida de amonio durante el compostaje; si la relación C/N es mayor que 40 la actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentización del proceso, debido a la deficiente disponibilidad de N para la síntesis proteica de los microorganismos, (C/N, 2020).

- **PH:**

La importancia del pH viene en controlar que el compost tiene que tener un pH lo más neutro posible porque los microorganismos presentes en él y responsables de la descomposición de los restos orgánicos no toleran valores muy alejados de 7, (W., 1996).

2.3.4.1.7 Selección de los materiales

Se realizó una planificación y selección de los materiales que se va a utilizar en el trabajo de campo.

2.3.4.2 Trabajo de campo

2.3.4.2.1 Encuesta

Cuando la población es muy pequeña y el error tolerado muy pequeño, prácticamente hay que tomar a toda o casi toda la población. Con un error tolerado del 5% y poblaciones entre 25 y 20 sujetos la muestra debe ser $N-1$ (podemos prescindir de un sujeto) y con menos de 20 sujetos debemos incluir a toda la población. En determinados casos el número real de respuestas en una clase (ejemplo típico) es muy bajo y podemos preguntarnos en qué medida los resultados (por ejemplo, de una escuela, de una clase) son fiables, (Vallejos, 2012).

En base a esto en el trabajo de investigación, la técnica que se utilizó para la obtención de información fue por medio de las encuestas, a través de un cuestionario previamente realizado y se hizo a todas las venteras y venteros del mercado Central. El instrumento por el cual se llevó a cabo la realización de esta técnica fue mediante una boleta de encuestas.

2.3.4.2.2 Recolección de Residuos Sólidos Orgánicos (RSO)

La recolección de los residuos sólidos orgánicos dentro del mercado se realizó en un contenedor seleccionado, donde almacenaron sólo los residuos sólidos orgánicos provenientes de las pensiones y de las ventas de verduras. Este contenedor se recogió por la tarde para ser vaciado y se llevó por la mañana para su llenado.

2.3.4.2.3 Tratamiento de los compostajes (Tradicional y Takakura)

A continuación, se describe una serie de pasos que se van a seguir para realizar los compostajes (Tradicional y Takakura), el mismo se va a seguir para cada tratamiento donde sólo varía las proporciones y uso de los activadores biológicos

2.3.4.2.3.1 Método tradicional

A continuación se describe una serie de pasos que se siguió para elaborar el compost, en las cajas de 50*50*50 cm., seleccionándose estas cajas debido a la fácil manipulación e incorporación del oxígeno por las aberturas que presentan estas lo que nos permitirá la rápida descomposición de los residuos sólidos orgánicos y por la economía de las mismas.

La metodología empleada para la elaboración del compost orgánico se basó en la utilizada por (Rojas Pérez, 2007), con los mismos materiales, pero con una variación en la preparación y cantidad de los materiales considerados como activadores biológicos, los cuales se describen a continuación.

2.3.4.2.3.1.1 Preparación y cantidades de los Activadores biológicos para método tradicional

Para este método de compostaje se utilizan los materiales de bosta y levadura que nos ayudan a proliferación de los activadores biológicos.

a) **Tratamiento TR repetición 1** : las cantidades se describen a continuación:

Cuadro 2: Activadores biológicos tratamiento TR repetición 1

MATERIALES	CANTIDAD (Kg)	OBSERVACIÓN
Bosta (bovinos y equinos)	9.5	La mezcla de estos materiales se remojo en 30 L de agua, durante un periodo de 24 horas.
Levadura	0.51	

Fuente: elaboración propia

b) **Tratamiento TR repetición 2:** las cantidades y preparación se realizaron de la siguiente manera:

Cuadro 3: Activadores biológicos tratamiento TR repetición 2

MATERIALES	CANTIDAD (Kg)	OBSERVACIÓN
Bosta (bovinos)	10.5	Se remojó en 30 litros de agua durante 24 horas.
Levadura	0.34	Se añadió en seco.

Fuente: elaboración propia.

c) Tratamiento TR repetición 3:

Cuadro 4: Activadores biológicos tratamiento TR repetición 3

MATERIALES	CANTIDAD (Kg.)	OBSERVACIÓN
Bosta (equinos)	5	Se añadió en seco.
Levadura	0.68	Se añadió en seco.

Fuente: elaboración propia.

2.3.4.2.3.1.2 Armado y llenado de las cajas de compostaje

La metodología empleada para la elaboración del compost orgánico se basó en la utilizada por (Rojas Pérez, 2007), el procedimiento se realizó de la misma manera para todas las repeticiones, el procedimiento a seguir se realizó de la siguiente manera:

Paso 1

En una caja ubicada en una superficie plana y limpia se esparció la primera capa de residuos orgánicos de unos 5 cm de espesor, previendo que la descomposición de los demás ingredientes emita líquidos y la tierra actúe como esponja absorbiéndolos. En este caso la capa de residuos orgánicos era de 2 kg.

Paso 2

Se esparció la segunda capa de materiales, la cual fue de estiércol de bovinos y equinos con el mismo espesor que la anterior capa posteriormente se procedió a regar con agua la capa esparcida. En este caso se esparció esta segunda capa con la preparación de activadores biológicos al tratamiento y repetición al que pertenecía.

Paso 3

Colocamos la tercera capa, la cual (en orden ascendente) fue la ceniza, procediendo posteriormente a regar con agua la capa esparcida.

Paso 4

Este paso consistió en aplicar una capa de carbón molido distribuyéndola uniformemente sobre las capas anteriores. Posteriormente regar con agua y levadura disuelta. Dependiendo del tratamiento y repetición se obvió la levadura.

Una vez culminada este paso se repite de nuevo todo el procedimiento aplicando los materiales en proporciones iguales hasta llenar la caja, lo cual en total se añade 4 capas completas lo cual al final tiene un contenido de 8kg de residuos orgánicos, 6 kg de ceniza y 8kg de carbón. El mismo contenido de materiales llenado de las cajas se siguió para todas las repeticiones.

En el proceso que lleva desde que se coloca la caja hasta su producto final se deben realizar al menos 3 volteos y más si es que hay un exceso de humedad.

Se debe recordar que estos pasos se repetirán en cada una de las 3 cajas de esta metodología de compostaje en donde solo van a variar las cantidades y uso de los activadores biológicos, (levadura y estiércol).

2.3.4.2.3.2 Método Takakura

Este método de compostaje fue creado por el sr Toji Takakura en 2004, el mismo que se realizó en 3 cajas composteras de 0.125 m³ (0,5*0,5*0,5m), una para cada repetición y se realizó el siguiente procedimiento.

2.3.4.2.3.2.1 Preparación de la solución de fermentación para el cultivo de microorganismos

Todo esto preparado en una botella de 3 litros para cada solución

a) Tratamiento TK repetición 1:

Cuadro 5: Cantidades en la preparación de la soluciones para el TK repetición 1

SOLUCIÓN DULCE		SOLUCIÓN SALADA	
Materiales	Cantidad	Materiales	Cantidad
Azúcar	20 g	Manzana	80 g
Agua	0	Sal	10 g
Yogurt	1 L	Papaya	140g
Vino	0.8 L	Naranja	40g
Salsa soja	0.8 L	Pepino	80g
Levadura	50 g	Zapallo	80g
		Berenjena	80g
		Lechuga	30g

Fuente: elaboración propia.

b) Tratamiento TK repetición 2:

Cuadro 6: Cantidades en la preparación de las soluciones para el TK repetición 2

SOLUCIÓN DULCE		SOLUCIÓN SALADA	
Materiales	Cantidad	Materiales	Cantidad
Azúcar	35g.	Manzana	50 g.
Agua	1L.	Sal	15 g.
Yogurt	0.5L.	Papaya	80g.
Vino	0.4 L.	Naranja	230g.
Salsa soja	0.4 L.	Pepino	60g.

Levadura	35 g.	Zapallo	60g.
		Berenjena	60g.
		Lechuga	20g.

Fuente: elaboración propia.

c) Tratamiento TK repetición 3

Cuadro 7: Cantidades en la preparación de soluciones para el TK repetición 3

SOLUCIÓN DULCE		SOLUCIÓN SALADA	
Materiales	Cantidad	Materiales	Cantidad
Azúcar	50g.	Manzana	30 g.
Agua	2L.	Sal	20 g.
Yogurt	0.3L.	Papaya	40g.
Vino	0.2L.	Naranja	120g.
Salsa soja	0.42L.	Pepino	40g.
Levadura	20 g.	Zapallo	40g.
		Berenjena	40g.
		Lechuga	10g.

Fuente: elaboración propia.

Estas 2 botellas con los ingredientes se deben mezclar bien, y dejar reposar durante 3 a 5 días.

2.3.4.2.3.2.2 Preparación del lecho de fermentación

En una caja en la que se pueda tener buena aireación se debe pegar un cartón en la base para que actúe como una alfombra y se debe añadir Humus + salvado de arroz + cascarilla de arroz.

2.3.4.2.3.2.3 Realizar la semilla del microorganismo

Se debe mezclar el lecho de fermentación con las soluciones de fermentación verificar una temperatura de 60° a 80°C, tapar la caja con un mantel o tela para evitar el ingreso de insectos y dejar reposar por 5 días.

2.3.4.2.3.2.4 Realizar el compostaje

Se debe recortar la materia orgánica en partes muy pequeñas para acelerar el proceso de descomposición, una vez cortada se debe añadir a la caja y mezclar todos los días al menos una vez.

Se debe dejar reposar durante un periodo de 30 a 45 días, que varía de acuerdo a la cantidad de microorganismos que contenga.

2.3.2.3.3. Control de parámetros en el proceso de los compostajes

Se llevó a cabo tomando en cuenta los siguientes parámetros para la elaboración de los métodos de compostajes en campo.

- Tiempo de descomposición.
- Control de humedad.
- Control de temperatura.
- Número de volteos.
- Disminución de volumen.

2.3.4.2.3.3 Toma de muestras

Una vez obtenido el producto final del proceso de compostaje (abono orgánico) se realizó la toma de muestras de cada uno de los tratamientos para mandarlas a laboratorios RIMH en la ciudad de Tarija donde se les realizó el análisis de los parámetros de (N, K, P, MO, C/N y pH).

2.3.4.3 Trabajo de post campo

Una vez culminado el trabajo de campo y obtener los resultados de los análisis de laboratorio y sus parámetros correspondientes se debe realizar:

- Procesamiento de los datos que se van a obtener en el trabajo de campo.
- Análisis de laboratorio.
- Análisis estadístico.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSION

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL

3.1.1 Resultados e Interpretación de las encuestas

La muestra de estudio de las encuestas es de 20 venteras (os) en el mercado, lo que llegaría a ser el total de los puestos de venta en el mercado Central. Las encuestas realizadas para el siguiente trabajo de investigación están referidas al nivel de conocimientos que tienen las venteras (os) del mercado central en la temática.

A continuación se describe el resultado de las preguntas que se plantearon dentro de la encuesta:

Preg. 1. ¿Tiene conocimiento sobre cuáles son los Residuos Sólidos Orgánicos?

Cuadro 8: Conocimiento de los residuos sólidos orgánicos

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Sí	15	75
No	5	25
Poco	0	0
Total	20	100

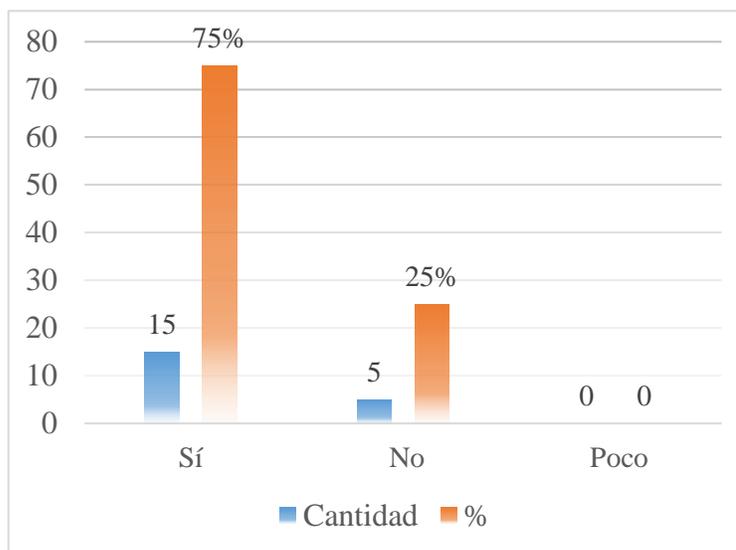
Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de los datos

En el cuadro N° 8 de acuerdo a las encuestas realizadas de todos los encuestados el 75 % de las (os) venteras (os) tienen conocimiento sobre cuáles son los residuos sólidos orgánicos, esto es favorable a la hora de separar los residuos orgánicos para el pesaje de los mismos, y un 25% que no sabe cuáles son esos tipos de residuos a los cuales se les tuvo que enseñar. Se puede observar en el gráfico la gran diferencia que existe uno

del otro atribuyéndose ello, a que un porcentaje de las señoras tienen conocimiento de los que es un residuo sólido.

Figura 3: Conocimiento de las venteras en RSO.



Fuente: elaboración propia.

Preg. 2. ¿Cuáles son los productos o insumos orgánicos que más vende o utiliza?

Cuadro 9: Venta de insumos orgánicos

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Verduras	12	60
Procesados	4	20
Frutas	1	5
Otros	3	15
Total	20	100

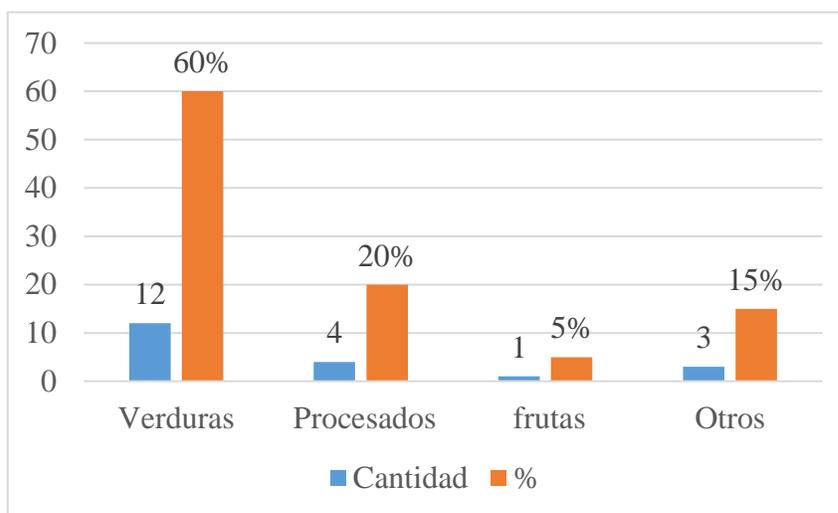
Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

El cuadro N° 9 nos indica que del 100% de los encuestados el 60% se dedica o vender productos agrícolas (verduras) siendo una gran mayoría dentro del mercado, el 20% son procesados los cuales son generalmente provenientes de las pensiones, las frutas el

5% la cual no es una cantidad significativa, pero cubre las demandas de frutas en el mercado y por últimos otros 15% los cuales son las ventas de pollos, carnicería y flores.

Figura 4: Venta de insumos orgánicos



Fuente: elaboración propia.

Preg. 3. ¿Qué productos o insumos orgánicos son los que más se desperdician?

Cuadro 10: Insumos que más se desperdician

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Verduras	17	85
Procesados	2	10
Frutas	1	5
Otros	0	0
Total	20	100

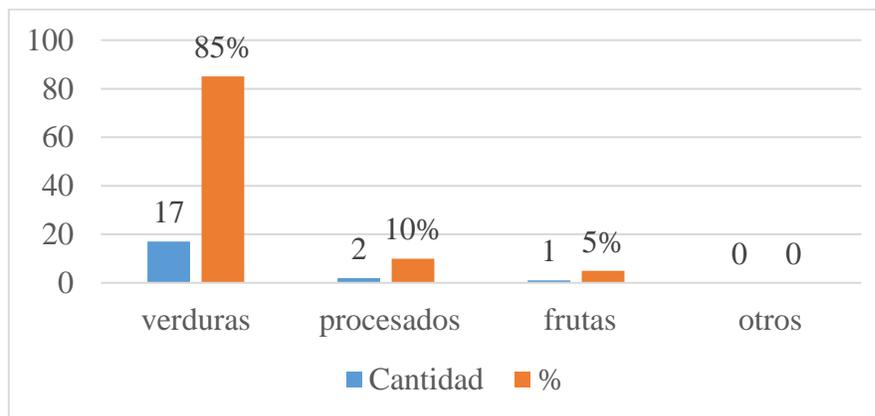
Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

Se puede observar en el cuadro N° 10 de acuerdo a todas las encuestas realizadas en mercado central, que el 85% de los productos que se desperdician son las verduras, contribuyendo así al incremento de residuos o restos de verduras, el 10% son los procesados los cuales son aprovechados en su totalidad, las frutas un 5% ya que

tampoco se cuenta con tiendas abundantes de frutas y otros productos que no se desperdician.

Figura 5: Insumos que se desperdician



Fuente: elaboración propia.

Preg. 4. ¿Qué residuos sólidos orgánicos son los que más se generan en el mercado central de Entre Ríos?

Cuadro 11: Residuos sólidos orgánicos que más se generan en el mercado central

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Restos de verduras	20	100
Restos de comida	0	0
Resto frutas	0	0
Otros	0	0
Total	20	100

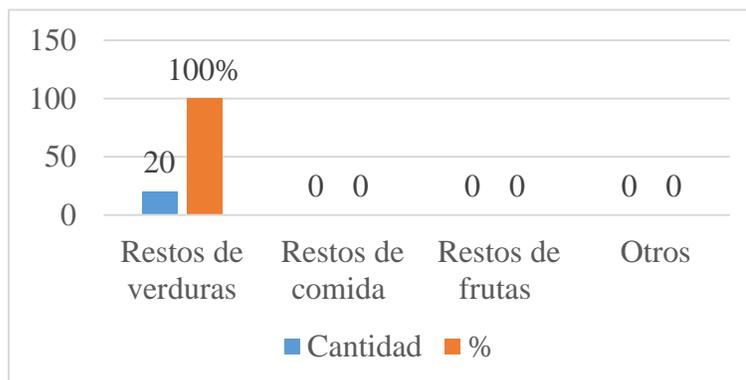
Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 11 se puede notar que de las 20 personas encuestadas el 100% de las personas, coinciden en que los residuos sólidos orgánicos que más se generan dentro del mercado central de Entre Ríos son los residuos provenientes de las verduras, ya que la mayoría de las tiendas se dedican a la venta de estos productos, y cuando no se vende a su tiempo se descomponen y todos estos contribuyen a la generación de residuos

orgánicos dentro del mercado Central, todos estos residuos se pueden transformar en compostaje.

Figura 6: Residuos Sólidos Orgánicos que más se generan en el mercado central



Fuente: elaboración propia.

Preg. 5. ¿Usted qué hace con los residuos sólidos orgánicos?

Cuadro 12: Qué hacen con los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado central

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Los lleva al carro basurero.	14	70
Le lleva a sus animales.	6	30
Total.	20	100

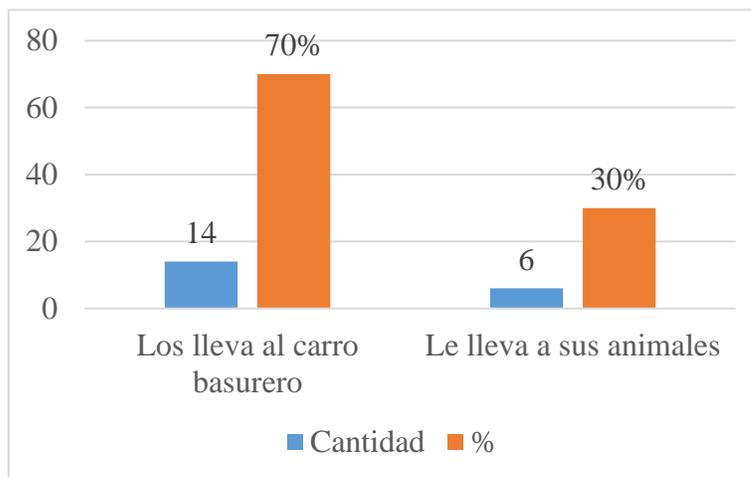
Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 12 refleja que del 100% de los encuestados, un 70% de las venteras (os) del mercado sacan sus residuos sólidos orgánicos para que los recoja el basurero municipal, los cuales van a parar al botadero municipal, se desperdician, se contribuyen a los vectores de infecciones y generan más lixiviados dentro del mismo, el otro 30%

de las venteras (os) los aprovechan para sus animales, esto contribuye a la reducción de los residuos orgánicos dentro el botadero municipal de Entre Ríos.

Figura 7: Qué hacen con los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado central



Fuente: elaboración propia.

Preg. 6. ¿Dentro del mercado cuentan con contenedores para almacenar los residuos sólidos orgánicos?

Cuadro 13: Contenedores en el mercado Central

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Sí	0	0
No	20	100
Total	20	100

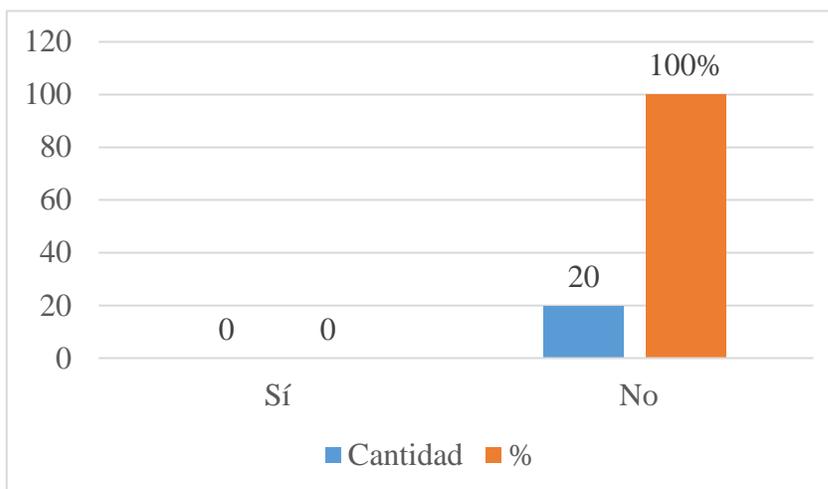
Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 13 todos los encuestados el 100% dicen que dentro del mercado no cuentan con contenedores para almacenar sus residuos sólidos orgánicos, cada ventera (o) tiene su propio recipiente para almacenar los residuos que generan en su puesto de venta, ya que estos residuos no están mucho tiempo ahí, porque el basurero pasa a

recoger cada día a las 6 a.m. para llevarlos al botadero municipal de Entre Ríos. En la gráfica N° 6 se puede observar claramente lo mencionado.

Figura 8: Contenedores en el mercado Central



Fuente: elaboración propia.

Preg. 7. ¿Con qué frecuencia pasa el camión recolector de basura?

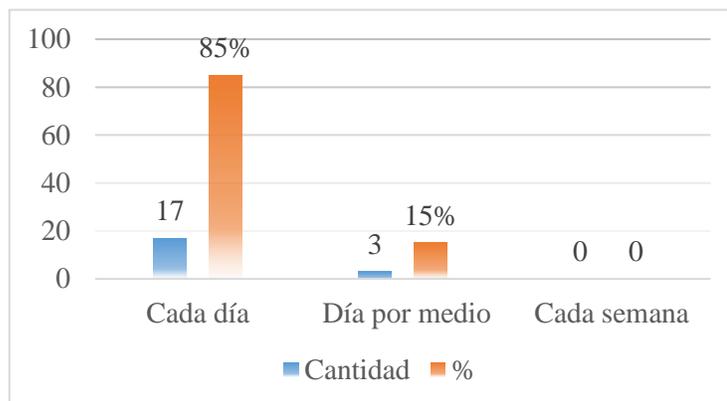
Cuadro 14: Frecuencia con la que pasa el camión recolector

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Cada día.	17	85
Día por medio.	3	15
Cada semana.	0	0
Total.	20	100

Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 14, de los 20 encuestados en el mercado central, el 85% de ellos nos dicen que el basurero pasa todos los días, el restante 15% dicen que día por medio, esta diferencia que existe puede ser por que el 15% no sacan sus residuos todos los días, sino que lo hacen día por medio y así piensan que es, pero conversando con el personal encargado de los residuos nos confirman que pasan todos los días por el lugar.

Figura 9: Frecuencia con la que pasa el camión recolector

Fuente: elaboración propia.

Preg. 8. ¿Usted tiene conocimiento de los problemas que afectan al medio ambiente, por el incremento y manejo inadecuado de los residuos orgánicos?

Cuadro 15: Conocimiento de los problemas al medio ambiente por los residuos sólidos orgánicos

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Mucho	3	15
Nada	10	50
Poco	7	35
Total	20	100

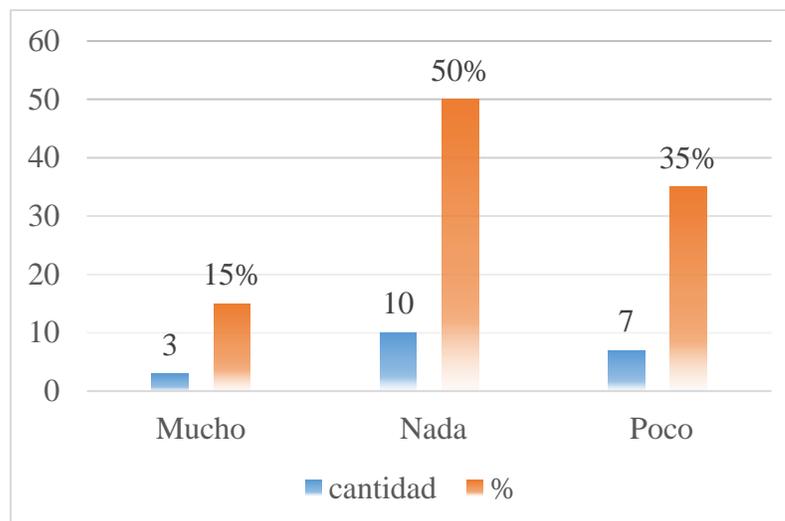
Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 15 se puede ver que del 100% de los encuestados el 50% no tiene nada de conocimiento sobre los problemas que afectan al medio ambiente por el manejo inadecuado de los residuos sólidos orgánicos, el 35% tienen poco conocimiento y el 15% mucho.

Esta gran diferencia que existe en el 50% con los demás, afectan en el manejo interno de estos residuos sólidos orgánicos dentro del mercado Central, ya que si no se conocen los problemas la importancia en estos disminuye.

Figura 10: Conocimiento de los problemas al medio ambiente por los residuos sólidos orgánicos



Fuente: elaboración propia.

Preg. 9. ¿Usted tiene conocimiento de cómo se pueden aprovechar los residuos orgánicos?

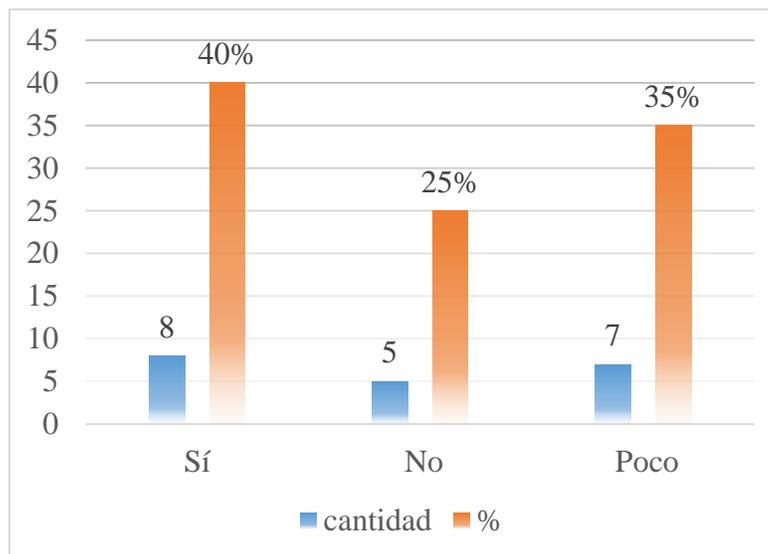
Cuadro 16: Conocimiento de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Sí	8	40
No	5	25
Poco	7	35
Total	20	100

Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 16, de todos los encuestados el 40% coincide en que sí tienen conocimiento como aprovechar estos residuos orgánicos, el 25% no tiene conocimiento de cómo aprovecharlos, y el 35% tiene poco conocimiento. Esto se debe a la falta de conocimiento que tienen algunos, aunque se puede notar que la mayoría sabe cómo aprovecharlos pero la mayoría no lo aplican y las pocas personas que lo hacen, son los que tienen animales para alimentar.

Figura 11: Conocimiento de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

Fuente: elaboración propia.

Preg. 10. ¿Usted tiene conocimiento sobre que es el compostaje?

Cuadro 17: Conocimiento sobre el compostaje

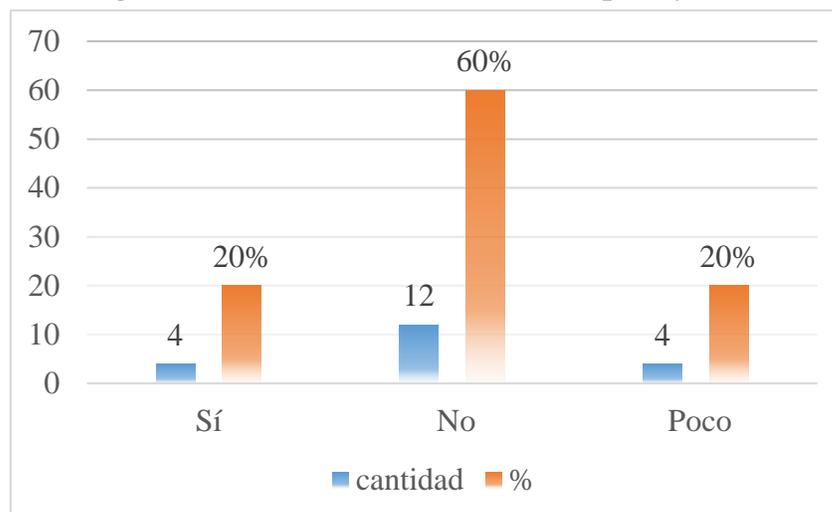
ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Sí	4	20
No	12	60
Poco	4	20
Total	20	100

Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 17, del 100% de los encuestados, el 20% tienen conocimiento sobre que es el compostaje, el 60% no conoce y el 20% sabe pero muy poco.

Esta gran mayoría que no sabe que es el compostaje se debe a falta de conocimiento y por esto la única alternativa que ellos conocen para aprovechar sus residuos es como alimento para sus animales, pero la mayoría de las personas que no tienen animales los desecha y van a parar al botadero municipal.

Figura 12: Conocimiento sobre el compostaje

Fuente: elaboración propia.

Preg. 11. ¿Usted tiene conocimiento de los beneficios de realizar el compostaje?

Cuadro 18: Conocimiento del beneficio del compostaje

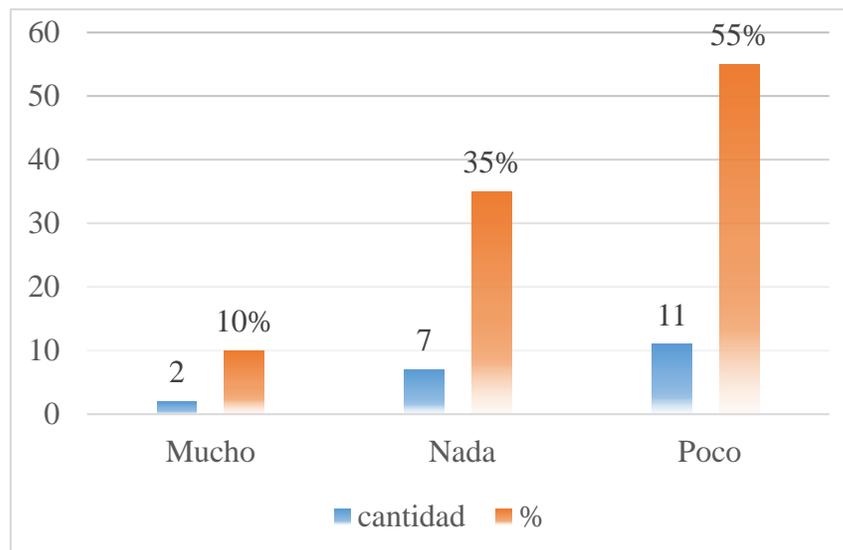
ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Mucho	2	10
Nada	7	35
Poco	11	55
Total	20	100

Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 18 se puede observar claramente que de todos los encuestados el 10% tiene mucho conocimiento sobre los beneficio de realizar el compostaje, el 35% nada de conocimiento y el 50% que es la mayoría tiene poco conocimiento sobre esto beneficios.

Realizado las encuestas podemos deducir que de la mayoría su conocimiento es muy básico, ya que ellos los ven desde el punto de vista agrícola, concluyendo que es bueno para las plantas y para cultivar verduras, restando importancia a los otros beneficios.

Figura 13: Conocimiento del beneficio del compostaje

Fuente: elaboración propia.

Preg. 12. ¿Usted ha utilizado alguna vez el compost o algún abono orgánico?

Cuadro 19: Utilización del compostaje

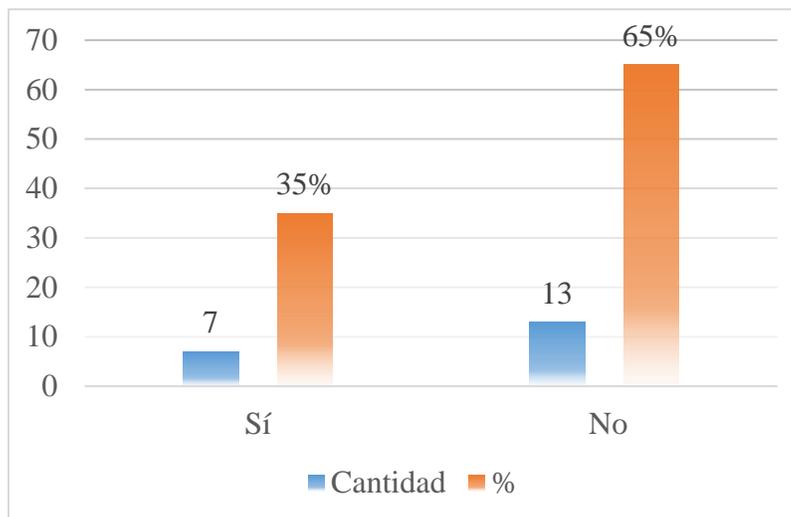
ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Sí	7	35
No	13	65
Total	20	100

Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 19, del 100% de los encuestados el 35% sí ha utilizado compost o algún tipo de abono orgánico, y el otro 65% no lo hicieron.

Esto se puede atribuir a que dentro del mercado algunas personas (venderas) producen los productos agrícolas que traen a vender a su puesto en el mercado Central, destacando el empleo del compost alguna vez pero no en gran medida, las opiniones contrarias se debe a que la mayoría son revendedores, a ellos les entregan los agricultores que producen en las comunidades que están en los alrededores del centro poblado de Entre Ríos.

Figura 14: Utilización del compostaje

Fuente: elaboración propia.

Preg. 13. ¿Usted ha practicado alguna vez el compostaje?

Cuadro 20: Práctica de elaboración de compostaje

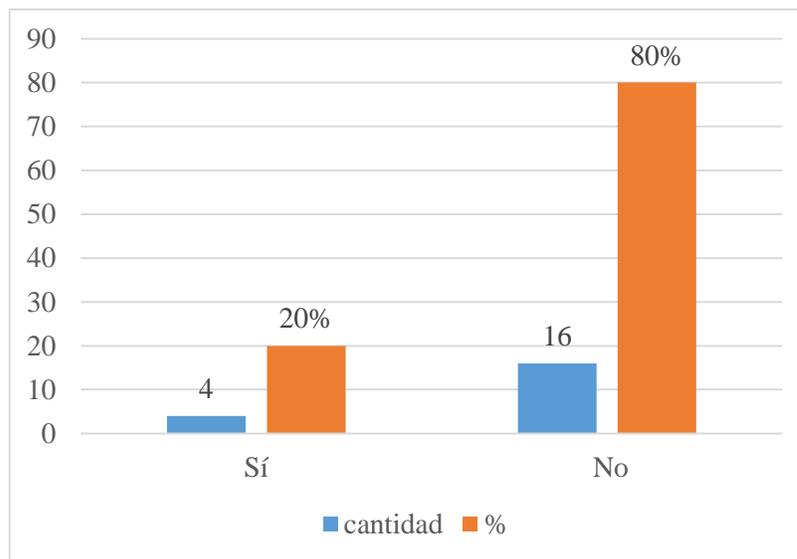
ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Sí	4	20
No	16	80
Total	20	100

Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

Como se puede ver en el cuadro N° 20, de todas las personas encuestadas el 20% sí practicaron o hicieron alguna vez algún tipo de compostaje, pero el restante 80% no practicaron este método de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

Esto se debe quizá a la falta de tiempo, a la falta de interés, falta de conocimiento o como también puede ser porque no tienen razón para hacerlo, hay muchos factores que afectan a esto, pero lo que se debe procurar es incentivar a realizar este tipo de trabajos.

Figura 15: Práctica de elaboración de compostaje

Fuente: elaboración propia.

Preg. 14. ¿Usted utilizaría el abono orgánico resultante del compostaje.?

Cuadro 21: Personas que utilizarían el compostaje

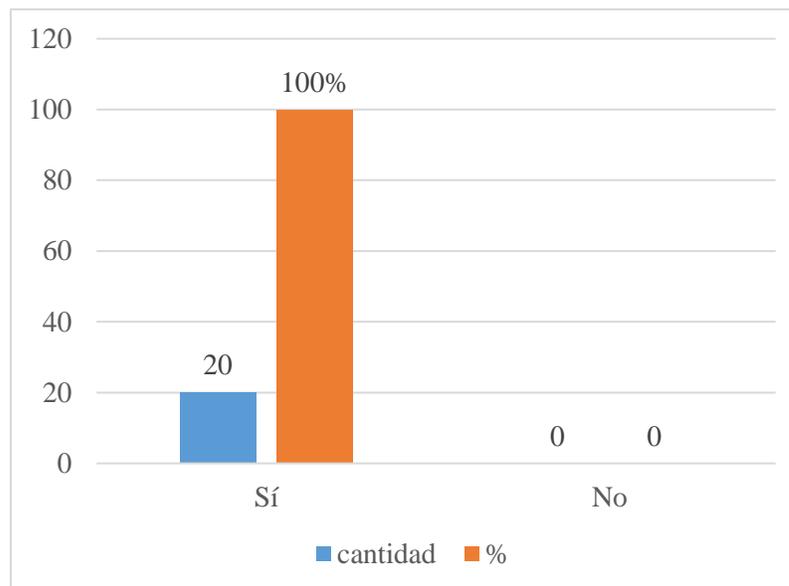
ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Sí	20	100
No	0	0
Total	20	100

Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

Observando el cuadro N° 21 refleja que el 100% de las persona encuestadas si utilizarían el abono resultante del compostaje.

Por los beneficios que este tiene para los suelos y así como también para los cultivos, por ambas razones si quisieran utilizar este tipo de abono y especialmente las personas que cultivan su propios productos agrícolas.

Figura 16: Personas que utilizarían el compostaje

Fuente: elaboración propia.

Preg. 15. ¿Se atrevería a realizar el compost en su casa?

Cuadro 22: Personas que realizarían el compost en su casa

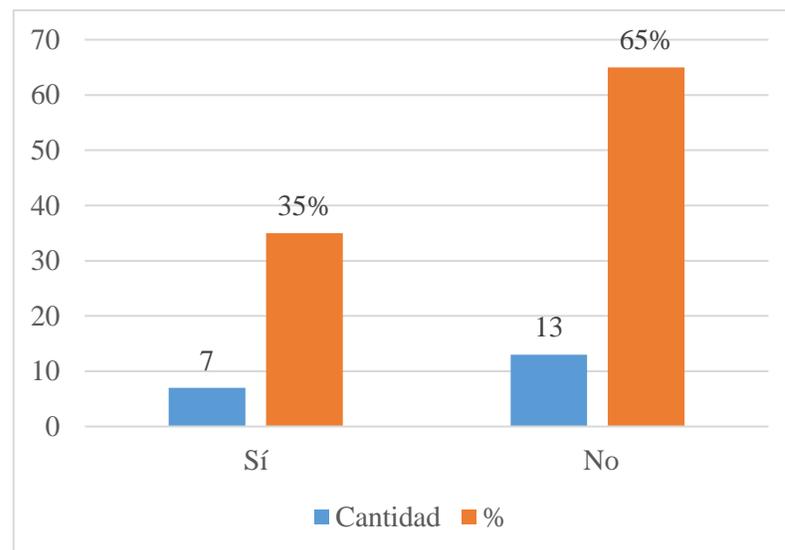
ALTERNATIVA	CANTIDAD	%
Sí	7	35
No	13	65
Total	20	100

Fuente: elaboración propia.

Interpretación y análisis de datos

En el cuadro N° 22 todos los encuestados, el 35% sí se atrevería a realizar el compostaje en sus casas y el 65% no lo realizarían.

La mayoría coincide en que no lo haría quizá por la falta de tiempo, a la falta de interés, falta de conocimiento o como también puede ser porque no tienen razón para hacerlo, hay muchos factores que afectan a esto, pero podemos ver en la respuesta N° 15 todos quisieran utilizarlos pero pocos son los que estaría dispuestos a realizar su propio abono orgánico.

Figura 17: Personas que realizarían el compost en su casa

Fuente: elaboración propia.

3.1.2 Diagnóstico de la situación de actual de los residuos sólidos orgánicos

3.1.2.1 Ubicación

El mercado central de Entre Ríos se encuentra ubicado entre la coordenadas 21°31'40.96" latitud sub y 64°10'17.30" longitud oeste a una cuadra de la plaza principal, en el centro del radio urbano, se considera el eje articulador de la comercialización en la región.

3.1.2.2 Estructura organizativa

Las señoras del mercado están organizadas en un sindicato la cual los conforman los siguientes:

Cuadro 23: Estructura Organizativa

ESTRUCTURA	NOMBRE
Presidente	Victoria Valdez
Vicepresidente	Matilda Ramos
Secretaria De Actas	Carmen Armella
Tesorera	Diosmira Gallardo
Vocal	Candelaria Fernández

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.3 Actividad comercial

En el mercado Central de Entre Ríos se realizan las siguientes actividades comerciales.

Cuadro 24: Actividades comerciales dentro del mercado Central de Entre Ríos.

ACTIVIDAD	UNIDADES
VENTA DE VERDURAS	12
VENTA DE COMIDA	4
VENTA DE ABARROTES	3
VENTA DE CARNE	3
TOTAL	20

La principal actividad comercial dentro del mercado es la venta de verduras, 12 tiendas que se dedican a cubrir esta demanda y luego tiendas de comida 3, abarrotes 4 y venta de carne y 3 de pollo, que cubren las necesidades y demandas de la población.

3.1.2.4 Manejo de los residuos sólidos en el mercado central de entre ríos

El manejo de los residuos dentro del mercado central no se realiza adecuadamente, y así se pudo constatar mediante técnicas de investigación tales como las encuestas, observación directa y conversando con las (os) venteras (os) del mercado central.

A continuación se describen los puntos que forman parte del manejo de los residuos sólidos: generación, almacenamiento, recolección, transporte, disposición final.

3.1.2.4.1 Generación

Según lo expuesto por Gonzales Ríos el 2015, manifiesta que el 97.9% de los residuos que se generan dentro del mercado central son orgánicos el restante 2.1% son residuos inorgánicos.

Entonces dentro del mercado central se generan en su mayor parte residuos sólidos orgánicos, esto se debe a la naturaleza del mercado y a la demanda que existe en el municipio de Entre Ríos, ya que, en su mayoría, los puestos se dedican a cubrir las demandas de productos agrícolas, comida y pollo, por consecuente los restos que más se ven son los orgánicos y dentro de este los restos de verduras, que en gran cantidad se echa a perder y se convierten en desechos.

Así se pudo constatar en la caracterización y cuantificación de los residuos que se realizó dentro del mercado central de Entre Ríos.

3.1.2.4.2 Almacenamiento

Dentro del mercado no existen contenedores adecuados para el almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos, pero las venteras (os) del mercado improvisan recipientes para almacenar temporalmente sus residuos, muchos de estos recipientes son baldes, canastas, bolsas de yute o bolsas de nailon, los cuales les sirven para almacenar hasta

que pasa el basurero, alguien venga a llevar para sus animales o como en caso de las venteras de comida los venden, les dan o llevan para sus mascotas.

Esta información se pudo recabar de las encuestas y conversando con las venteras (os) del mercado central de Entre Ríos.

Figura 18: Recipientes Utilizados Como Contenedores Temporales



3.1.2.4.3 Recolección

Para la recolección de los residuos sólidos orgánicos que se generan dentro del mercado los realizan las propias venteras (os) del mercado las cuales tienen que sacar sus residuos sólidos para el camión de residuos los recoja.

3.1.2.4.4 Transporte

El transporte es realizado por un carro recolector semi mecanizado, el cual está a cargo del personal de la Alcaldía Municipal y pasa todos los días a excepción de los fines de semana y lunes a primera hora pasa a recoger los residuos del mercado y llevarlos al botadero municipal.

3.1.2.4.5 Disposición final

Todos los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central, son transportados a un botadero municipal, el cual no cumple con las especificaciones técnicas necesarias para ser adecuado, y este por ende se convierte en un foco de vectores para la población.

3.1.3 Clasificación y cuantificación de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Entre Ríos.

3.1.3.1 Clasificación de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Central

Para la clasificación de los residuos sólidos orgánicos del mercado central se tomó en cuenta la naturaleza del mercado, ya que en el la mayoría de las ventas se dedican a cubrir las demandas de verduras, comida, frutas y otros como el pollo, y huevos si tomamos en cuenta los desechos orgánicos.

Se clasifico de la siguiente manera:

- **Verduras.** - En esta clasificación se realizó una sub clasificación, ya que de aquí se utilizaron los residuos para el tratamiento de compostajes, se clasifico en: tubérculos, hortalizas, frutos, bulbos y vainas.
- **Procesados.** - Son los residuos y restos de las pensiones y cocinas que se encuentran dentro del mercado tales como huesos, arroz.
- **Frutas.** - Se utilizó una pequeña cantidad para los tratamientos de compost en éste existen restos de frutas como desechos de banana, cítricos, etc.
- **Otros.** - existen otros tipos de residuos como los desechos de pollo, cáscara de huevos y flores.

Figura 19: Residuos generados en el mercado central



3.1.3.2 Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos del mercado Central

Para la cuantificación se decidió realizar los pesajes los días lunes, miércoles y sábados ya que en estos días existe mucho más movimiento dentro del mercado central y el pesaje se hizo a última hora (6:00 pm), una vez que todos los residuos del día se acumulan.

Previamente se conversó con las venteras (os) dentro del mercado y se acordó los días y la hora de los pesajes para que no sacaran, vendieran o botaran antes sus desechos, se hizo el pesaje con una romana de 12 kg recorriendo tienda por tienda, y los cuales dieron como resultados lo siguiente:

Cuadro 25: Resultado de la cuantificación de los RSO. del Mercado Central

CLASIFICACIÓN	LUNES	MIÉRCOLES	SÁBADO	TOTAL
VERDURAS	27.5	23,8	31	82.3
PROCESADOS	11,8	13,5	9,5	34.8
FRUTAS	8.5	5,3	6,8	20.6
OTROS	3.5	4,5	7	15
TOTAL	51.3	47,1	54,3	152.7

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N° 25, se puede observar que la mayor cantidad de residuos orgánicos que se generan dentro del mercado son los residuos provenientes de las tiendas de verduras, esto se debe a que la mayor cantidad de tiendas en el mercado, se dedican a cubrir la demanda de verduras, muchas veces no se comercializan a su debido tiempo y éstas se descomponen y son desechadas.

3.1.3.3 Cantidad media de residuos orgánicos que se producen en el Mercado central durante un día.

Cuadro 26: Cantidad de residuos sólidos orgánicos

DÍAS	TOTAL
LUNES	51.34
MIÉRCOLES	47.1
SÁBADO	54.3
Σ	152,7
X —	50.9

Fuente: Elaboración Propia.

La media del total de los datos que son 50.9 kg/día se puede considerar como la cantidad media de todos estos residuos sólidos orgánicos provenientes de las diferentes actividades que se realizan dentro del mercado central de Entre Ríos.

3.1.3.4 Porcentaje de acuerdo a la clasificación de residuos sólidos orgánico en el mercado Central

Cuadro 27: Porcentaje por tipos de residuos sólidos orgánicos dentro del mercado

CLASIFICACIÓN	PESO (Kg.)	x100	% (1/152.7)
VERDURAS	82.3	8230	53.90
PROCESADOS	34.8	3480	22.79
FRUTAS	20.6	2060	13.49
OTROS	15	1500	9.82
TOTAL	152.7		100%

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N° 27, las cantidades de generación por tipos de residuos sólidos orgánicos dentro del mercado central, claramente se ve que los residuos que más se generan son los residuos orgánicos provenientes del sector que vende verduras. Un 53.90% de residuos sólidos orgánicos provenientes de las tiendas de verduras es bastante mayor si lo comparamos con los residuos procesados que tienen 22.79 % de todos los residuos sólidos orgánicos del mercado central.

Una parte de estos residuos sólidos orgánicos son vendidos y llevados para los animales pero la mayor parte va a botadero municipal de Entre Ríos, contribuyendo así a la propagación de vectores dentro del mismo.

3.1.3.5 Cálculo de la generación per cápita de los RSO en el mercado central de Entre Ríos

Para el cálculo de la generación per cápita de residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Entre Ríos se realizó con siguiente fórmula:

$$G_{pc} = \frac{DSp}{Pob}$$

Donde:

G_{pc} = Generación per-cápita

DSp = Cantidad de residuos sólidos orgánicos generados en un día = 50.9 Kg/día

Pob = Población muestra = 20 hab.

Generación per-cápita:

$$G_{pc} = 50.9 \text{ Kg/día} \div 20 \text{ hab.}$$

$$G_{pc} = 2,55 \text{ kg/hab.} \times \text{Día}$$

Dentro del mercado central se produce una media de 2,55kg por venteras (o) en un día, de residuos sólidos orgánicos, todos estos residuos provienen de las diferentes tiendas de verduras, pollo y comida, de los cuales la mayoría se van a disponer al botadero municipal.

3.2 RESULTADO DE LA EJECUCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DE LOS COMPOSTAJES, TRADICIONAL Y TAKAKURA

3.2.1 Resultado del Control de los parámetros medidos en el proceso de descomposición

Los resultados de los parámetros que se controlaron en campo se describen a continuación.

3.2.1.1 Factor tiempo

3.2.1.1.1 Tiempo de descomposición del compost Tradicional

Según (Rojas Pérez, 2007), el tiempo de descomposición de este método de compostaje es de 3 meses, al realizar nuestro compostaje se observó que a los 3 meses le faltaba descomponer un poco así que para favorecer a la descomposición se dejó por un periodo de 3 meses y medio, todos los tratamientos del compostaje Tradicional, éste cambio en el tiempo se atribuye que en un comienzo se evidenció un exceso de humedad debido a las lluvias.

Para sacar el tiempo de descomposición del compost tradicional se sacó en semanas y días, como se describe a continuación:

Cuadro 28: Tiempo de descomposición del Compost Tradicional

FECHA	SEMANA	DÍAS
Inicio		
25/08/2019	0	0
01/09/2019	1	7
08/09/2019	1	7
15/09/2019	1	7
22/09/2019	1	7
29/09/2019	1	7
06/10/2019	1	7
13/10/2019	1	7

20/10/2019	1	7
27/10/2019	1	7
03/11/2019	1	7
10/11/2019	1	7
17/11/2019	1	7
24/11/2019	1	7
01/12/2019	1	7
08/12/2019	1	7
final		
10/12/2019	0.3	2
TOTAL	15.3	105

Fuente: elaboración propia.

Se realizó el llenado de las cajas de compostajes el 25 de agosto del 2019, finalizando el periodo de descomposición el 10 de diciembre del mismo año. Un total de 15.3 semanas y 105 días hasta sacar las muestras.

3.2.1.1.2 Tiempo de descomposición del compost Takakura

Según el (Sr. Toji Takakura, 2004), el compostaje Takakura varia en su tiempo de descomposición de 15 a 45 días (mes y medio), revisando nuestro compostaje se observó que le faltaba descomponer , por lo que se amplió a 2 meses para que favorezca a las descomposición, el mismo tiempo se aplicó para los 3 tratamientos de compostaje Takakura. Esto se debe al exceso de humedad que se pudo evidenciar a un comienzo debido a las lluvias torrenciales de la época.

Para sacar el tiempo de descomposición del compost tradicional se sacó en semanas y días, como se describe a continuación:

Cuadro 29: Tiempo de descomposición del Compost Takakura

FECHA	SEMANA	DÍAS
Inicio		
10/10/2019	0	0
17/10/2019	1	7
24/10/2019	1	7
31/10/2019	1	7
07/11/2019	1	7
14/11/2019	1	7
21/11/2019	1	7
28/11/2019	1	7
05/12/2019	1	7
Final		
10/12/2019	0.7	5
TOTAL	8.7	61

Fuente: elaboración propia.

El cuadro N° 29, muestra que los tratamientos se realizaron en fecha 10 de octubre del 2019 culminando su tiempo de descomposición el 10 de diciembre del 2019. Un periodo de 8.7 semanas y 61 días hasta que se sacaron las muestras.

De ambos compostajes Tradicional y Takakura la eficiencia de tiempo entre los dos, el compost Takakura es más conveniente que el compost Tradicional.

3.2.1.2 Factor temperatura

Para realizar la medición de la temperatura se utilizó un termómetro digital de 15 cm con un rango de 0 a 300° C, este dato se tomó el día miércoles de cada semana, y los resultados que se obtuvieron se describen a continuación:

3.2.1.2.1 Resultados de la temperatura del compost Tradicional

Los datos del registro de medición de la temperatura se realizaron los miércoles de cada semana desde la fecha que se llenaron las cajas hasta el día que se tomó la muestra para llevar a laboratorio, los datos se describen a continuación:

Cuadro 30 : Temperatura promedio por semanas del compost Tradicional

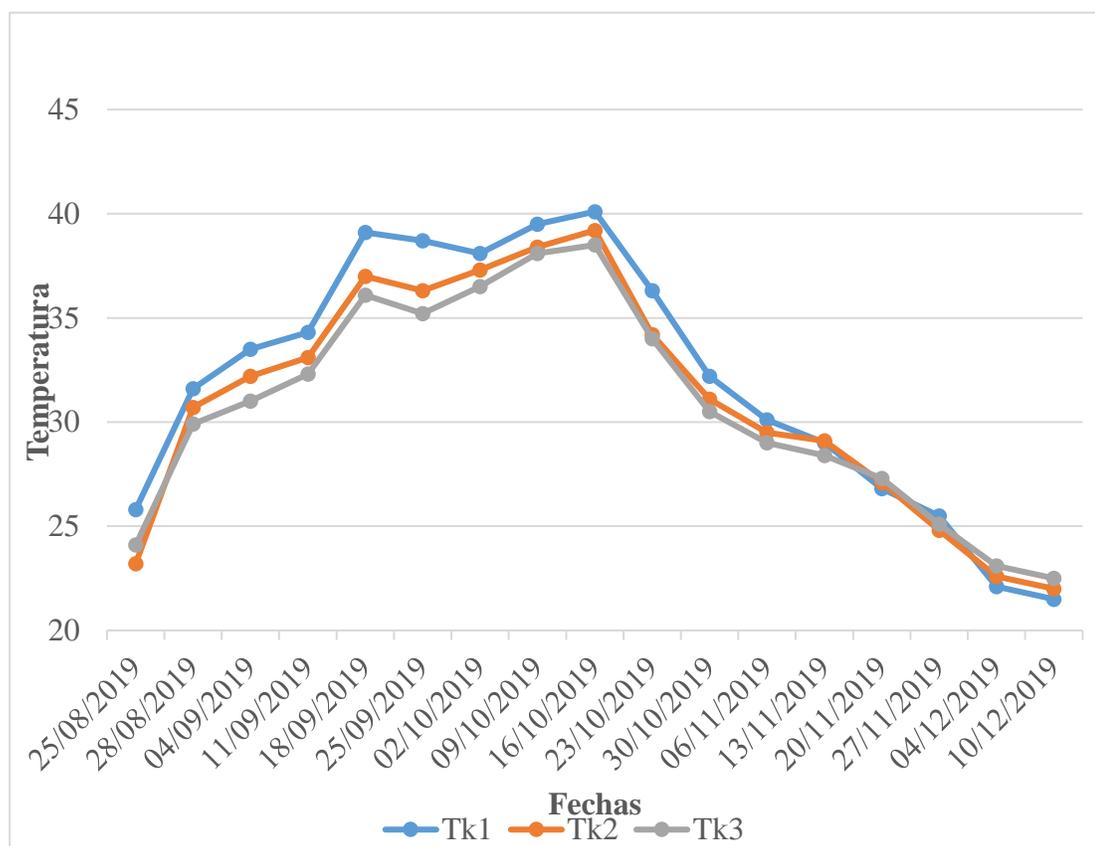
SEMANA	FECHA	T° PROMEDIO (°C)			OBSERVACIÓN	
		Tr1	Tr2	Tr3		
Inicio	25/08/2019	25.8	23.2	24.1	Fase de Descomposición.	Etapa de Latencia.
1	28/08/2019	31.6	30.7	29.9		
2	04/09/2019	33.5	32.2	31		
3	11/09/2019	34.3	33.1	32.3		
4	18/09/2019	39.1	37	36.1		
5	25/09/2019	38.7	36.3	35.2		
6	02/10/2019	38.1	37.3	36.5		
7	09/10/2019	39.5	38.4	38.1		
8	16/10/2019	40.1	39.2	38.5		Fase de Maduración.
9	23/10/2019	36.3	34.2	34		
10	30/10/2019	32.2	31.1	30.5		
11	06/11/2019	30.1	29.5	29		
12	13/11/2019	29	29.1	28.4		
13	20/11/2019	26.8	27.1	27.3		
14	27/11/2019	25.5	24.8	25.1		
15	04/12/2019	22.1	22.6	23.1		
Final	10/12/2019	21.5	22	22.5		

Fuente: elaboración propia.

El cuadro N° 30 nos muestra que los 3 tratamientos empiezan a una temperatura muy cercana entre los 25.8°, 23.2° y 24.1 respectivamente, menor a la temperatura ambiente de ese día, debido a la temperatura del agua que recién se estaba agregando a los

compostaje, durante las primeras 8 semanas se puede notar que los 3 tratamientos llegan a su punto más alto entre los 38.5° C a los 40°C, esta fase se le considera como la fase de descomposición, es al final de esta fase lo que se cumplen con los parámetros de higienización e inocuidad del compostaje, es aquí donde se destruyen los patógenos o parásitos presentes en los residuos sólidos orgánicos de partida y también donde empiezan a reproducirse los microorganismos y estos empiezan a descomponer los materiales orgánicos.

Figura 20: Temperaturas del Compost Tradicional



Fuente: elaboración propia.

La figura N° 21, nos muestra el comportamiento de las temperaturas y nos indica que las restantes 7 semanas existe un descenso de la temperatura de un máximo de 40° C a un mínimo de 21.5°C, esta fase se conoce como fase de maduración, en ésta la materia orgánica está descompuesta, se produce la humificación y los microorganismos van dejando poco a poco el compostaje, hasta que se convierte en un producto estable.

En todo este tiempo de descomposición de los 3 tratamientos de compostaje tradicional se puede observar que la temperatura se mantienen una similitud, lo que más se puede destacar que el tratamiento Tr1 mantiene la temperatura más arriba que los tratamientos Tr2 y Tr3, y las semanas finales su descenso en más brusco y al final su temperatura es más baja que los otros 2 tratamientos, esto se debe a que su tiempo de descomposición y de maduración lo alcanzo más rápido que los tratamientos Tr2 y Tr3, debido a la diferencia de los activadores biológicos que existe entre cada uno de ellos.

3.2.1.2.2 Resultado de la temperatura del compost Takakura

Los datos del registro de medición de la temperatura se realizaron los miércoles de cada semana desde la fecha que se llenaron las cajas hasta el día que se tomó la muestra para llevar a laboratorio, los datos se describen a continuación:

Cuadro 31: Temperatura promedio por semanas del compost Takakura

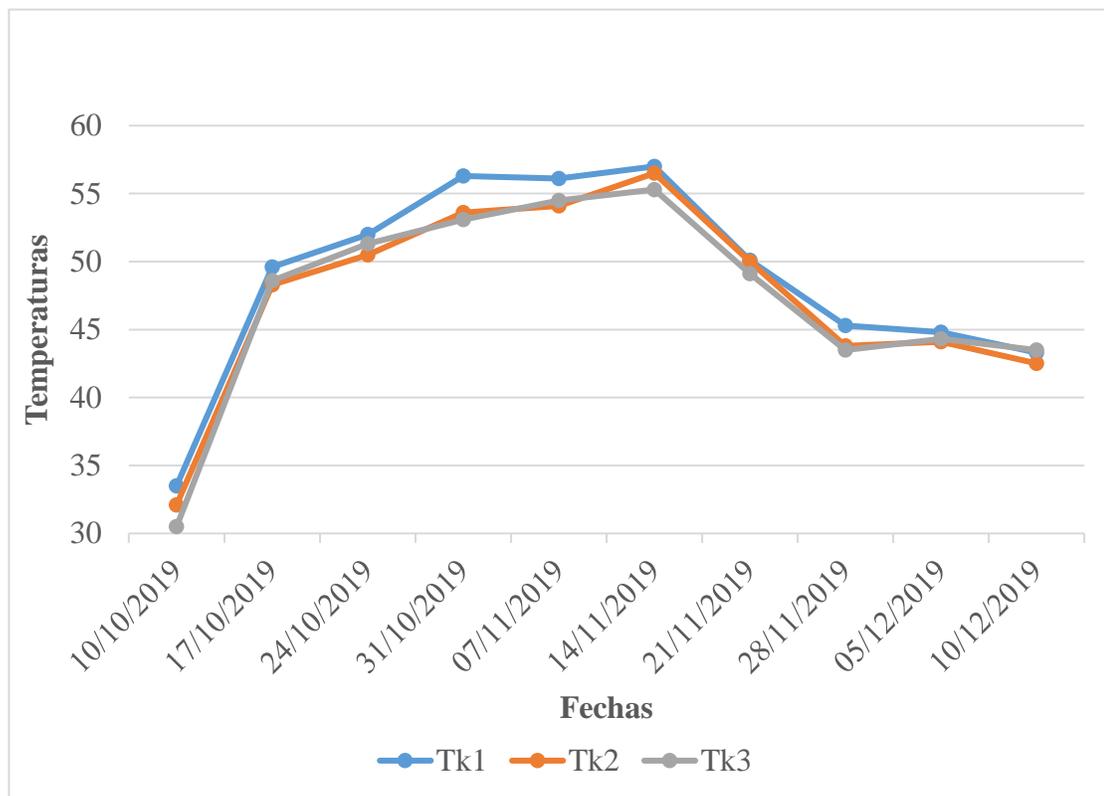
SEMANA	FECHA	T° PROMEDIO (°C)			OBSERVACIONES	
		Tk1	Tk2	Tk3		
Inicio	10/10/2019	33.5	32.1	30.5	Fase de Descomposición.	Etapa de Latencia.
1	17/10/2019	49.6	48.3	48.6		Etapa Termófila.
2	24/10/2019	52	50.5	51.3		
3	31/10/2019	56.3	53.6	53.1		
4	07/11/2019	56.1	54.1	54.5		
5	14/11/2019	57	56.5	55.3		
6	21/11/2019	50.1	50	49.1		
7	28/11/2019	45.3	43.8	43.5	Fase de Maduración.	
8	05/12/2019	44.8	44.1	44.3		
Final	10/12/2019	43.3	42.5	43.5		

Fuente: elaboración propia.

El cuadro N° 31, expone que los 3 tratamientos comienzan a una temperatura similar de 30° C a 33°C, más de la temperatura ambiente de ese día, debido al tiempo que llevaba madurando el lecho fermentado, durante las primeras 6 semanas refleja que

los 3 tratamientos llegan a su punto más alto entre los 55° C a los 57°C, esta fase se considera como la fase de descomposición, en donde empiezan a descomponer los materiales orgánicos y es aquí donde se destruyen los patógenos y parásitos, cumpliendo con los parámetros de higienización e inocuidad.

Figura 21: Temperaturas del Compost Takakura



Fuente: elaboración propia.

La figura N°22, muestra el comportamiento de la temperatura durante el proceso de descomposición, las restantes 3 semanas existe un descenso de la temperatura de un máximo de 57° C a un mínimo de 42°C, esta fase se conoce como fase de maduración, en esta la materia orgánica está descompuesta, se produce la humificación y los microorganismos van dejando poco a poco el compostaje, hasta que se convierte en un producto estable.

Se puede destacar que el tratamiento Tk1 mantiene la temperatura más arriba que los tratamientos Tk2 y Tk3 en todo momento esto, se puede deber a la diferencia en los activadores biológicos que existen entre cada una de ellas.

Figura 22: Control de temperatura



3.2.1.3 Factor humedad

Para el control de la humedad en cada uno de los tratamientos de ambos compost tradicional y Takakura, se realizó la prueba de humedad llamada la “de la mano”, que consiste en tomar con la mano un puño del producto en cuestión, presionar un poco y este no debe escurrir agua y al soltar y abrir la mano este no debe desarmarse ni quedarse prendido en la mano, esto nos indica que tiene una humedad adecuada, y si esto no sucede se debe aumentar agua esparciendo homogéneamente por toda la superficie del compost.

Figura 23: Control de humedad



3.2.1.4 Factor de reducción

Para el control de la reducción de ambos compostaje se decidió tomar la reducción en volumen y en masa, tomando primero el dato inicial y luego 3 datos en 3 diferentes fechas hasta finalizar.

3.2.1.4.1 Reducción de Compostaje Tradicional

Para el control de la reducción de compostaje tradicional se tomó en cuenta la reducción en volumen y masa, tomando los datos cada 35 días en el momento que se realizaron los volteos.

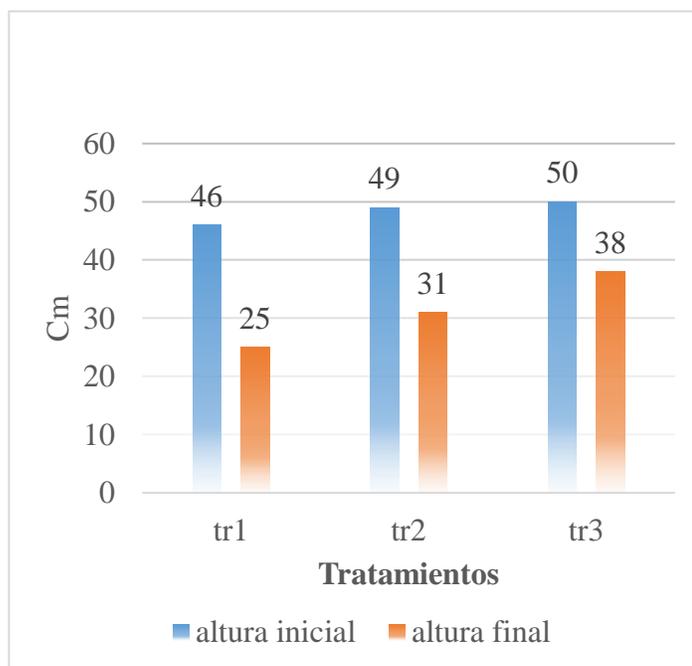
Para controlar la reducción en volumen se midió la altura inicial hasta donde estaba el compostaje, y cada medición se fue restando la cantidad que reducía, y para la reducción en masa se utilizó una romana, lo mismo para cada tratamiento del compost tradicional, los datos obtenidos se describen a continuación:

Cuadro 32: Resultado de la reducción del Compost Tradicional

FECHA	MES	REDUCCIÓN EN VOLUMEN						REDUCCION EN MASA					
		Tr1		Tr2		Tr3		Tr1		Tr2		Tr3	
		Cm	%	Cm	%	Cm	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
25/08/2019	inicio	46	100	49	100	50	100	74.0	100	74.8	100	69.7	100
30/09/2019	1	38	82	42	85.7	44	88	41	55.4	41.5	55.5	38.5	55.3
05/11/2019	2	29	63	36	73.5	40	80	37	49.9	36	48.1	34.5	49.5
10/12/2019	3	25	54.3	31	63.3	38	76	32	43.2	31	41.4	27.5	39.5

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N° 32, se calculó la reducción y su porcentaje, tanto para la reducción en volumen y masa, aquí se puede destacar que en reducción de volumen el tratamiento Tr1 redujo de 100% a un 54.3%, y en reducción en masa destaca el tratamiento 3 que redujo a 39.5 %, para una mejor compresión se detallan los cuadros siguientes:

Figura 24: Reducción en volumen del Compost Tradicional

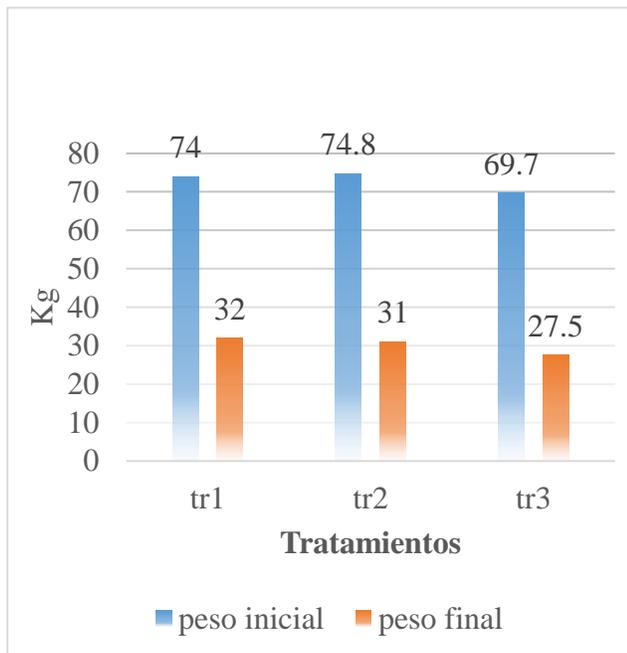
En la figura 24, indica claramente cómo se reduce el volumen de cada uno de los tratamientos del compostaje tradicional, en el que más destaca por que se reduce más que los demás es el tratamiento Tr1 el cual reduce de 46 cm a 25, el tratamiento Tr2 de 49 cm a 31 y por último el tratamiento Tr3 de 50 cm a 38.

Fuente: elaboración propia.

Figura 25: Reducción del Compost Tradicional en masa

En la figura 25, expone cómo se reduce el compost tradicional de acuerdo a la masa, del cual se destaca el tratamiento Tr3, porque reduce su peso de 69.7 kg a 27 kg, el tratamiento Tr2 de 74.8 kg a 31 kg y el tratamiento Tr1 de 74 kg a 32 kg.

Se debe aclarar que cada tratamiento tenía gran cantidad de agua en el inicio el cual influía en el peso inicial.



Fuente: elaboración propia.

El mejor rendimiento de acuerdo al peso en el compostaje tradicional es el tratamiento TR1, con 32 kg, con una variación en la preparación y cantidades de los activadores biológicos que se puede observar en el cuadro N° 2, siendo su peso final mayor que los tratamientos TR2 con 31 kg y TR3 con un peso de 27.5 kg.

3.2.1.4.2 Reducción de Compostaje Takakura

Para realizar el control del compostaje Takakura, se tomó en cuenta la reducción en masa y en volumen, se sacó los datos cada 20 días tomando en total 3 datos de cada tratamiento.

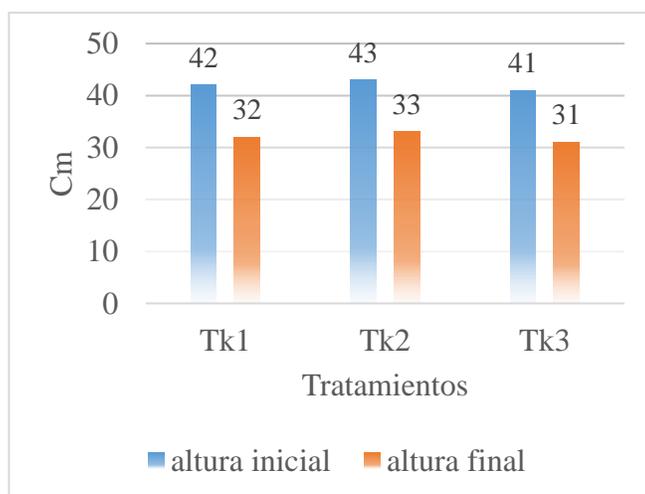
Igualmente como en el tradicional para el volumen se midió la altura inicial hasta donde estaba el compostaje, y cada medición se fue restando la cantidad que reducía, y para la reducción en masa se utilizó una romana, lo mismo para cada tratamiento del compost Takakura, los datos obtenidos se describen a continuación:

Cuadro 33: Resultado de la reducción el Compost Takakura

FECHA	MES	REDUCCIÓN EN VOLUMEN						REDUCCIÓN EN MASA					
		Tk1		Tk2		Tk3		Tk1		Tk2		Tk3	
		Cm	%	Cm	%	Cm	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
10/10/2019	Inicio	42	100	43	100	41	100	66	100	66	100	66	100
30/10/2019	1	38	90.5	38.5	89.5	37	90.2	48	72.7	47	71.2	49	74.2
20/11/2019	2	34	80.9	36	83.7	33	80.5	40	60.6	39	59.1	40.5	61.4
10/12/2019	3	32	76.2	33	76.7	31	75.6	38	57.6	37	56.1	39	59.1

Fuente: elaboración propia.

El cuadro N° 33, indica que se calculó en unidades y en porcentajes, se realizó para la reducción en volumen y en masa, en volumen se puede ver que el tratamiento Tk3 reduce de 100% a 75.6% que es el que más reduce, en reducción de masa el tratamiento Tr2 que reduce a 56.1 %, en este compostaje no existe una gran diferencia en uno del otro ya sea reducción en volumen como en masa, para una mejor comprensión se detallan las figuras a continuación:

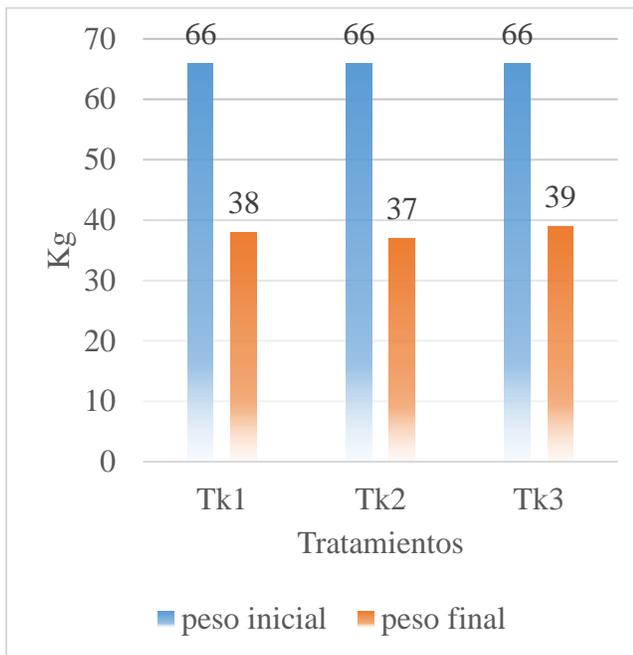
Figura 26: Reducción del Compost Takakura en volumen

En la figura N°26, muestra que existe una reducción semejante en volumen de todos los tratamientos, el tratamiento Tr1 reduce de 42cm a 32 cm, el Tk2 de 43cm a 33 cm y el tratamiento Tk3 de 41cm a 31cm, el compost Takakura en volumen no reduce en gran medida.

Fuente: elaboración propia.

Figura 27: Reducción del Compost Takakura en masa

En la figura N° 27, podemos evidenciar que los tratamientos tienen un peso inicial igualado, se ve la reducción del compostaje Takakura en masa y existe una reducción casi igualada entre los 3 tratamientos, el Tr1 de 66kg a 38, el tratamiento Tr2 de 66 kg a 37 kg y el tratamiento Tr3 de 66 kg a 39 kg. No existe mucha diferencia se debe tomar en cuenta que el agua influye en el peso inicial.



Fuente: elaboración propia.

El mejor rendimiento fue del tratamiento TK3 con 39 kg en su peso final, con una variación de activadores biológicos que se puede observar en el cuadro N° 7, a diferencia de los tratamientos TK1 con 38 kg y el TK2 con 37kg,

3.2.1.5 Número de volteos

El volteo en el compostaje tradicional se lo realizó en 3 oportunidades, en este caso cada 35 días durante todo el proceso de elaboración del compost que fueron tres meses y medio, este permite oxigenar la materia favoreciendo a los microorganismos ya que estos son aerobios.

El volteo en el compost Takakura se lo realizó todos los días, durante los 61 días del proceso de transformación del compostaje, siguiendo la metodología propuesta por el Sr. Toji Takakura el 2004, el volteo diario se debe a que los microorganismos son aerobios y se debe favorecer a la aireación, también este compostaje alcanza temperaturas muy altas más de lo que una persona puede soportar si mete la mano dentro del mismo, y estas mismas temperaturas pueden llegar a matar a los

microorganismos, es por eso que un volteo diario regula la temperatura en condiciones normales para esos microorganismos.

Figura 28: Volteos de los compostajes



3.3 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS COMPOSTAJES EN BASE AL ANÁLISIS DE LABORATORIO

3.3.1 Resultado de análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio se realizaron en los laboratorios RIMH de la ciudad de Tarija, los cuales dieron como resultado los siguientes datos:

Se realizó la transformación de los resultados del Nitrógeno de porcentaje (%) a ppm, para trabajar en las mismas unidades con la siguiente fórmula: **PPM= % x 10000**.

Cuadro 34: Resultado de los Análisis de Laboratorio de los Tratamientos de Compostajes Tradicional

TRATAMIENTOS	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	MO (%)	C/N	pH
TR1	280	8.30	540	2.723	56.4	7.1
TR2	170	9.94	534	1.356	46.83	7.5
TR3	200	7.6	267	1.744	51.62	7.3

Fuente: elaboración propia en base a los resultados de laboratorio, (ver anexo N° 9).

Cuadro 35: Resultado de los Análisis de Laboratorio de los Tratamientos de Compostaje Takakura

TRATAMIENTOS	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	MO (%)	C/N	pH
TK1	450	5.24	106.8	1.89	24.47	7
TK2	420	8.91	159	2.006	27.71	6.7
TK3	450	10.21	138	2.298	29.75	6.7

Fuente: elaboración propia en base a los resultados de laboratorio, (ver anexo N° 10).

3.3.2 Análisis de Varianza

El análisis de varianza es una herramienta estadística que sirve para mostrar la diferencia que hay en 2 o más grupos, en este caso 1er grupo sería el tratamiento del método tradicional con sus respectivas repeticiones y el 2do el método Takakura y sus repeticiones las cuales llegarían a ser las variables.

Se utiliza este análisis estadístico porque nos permite expresar la diferencia que existe entre nuestros tratamientos en este caso compostaje por método tradicional y método Takakura. Se analizara la diferencia que hay entre los tratamientos y sus respectivas repeticiones para cada parámetro obtenido en laboratorio.

Ya que vamos a realizar el análisis de varianza de un factor es recomendable trabajar con un nivel de confianza al 95% y un error de 5%.

3.3.3 Análisis y comparación de los tratamientos de compostaje en función a los parámetros

Cuadro 36: Resultados de los Análisis para el parámetro Nitrógeno (N), en ppm

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
TRADICIONAL (TR)	280	170	200	650	216.666667
TAKAKURA (TK)	450	420	450	1320	440
Σ	730	590	650	1970	
X	365	295	325		

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N° 36, en promedio los tratamientos de compostaje Takakura (Tk) tienen mayor contenido de nitrógeno que los tratamientos de compostaje Tradicional (TR), y en cual resaltan los tratamientos TK, las repeticiones 1y3 con mayor contenido de Nitrógeno (N) en ambos tratamientos, a diferencia de los tratamientos TR. En resumen

el compostaje Takakura tiene mejores resultados para obtener nitrógeno a diferencia del compostaje tradicional.

Según Pellegrini (2017), considera que cantidades de Nitrógeno menores a 20ppm son suelos muy deficientes y cantidades mayores a 100ppm, se considera que los suelos están muy bien provisto de Nitrógeno, (Pellegrini A. E., 2017).

Todas nuestras repeticiones en ambos métodos están por encima de este rango de muy bien provisto de nitrógeno, y en este los que más se destacan son los TK repeticiones 1y3 con un contenido de 450 ppm de nitrógeno. Los cuales tienen una variación en la preparación y cantidades de los activadores biológicos que se pueden ver en los cuadros N° 5 y 7 respectivamente.

El contenido de nitrógeno en mayores cantidades en los tratamientos TK, se debe a los distintos materiales que se utilizaron, pero mayormente se debe a la óptima relación C/N, lo cual indica una rápida descomposición permitiendo mantener el nitrógeno dentro del compostaje, a diferencia de los tratamientos TR que a pesar de contener inicialmente materiales como las bostas de bovinos y equinos, que son más ricos en nitrógeno, la relación C/N se disparó excediendo las cantidades óptimas, lo cual causo una lenta descomposición y permitió que el nitrógeno escapara.

El compostaje Takakura, tiene mayor contenido de nitrógeno en relación al compostaje tradicional y esta metodología es conveniente para obtener mayores cantidades de nitrógeno ya que comparando con Budia 2016, concluye en su trabajo que el método Takakura tiene mejores resultados en el contenido de nitrógeno.

Cuadro 37: Análisis de varianza para el Parámetro de Nitrógeno (N)

	GL	SC	CM	Fc	Ft
TRAT	1	74816.6667	74816.6667	70.140625	18.513
BLOQUES	2	4933.33333	2466.66667	2.3125	19
ERROR	2	2133.33333	1066.66667		
TOTAL	5	81883.3333			

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N° 37, Los cálculos estadísticos nos muestran que F_c : 70.14 es mayor que F_t : 18.51, por lo que se concluye, si hay diferencias entre los tratamientos.

Mientras tanto para los bloques, se puede ver que f_c : 2.31 es menor que f_t : 19.00, entonces se concluye que no existen diferencias entre los bloques.

Cuadro 38: Resultados de los análisis de laboratorio para el parámetro del fósforo (P) en ppm

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
TRADICIONAL (TR)	8.3	9.94	7.06	25.3	8.43333333
TAKAKURA (TK)	5.24	8.91	10.21	24.36	8.12
Σ	13.54	18.85	17.27	49.66	
X	6.77	9.425	8.635		

Fuente: elaboración propia.

El cuadro N° 38, Nos muestra que en promedio los tratamientos Tradicional (TR) tienen mayor contenido de fósforo, que los tratamientos Takakura (TK), pero si comparamos cada uno de ellos se puede ver que el tratamiento TK repetición 3 tiene un mayor contenido de fósforo en este método de compostaje (Takakura), seguido del tratamiento TR repetición 2, el cual tiene mayor contenido de nitrógeno en los tratamientos del método tradicional.

Pelligrini (2017), basado en el método de estimación de Olsen, considera que suelos con un contenido menor de 5 ppm, son suelos con concentraciones baja en fósforo, suelos en el rango de 5-15 ppm son suelos con concentraciones medias y mayores a 15ppm son suelos con un contenido alto de fósforo, (Pellegrini A. E., 2017).

Comparando con nuestros resultados de ambos tratamientos y tomando en cuenta todas nuestras repeticiones todos los resultados están por encima del rango de

concentraciones medias de fósforo, pero en estos destaca el tratamiento TK repetición 3 con 10.21ppm, el cual fue realizado con una variación en la preparación y cantidades de activadores biológicos los cuales se pueden observar en el cuadro N° 7.

Pelligrini (2017), dice que los microorganismos realizan los procesos de solubilización, mineralización e inmovilización del fosforo. La solubilización se realiza con la producción y liberación de ácidos orgánicos y esto es realizado por bacterias gram negativas, entre ellas pseudomonas cepacia y erwinia herbícola. La descomposición de la materia orgánica afecta directa e indirectamente a la absorción de fosfatos, por otro lado mineralización libera CO₂ y otros ácidos los cuales colaboran en la solubilización de los fosfatos, la inmovilización deja estar disponible para las plantas, este balance realizado por los microorganismos es beneficioso para las plantas, (Pellegrini A. E., 2017).

Otro valor que afecta fuertemente a la disponibilidad de fosfatos en los compostajes es el pH ya que valores entre 6 y 7 nos indican mayores condiciones en la presencia de fósforo.

Este mayor contenido en fósforo que tiene el tratamiento TK repetición 3 se debe a la descomposición de la materia orgánica que afecta a la absorción de los fosfatos, así como también un mejor balance de los microorganismos que realizan los procesos solubilización, mineralización e inmovilización del fósforo.

Cuadro 39: Análisis de varianza para el parámetro fósforo (P)

	GL	SC	CM	Fc	Ft
TRAT	1	0.14726667	0.14726667	0.02937627	18.513
BLOQUES	2	7.43423333	3.71711667	0.74147819	19
ERROR	2	10.0262333	5.01311667		
TOTAL	5	17.6077333			

Fuente: elaboración propia.

Se puede ver en el cuadro N° 39, Los cálculos estadísticos nos muestran que $F_c: 0.029$ es menor que $F_t: 18.51$, por lo que se concluye que, no hay diferencias entre los tratamientos.

Mientras tanto para los bloques, se puede ver que $f_c: 0.741$ es menor que $f_t: 19.00$, entonces se concluye que no existen diferencias entre los bloques.

Cuadro 40 : Resultados de los análisis de laboratorio para el parámetro Potasio (K)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	X
	1	2	3		
TRADICIONAL (TR)	540	534	267	1341	447
TAKAKURA (TK)	106.8	159	138	403.8	134.6
Σ	646.8	693	405	1744.8	
X	323.4	346.5	202.5		

Fuente: elaboración propia.

Observando el cuadro N° 40, los tratamientos TR, en promedio tienen mayor contenido de potasio y siendo su tratamiento TR repetición 1 con mayor contenido para este método tradicional y para todas las repeticiones de ambos métodos, en el tratamiento TK la repetición 2 con mayor contenido, pero en comparación con los tratamientos TR la diferencia es grande ya que el menor contenido es en este método Takakura repetición 1.

Según Ruiz S., considera que suelos con cantidades menores a 79 ppm de potasio son deficientes, entre 80-155 ppm son bajos 156-233ppm son medios y suelos con concentraciones mayores a 311ppm de potasio son suelos con contenidos alto de potasio. (S.)

En Nuestros datos del compost tradicional tratamiento TR repetición 1 y 2 sobrepasan este rango de contenido alto de potasio y la repetición 3 se encuentra en contenido

medio de potasio, para los tratamientos TK, repetición 1 y 3 se encuentra en contenido bajo mientras que la repetición 2 tiene un contenido medio en potasio, de todos estos tratamientos y repeticiones destaca el tratamiento TR repetición 1 con 540 ppm, el cual contiene una variación en la preparación y cantidades de los activadores biológicos que se puede observar en el cuadro N°2, seguido del mismo tratamiento en repetición 2, el dato menor pertenece al tratamiento TK repetición 1.

Esta variación con respecto al potasio que se presenta en mayor cantidad en los tratamientos TR, en relación a los TK con sus respectivas repeticiones, coincide con lo reportado por Inbar *et al.* (1993), donde el contenido de K, aumenta durante el proceso del compostaje, por la presencia del estiércol de vaca en el TR1, TR2 hechos con ambos estiércol y el TR3 con estiércol de caballo el cual contiene menos cantidades de K, a diferencia del TK repetición 3, donde se reporta una reducción del K, esto se debe a que la metodología de compostaje Takakura no permite el uso de estiércol, por otro lado se puede atribuir esta diferencia del potasio, debido a la presencia del potasio en la levadura como la sal ácida de potasio del ácido tartárico, al porcentaje del potasio presente en el estiércol de vaca y caballo, además de la presencia de residuos orgánicos de cocina entre ellos la cáscara de banana que le dan un aporte característico de potasio, y los residuos de papa que contienen un valor de 897 mg de potasio, lo que da lugar la mayor presencia del potasio en los diferentes tratamientos y repeticiones del método tradicional, (INBAR, 1993).

Cuadro 41: Análisis de varianza para el parámetro Potasio (K)

	GL	SC	CM	Fc	Ft
TRAT	1	146390.64	146390.64	11.2290833	18.513
BLOQUES	2	23924.28	11962.14	0.91757142	19
ERROR	2	26073.48	13036.74		
TOTAL	5	196388.4			

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N° 41, Los cálculos estadísticos nos muestran que F_c : 11.23 es menor que F_t : 18.51, por lo que se concluye que, no hay diferencias entre los tratamientos.

Mientras tanto para los bloques, se puede ver que f_c : 0.92 es menor que f_t : 19.00, entonces se concluye que no existen diferencias entre los bloques.

Cuadro 42: Resultados de los análisis de laboratorio para el parámetro Materia Orgánica (%)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	1	2	3		
TRADICIONAL (TR)	2.733	1.356	1.744	5.833	1.94433333
TAKAKURA (TK)	1.89	2.006	2.298	6.194	2.06466667
Σ	4.623	3.362	4.042	12.027	
\bar{X}	2.3115	1.681	2.021		

Fuente: elaboración propia.

El cuadro N° 42, refleja que en promedio los tratamientos TK aunque en pequeña cantidad tienen mayor contenido de materia orgánica que los tratamientos TR, pero si observamos cada una de las repeticiones y tratamientos se puede ver que el tratamiento TR repetición 1 del método Tradicional tiene mayor contenido en comparación todos los demás esto para ambos métodos, mientras que en el método Takakura el tratamiento TK repetición 3 tienen mayor contenido en este, siendo el 2do con mayor contenido, atribuyéndose esta diferencia que en estas repeticiones se usó un tipo de estiércol por repetición es decir en el TR repetición 2 se ha utilizado estiércol solamente de vaca y en el TR repetición 3 estiércol de caballo, y la diferencia de materia orgánica en relación a TK repetición 2 y 3 se debe a que la materia orgánica en todo el proceso de elaboración del compost ésta tiende a biodegradarse para su posterior transformación en Humus.

Se estima que un porcentaje indicado de materia orgánica en el suelo, para la práctica agrícola está comprendido entre 1.5% y 2% de materia orgánica, (Agricultores.com , 2014).

En nuestros resultados tenemos datos que se encuentran por encima de este rango, estos son el tratamiento TR repetición 1 del tratamiento TK las repeticiones 2 y 3, nuestro dato mínimo pertenece tratamiento TR repetición 2, de entre todos estos tratamientos y repeticiones sobresale el tratamiento TR repetición 1 con 2.733% de materia orgánica, el cual está realizado con una variación en la preparación y cantidades de activadores biológicos, como se puede ver en el cuadro N° 2, coincidiendo por lo expuesto por la SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica), expone que el estiércol de caballo aporta un 66,28% de Materia Orgánica (Ecológica), (2018) y Tortosa 2015, manifiesta que este estiércol de caballo aporta 57,8% de Materia Orgánica. (Tortosa, 2015), dando como resultado un aporte mayor al 100%, lo que denota la diferencia del TR repetición 1 de materia orgánica con relación a los demás tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 43: Análisis de varianza para el parámetro Materia Orgánica

	GL	SC	CM	Fc	Ft
TRAT	1	0.02172017	0.02172017	0.0622076	18.513
BLOQUES	2	0.398347	0.1991735	0.57044245	19
ERROR	2	0.69831233	0.34915617		
TOTAL	5	1.1183795			

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro N° 43, Los cálculos estadísticos nos muestran que **Fc**: 0.062 es menor que **Ft**: 18.51, por lo que se concluye que, no hay diferencias entre los tratamientos.

Mientras tanto para los bloques, se puede ver que **fc**: 0.57 es menor que **ft**: 19.00, entonces se concluye que no existen diferencias entre los bloques.

Cuadro 44: Resultados de los análisis de laboratorio para el parámetro relación C/N

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	\bar{X}
	1	2	3		
TRADICIONAL (TR)	56.4	46.83	51.62	154.85	51.6166667
TAKAKURA (TK)	24.47	27.71	29.75	81.93	27.31
Σ	80.87	74.54	81.37	236.78	
\bar{X}	40.435	37.27	40.685		

Fuente: elaboración propia.

El cuadro N° 44, expone que el compostaje tradicional en promedio el dato es mucho mayor de la relación C/N que los tratamientos del compostaje Takakura, y se puede ver que los valores más altos se obtienen en el tratamiento TR repetición 1, y en segundo en el mismo método repetición 3, mientras que en el compostaje Takakura, tratamiento TK repetición 3 tiene mayor contenido en este método.

El rango óptimo en la transformación de los materiales para un correcto compostaje se encuentra entre 20 y 40, rangos mayores a este indican mayor contenido de carbono, valores mayores o menores a este reducen el potencial de este compostaje, muy diferente al de los suelos que se encuentra entre 8.5 y 11.5, (C/N, 2020).

En los resultados tenemos datos por encima de este rango, los tratamientos TR en sus repeticiones 1,2 y 3 tienen un elevado contenido de carbono en relación al nitrógeno especialmente el tratamiento TK repetición 1, en este caso no siempre lo que tiene mayor cantidad es mejor, los resultados más favorables en relación al C/N, son los tratamientos TK repeticiones 1,2 y 3 y del cual sobre sale más el tratamiento TK repetición 3, con un contenido óptimo en este parámetro, este está realizado con una variación en la preparación y cantidades de activadores biológicos, como se puede ver en el cuadro N° 7.

Esta diferencia entre la relación C/N de los TK repeticiones 1,2,3 en relación al TR repeticiones 1,2,3; puede atribuirse a que la menor presencia de la relación C/N es menor en los tratamiento TK, se atribuye al debido uso por los microorganismos y a la pérdida por volatilización de carbono (anhídrido carbónico y dióxido de carbono) y volatilización de Nitrógeno (amoníaco), lo que quiere decir que es mejor iniciar con relaciones C/N ligeramente más altas que bajas dentro del rango recomendado, incluso se llega a recomendar comenzar con relaciones de 50/1 para poder terminar dentro de un buen rango de relación C/N para tener un abono de calidad.

Por lo general la relación de C/N, evoluciona durante el periodo que dure el compostaje y según los parámetros de humedad, temperatura y cantidad de materia verde y seca que aportemos, además que las pérdidas de ambos son diferentes por ejemplo el C en CO₂ y el N tiende a perderse por diferentes (lixiviación, volatilización, desnitrificación), por otro lado los valores más bajos del TK con sus repeticiones, nos indican que existe mayor cantidad de microorganismos, lo que coincide con la producción de bacterias, lo que se refleja en los valores bajos del TK, presentes en el cuadro N° 44.

Cuadro 45: Análisis de varianza para la relación C/N

	GL	SC	CM	Fc	Ft
TRAT	1	886.221067	886.221067	38.974445	18.513
BLOQUES	2	14.4946333	7.24731667	0.31872425	19
ERROR	2	45.4770333	22.7385167		
TOTAL	5	946.192733			

Fuente: elaboración propia.

Se puede ver en el cuadro N° 45, Los cálculos estadísticos nos muestran que **Fc**: 38.97 es mayor que **Ft**: 18.51, por lo que se concluye que sí hay diferencias entre los tratamientos.

Mientras tanto para los bloques, se puede ver que **fc**: 0.32 es menor que **ft**: 19.00, entonces se concluye que no existen diferencias entre los bloques.

Cuadro 46: Resultado de los análisis de laboratorio para el parámetro Ph

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			Σ	x
	1	2	3		
TRADICIONAL (TR)	7.1	7.5	7.3	21.9	7.3
TAKAKURA (TK)	7	6.7	6.7	20.4	6.8
Σ	14.1	14.2	14	42.3	
X	7.05	7.1	7		

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 46, se observa que los tratamientos de compostaje tradicional (Tr) tienen el pH un poco más elevado en comparación a los tratamientos de compostaje Takakura (Tk), el tratamiento Tk repetición 1 es el que nos da resultado más óptimo con un pH totalmente neutro, y se puede notar que todos los tratamientos y las repeticiones están próximos a un pH neutro.

Según (Soliva, 2001), el pH es un parámetro que condiciona la presencia de microorganismos, ya que los valores extremos son perjudiciales para determinados grupos de microorganismos. Para conseguir que la población de microorganismos encargados de la descomposición sea la más variada posible, se debe tener pH cercanos a 7.

Todas nuestras repeticiones en ambos tratamientos tienen valores de pH cercanos a 7 (neutro), pero en estos resaltan el tratamiento TK repetición 1 el cual tiene un valor de 7 (neutro) y el tratamiento TR repetición 1 con un valor de 7.1 muy cercano a neutro, los cuales tienen una variación en la preparación de los activadores biológicos como se pueden observar en los cuadros 5 y 2 respectivamente.

Cuadro 47: Análisis de varianza para el pH

	GL	SC	CM	Fc	Ft
Trat	1	0.375	0.375	5.76923077	18.513
Bloques	2	0.01	0.005	0.07692308	19
Error	2	0.13	0.065		
Total	5	0.515			

Fuente: elaboración propia.

Se puede ver en el cuadro N° 47, Los cálculos estadísticos nos muestran que F_c : 5.76923077 es menor que F_t : 18.51, por lo que se concluye que no hay diferencias entre los tratamientos.

Mientras tanto para los bloques, se puede ver que f_c : 0.07692308 es menor que f_t : 19.00, entonces se concluye que no existen diferencias entre los bloques.

3.4 Cartilla de elaboración del compostaje orgánico

Se elaboró una cartilla que tiene por finalidad promover, orientar y concientizar al aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, mediante el compostaje, así también facilitar la comprensión en la elaboración del compost a cualquier lector, (Ver anexo 12).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo al diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos orgánicos en el mercado Central de Entre Ríos, se pudo evidenciar una deficiencia en el manejo de los residuos sólidos orgánicos, desde su generación hasta su almacenamiento interno, la falta de contenedores temporales permite que los comerciantes no clasifiquen sus residuos sólidos adecuadamente mezclando los orgánicos con los inorgánicos, los residuos sólidos orgánicos llegan a generar una media de 50.9kg/día y la gran mayoría estos no son aprovechados ya sea por falta de iniciativa o por falta de conocimiento de los comerciantes, el 30% de las señoras aprovechan estos residuos como alimento para sus animales, la gran mayoría de estos residuos sólidos orgánicos se van a disponer al botadero municipal, favoreciendo a la proliferación de vectores, incrementando los lixiviados.
- Por su naturaleza dentro del mercado se generan mayormente residuos sólidos orgánicos esto se debe a que los puestos de ventas se dedican mayormente a cubrir la demanda de verduras, frutas, comidas, y en menor cantidad pollos, abarrotos, etc. se realizó la clasificación de los residuos sólidos orgánicos de la siguiente manera: Verduras, Procesados, Frutas y Otros, los cuales de acuerdo a su clasificación se generan: **Verduras** 27.43 kg/día, **Procesados** 11.6 kg/día, **Frutas** 6.87 kg/día y **otros** 5 kg/día.
- Al realizar el diseño experimental y ejecutar el llenado de las cajas de ambos tratamientos y sus respectivas repeticiones se pudo evidenciar la facilidad con la que se puede realizar el grupo de compost Tradicional a comparación del grupo de compost Takakura, de acuerdo a los parámetros tomados en campo, los tratamientos del grupo de compostaje Takakura (TK) tienen mejores resultados en la eficiencia del tiempo ya que desde su inicio a su producto final tardó sólo 61

días en comparación con los tratamientos del grupo de compost Tradicional que tardaron 105 días, de acuerdo a la temperatura el compost Takakura alcanzan altas temperaturas rápidamente lo cual nos permite cumplir más eficientemente con el control de higienización e inocuidad del compostaje, de acuerdo a la humedad la cantidad de agua que necesitan las repeticiones del compostaje Takakura son menores que el compost Tradicional, en el factor de reducción en peso, igualmente el compostaje Takakura tiene mejores rendimientos y en el cual destaca el tratamiento TK repetición 3 con 39kg, pero si tomamos en cuenta el número de volteos, el grupo del compostaje tradicional facilita más para controlar este parámetro ya que en todo el tiempo de descomposición sólo se realizan 3 volteos, mientras que en el Takakura se debe realizar todos los días.

- De acuerdo al análisis de laboratorio de los tratamientos y sus repeticiones, mediante la comparación de los parámetros se pudo concluir que: de acuerdo al parámetro del nitrógeno el compostaje Takakura tuvo mayores cantidades, los valores más altos son los tratamientos TK repetición 1 y 3 con 450ppm a comparación del mínimo tratamiento TR repetición 2 con 170ppm, en el parámetro del fósforo el tratamiento TK repetición 3 con valores más altos de 10.21ppm y el mínimo el tratamiento TK repetición 1 con 5.24ppm, para el potasio los valores máximos se obtuvieron del tratamiento TR repetición 1 con 540ppm y el dato menor proviene del tratamiento TK repetición 1 con 106ppm, en relación al contenido de Materia Orgánica el tratamiento TR repetición 1 con un porcentaje de 2.273 % tiene los valores más altos en comparación al menor dato que es el tratamiento TR repetición 2 con 1.356 % de MO, en función a la relación C/N las mejores condiciones se dan en el tratamiento TK repetición 3 con 29.75 y los valores que está muy por encima de lo óptimo es el tratamiento TR repetición 1 con 56.40, para el ph la mejores condiciones se obtiene en tratamiento Tk repetición 1 con un valor de 7, (neutro).
- En conclusión al análisis de varianza (ANOVA) realizados a los parámetros de cada grupo de tratamientos se manifiesta los siguientes resultados:

De acuerdo al ANOVA del nitrógeno (N) si existe diferencia en los tratamientos pero no hay diferencia en los bloques, para el parámetro del fósforo (P) no existe diferencia ni en los tratamientos ni en los bloques, tomando en cuenta el parámetro del potasio (K) tampoco existe diferencias para los tratamientos y los bloques, de acuerdo a la materia orgánica (MO) no hay diferencias en los tratamientos y en los bloques, observando el ANOVA del parámetro de relación C/N nos muestra que sí hay diferencia en los tratamientos pero no así en los bloques y por último en el parámetro del ph no existe diferencia ni en los tratamientos ni en los bloques.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el compost en los meses más calientes y de menos lluvias para tener mejores resultados en la eficiencia del tiempo.
- Se recomienda realizar un programa de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, mediante técnicas de compostajes para que favorezcan la reducción de estos residuos en el botadero municipal.
- Se recomienda realizar un trabajo de investigación para determinar la influencia que tiene el contenido de humedad en el tiempo de descomposición de los residuos orgánicos y en la calidad de los abonos orgánicos.
- Realizar un trabajo de investigación que determine las proporciones exactas de los materiales, insumos para realizar el compostaje Tradicional y Takakura de mejor calidad.
- Realizar un trabajo de investigación el cual muestre, las condiciones de humedad, activadores biológicos, contenido de humedad y las proporciones de los materiales para obtener un abono orgánico de mayor calidad.