

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y FORESTALES**

**“DR. MARTÍN CÁRDENAS”**



**EVALUACIÓN DE UN ACTIVADOR ORGÁNICO EN EL PROCESO DE  
COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS EN EL  
MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS**

**RESUMEN DE TESIS**

**JHEYSON CARVAJAL VALLES**

**COCHABAMBA – BOLIVIA**

**2021**

## **HOJA DE APROBACIÓN**

Resumen de tesis revisado y aprobado por:

-----  
M.Sc. Noel Ortuño Castro

**TUTOR**

## RESUMEN

**Evaluación de un activador orgánico en el proceso de compostaje de residuos orgánicos domiciliarios en el Municipio de Entre Ríos.** La excesiva producción de residuos sólidos orgánicos en el botadero de Entre Ríos, ocasiona grandes impactos ambientales que deterioran el medio ambiente, para ello se evaluó el efecto del activador orgánico en el proceso de compostaje en residuos orgánicos domiciliarios del Distrito I Buló Buló, de esa manera mitigar los impactos ambientales que generan estos residuos orgánicos domiciliarios. El trabajo se realizó utilizando un diseño completamente aleatorio (DCA) siendo los tratamientos T1 (activador orgánico con plástico), T2 (activador orgánico), T3 testigo y el T4 (con plástico). Las variables de respuestas fueron la temperatura, humedad, pH y porcentaje de descomposición, adicionalmente se realizó la prueba de fitotoxicidad, con dos especies forrajeras *Vigna unguiculata* y *Brachiaria brizantha*, la carga microbiana se obtuvo mediante el método de extracción por el embudo Berlese, para determinar si hay un proceso de descomposición activa en el compost. Para el análisis estadístico se desarrolló comparaciones y análisis de varianzas utilizando el software SAS, obteniendo así los siguientes resultados.

Los activadores favorecen el incremento de la temperatura, la cubierta del plástico mantuvo la humedad constante en las pilas de compostaje. Los tratamientos con activador en 50 días muestran mayor porcentaje de descomposición de 84 a 90 % del volumen inicial. La prueba de fitotoxicidad no mostró ningún síntoma en las plantas evaluadas. Las altas poblaciones de mesofauna mostraron la actividad de descomposición presentes en el compost.

**Palabras claves:** Activador orgánico, Compost, Residuos sólidos orgánicos, Residuos domiciliarios.

## ABSTRACT

**Evaluation of an organic activator in the composting process of organic household waste in the Municipality of Entre Ríos.** The excessive production of organic solid waste in the Entre Ríos dump, causes great environmental impacts that deteriorate the environment, for this the effect of the organic activator in the composting process in household organic waste of District I Buló Buló, of that way to mitigate the environmental impacts generated by these organic household waste. The work was carried out using a completely randomized design (DCA) being the treatments T1 (organic activator with plastic), T2 (organic activator), T3 control and T4 (with plastic). The response variables were temperature, humidity, pH and percentage of decomposition, additionally the phytotoxicity test was performed, with two forage species *Vigna unguiculata* and *Brachiaria brizantha*, the microbial load was obtained by means of the extraction method by the Berlese funnel, to determine if there is an active decomposition process in the compost. For the statistical analysis, comparisons and analysis of variances were developed using SAS software, thus obtaining the following results.

The activators favor the increase in temperature, the plastic cover kept the humidity constant in the composting piles. Treatments with activator in 50 days show a higher percentage of decomposition of 84 to 90% of the initial volume. The phytotoxicity test did not show any symptoms in the evaluated plants. The high populations of mesofauna showed the decomposition activity present in the compost

**Keywords:** Organic Activator, Compost, Organic Waste, Household Waste.

## I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico, el aumento del patrón de consumo, la separación en su origen y el manejo inadecuado de los residuos sólidos del Municipio de Entre Ríos, son las principales causas que deterioran el medio ambiente del botadero a cielo abierto. El compost que se obtuvo contribuye de gran manera a reducir el volumen de los residuos orgánicos en el botadero de Entre Ríos, aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas de forma natural y reduce el uso de fertilizantes inorgánicos, a los que sustituye. Esto tomando en cuenta, que la separación de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos deben realizarse en sus respectivos hogares.

Los países en vías de desarrollo generan un mayor porcentaje de material orgánico biodegradable a diferencia de los países altamente desarrollados. Este es el caso de América Latina y el Caribe, donde la generación de residuos orgánicos (RO) oscila entre un 40 y 70 % (Azurduy *et al.* 2016).

A nivel mundial, los residuos sólidos han ocasionado impactos ambientales negativos por su disposición incorrecta y porque cada día aumentan, asociados al incremento de la

población humana, los procesos de transformación industrial, agroalimentarios y a los hábitos de consumo de las personas (Mollinedo 2009).

Los residuos sólidos han ocasionado impactos ambientales negativos al medio ambiente, que han sido accionados por la actividad de las personas. La disposición y el manejo inadecuado de los residuos sólidos terminan perjudicando a la salud y contaminando el agua, aire y degradando el suelo (Davila y Espinoza 2017).

Los activadores son sustancias que suministran una fuente de nutrición para acelerar la reproducción de microorganismos y por consiguiente la descomposición de la materia orgánica y así elevando la temperatura de la pila del compost, por medio de este método acelera la descomposición de residuos orgánicos y llegamos a obtener un compost maduro en menor tiempo (Toro 2014).

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de disminuir los impactos ambientales que se generan en el botadero del Municipio de Entre Ríos. Actualmente, en el Municipio de Entre Ríos no se tratan los residuos orgánicos, debido a la elevada cantidad que se genera, el tiempo que tarda el proceso de compostaje, el

espacio y la mano de obra requeridas. La separación y el manejo inadecuado de los residuos sólidos en el Municipio de Entre Ríos, genera acumulación excesiva de basuras en el botadero a cielo abierto, por lo cual esto ocasiona un gran impacto ambiental tanto al aire, suelo, aguas subterráneas y superficiales, paisaje y a la población aledaña. El proceso de compostaje es una alternativa para minimizar los residuos orgánicos generados por la población, de esta manera reducir los impactos ambientales originados en la zona urbana. Es necesaria la aplicación de activadores orgánicos en el proceso de compostaje, para acelerar el proceso de biodegradación de los residuos y, de esta manera favorecer la reducción de los volúmenes excesivos acumulados en el botadero del Municipio de Entre Ríos.

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Ubicación**

El presente trabajo se llevó a cabo en predios del Distrito I Bulo Bulo perteneciente al Municipio de Entre Ríos, ubicado a 1 km de la plaza principal de Bulo Bulo. entre las coordenadas geográficas 17° 15' 14.48" de latitud Sur y 64° 21' 51.71" de longitud

Oeste. Cuenta con una población de 5054 habitantes según el último censo 2012.

### **2.2. Recolección y acopio de los residuos orgánicos.**

Para la recolección de los residuos orgánicos domiciliarios, se identificó las viviendas seleccionadas para recolectar los mismos.

De manera complementaria al acuerdo que se estableció con la población participativa, se realizó un seguimiento para observar si los residuos estaban verdaderamente separados.

La recolección del excremento bovino fresco, se realizó en bolsas de polietileno del Matadero Perez, el cual está ubicado a 1,4 km. de la población de Bulo Bulo, limita al nor oeste con la población de Bulo Bulo, al nordeste con el río Ichilo. La recolección del estiércol bovino fue aproximadamente de 60 cabezas de ganado, de los cuales se recolectó tanto el fresco y seco, dichas deposiciones tenían una antigüedad de 24 horas.

La recolección de rastrojos, se realizó durante 1 semana aproximadamente, en horas de la mañana entre las 7: 30 am. hasta las 12 del mediodía. Los rastrojos que se recolectó fueron; materias secas de

viviendas (hojas secas, restos de poda) y rastrojos de la plaza principal de Bulo Bulu (restos de poda).

El acopio se realizó en el área de trabajo, se depositaron los residuos domiciliarios, estiércol de bovino y rastrojos (frescos y secos) de pastos y poda de jardines.

### 2.3. Preparación del activador orgánico

Se realizó mezclando 500 ml de melaza, 1 l de levadura, 800 ml de bacterias lácticas y 1 l de agua.

**Cuadro 1.** Características del activador orgánico.

Nº	Activador	Características	Dosificación
1	Activador orgánico (AO)	Producto compuesto por levaduras y lactobacilos.	30l. Por cada pila de compostaje de 1m <sup>3</sup> .

### 2.4. Preparación del ensayo

Se realizó lo siguiente: Se niveló el terreno, luego se realizó el trazado de la cama compostera de 1.5 m de ancho por 2 m de largo y 1.2 m de alto, una capa de residuos vegetales picados 10 cm, una capa de estiércol de 5 cm. Se humedeció con agua, las pilas que no llevaron activador y las que llevaron activador fueron humedecidas con el activador orgánico. Este proceso se realizó alternadamente hasta completar su altura. Finalmente, las pilas fueron tapadas con plástico negro para conservar su

humedad, y protegerlas de las precipitaciones. Las variables evaluadas fueron: (i) temperatura, (ii) pH, (iii) humedad y (iv) porcentaje de descomposición. Para el porcentaje de descomposición se utilizó un tamiz y se separó el volumen fino y grueso de aproximadamente de 3 a 5 cm, esto permite determinar el porcentaje de materia fina y gruesa realizado al final de esta fase. Para la cuantificación de la microfauna se trabajó en muestras simples de cada tratamiento y repeticiones, se hizo un muestreo del sustrato húmedo, se pesó 100 g de muestra, que fueron colocadas en la parte superior de unas campanas metálicas, fueron iluminadas con focos incandescentes por el periodo de 24 horas, debajo de las campanas se colocaron vasos de plástico con una solución de alcohol al 75%, que actúa como trampa de captura de los microorganismos. Los datos fueron analizados con un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, luego se hizo comparación de medias. Para la prueba de fitotoxicidad se realizó, el ensayo fitotóxico, que consistió en colocar las semillas en las macetas de 1.58 cm<sup>3</sup> (6 semillas de *Brachiaria brizantha* y 3 semillas de *Vigna unguiculata*), posteriormente se humedeció con agua de grifo y se dejó a temperatura

ambiente, con el objetivo de evaluar la fitotoxicidad del compost procesado.

Se evaluó el porcentaje de germinación y altura de plantas registradas a los 5, 9 y 14 días después de la siembra. Para todo eso se tomó en cuenta los cambios en la coloración de las hojas en base a la siguiente relación:

**Cuadro 2.** Relaciones utilizadas para calificar la fitotoxicidad en las plantas.

Escala	Coloración	Indicador
A	Verde intenso (típico)	Buena nutrición con el N
B	Verde pálido	
C	Amarillento	Déficit de N en la planta

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Cantidad de residuos orgánicos domiciliarios generado en el Distrito I

Según los datos recolectados de los puntos de muestreo, la cuantificación de residuos orgánicos domiciliarios, fue un total de 1,8 tn/semana aproximadamente.

**Cuadro 3.** Cantidad de residuos orgánicos generados.

Barrios evaluados	Total, en 1 semana (kg)	Total, en 2 semanas (kg)
Comercial	65	110
Magisterio	56	98
Florida	81	132
Lindo	89	136
Pazamora	88	150
Promedio por barrio	76	125
Total generado por los 24 barrios	1823	3006

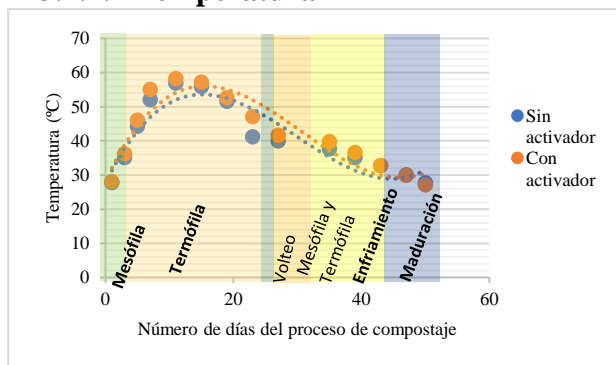
La Ley 755 Gestión Integral de Residuos tiene por objeto; establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

Desde la promulgación de la ley 1333 del 27 de abril de 1992 Ley de Medio Ambiente, hasta el 28 de octubre del 2015 donde se promulgó la Ley 755 Ley de Gestión Integral de Residuos, se logró observar la importancia de los residuos sólidos, esto debido a los diversos impactos negativos que generó en el manejo inadecuado de los vertederos, la desviación del caudal de los ríos, emisión de metano y CO<sub>2</sub>, aglomeración de vectores y otros, son las consecuencias que genera el manejo inadecuado de los vertederos.

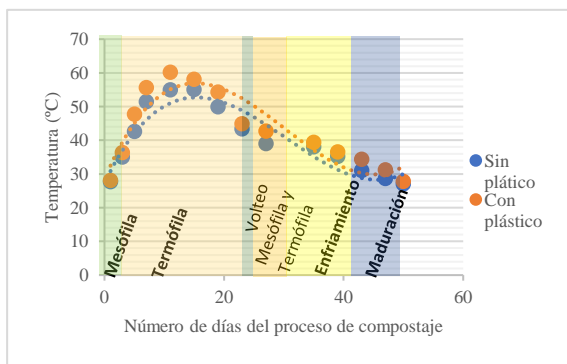


### 3.2. Parámetros de evaluación del compost

#### 3.2.1. Temperatura



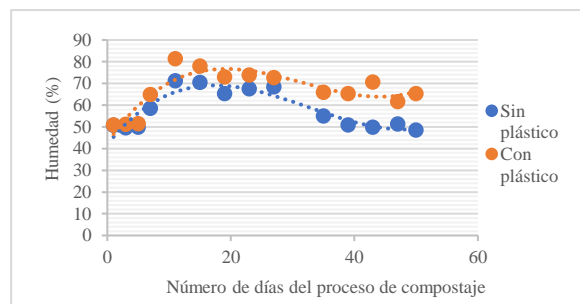
**Figura 1.** Evaluación del activador según el tiempo de compostaje en las diferentes fases



**Figura 2.** Evaluación del plástico según el tiempo de compostaje en las diferentes fases

Según el análisis (Figura 1 y 2) la temperatura presentó significancia estadística ( $p < 0.05$ ), para la interacción del tiempo\*plástico y tiempo\*activador, es decir que difieren entre el tiempo de compostaje y los tratamientos con activador y si activador, como también con plástico y sin plástico.

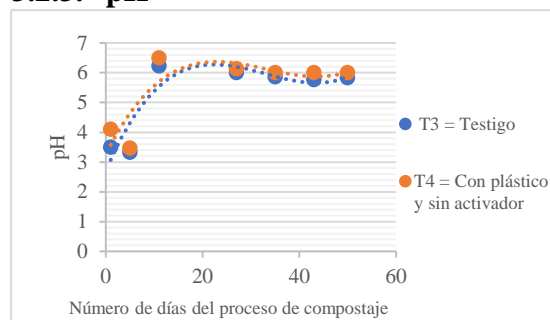
#### 3.2.2. Humedad



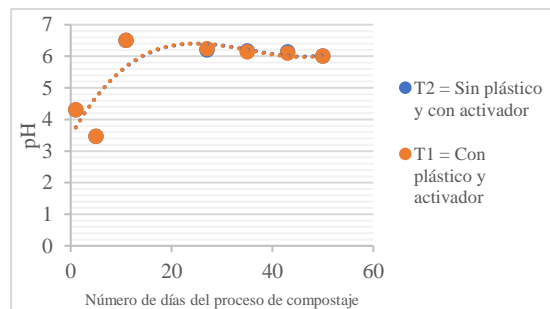
**Figura 3.** Evaluación de la humedad con el plástico según el tiempo de compostaje en las diferentes fases

La humedad (Figura 3) presenta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), entre la interacción del tiempo\*plástico, mientras la interacción del tiempo\*activador no muestra diferencias significativas, deduciendo que estadísticamente, el tiempo de compostaje y los tratamientos con y sin activador son similares.

#### 3.2.3. pH



**Figura 4.** Comportamiento del pH en el proceso del compostaje T3 y T4



**Figura 5.** Comportamiento del pH en el proceso de compostaje T2 y T1

El pH presenta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), el tiempo de compostaje. En relación a los tratamientos con y sin activador, como también en los tratamientos con y sin plástico.

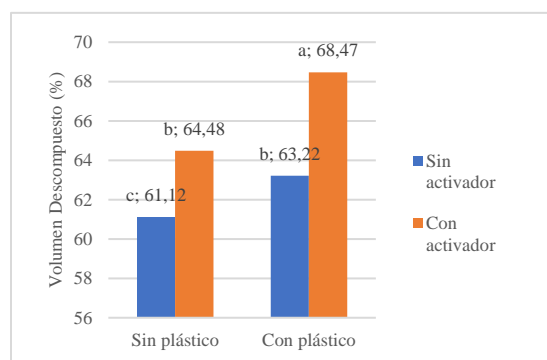
### 3.2.1. Volumen obtenido del compost procesado

Después de la fase de compostaje, se tamizó cada una de las pilas de compost, para así obtener el volumen de materia fina y gruesa procesadas (Cuadro 4), con sus respectivos porcentajes.

**Cuadro 4.** Volumen inicial y final del proceso de compostaje

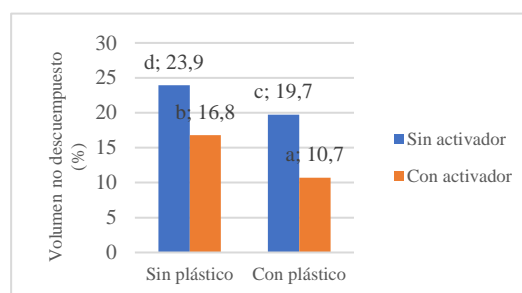
Tratamientos	Volumen Inicial		Material descompuesto (fino)		Material semi descompuesto (grueso)		Merma	
	m3	m3	%	m3	%	m3	%	
T <sub>1</sub> (activador y plástico)	1,046	0,68	65	0,11	10	0,25	24	
T <sub>2</sub> (con activador)	1,046	0,64	62	0,17	16	0,23	22	
T <sub>3</sub> (Testigo)	1,046	0,61	58	0,24	23	0,20	19	
T <sub>4</sub> (con plástico)	1,046	0,63	60	0,20	19	0,22	21	

En el Cuadro 4 es importante resaltar que, en comparación de los otros tratamientos, el tratamiento T<sub>1</sub> (activador\*plástico), logró reducir un 90% de volumen inicial, del cual el 10% restante corresponde a la materia orgánica semi descompuesta.



**Figura 6.** Volumen descompuesto (materia fina)

En la Figura 6, se observa que el porcentaje de materia fina obtenida del T<sub>1</sub> es superior a comparación de los otros tratamientos.

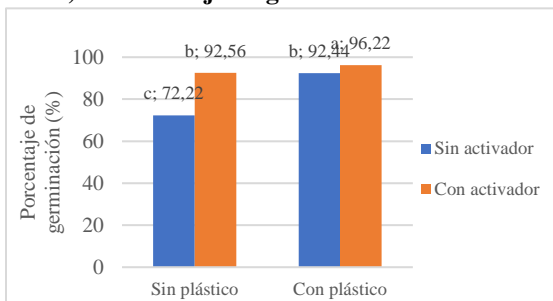


**Figura 7.** Volumen semi descompuesto del proceso de compostado

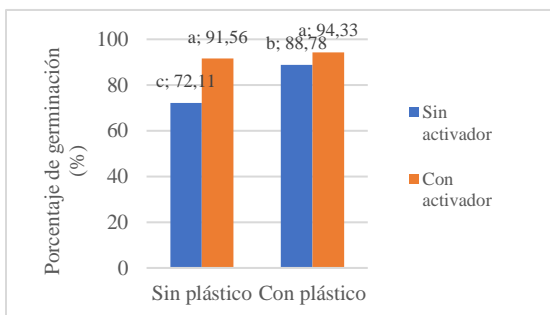
En la Figura 7, se observa que el porcentaje de materia gruesa corresponde al material que no terminó de descomponerse, obteniendo mayor cantidad de materia gruesa en el T<sub>3</sub> ya que fue del que se obtuvo menos materia fina.

### 3.2.2. Ensayos de fitotoxicidad del compost

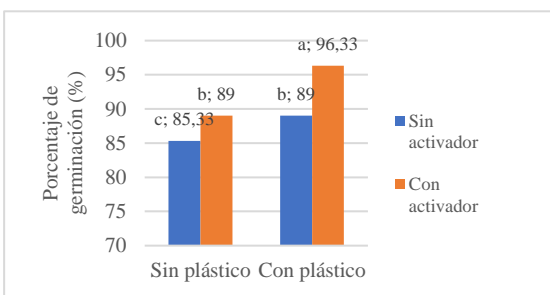
#### a) Porcentaje de germinación



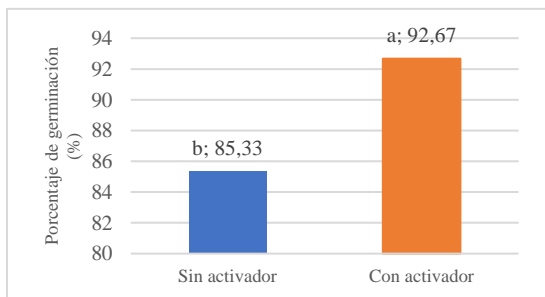
**Figura 8.** Porcentaje de germinación en *Brachiaria brizantha* en material fino.



**Figura 9.** Porcentaje de germinación en *Brachiaria brizantha* en material grueso.



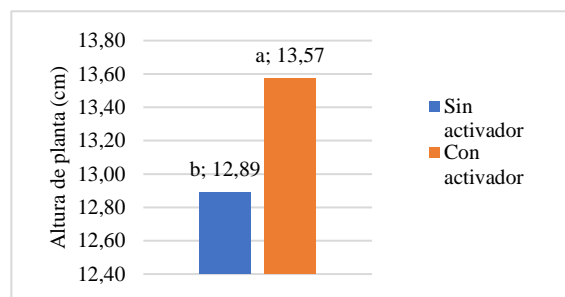
**Figura 10.** Porcentaje de germinación en *Vigna unguiculata* en material fino



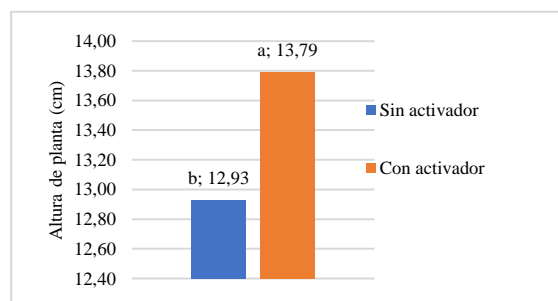
**Figura 11.** Porcentaje de germinación en *Vigna unguiculata* en material grueso

El porcentaje de germinación (Figura 8, 9 y 10) por plantas registradas fue en proporción al número de plantas emergidas sobre el número de semillas sembradas. El porcentaje de las plantas registradas presentan diferencias significativas a ( $p < 0.05$ ), entre el activador y plástico deduciéndose que los tratamientos con activador y plástico tienen efectos que se expresan en forma diferenciada a comparación del testigo.

#### b) Altura de planta



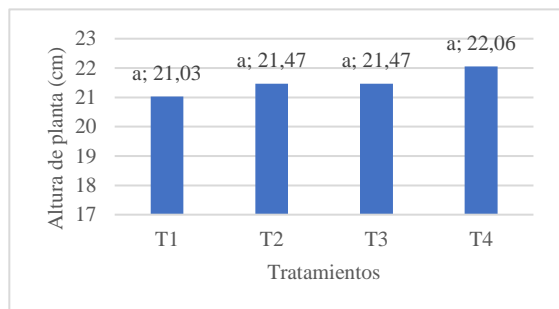
**Figura 12.** Altura de planta por efecto del activador en material fino



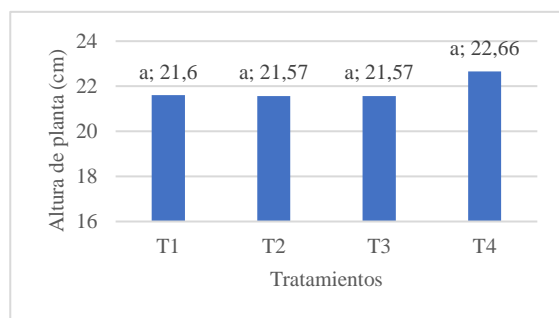
**Figura 13.** Altura de planta por efecto del activador en *Brachiaria brizantha* en el material grueso

Como se puede observar en las gráficas anteriores (Figura 12 y 13) la altura de plantas también fue significativo ( $p < 0.05$ ), con el activador, deduciéndose que los

tratamientos con plástico tienen efectos que se expresan en forma diferenciada a comparación del activador.



**Figura 14.** Altura de planta por tratamiento en la *Vigna unguiculata* en material fino.



**Figura 15.** Altura de planta por tratamiento en compost semi descompuesto.

En la Figura 14 y 15 se observa que en la altura de planta no hay diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), tanto con el activador, plástico y la interacción del activador\*plásticos, deduciéndose que estadísticamente son similares

#### a) Síntomas por carencia de nutrientes

**Cuadro 5.** Síntomas por carencia de nutrientes.

Palidez de la hoja		T1 (Con activador y plástico)			T2 (Con activador)			T3 (Testigo)			T4 (Con plástico)		
		$\bar{x}$	Me	Mo	$\bar{x}$	Me	Mo	$\bar{x}$	Me	Mo	$\bar{x}$	Me	Mo
<i>Brachiaria brizantha</i>	Material fino	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Material grueso	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A:B
<i>Vigna unguiculata</i>	Material fino	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Material Grueso	A	A	A:B	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Se evaluó a través de la incidencia de carencia de nutrientes (cuadro 4) en *Vigna unguiculata* y *Brachiaria brizantha* por el efecto de los diferentes tratamientos. Para ello se tomó en cuenta el número total de plántulas afectadas por alguna carencia de nutriente de N, sobre el total de plántulas sembradas.

Según los resultados obtenidos (Cuadro 5) en la comparación de tratamientos no hay diferencia entre los diferentes tratamientos. La evaluación realizada nos indica que los tratamientos que contenían los activadores orgánicos, la cubierta con plástico y el testigo no presentaron diferencias significativas, debido a que el compost de estos tratamientos disponía cantidad necesarios de nutrientes, lo que favoreció al normal desarrollo de la planta.

#### 3.2.3. Micro fauna en el compost

**Cuadro 6.** Cantidad de microorganismo en el material grueso.

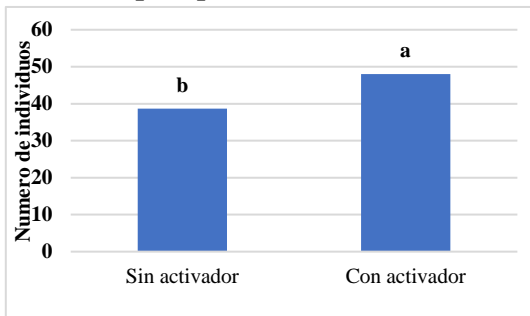
Microorganismos	Compost descompuesto (material fino)			
	T 1 (Con activador y con plástico)	T 2 (Con activador )	T 3 (Testigo)	T 4 (con plástico)
Ácaro	6	11	9	6
Colémbolos	38	58	39	38

**Cuadro 7.** Cantidad de microorganismo en el material grueso.

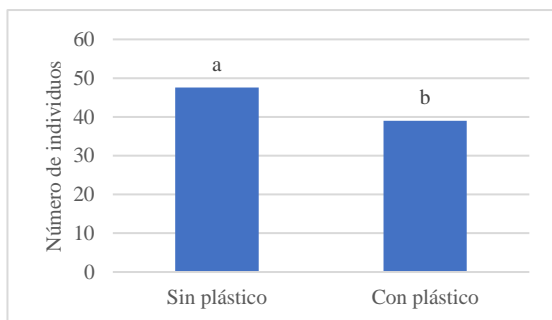
Microorganismos	Compost semi descompuesto (material grueso)			
	T 1 (Con activador y con plástico)	T 2 (Con activador)	T 3 (Testigo)	T 4 (Con plástico)
Ácaro	18	23	17	21
Colémbolos	64	110	77	90

Al final del proceso de compostaje y en la fase de bioestabilización, existe la presencia de los ácaros del orden *Mesostigmata* y los colémbolos, tanto en el compost de material fino y grueso.

### 3.2.3.1. Presencia de Colémbolos en el compost procesado



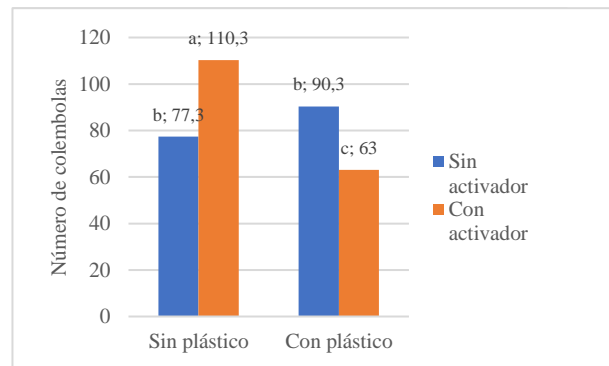
**Figura 16.** Análisis de colémbolos en relación con el activador en el material fino.



**Figura 17.** Análisis de colémbolos en relación al plástico en el material fino.

En la Figura 16 y 17 hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), de la presencia de

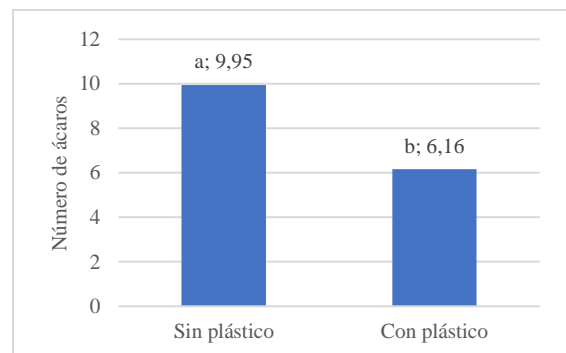
colémbolos en relación al activador y plástico, donde se logra observar que *a* es diferente de *b*. Deduciéndose que la presencia de colémbolos con el activador y plástico, tienen efectos que se expresan en forma diferenciada a comparación del testigo.



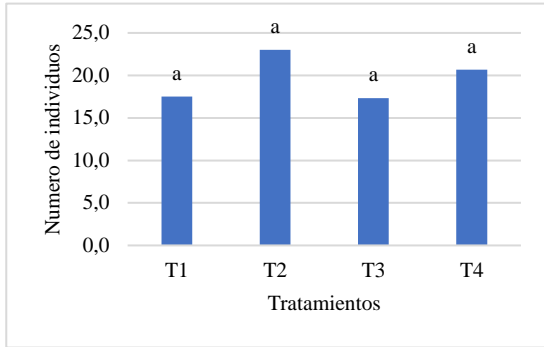
**Figura 18.** Análisis de colémbolos en la interacción del activador\*plástico en el compost del material grueso.

En la Figura 18 se logra observar que la presencia de colémbolos en la interacción del activador\*plástico son significativos ( $p < 0.05$ ).

### 3.2.3.2. Presencia de ácaro en el compost procesado



**Figura 19.** Análisis de ácaros presente en el compost del material fino.



**Figura 20.** Análisis de ácaros presente en el material grueso.

Como se puede observar en la Figura 20 la presencia de ácaros en las diferentes variables no muestra diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), tanto con el activador, plástico y la interacción del activador\*plásticos, deduciéndose que estadísticamente son similares

#### IV. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados en el trabajo de investigación y los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Con los 5 barrios representativos que se trabajó, se logró cuantificar la generación de residuos orgánicos en el Distrito I Bulo Bulo, Así como indica la ley 755 Gestión integral de residuos sólidos, considera que es deber del Estado prevenir para la reducción

de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura.

- En su mayoría, los residuos orgánicos domiciliarios que se utilizó para desarrollar el trabajo de investigación, fueron de viviendas familiares que tienen negocios, chacos y recortes de jardín. Actualmente estos residuos no son separados en el lugar de origen, simplemente son recolectados y transportados directamente al botadero de Entre Ríos, constituyéndose en un foco de infección y contaminación para el medio ambiente y la población aledaña.

- La incorporación del activador orgánico en el proceso de compostaje, favorecen el incremento de la temperatura en un periodo corto, por el aporte significativo de nutrientes, glucosa y masa microbiana, que aceleran la actividad metabólica de los microorganismos,

llegándose a higienizar el compost.

- La utilización del plástico en el proceso de compostaje, protege las pilas de compostaje en época de alta precipitación, permite conservar la temperatura durante el proceso de compostaje, reducir la evaporación del agua y evitar la lixiviación de nutrientes.
- En cuanto al porcentaje de descomposición que se obtuvo, muestran que los tratamientos inoculados con el activador orgánico, lograron un mayor porcentaje de descomposición, reduciendo un 90 % del volumen inicial en 50 días del proceso de compostaje.
- Las altas poblaciones de mesofauna mostraron la actividad de descomposición presentes en el compost tanto en la materia orgánica descompuesta y semi descompuesta.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azurduy, S; Azero, M; Ortuño, N. 2016. Evaluación de activadores naturales para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos en el Municipio de Quillacollo. Cochabamba, Bolivia. 21 p.
- Davila-Torres, A; Espinoza-Altamirano, AS. 2018. Propuesta de un programa de manejo de residuos sólidos orgánicos en la sección de carnes y pescados del mercado modelo Municipal de la Provincia Chiclayo – 2017. Universidad de Lambayeque. Chiclayo, Perú. 96 p.
- Mollinedo Suntura, Z. 2009. Determinación de la calidad de compost, elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el municipio de puerto mayor carabuco, provincia camacho: los residuos sólidos. Tesis Lic. La Paz, Bolivia, UMSA. 5 p.
- Toro Criales, F. 2014. 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: proceso de compostaje. Tesis Lic. La Paz, Bolivia, UMSA. 7 p.