



**UNIVERSIDAD MICHOCANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**“PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL LIXIVIADO DE LOMBRICOMPOSTA  
PARA USO AGRÍCOLA”**

**TESIS**

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO HORTICULTOR**

TESIS QUE PRESENTA:

**FRANCISCO JAVIER RUIZ MANZO**

DIRECTOR DE TESIS:

**INGENIERO AGRONOMO HORTICULTOR: SALVADOR VENEGAS FLORES**

APATZINGÁN MICHOCÁN, DICIEMBRE DE 2015

APROBACION DE TESIS

**“PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL LIXIVIADO DE LOMBRICOMPOSTA  
PARA USO AGRÍCOLA”**

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR LA C.  
FRANCISCO JAVIER RUIZ MANZO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO HORTICULTOR

APROBADA

M.C. DANIEL MUNRO OLMOS

---

PRESIDENTE DEL JURADO

Q.F.B. JUAN MANUEL SÁNCHEZ PÉREZ

ING. JOSÉ JAIME HERRERA HERNÁNDEZ

---

SINODAL

---

SINODAL

## **DEDICATORIA**

A MI ABUELITOS FRANCISCO RUIZ HERNANDEZ, FRANCISCO MANZO, SOCORRO RAMIREZ Y EN ESPECIAL A MI ABUELA QUE TANTO QUIERO Y QUE NUNCA OLVIDO ZOILA VICTORIA CHAPINA GOMEZ POR HABERME APOYADO EN CADA MOMENTO PARA PODER SER QUIEN SOY HASTA EL MOMENTO YA QUE SIEMPRE SERA MI EJEMPLO A SEGUIR.

## **AGRADECIMIENTOS**

A MIS PADRES ELSA MANZO RAMIREZ Y EDGAR IVAN RUIZ CHAPINA QUIENES ME DIERON VIDA, Y SE ESFORZARON POR DARMER EDUCACION, APOYO Y BUENOS CONSEJOS.

A LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS POR PERMITIRME TENER UN DESARROLLO PROFESIONAL A SI COMO AL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO, CONTROL ESCOLAR, A LOS MAESTROS QUE DE UNA U OTRA MANERA ME ACONSEJARON Y ME DIERON SU APOYO DURANTE TODA MI CARRERA EN ESPECIAL AL ING. SALVADOR VENEGAS FLORES QUE NUNCA DESISTIO AL ENSEÑARME Y DEPOSITO SU CONFIANZA EN MI.

## INDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	5
HIPOTESIS.....	6
REVISION DE LITERATURA.....	7
QUE ES LA LOMBRICOMPOSTA.....	7
QUE ES LA LOMBRICULTURA.....	8
HISTORIA DE LA LOMBRICULTURA.....	9
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA LOMBRIZ ROJA EISENIA FOETIDA.....	10
MATERIALES Y METODOS.....	13
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	16
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOMBRICOMPOSTA A LOS 30 DÍAS.....	17
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOMBRICOMPOSTA A LOS 60 DÍAS.....	19
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOMBRICOMPOSTA A LOS 90 DÍAS.....	21
CONCENTRADO DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LOMBRICOMPOSTA Y COMPOSTA (TESTIGO) A LOS 30,60 Y 90 DÍAS.....	23
COMPARACIÓN DE CÁMARAS, Y TESTIGOS DE 30 60 Y 90 DÍAS.....	24
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NITRÓGENO.....	25
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL FOSFORO.....	28

<b>ANALISIS DE VARIANZA DEL POTASIO.....</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>37</b>



## **RESUMEN**

En el valle de Apatzingán Michoacán se llevo a cabo la investigación sobre el lixiviado de lombricomposta como uso agrícola en la facultad de ciencias agropecuarias, la cual se evaluó sus propiedades físico-químicas con diferentes cámaras de cría con sustratos de materia orgánica (hojarasca, frutales etc), estiércol de bovinos, dos cámaras con lombriz roja Eisenia Foetida y una cámara testigo sin lombriz, realizando análisis del lixiviado de estas mismas para obtener los resultados de las propiedades nutricionales de cada una de estas en diferentes etapas, a los 30, 60 y 90 días de haber estructurado las cámaras, determinando así que el lixiviado de lombricomposta con lombriz roja californiana Eisenia Foetida cubre los requerimientos nutricionales y las necesidades propias PARA SER UN BIOFERTILIZANTE ORGANICO aplicándolo en los cultivos agrícolas de la región y a su vez evitando la utilización de fertilizantes inorgánicos que son muy costos, además de que produce la erosión de los suelos y el aumento de los contenidos de sales, contaminando el manto friático y dañando la fauna acuática al contaminar lagos, ríos y arroyos.

**Palabras claves:**Lixiviado,Lombricomposta,Eisenia Foetida, Biofertilizante.

## **ABSTRACT**

In the valley of Apatzingan Michoacan I conducted research on the leaching of vermicompost as agricultural use in the faculty of agricultural sciences, which their physicochemical properties were evaluated with different brood chambers with substrates of organic matter (leaves, fruit etc.), manure of cattle, two houses with red worm *Eisenia foetida* and a control chamber without worm, making analysis of the leachate for these same results the nutritional properties of each of these different stages, 30, 60 and 90 days of structured chambers, thus determining the leaching of vermicompost with Californian red worm *Eisenia foetida* covers the nutritional requirements and the needs for applying BIOFERTILIZER be an organic agricultural crops in the region and in turn avoiding the use of Inorganic fertilizers are very costly, plus it causes soil erosion and increased salt content, polluting the water table and mantle damaging aquatic life by polluting lakes, rivers and streams

**Keywords: Leachate, vermicomposting, *Eisenia foetida*, Manure.**

## **INTRODUCCION.**

En el valle de Apatzingán Michoacán, cuenta con una superficie agrícola de 205 900 hectáreas, (guía para asistencia agrícola, área de influencia del campo agrícola experimental del valle de Apatzingán 1983) mismas que se han dedicado a cultivos industriales en forma intensiva en década de los 70 fue una región aldonera, cultivándose alrededor de 40 mil hectáreas, en los 80 lo sustituyo el melón, después el pepino que persiste junto con la fruticultura como el mango, toronja, carambolo, limón y tamarindo, esta gran diversidad de especies han sido posible llevarlas a su desarrollo y rendimiento solamente con el uso de plaguicidas ya sean insecticidas, fungicidas, acaricidas y nematicidas productos altamente persistentes en los suelos pero que permiten mantener sanos a los cultivos, además de los fertilizantes que provén de los nutrientes necesarios para que se desarrollen y manifiesten su potencial productivo. A nivel nacional se requiere 4.2 millones de toneladas de fertilizantes (Revista de Agronegocios 2001) de los cuales el 90% son productos importados de países tan lejanos como Ucrania, lo que encarece cualquier sistema producto agrícola y como consecuencia la producción de carne de bovinos, caprinos, porcinos y aves en general (azteca 13-1014)

Todo lo anterior limita la productividad y potencial de las especies agrícolas ya que los productores carecen de los apoyos financieros aunado a la falta de precios de garantía afectando directamente su economía.

Considerando lo anterior y que afecta directamente el bienestar de los productores, es de gran importancia la regulación de dichos productos por el IMPACTO ECOLOGICO que se tienen en las tierras agrícolas, como salinidad, destrucción de la flora y fauna microbial que participan en la degradación e

incorporación de la materia vegetal que fortalece y cambia la textura de los suelos. Así como los daños al manto friático, contaminando los mantos acuíferos que suministran el vital líquido tanto para explotaciones agrícolas como para el consumo humano y animal, además que dichos productos han creado nuevas generaciones de insectos, malezas, plagas del suelo, bacterias y virus con resistencia a todo los grupos toxicológicos , ha promovido las mutaciones de los organismos y que al ser humano le ha provocado enfermedades que afectan órganos e inclusive afectan los procesos reproductivos al manejar y manipular los mencionados productos. (Vélez. E.L. problemas originados por el uso de plaguicidas. D.G.S.V. 1977)

Aunado a lo anterior la globalización comercial y el establecimiento de blindajes con normas fitosanitarias establecidas que demandan los países importadores de los productos agrícolas bajo sistemas de producción orgánicos e inocuos al ser humano y animales nos obligan a valorar productos orgánicos como la Lombricomposta y el composteo para proporcionar los nutrientes necesarios que requiere un sistema productivo, capacitarnos en una cultura orgánica que preserve y mejore los nichos ecológicos que tan dañados se encuentran.

## **OBJETIVOS.**

### 1. objetivo general.

Conocer y analizar las propiedades nutricionales del lixiviado de la Lombricomposta elaborada en la escuela de ciencias agropecuarias, que realizamos durante tres meses en el valle de Apatzingán, para poder comparar las propiedades físico-químicas que aportaran cada una de estas muestras y analizar los diferentes niveles nutricionales.

### 2. Objetivo específico.

Determinar las concentraciones y o contenidos de los Macro y Micro Nutrientes que se pueden alcanzar de Lixiviado de Lombricomposta.

## **HIPOTESIS.**

Con el lixiviado de Lombricomposta de lombriz roja californiana "Eisenia foetida" se cubre las necesidades nutricionales para el desarrollo y así poder sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos, que además mejoran la calidad de los suelos como estructura y características físico-químicas.

Con el Lixiviado de la Lombricomposta se puede alcanzar niveles importantes de los Macro y Micro nutrientes para completar formulas de fertilizantes en cultivos.

## **REVISION DE LITERATURA.**

### **QUE ES LA LOMBRICOMPOSTA.**

Es un producto formado única y exclusivamente por las excretas o turrículos, producto de la digestión natural de las lombrices composteadoras, se presenta en la forma de infinidad de agregados cilíndricos, cada uno o dos milímetros de longitud, cubiertos por una fina película muco-proteica, membrana peritrofica que aglutina y retiene miles de microorganismos del suelo, compuestos húmicos, órgano-minerales y nutrimentos.

Consiste en el cultivo intensivo de lombriz roja *Eisenia Foetida*, en residuos orgánicos aprovechados como abono para cultivos agrícolas. A estos desechos orgánicos arrojados por la lombriz se le conocen con el nombre de Humus que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica, es un abono de excelente calidad, además la lombriz roja californiana tiene un 70% en proteína lo que significa que es ideal para la alimentación de animales como cerdos o peces.

## **QUE ES LA LOMBRICULTURA.**

Se entiende por lombricultura las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices epigeas (de superficie, con ciclos de vida distintos a las vistas comúnmente en los jardines) y el tratamiento, por medio de éstas, de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abonos y proteínas. Este abono, de muy buena calidad, se denomina humus de lombriz o lombricompuesto.

Este humus se produce de la digestión de materiales orgánicos por parte de las lombrices y posee altas propiedades como mejorador de las propiedades físicas del suelo, tales como la permeabilidad, la retención de humedad o el intercambio catiónico.

## **HISTORIA DE LA LOMBRICULTURA.**

En el antiguo Egipto, los faraones castigaban a todos los que dañaban a las lombrices que producían humus.

Aristóteles fue quien bautizo a las lombrices como los intestinos de la tierra por su movilidad dentro del suelo y por los beneficios evidentes que esta representa para los suelos. Pero solo hasta 1880, se tuvo datos científicos sobre este anélido, Charles Darwin a pesar de sus estudios de tecnología se interesó por las lombrices desde temprana edad y fue así que escribió un libro llamado “La formación de la tierra vegetal por acción de las lombrices” donde indica el estudio profundo de la lombriz, sus hábitos y hábitad. Darwin demostró que las lombrices pueden llegar a mover grandes cantidades de tierra, hasta 20 toneladas anualmente Considerado como padre de la Lombricultura.

La lombriz para beneficio económico se utilizó por primera vez en Estados Unidos de Norteamérica en 1947 el primer gran criador de la lombriz fue Hugh Carter primo del antiguo presidente Carter de los Estados Unidos, utilizando un ataúd sembró lombrices que posteriormente le reportaron buenas ganancias.

En la universidad Agrícola de California se obtiene las lombrices rojas “californianas” fueron criadas intensivamente a partir de los años 50 en California (EEUU). Esta lombriz es originaria de Eurasia es Eisenia Foetida, especie que en alguna literatura no científica se denomina “rojo Híbrido”, lo que da lugar a no pocas confusiones ya que no se trata de un híbrido sino de una lombriz que al igual que el resto de sus parientes son el resultado de la selección natural. Al presente es la especie más cultivada en el mundo entero, dada su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales (pH. temperatura, humedad), potencial reproductor y capacidad de apiñamiento.

## **CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA LOMBRIZ ROJA EISENIA FOETIDA.**

### **Su taxonomía.**

Reino : Animal

Phyllum : Annelida

Clase: Oligoqueta

Familia: Lombricidae

Género: Lombricus, Eisenia

Especies: Terrestris, Foetida

La lombriz es un anélido perteneciente a la clase de los oligoquetos y a la familia de los lombricidos, que comprende una decena de especies, todas de hábitos terrestres. Los oligoquetos, con numerosas especies, entre las que se cuenta la lombriz, constituyen la organización más desarrollada de los anélidos.

Algunos científicos subdivide las lombrices en dos grupos, las de color rojo y las de color gris.

La lombriz roja de california, es un híbrido descubierto en california a principios de los años cincuenta, de un intenso color rosado, que puede alcanzar una edad de 16 años. Alcanza su madurez sexual entre el segundo y tercer mes de vida y a partir de entonces, produce aproximadamente cada 7/ 10 días una capsula con un número de embriones que oscila entre 2 y 20, los cuales salen del capullo al cabo de dos o tres semanas. La rapidez de su desarrollo es una de las ventajas que hacen de la lombriz roja de california la mas rentable para la cría.

Es hermafrodita incompleta (tiene ambos sexos, pero para reproducirse ha de aparearse) tiene 5 corazones y 6 pares de riñones.

Condiciones ambientales.

La humedad. Al comienzo 70% hasta el 40% al final para facilitar la ingestión del alimento y deslizarse a través del material, sin llegar a niveles de estancamiento en que se podrá el mismo debido a la fermentación anaeróbica trayendo como consecuencia la muerte de lombrices.

Aireación. Para una correcta respiración a través de su piel y su normal desarrollo trayendo su falta de demora en el vermicompostaje ya que se restringe el consumo de alimento, también el desplazamiento debido a la compactación y por ende el apareamiento y reproducción.

Temperatura. El rango optimo 12 a 25 ° c. Para el crecimiento de las lombrices 20 a 25 ° c.

El pH optimo de 7.

Tienen alta capacidad devoradora junto con el explosivo crecimiento. Desde el nacimiento las lombrices se pueden ingerir el alimento por sus propios medios mientras este lo suficiente húmedo y compostado. La lombriz abre la boca e ingiere el alimento mientras avanza arrastrándose por el terreno. Las lombrices poseen ambos aparatos genitales femenino y masculino, intercambian esperma y dan lugar a la liberación desde ambos individuos y con una frecuencia de 1 de cada 7 o 10 días de cocones que contienen de 3 a 20 huevos (según las condiciones ambientales), protegidos por una sustancia viscosa elaborada por el clitelo de cada una de ellas. Bastaran 25 a 30 días de incubación y 60 a 70 días de maduración para estar en condiciones de acoplarse. El ciclo

reproductivo de la lombriz se cumple 4 veces al año. Y de una sola lombriz se obtienen alrededor de 10,000 descendientes por año.

Algunas características de *Eisenia foetida*.

Es de color rojo, respira por medio de su piel, mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 mm de diámetro y pesa hasta aproximadamente 1.4 gramos. No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos solares muere en pocos minutos, vive aproximada 4.5 años, la lombriz californiana avanza excavando en el terreno a medida que come, depositando sus deyecciones y convirtiendo este terreno en uno mucho más fértil que el que puede lograrse con los mejores fertilizantes artificiales. Los excrementos de la lombriz contienen 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fosforo, 5 veces mas potasio, 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron.

### 3. MATERIALES Y METODOS.

Para cubrir los objetivos de la presente investigación se diseñaron 3 cámaras de cría para lombriz *Eisenea Foetida* para el cual se consiguió 1kg de la lombriz roja californiana, se consiguieron en taretan el kilo de lombriz con un costo de \$ 650 el kg. Se pesaron las lombrices. Se distribuyo en las 3 cámaras de cría, cada una de las cámaras se realizaron con tambos de plástico de 200lts.



Partiendo a la mitad estos mismos y adicionándoles una llave de paso de plástico para que el lixiviado pudiera salir cuando se desee, después se le deposito una lamina de tierra de 10 cm posteriormente, se le agregaron 50 kg de materia orgánica (desechos de lechuga, jitomate, pepinos, sandia, melón, aguacate etc.) sobre ellos se depositaron 10 kg de excremento de bovinos y sobre esta otra capa de tierra, depositando 333 gramos de lombriz, la cual se dejo durante 30 días humedeciéndose durante este periodo para que la lombriz procesara y triturara todos los materiales adicionados a las cámaras, y de igual manera se dejo una cámara testigo a la cual no se le adicionaron las lombrices

californianas y nos sirviera como punto de referencia al enviarse el lixiviado a analizar a los 30 días después de estructuradas las 3 cámaras de cría para determinar los elementos mayores y elementos menores así como el pH del lixiviado y poder establecer un punto comparativo entre el testigo sin lombrices y las cámaras de crías con lombrices, utilizándose el diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos y tres repeticiones con lo cual se realizó el análisis de varianza e interpretación como resultados de la prueba de T de Duncan. Tratamiento **A** (lombricomposta) tratamiento **B** (composta testigo). Con repeticiones a los 30,60 y 90 días de haber estructurado las cámaras con lo cual se determinaron los niveles nutricionales que se obtienen en el proceso de descomposición de la materia orgánica.



A los 30 días se extrajo la primera muestra de cada una de las cámaras, se abrió a la llave para vaciar el lixiviado en un envase de plástico, enviándose a analizar al laboratorio de suelos de la fundación produce.

A los 60 días obteniendo el segundo muestreo igualmente en todas las cámaras de lombricomposta teniendo 3 cámaras y un testigo, a los 90 se

obtuvo el tercer muestreo, con el objetivo de determinar el incremento o decremento de las los principales elementos nutricionales que se generaron con este procedimiento y poder analizar las propiedades físico-químicas de este lixiviado de Lombricomposta para uso agrícola.

En el siguiente cuadro se anexa los resultados obtenidos a los 30, 60, y 90 días de cada una de las cámaras en la cual se puede observar la dinámica fluctuacional de los elementos mayores y menores así como el pH de cada una de las cámaras.

Como referencia aquí mostramos otros valores nutricionales en diferentes análisis químicos de una lombricomposta y vermicomposta comerciales.

Propiedades físico-químico medidos de los sustratos utilizados para lombricomposta. *(Gerardo Rodríguez Quiroz, Adolfo D. Armenta Bojorquez, Wenceslao Valenzuela Quiñones, Jesús R. Camacho Báez y Héctor M. Esparza Leal)*

**CUADRO 1. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LOMBRICOMPOSTA COMERCIAL.**

	DESECHOS DE MERCADO		ESTIERCOL	
	Inicial	Final	Inicial	final
pH	6.3	7.1	7.8	7.1
CE (dSm)	1.3	2.6	1.33	0.88
NO3 (mgg)	67	105	21.3	50
P2O (mgg)	54	25	30	26
K (mgg)	443	330	411	189

*(Gerardo Rodríguez Quiroz, Adolfo D. Armenta Bojorquez, Wenceslao Valenzuela Quiñones, Jesús R. Camacho Báez y Héctor M. Esparza Leal)*

## **RESULTADO Y DISCUSIÓN.**

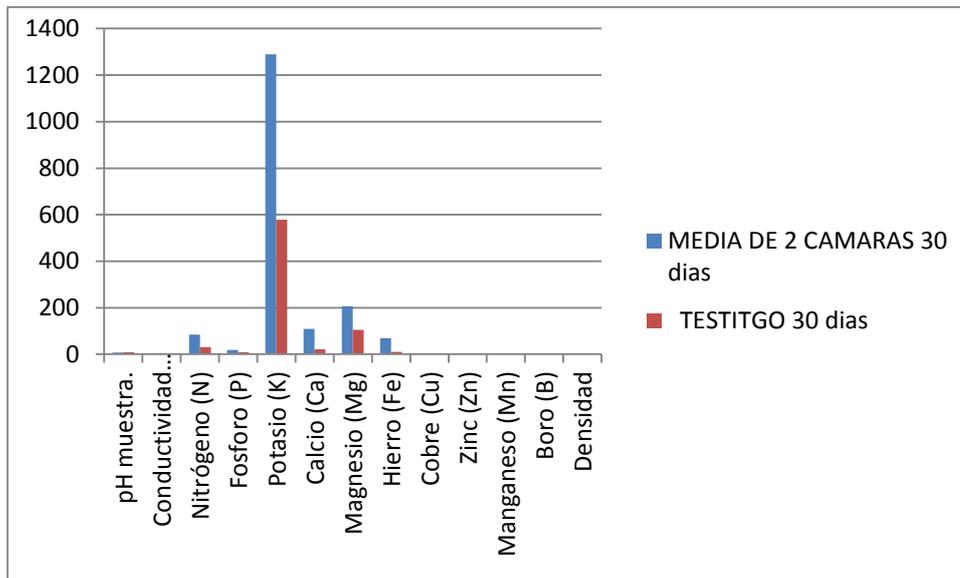
De acuerdo con los objetivos planteados y la biotecnología empleada acorde con los resultados obtenidos en el laboratorio de la fundación produce de las propiedades físico-químicas del lixiviado de lombricomposta en dos cámaras de cría de *Eisenia foetida* conocida como lombriz roja californiana y una que representa al testigo sin lombrices para tener una composta testigo, por lo que se obtuvieron resultados absolutos de 3 cámaras, los que se relacionaron en cuadros de macro nutrientes, (N-P-K) y micronutrientes (elementos menores), conductibilidad eléctrica, densidad y PH de cada cámara obteniéndose una muestra y un analice a los 30 días de estructurada la cámara en el cual se determinara las variables y niveles en PPM (partes por millón) los resultados se resumen en el cuadro N° 1 y grafico N°2. En las columnas se observa el incremento de elementos mayores, menores, conductividad eléctrica, densidad y pH después de que las lombrices procesaron los sustratos y se demuestra con esto la eficiencia biológica de dichos organismos y se comparan con la cámara de composta sin lombrices (testigo) en un 50% de reducción de elementos nutricionales una baja conductibilidad eléctrica se mantiene la densidad y existe un aumento de pH.

**CUADRO 2.****ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOMBRICOMPOSTA A LOS 30 DÍAS DE ESTABLECIDA LA CAMRAA DE LOMBRICOMPOSTA.**

<b>ELEMENTOS NUTRICIONALES (VARIABLES)</b>	<b>MEDIA DE 2 CAMARAS</b>	<b>TESTITGO</b>
<b>pH muestra.</b>	7.98	8.23
<b>Conductividad Eléctrica dSm -1</b>	5.44	2.60
<b>Nitrógeno (N) mg L-1</b>	85.05	31.5
<b>Fosforo (P) mg L-1</b>	18.5	8.82
<b>Potasio (K) mg L-1</b>	1289	578
<b>Calcio (Ca) mg L-1</b>	109.5	21.1
<b>Magnesio (Mg) mg L-1</b>	207	105
<b>Hierro (Fe) mg L-1</b>	68.9	9.87
<b>Cobre (Cu) mg L-1</b>	0.20	0.02
<b>Zinc (Zn) mg L-1</b>	1.04	0.44
<b>Manganeso (Mn) mg L-1</b>	2.64	0.30
<b>Boro (B) mg L-1</b>	0.37	0.10
<b>Densidad Kg L-1</b>	1.00	1.00

ppm: partes por millón, mgL-1: miligramos/ Litro, dSm-1: decisiemens/ metro

Equivalencias: ppm=mgL-1 = g/100 L



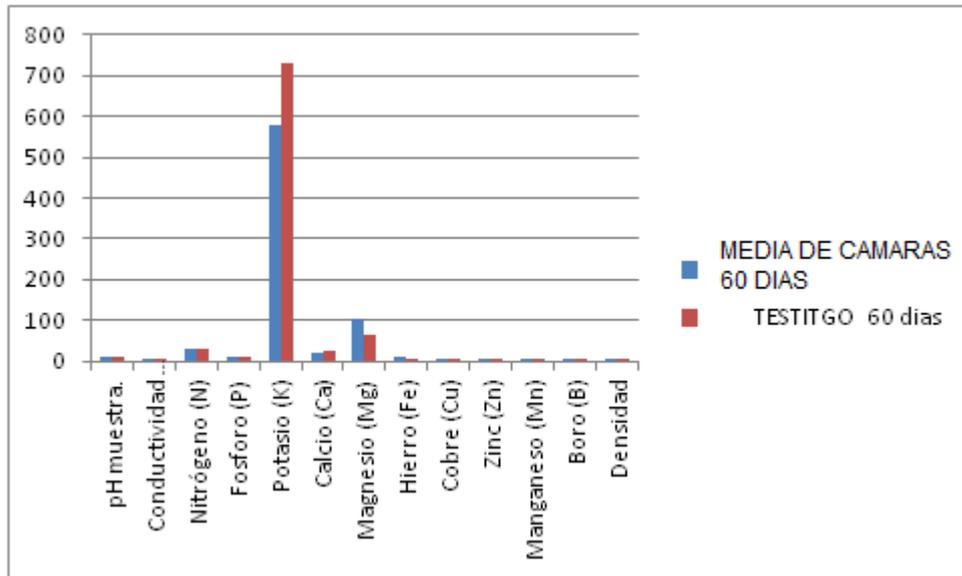
De igual manera a los 60 días se extrae otra muestra de lixiviado de las cámaras y se envían al mismo laboratorio de suelo para el análisis físico \_ químico de diez elementos nutricionales básicos de las plantas, la conductividad, densidad y pH y su dinámica, observándose un incremento en el pH y un decremento en el nitrógeno, potasio y elementos menores y estables el calcio. En el cuadro N°2 y grafico N°2 se pueden observar en las columnas dicha dinámica de las trece variables medidas.

**CUADRO 3.****ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOMBRICOMPOSTA A LOS 60 DÍAS DE ESTABLECIDA LA CAMARA DE LOMBRICOMPOSTA.**

<b>ELEMENTOS NUTRICIONALES (VARIABLES)</b>	<b>MEDIA DE 2 CAMARAS</b>	<b>TESTITGO</b>
<i>pH muestra.</i>	8.83	7.71
<b>Conductividad Eléctrica dSm -1</b>	5.18	2.97
<b>Nitrógeno (N) mg L-1</b>	77.2	28.4
<b>Fosforo (P) mg L-1</b>	20.9	8.70
<b>Potasio (K) mg L-1</b>	1253	731
<b>Calcio (Ca) mg L-1</b>	28.2	22.9
<b>Magnesio (Mg) mg L-1</b>	111	64.5
<b>Hierro (Fe) mg L-1</b>	89.7	3.14
<b>Cobre (Cu) mg L-1</b>	0.32	0.08
<b>Zinc (Zn) mg L-1</b>	0.80	0.32
<b>Manganeso (Mn) mg L-1</b>	2.63	0.24
<b>Boro (B) mg L-1</b>	2.02	0.69
<b>Densidad Kg L-1</b>	1.00	1.00

ppm: partes por millón, mgL-1: miligramos/ Litro, dSm-1: decisiemens/ metro

Equivalencias: ppm=mgL-1 = g/100 L



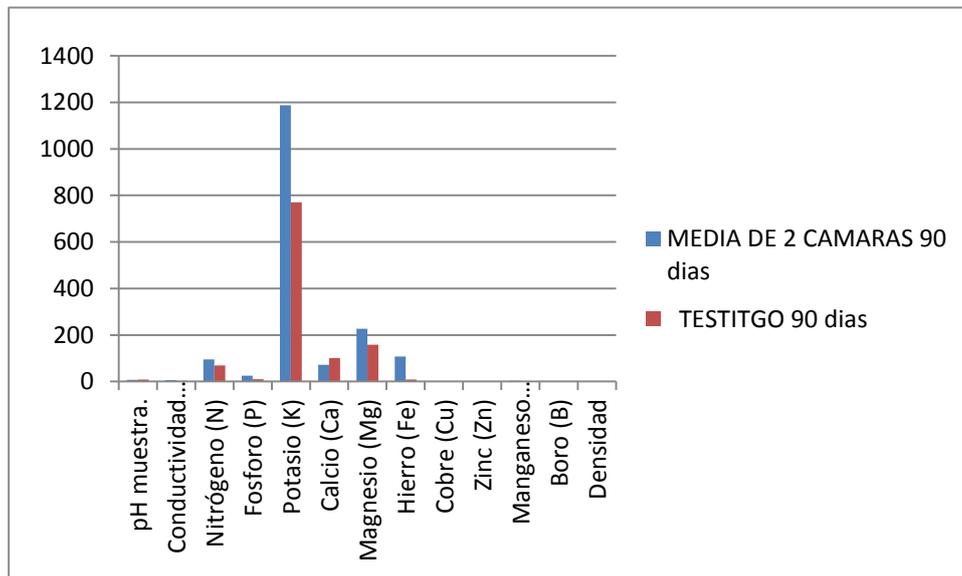
En el cuadro N°3 grafico N°3 se puede observar los incrementos en nitrógeno, calcio, fosforo y potasio así como los elementos menores y el incremento del pH, la densidad se mantiene durante los tres análisis o sea los 30,60,90 días, comparativamente con el testigo a los 90 días existe un incremento del 70% de los elementos mayores .

**CUADRO 3.****ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOMBRICOMPOSTA A LOS 90 DÍAS DE ESTABLECIDA LA CAMARA DE LOMBRICOMPOSTA.**

<b>ELEMENTOS NUTRICIONALES (VARIABLES)</b>	<b>MEDIA DE 2 CAMARAS</b>	<b>TESTITGO</b>
<i>pH muestra.</i>	7.89	8.95
<i>Conductividad Eléctrica dSm -1</i>	5.4	3.61
<i>Nitrógeno (N) mg L-1</i>	95.9	69.3
<i>Fosforo (P) mg L-1</i>	25.5	10.4
<i>Potasio (K) mg L-1</i>	1187.5	770
<i>Calcio (Ca) mg L-1</i>	71.3	101
<i>Magnesio (Mg) mg L-1</i>	226.5	158
<i>Hierro (Fe) mg L-1</i>	108.1	9.32
<i>Cobre (Cu) mg L-1</i>	0.13	0.09
<i>Zinc (Zn) mg L-1</i>	0.49	0.43
<i>Manganeso (Mn) mg L-1</i>	3.03	0.39
<i>Boro (B) mg L-1</i>	1.73	0.23
<i>Densidad Kg L-1</i>	1.00	1.00

ppm: partes por millón, mgL-1: miligramos/ Litro, dSm-1: decisiemens/ metro

Equivalencias: ppm=mgL-1 = g/100 L



En el cuadro 3 grafico 3 se observa los incrementos de los diferentes elementos nutricionales, el pH, la densidad y la conductividad eléctrica a los 30,60, y 90 días de la lombricomposta y del composteo o testigo.

#### CUADRO N°4

### CONCENTRADO DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LIXIVIADO DE LOMBRICOMPOSTA Y COMPOSTA (TESTIGO) A LOS 30,60 Y 90 DÍAS DE ESTABLECIDA.

VARIABLE	TRATAMIENTO " A "			TESTIGO "B"		
	30	60	90	30	60	90
<i>PH MUESTRA.</i>	7.98	8.83	7.89	8.23	7.71	8.95
<i>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DSM -1</i>	5.44	5.18	5.4	2.60	2.97	3.61
<i>NITRÓGENO (N) MG L-1</i>	85.05	77.2	95.9	31.5	28.4	69.3
<i>FOSFORO (P) MG L-1</i>	18.5	20.9	25.5	8.82	8.7	10.4
<i>POTASIO (K) MG L-1</i>	1289	1253	1187.5	578	731	770
<i>CALCIO (CA) MG L-1</i>	109.5	28.2	71.3	21.1	22.9	101
<i>MAGNESIO (MG) MG L-1</i>	207	111	226.5	105	64.5	158
<i>HIERRO (FE) MG L-1</i>	68.9	89.7	108.1	9.87	3.14	9.32
<i>COBRE (CU) MG L-1</i>	0.20	0.32	0.13	0.02	0.08	0.09
<i>ZINC (ZN) MG L-1</i>	1.04	0.80	0.49	0.44	0.32	0.43
<i>MANGANESO (MN) MG L-1</i>	2.64	2.63	3.03	0.30	0.24	0.39
<i>BORO (B) MG L-1</i>	0.37	2.62	1.73	0.10	0.69	0.23
<i>DENSIDAD KG L-1</i>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

ppm: partes por millón, mgL-1: miligramos/ Litro, dSm-1: decisiemens/ metro

Equivalencias: ppm=mgL-1 = g/100 L

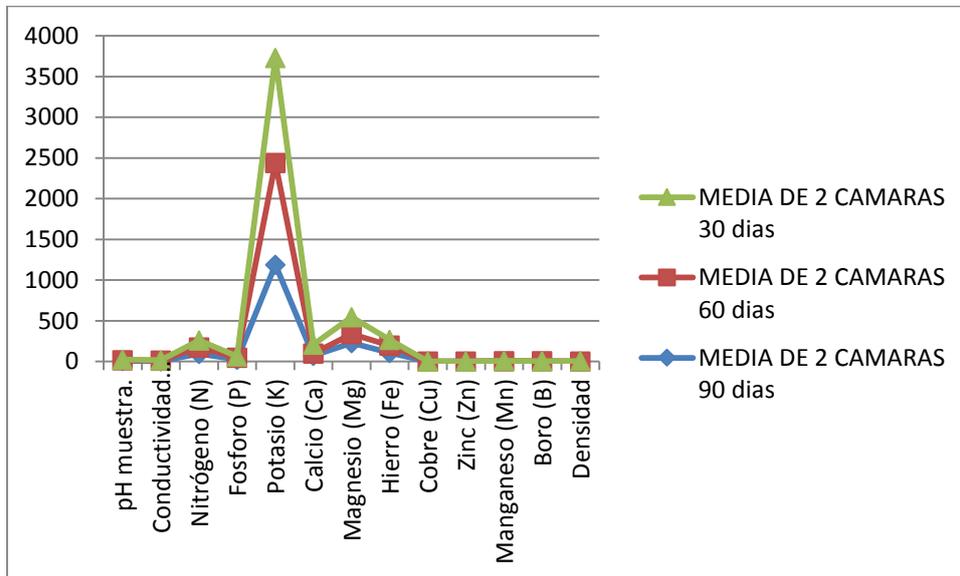
(Análisis de lixiviado de Lombricomposta de laboratorio de Fundación Produce.)

Tratamiento A: todos los cuadros de Lombricomposta

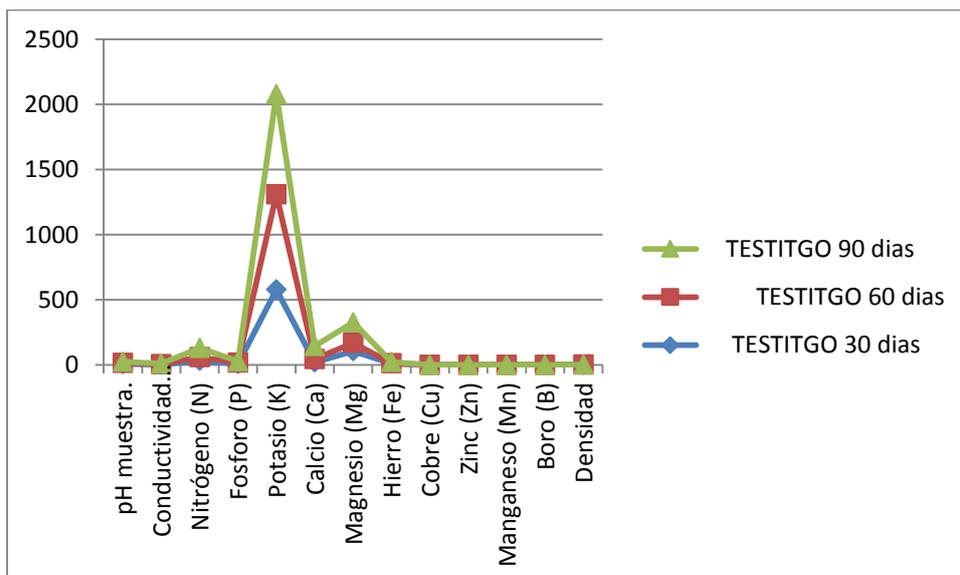
Tratamiento B: Cuadro de Compostado.

**GRAFICO N°5.**

**COMPARACIÓN DE LAS CÁMARAS DE LOMBRICOMPOSTA A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS DE ESTABLECIDAS LAS CAMARAS.**



**COMPARACIÓN DE TESTIGOS DE 30 60 Y 90 DÍAS DE ESTABLECIDA LA CAMARA.**



## ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NITRÓGENO.

Los resultados obtenidos del tratamiento a y el testigo b a los 30, 60 y 90 días consideradas como repeticiones se les sacó la media de dos cámaras ya que se estructuraron de igual manera con los sustratos orgánicos abono de bovino y tierra de la escuela de ciencias agropecuarias, información estadística que nos permite realizar un análisis de varianza y determinar la significancia de la presente investigación e interpretar los resultados obtenidos de un bloque al azar con dos tratamientos y 3 repeticiones para las elementos mayores.

1. Suma de los cuadrados de los desviaciones con respecto a la media general

$$= \sum (X - \bar{X})^2 = 3984.77$$

2. CALCULO DE LA PARTE DE LA SUMA GENERAL DE CUADRADOS ATRIBUIBLE A LA VARIABILIDAD ENTRE LOS TRATAMIENTOS:  $\sum (\bar{X}_k - \bar{X})^2 = 923.21$  Y COMO LOS TRATAMIENTOS (K) SON DOS TENDREMOS  $3(923.21) = 2769.63$

3. De igual manera calcularemos la parte de la suma general de cuadrados atribuible a la variabilidad entre bloques  $(n) \sum (\bar{X}_i - \bar{X})^2 = 2(503.3) = 1006.63$

4. El numero de grados de la independencia para la variabilidad total será  $N - 1 = 6 - 1 = 5$

Para los tratamientos será  $n - 1 = 2 - 1 = 1$

Para los bloques será  $k - 1 = 3 - 1 = 2$

Para el error experimental  $(N - (n + k)) = 5 - 3 = 2$

5. La parte de la suma general de cuadrados de desviaciones relativas al error experimental será entonces

$$= \sum(x - mx)^2 - \sum(mx - mx)^2 + \sum mx - mx)^2 = 208.54$$

6. Con los resultados obtenidos se forman el cuadro de análisis de la varianza de nitrógeno.

**CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA DE NITROGENO**

FACTOR DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE INDEPENDENCIA	CUADRAD O MEDIO	F. CALCULADA	F TUBULADA
Entre tratamientos	2769.63	1	2769.63	26.56	18.51 0.05
Entre bloques	1006.60	2	503.30	4.82	98.49 0.01
Error experimental	208.54	2	104.27		19.00 0.05
Total general	3984.77	5			99.00 0.01

Interpretándose como altamente significativamente diferente al b y al que la tecnología con lombrices californianas aumento consideradamente los niveles de nitrógeno que son superiores al simple composteo.

Análisis de varianza realizado al potasio en el presente trabajo de investigación de los tratamientos y tres repeticiones a los 30,60 y90 días de estructuradas las cámaras de lombricomposta y compostado se resumen en el cuadro n°3

## ANÁLISIS DE VARIANZA DEL FOSFORO.

EL ANALISIS DE VARIANZA REALIZADO AL FOSFORO EN EL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION DE DESTRATAMIENTOS Y 3 REPETICIONES A LOS 30, 60, Y 90 DIAS DE ESTRUCTURADAS LAS CAMARAS DE LOMBRICOMPOSTAS Y COMPOSTEADO.

1. Suma de los cuadrados de las desviaciones con respuesta a la media general.

$$\begin{array}{r} X-MX \quad (X-MX)^2= \\ (X-MX)^2 \quad \quad \quad \underline{\underline{259.07}} \end{array}$$

2. Calculo de la parte de la suma general de cuadrados atribuible a la variabilidad entre los tratamientos.

$$(MX-MX)^2=76.88$$

3. De igual manera calculamos la parte de la suma general de cuadrados atribuibles a la variabilidad entre bloques.

$$(MX-MX)^2 =20.74$$

4. La parte de la suma general de cuadrados de desviaciones relativa al error experimental será entonces =207.

$$(X-MX)^2=259.07-251.38=7.69$$

5. El número de grados de independencia para la variabilidad total será.

$$N-1=6-1=5$$

$$n-1=2-1=1 \text{ para tratamiento.}$$

$K-1=3-1=2$  para bloques.

$$EEy-1=3-1=\frac{2}{5}$$

6. Con todos los resultados hasta hora obtenidos se puede formar ya el cuadro del análisis de la variaciones.

**CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA DE FOSFORO.**

FACTOR DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE INDEPENDENCIA	CUADRO MEDIO	F CALCULADA-TUBULADA	SIGNIFICANCIA
Entretratamiento	230.64	1	230.64	59.98 > 18.51 --- 98.49	significativo
Entre bloques	20.74	2	10.37	2.69 < 19.00 -----99.01	No significativo
Error experimental	7.69	2	38.45		
Total o general	259.07	5			

Los resultados obtenidos de la F calculada que es mayor que la tabulada se interpreta como altamente significativo lo que quiere decir que los tratamientos son totalmente diferentes y que no son influenciados por el azar.

Para el caso de los bloques en que la F calculada es menor que la tubulada nos indica que existe una probabilidad mayor del 5% de encontrar la variabilidad observada por la sola influencia del azar.

Una vez comprobada la significancia de la variabilidad entre los tratamientos, procede continuar el análisis para determina mediante la comparación de los

tratamientos, para determinar cuál de ellos puede considerarse superior realmente al otro.

Para este partiremos de la varianza calculada para el error experimental. La raíz cuadrada de dicha varianza será la desviación típico de una observación, simple en la investigación tendremos.

$$\sqrt{\quad} = \sqrt{3.845} = 1.96$$

El error típico de la media será:

$$= E.T.mx = \frac{\sqrt{\quad}}{\sqrt{3}} = \frac{1.96}{\sqrt{3}} = \frac{1.96}{1.73} = 1.13$$

En base al error típico de la media 1.13, se determina el error típico de la diferencia entre dos medias de tratamientos será:

$$E.T.D = \sqrt{1.13^2 + 1.13^2} = 1.13 \times \sqrt{2} = 1.13 \times 1.41 = 1.59$$

Para aplicar la prueba de T buscaremos en la tabla correspondiente el valor de T consignado en la fila relativa a los grados de independencia del error experimental para una probabilidad de 0.05 y multiplicaremos dicho valor por el del error típico de la diferencia.  $(1.59) \times 4.303 = 6.84$  que será el límite para apreciar la significancia entre el valor de  $T = 4.303$  en tablas dos promedios.

Los promedios de los tratamientos son :

$$A = 21.70$$

$$B = 9.30$$

Diferencia entre promedios

$$21.70 - 9.30 = 12.4$$

Como la diferencia (12.4) es mayor que 6.84 indica que el tratamiento H es altamente significativo que B.

Lo que indica que los altos niveles de fosforo se deben a la eficiencia del proceso de lombricomposta y que no se debe al azar por lo que es más exitoso que el solo composteo de la materia orgánica.

## ANALISIS DE VARIANZA DEL POTASIO.

1. Suma de los cuadrados de las desviaciones con respecto a la media general.

$$\sum (X - \bar{X})^2 = 480138.83$$

2. Calculo de parte de la suma general de cuadrados atribuibles a la variedad entre los tratamientos.

$$\sum (\bar{X}_i - \bar{X})^2 = 454278.12$$

3. De igual manera calcularemos la parte de la suma general de cuadrados atribuibles a la variabilidad entre bloques.

$$\sum (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 3774.34$$

4. la parte de la suma general de cuadrados de desviaciones relativa al error experimental sera;

$$\sum (X - \bar{X})^2 - (\sum \bar{X}_i - \bar{X})^2 - (\sum \bar{X}_j - \bar{X})^2 = 22086.37.$$

5. El numero de grados de independencia para variabilidad:

$$\text{TOTAL} = N - 1 = 6 - 1 = 5$$

$$\text{TRATAMIENTOS} = N - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{BLOQUES} = K - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\text{ERROR EXPERIMENTAL} = (N + K) - 1 = 3 - 1 = 2$$

7. Con todos los resultados hasta ahora obtenidos se puede formar ya el cuadro de análisis de la variación.

### CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA DE POTASIO.

FACTOR DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE INDEPENDENCIA	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F TABULADA
Entre tratamientos	454278.12	1	454278.12	41.13	6.61
Entre bloques	3774.34	2	1887.17	0.17	5.79
Error experimental	22086.37	2	11043.18		
Total general	480138.83	5			

Los resultados obtenidos de la F calculada que es mayor que la tabulada se interpreta como altamente significativo lo que quiere decir que los tratamientos son totalmente diferentes y que no son influenciados por el azar.

Para el caso de los bloques en que la F calculada es menor que la tubulada nos indica que existe una probabilidad mayor del 5% de encontrar la variabilidad observada por la sola influencia del azar.

Una vez comprobada la significancia de la variabilidad entre los tratamientos, procede continuar el análisis para determina mediante la comparación de los tratamientos, para determinar cuál de ellos puede considerase superior realmente al otro.

Para este partiremos de la varianza calculada para el error experimental. La raíz cuadrada de dicha varianza será la desviación típica de una observación, simple en la investigación tendremos.

$$\sqrt{\quad} = \sqrt{11043} = 105.08$$

El error típico de la media será:

$$= \text{E.T.mx} = \frac{\sqrt{\quad}}{\sqrt{3}} = \frac{1.9105.086}{\sqrt{3}} = \frac{105.08}{1.73} = 61.73$$

En base al error típico de la media 61.73, se determina el error típico de la diferencia entre dos medias de tratamientos será:

$$\text{E.T.D} = \sqrt{61.73^2 + (61.73)^2} = 61.73\sqrt{2} = 61.73 \times 1.41 = 87.04$$

Para aplicar la prueba de T buscaremos en la tabla correspondiente el valor de T consignado en la fila relativa a los grados de independencia del error experimental para una probabilidad de 0.05 y multiplicaremos dicho valor por el del error típico de la diferencia.  $87.04 \times 4.303 = 374$  que será el límite para apreciar la significancia entre los dos promedios.

Los promedios de los tratamientos son :

$$A = 1243.33$$

$$B = 693.00$$

Diferencia entre promedios

$$1243.33 - 693.00 = 550.33$$

Como la diferencia entre promedios es mayor que el límite de significancia indica que el tratamiento A es superior al B.

Lo que indica que los altos niveles de potasio se deben a la eficiencia del proceso de lombricomposta y que no se debe al azar por lo que es más exitoso que el solo composteo de la materia orgánica.

## CONCLUSIONES

1.- De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que la biotecnología de lombricomposteo presenta en el lixiviado los niveles nutricionales requeridos para cubrir las necesidades propias de un cultivo, como consecuencia de lo anterior se pueden reducir costos al no utilizar las sales (fertilizantes inorgánicos) que actualmente representan uno de los rubros más costosos de un cultivo que además de que la utilización de los mismos ocasionan la erosión de los suelos y el cambio de las características fisicoquímicas y como consecuencia de esto aumenta los niveles de sales haciendo improductivo un campo agrícola.

2.- Se sugiere modificar los materiales orgánicos y el origen del sustrato de la materia orgánica de los bovinos, caprinos y porcinos que permitirían elevar los niveles de los elementos mayores y menores. Para bajar los niveles de pH y neutralizar el lixiviado ya que en el presente trabajo se mantuvo el pH arriba de 7 que es el neutro o buscar un proceso químico que regule el pH utilizando posiblemente azufre o ácido sulfúrico y garantice que el producto obtenido pueda comercializarse garantizando su calidad.

3.- Dicho proceso biotecnológico es práctico y factible ya que se puede implementar a niveles domésticos y o comerciales garantizando la calidad del producto.

4.- Se sugieren realizar las evaluaciones pertinentes en dosis forma de aplicación que puede ser en el suelo o edáfico en cada uno de los cultivos de importancia agrícola de la región.

5.- Por los valores encontrados en los dos diferentes lixiviados y considerando que un biofertilizante aplicado foliar mente o al suelo debe tener el mayor numero y concentración de elementos esenciales en la nutrición vegetal así como contenidos que mejoren las características y propiedades físicas e incrementen en lo mayor posible la fertilidad del suelo se concluye que estas condiciones las reúne los dos Lixiviados de lombricomposta realizados en práctica.

6.- La obtención de él lixiviado considerado como un buen biofertilizante, que en este caso corresponde al lixiviado de la cámara número 1, reclama que su obtención se realice tal como se establece en la metodología para generar lixiviados de primera vuelta, segunda vuelta y tercera vuelta.

7. De acuerdo con los resultados obtenidos para cubrir las necesidades de un cultivo en una ha. Se requieren 600lts de lixiviado considerando el agua necesaria para una hectárea con los niveles nutricionales promedio del análisis Fisico-Quimico de 86-22-1243 lo que posiblemente cubra las necesidades de un producto agrícola.

## **BIBLIOGRAFIA.**

**Rodríguez, G. (2003). Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de lombricomposta con Eisenia Foétida. Naturaleza y desarrollo , 3-5.**

**Legall, J. (2006). Manual básico de lombricultura. Nicaragua: Escuela de Agricultura.**

**Armenta V. R., 2006. Transformación de la materia orgánica por la lombriz (Eisenia fetida) en suelos enmendados con lodo residual. Tesis de Maestría. Facultad de Química. UAEM. México.**

**Rodríguez Q., G. 1998. El lombricompostaje de biosólidos. Una biotecnología alternativa para la obtención de bienes y servicios ambientales. COLEF**

**Reinés, A. M. 1998. Lombricultura: Alternativa del desarrollo sustentable. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. 36 p. Garg V.K. 2004. Growth and reproduction of Eisenia foetida in varios animal wastes during vermicomposting. p: 51-59.**

**Pineda, C. Ordóñez M., Merlo A., Zúñiga M., Zelaya H., Acosta J., 1995, Determinación de densidad poblacional de Eisenia foetida (lombriz roja californiana) en la producción de abono orgánico de pulpa de café. In 6to. Seminario nacional de Investigación y transferencia en caficultura, en prensa, IHCAFE, Tegucigalpa, Honduras.**

**Martínez C. 1999. Potencial de la lombricultura, elementos básicos para subdesarrollo. 2ª Edición. Lombricultura Técnica Mexicana. Texcoco, Estado de México, p. 250.**

**Gerardo Rodríguez Quiroz, Adolfo D. Armenta Bojorquez, Wenceslao Valenzuela Quiñones, Jesús R. Camacho Báez y Héctor M. Esparza Leal**

**Revista de Agronegocios 2001 edición 07465**

**Rodríguez, G. 2003. Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de lombricomposta con Eisenia fetida. Naturaleza y desarrollo.**

**<http://www.manualdelombricultura.com/manual/conceptos.html>.**

**<http://www.geocities.com/sanfdo/index.htm>.**

**Vélez. E.L. problemas originados por el uso de plaguicidas. D.G.S.V. 1977)**

## **ANEXOS**