

Elaboración de abono orgánico con residuos domésticos de alimentos separados en sitio y tratados con microorganismos efectivos EM1®: análisis de cualidades y aplicaciones



**GERARDO IGNACIO DIAZ TOLENTINO**

**2020**



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

Master Universitario de Investigación en  
Gestión, Tratamiento y Valorización de Residuos Orgánicos



Elaboración de abono orgánico con residuos domésticos de alimentos separados en sitio y tratados con microorganismos efectivos EM1®: análisis de cualidades y aplicaciones

Vº Bº DIRECTOR

LOPEZ LOPEZ, MARIA JOSEFA  
27528303V

**Maria Josefa López López**

ALUMNO

Gerardo Ignacio Díaz Tolentino



## UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

Se autoriza al alumno **D. Gerardo Ignacio Díaz Tolentino**, a realizar el Trabajo Fin de Máster titulado: "Elaboración de abono orgánico con residuos domésticos de alimentos separados en sitio y tratados con microorganismos efectivos EM1<sup>®</sup>: análisis de cualidades y aplicaciones", bajo la dirección de D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> José López López (Universidad de Almería), debiendo cumplir las normas establecidas para la redacción del mismo que están a su disposición en la página Web específica del Master.

Orihuela, 11 de febrero de 2020

La Directora del Máster Universitario de Investigación en Gestión, Tratamiento y Valoración de Residuos Orgánicos

CONCEPCI  
ON|  
PAREDES|  
GIL

Firmado digitalmente por  
CONCEPCION|  
PAREDES|GIL  
Fecha: 2020.02.11  
08:59:15 +01'00'

Fdo.: Concepción Paredes Gil

UNIVERSITAS Miguel Hernández	
TRIBUNAL	
FECHA:	
PRESIDENTE:	FIRMA:
VOCAL:	FIRMA:
VOCAL:	FIRMA:

## REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MASTER

### **IDENTIFICACIONES**

**Autor:** Gerardo Ignacio Díaz Tolentino

**Título:** Elaboración de abono orgánico con residuos domésticos de alimentos separados en sitio y tratados con microorganismos efectivos EM1®: análisis de cualidades y aplicaciones

**Title:** Preparation of organic fertilizer with household food residues separated on site and treated with effective microorganisms EM1®: analysis of qualities and applications

**Director/es del TFM:** María Josefa López López

**Año:** 2020

**Titulación:** Máster Universitario de Investigación en Gestión, Tratamiento y Valorización de Residuos Organicos

**Tipo de proyecto:** TFM

**Palabras claves:** Residuos domésticos de alimentos, Zeolita, EM1, Microorganismos Eficaces Bokashi, Lixiviado, Composta, Rábano

**Keywords:** Domestic Foos Waste, Zeolite, EM, Bokashi, Leaching, Compost, Radish

**Nº citas bibliográficas:** 36

**Nº de planos:** 0

**Nº de tablas:** 7

**Nº de figuras:** 14

**Nº de anexos:** 5

## RESUMEN

Los residuos domésticos de alimentos (RDA) por su naturaleza biodegradable, heterogeneidad y alto contenido de humedad, son de difícil manejo. La gestión de RDA se dificulta por la generación de gases de olor molesto y lixiviados (líquido desprendido) durante su almacenaje que contamina el medio y resultan molestos. Además, la recogida, almacenamiento y tratamiento se dificulta debido a que son mezclados con otro tipo de residuos en los hogares.

Los RDA constituyen casi la mitad de los residuos municipales, por lo cual requieren de especial atención en su manejo. Son candidatos a elaborar con ellos compostas de excelente calidad al no mezclarse con otros residuos, al realizar un pre tratamiento beneficiaría disminuyendo molestos olores en etapas iniciales del proceso.

El presente trabajo pretende demostrar que con los RDA separados y tratados en sitio con Microorganismos Efectivos EM1® se disminuye el olor generado por gases. Al mezclarlos con zeolita disminuye su toxicidad, se facilita su manejo al retener exceso de humedad y mejora las características físico químicas del RAD para su viabilidad en el uso agrícola.

Por aspectos culturales y su biodegradabilidad tener en casa RDA solo por algunos días es la característica común. Para acumular en casa un RDA de 15 a 30 días se requiere de un depósito con tapa hermética por ser un proceso fermentativo que genera pocos olores, con doble fondo para captar líquidos que se desprenden. El tratamiento es por inoculación cada vez que se desecha un RDA; al utilizar 50 gramos de Bokashi EM1® cada vez que se depositan 500 gramos de RDA fue la mejor respuesta agronómica. Los RDA tienen una relación C/N baja por lo que es necesario contener las cantidades de amonio generadas así como el exceso de humedad, se usó zeolita natural obteniendo los mejores resultados a una proporción de 1:1 en peso.

## ABSTRACT

Domestic food waste (RDA) due to its biodegradable, heterogeneous nature, with high moisture content is difficult to handle, its management is difficult since they generate annoying and leached odor gases (liquid released) that pollutes the environment. Its collection, storage and treatment worsens when mixed with other types of waste.

RDAs contribute almost half of municipal waste, so they require special attention in their management. They are candidates to elaborate with them compositions of excellent quality by not mixing with other residues, by performing a beneficiary prior treatment reducing annoying odors in the initial stages of the process.

The present work intends to demonstrate that the RDAs separated and treated at the site with Effective Microorganisms EM1® produce the gas-generating odor. When mixed with zeolite, it modifies its toxicity, facilitates its handling by retaining excess moisture and improves the chemical physical characteristics of the RDA for its viability in agricultural use.

Due to cultural aspects and its biodegradability, having RDA at home only for a few days is the common characteristic. To accumulate at home a RDA of 15 to 30 days requires a tank with a tight lid because it is a fermentation process that generates few odors, with a double bottom to capture fluids that are released. The treatment is by inoculation each time a RDA is discarded; using 50 grams of Bokashi EM1® each time 500 grams of RDA are deposited was the best agronomic response. The RDAs have a low C / N ratio so it is necessary to contain the amounts of ammonium generated as well as the excess humidity, natural zeolite was used to obtain the best results at a ratio of 1: 1 by weight.

## AGRADECIMIENTOS

En especial a Claudia Arroyo Pitacua y su equipo por su participación activa en este proyecto.

A la Red Española de Compostaje por ampliar el ámbito y posibilidad de acceder al conocimiento en la Gestión Tratamiento y Valorización de los Residuos Orgánicos.

A Concepción Paredes Gil por su estímulo.

A María José López López por sus comentarios y guía.

A la familia por su paciencia y comprensión de mis locuras.

A ti PADRE-MADRE por el amor al Medio Ambiente...TODO



## Tabla de contenido

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	6
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	8
1.1. Residuos de alimentos domésticos: problemática.....	9
1.2. Tratamiento de residuos de alimentos domésticos: Bokashi y compostaje .....	11
1.3. Uso de Zeolita .....	15
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	17
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	19
3.1. Microorganismos efectivos (EM)-Bokashi .....	20
3.2. Zeolita .....	21
3.3. Recolección y tratamiento de residuos alimenticios .....	22
3.4. Aplicación de residuos alimenticios como sustrato .....	24
3.5. Medidas analíticas .....	25
3.5.1. Análisis sensorial .....	25
3.5.2. Análisis fisicoquímico .....	26
3.5.3. Análisis microbiológico .....	26
3.5.4. Fitotoxicidad .....	26
3.6. Análisis de datos.....	28
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	28
4.1 Tratamiento de residuos alimenticios.....	28
4.2. Aplicación de residuos alimenticios: Fitotoxicidad .....	34
4.3. Aplicación de residuos alimenticios: Crecimiento de plantas .....	36
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b> .....	41
<b>ANEXOS</b> .....	45
Anexo 1. Resultados del análisis sensorial.....	45
Anexo 2. Evolución del pH y la CE en residuos y lixiviados de Bokasheras .....	46
Anexo 3. Informe de resultados químicos, fisicoquímicos y microbiológicos de residuos y lixiviados 15 días .....	47
Anexo 4. Resultados de fitotoxicidad (índice de germinación-%) de residuos tratados .	62
Anexo 5. Reporte de resultados de germinación y expresión fenotípica en la siembra de rábano en maceta .....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

Los residuos de alimentos domésticos (RDA) constituyen casi la mitad del total de los residuos municipales, pudiendo ser mayor si a ellos se le suman otros componentes orgánicos (Gustavsson et al., 2011). Estos residuos generan pérdidas considerables debido a su desecho, al no cumplir su propósito nutritivo, así como graves problemas de contaminación cuando no son manejados adecuadamente. Por su naturaleza heterogénea y altos contenidos de humedad, su gestión se dificulta, ya que, durante su almacenaje generan gases de olor molesto junto con lixiviados que contaminan. Los RDA por su naturaleza reactiva y alto contenido de humedad son biodegradables, sin embargo, sus contenidos heterogéneos, con presencia de una elevada proporción de impropios (materiales no biodegradables) dificultan su manejo y la aplicación de procesos de tratamiento o estabilización. No obstante, si se emplean estrategias factibles se puede abordar su bioconversión de forma económicamente viable (Dahiya et al., 2018). Mediante la adecuada planificación en la gestión e infraestructura, los RDA, en la mayoría de las economías en desarrollo, podrían manejarse de una manera más adecuada y rentable, aunque actualmente se carece de tales herramientas (Sharholly et al., 2008). Mediante su separación y manejo adecuado por medio de un tratamiento fermentativo en los hogares, es posible frenar su rápida degradación y efecto contaminante (Ramirez et al., 2017).

En los apartados siguientes se ofrece una visión global y actualizada sobre la problemática asociada a los residuos de alimentos domésticos y las técnicas actualmente disponibles para su tratamiento, específicamente en las que se abordan en este trabajo, que implican el empleo de microorganismos efectivos (EM®). Adicionalmente se describen algunas características de las zeolitas que en este trabajo se emplean conjuntamente con los RDA en suelo.

## 1.1. Residuos de alimentos domésticos: problemática

Los desperdicios de alimentos son descartes deliberados de productos comestibles, ya sea por despilfarro o debido a pérdidas por descomposición o desaprovechamiento (FAO, 2016). Los RDA se clasifican como residuos activos, ya que tienen un elevado contenido en humedad y materia orgánica, y una baja relación Carbono/Nitrógeno. Esto último provoca una mineralización intensa del nitrógeno, generando principalmente amonio y produciendo olores desagradables como consecuencia de su descomposición (Pagans et al., 2006). Adicionalmente, otro problema común en este tipo de residuo es la presencia de microorganismos potencialmente dañinos para el ser humano.

En México, en 2015, según cifras de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INEGI, 2015), se produjeron 53 millones de toneladas de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), con un promedio diario por habitante de 1,2 kg en el mismo año (INEGI, 2015). La composición de los RSU, según caracterizaciones realizadas en el año 2012, incluye 27,7 millones de toneladas que constituye el 52.4 % de residuos de alimentos (RDA), restos de poda y materiales orgánicos; 13,8 % papeles y cartón; 12,1% residuos sin especificar; 10,9 % plástico; 5,9% vidrio; 1,7% aluminio; 1,1% materiales ferrosos; 1,4% textiles; ,7% otros (SEDESOL 2013). Estas cifras coinciden en cuanto a las cantidades crecientes de residuos de alimentos en los hogares y lugares donde se vende comida. La generación de RSU está muy relacionado con el sistema de producción actual y son una de las causas principales que provocan el deterioro ambiental, esto obedece a que no existe un aprovechamiento adecuado y racional de los recursos (Profepa 2003).

En los hogares se generan RDA que son el resultado de la eliminación de materiales que ya no son útiles a su propietario (DOF, 2003). Por su naturaleza reactiva y sus altos volúmenes, los RDA se han convertido en una prioridad en el desarrollo de estrategias que incentiven a la población al uso racional de este recurso. Los RDA tratados como un recurso pueden ser una opción rentable que contribuya para que estos no sean destinados a vertederos y que eviten mezclarse con otro tipo de residuos ya que se convierten en basura difícil de manejar.

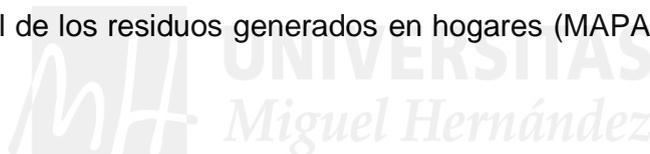
En términos generales en México existe una cultura de escaso aprovechamiento y selección de RSU, basta considerar que del total de residuos generados al año 2012; el 89% del peso correspondió a recolección no selectiva; (RSU mezclados) y solo el 11% del peso total fue recolección selectiva (RSU separados) (SEDESOL 2013). En cuanto al destino final, se estima que el 72% del peso total de los residuos generados se dispone en rellenos sanitarios y vertederos. La disposición final o envío a vertedero de los residuos se refiere a su depósito o confinamiento permanente en sitios e instalaciones que permitan evitar su presencia en el ambiente, y las posibles afectaciones a la salud de la población y los ecosistemas. (SEDESOL 2013). De acuerdo con las cifras oficiales, el 28% del peso total de los residuos generados se depositan en sitios no controlados, variando drásticamente las cifras en poblaciones pequeñas de menos de 100.000 habitantes, en las que el 50% de los residuos se depositan en sitios no controlados y espacios públicos, generando con ello riesgos ambientales y sanitarios para la población y el entorno en general (SEDESOL 2013).

En México por tipo de localidad entre 1997 y 2012 las ciudades pequeñas fueron las que, en términos porcentuales, incrementaron mayormente sus volúmenes de RSU, que pasaron de 1,9 a más de 3,5 millones de toneladas, es decir, un incremento del 84%; seguidas por las zonas metropolitanas, en las que se incrementaron de 11,2 a 18 millones de toneladas, que constituye un incremento del 61% del peso total; y las ciudades medianas, de 11,8 a 15,8 millones de toneladas, lo que supone un 34% de incremento (SEDESOL 2013). Estas cifras parecen indicar que el sistema de recolección fue sobrepasado por la infraestructura disponible para tal fin, sumado a lo anterior la escasa educación ambiental en lo que respecta a la separación de residuos, lo que ha provocado el casi colapso del sistema de recolección.

Otro grave problema se sitúa en vertederos, el envío de cantidades considerables de RDA a los mismos, genera cantidades considerables de lixiviados de contenido muy variable que al ser mezclados con otros residuos de diferente contenido, se mezclan y son un riesgo de contaminación de cuerpos de agua superficiales y

subterráneos (Torres et al, 2011). Adicionalmente, el elevado contenido en materia orgánica biodegradable de dichos residuos ocasiona que, una vez dispuestos en vertederos sufran degradación biológica aerobia o anaerobia, que da lugar a la generación de gases molestos o con efecto invernadero y, adicionalmente, pueden provocar incendios o explosiones en vertederos por el acúmulo de metano.

Aunque no se dispone de un informe detallado sobre el contenido de los RDA, en los RSU de México, se puede tomar como referencia el informe realizado por el Ministerio De Agricultura, Pesca y Alimentación de España, el cual, a través de la Dirección General de la Industria Alimentaria puso en marcha en 2014 el Panel de cuantificación del desperdicio alimentario en hogares en España. En la publicación correspondiente al año 2018 destaca que se tiran restos de alimentos y bebidas a la basura en el 81,5% de los hogares. De total generado, las frutas desechadas constituyen el 31.9% de los residuos, las hortalizas y verduras el 14.4%, los derivados lácteos el 13%, y las bebidas el 6.6%, y todos ellos en su conjunto suman el 65.9% del total de los residuos generados en hogares (MAPA, 2018).



## 1.2. Tratamiento de residuos de alimentos orgánicos domésticos:

### Bokashi y compostaje

El proceso de compostaje es un método adecuado y ampliamente utilizado para la bioconversión de los RDA. Por su efecto estabilizador, el compostaje es sin duda el tratamiento idóneo para el manejo y tratamiento de los residuos de comida separados en sitio; siempre y cuando se manejen adecuadamente sus diferentes etapas e indicadores, por lo general los contenidos de metales pesados rara vez podrán sobrepasar límites permisibles a menos que sean mezclados con otros residuos. Sin embargo, es importante destacar que también presenta ciertos inconvenientes. Así por ejemplo, algunos estudios muestran que en el proceso se pueden generar gases con efecto invernadero tales como óxido nitroso y metano (Ramos y Terry, 2014).

Entre las estrategias para reducir los efectos negativos del compostaje de RDA se ha propuesto inocular los residuos sometidos a compostaje al inicio del mismo con los Microorganismos efectivos (EM®). El tratamiento e inoculación con tecnología EM1® y su contenido de bacterias ácido lácticas pueden ser motor a eliminar problemas de olores en etapas iniciales, aspecto a tomar en cuenta, ya que generalmente en las etapas iniciales es cuando se producen la mayor cantidad de ácidos orgánicos generadores de olores molestos a poblaciones cercanas y en instalaciones, lo cual ha obligado a realizar grandes inversiones para confinar estos residuos y filtrar los gases generados. Además, dichos microorganismos condicionan la producción de sustancias que pueden inhibir el crecimiento de especies microbianas dañinas, desintoxicar sustancias nocivas y aumentar la proliferación de microorganismos beneficiosos (Mayer et al., 2010).

Los "Microorganismos efectivos" (EM) son un preparado microbiano, catalogado como biofertilizante, cuya composición detallada se mantiene en secreto (Mayer et al., 2010). Fue desarrollado por Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón (Higa, 1991) y se ha descrito como una combinación de aproximadamente 80 'microorganismos beneficiosos coexistentes', que se seleccionaron de más de 2000 especies aisladas de diversos entornos (Higa, 1991). En el producto se informa que las preparaciones EM incluyen poblaciones de bacterias del ácido láctico y levaduras, y un menor número de bacterias fototróficas, hongos filamentosos y actinomicetos (Higa y Parr, 1995). Estas especies pueden coexistir en un medio líquido y se informa que son abundantes en la solución portadora a un pH por debajo de 3,5 (Higa, 1991). Las principales especies incluidas en las preparaciones de EM son las bacterias del ácido láctico *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* y *Streptococcus lactis*; las bacterias fotosintéticas *Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*; las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*; los actinomicetos *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus*; y, por último, los hongos *Aspergillus oryzae* y *Mucor hiemalis* (Higa y Park, 1994). No está claro si los preparados EM contienen microorganismos que pueden actuar como promotores del crecimiento vegetal (PGPM-Plant-Growth-Promoting Microorganisms), pero Higa (1991) sugirió una gama muy amplia de

aplicaciones de preparaciones EM y ha descrito efectos beneficiosos en diferentes ambientes tales como suelos, plantas y agua. Se ha propuesto que las preparaciones EM ayudan a producir sustancias que actúan como antioxidantes, tales como inositol, ubiquinona, saponina, polisacáridos de bajo peso molecular, polifenoles y agentes quelantes. Estas sustancias pueden inhibir especies microbianas dañinas; mejorar la proliferación de microorganismos beneficiosos y desintoxicar sustancias nocivas simultáneamente (Higa, 1993, 2001, 2003). EM está disponible comercialmente como suspensión concentrada de EM-1®. Esta preparación se emplea como una formulación básica para la obtención de diferentes preparaciones EM producidas por fermentación anaerobia de melaza y agua de caña de azúcar (EMA), o con melaza de caña de azúcar, agua, etanol y vinagre (EM5), o con melaza de caña de azúcar y un sustrato orgánico fermentable (Bokashi). EMA y EM5 se utilizan como agentes de pulverización para mejorar la calidad del suelo y el estiércol, o como agente de control de enfermedades. Se recomienda la aplicación combinada de preparaciones EM con estiércol o sustratos orgánicos para mejorar la eficiencia de EM (Mayer et al 2010). Los biopreparados con EM® contienen numerosas enzimas que pueden descomponer la materia orgánica, contribuyen a descontaminar el medio ambiente y pueden asegurar la supervivencia y crecimiento de los microorganismos benéficos, tanto en el suelo como en otros medios ambientales (Rabas et al., 2009).

Los Microorganismos efectivos EM1® (Higa y Park, 1994) inicialmente fueron desarrollados y usados como un inoculante para reacondicionar los suelos productores de granos, vegetales y frutales. Posteriormente, las investigaciones llevadas a cabo demostraron que su efectividad alcanzaba al manejo y control de los microorganismos en los más complejos y diversos sistemas ecológicos, ejerciendo una gran influencia en la calidad química y biológica de procesos naturales tales como la putrefacción, fermentación, enfermedades y oxidación (Higa, 1991). El uso de preparados microbianos como aceleradores de la degradación de materia orgánica en el compostaje es una práctica que viene siendo implementada en diversos sistemas agropecuarios alrededor del mundo. Incluso existen diversas marcas comerciales registradas como el EM1®, las cuales se

aplican a nivel internacional para acelerar procesos de compostaje y reducir los problemas de mal olor en sistemas agropecuarios o en el manejo de desechos orgánicos en general (Fatnubi et al., 2008).

Los RDA tratados con EM son un candidato ideal para su aplicación al suelo o para continuar un proceso de compostaje. Dicho tratamiento constituye una alternativa viable en los países en desarrollo debido a su bajo costo, sostenibilidad y su aceptación por parte del público (Lim et al., 2016).

En los procesos de compostaje a cielo abierto suele ser un problema los olores y la proliferación de insectos tales como las moscas, que son molestos para los trabajadores y las poblaciones cercanas a la planta de compostaje. En un trabajo realizado por Kahl y Daly (2015), el pretratamiento de restos orgánicos de alimentos mediante fermentación con la ayuda de microorganismos eficaces (EM®) previo a su compostaje, condujo a una disminución significativa de malos olores y a una mejora del desarrollo del proceso de compostaje, favoreciendo el incremento de la temperatura más rápido en la etapa termófila. Adicionalmente, Kulig y Barczak (2010) observaron un impacto positivo por la aplicación de EM® sobre la reducción de olores emitidos en el patio de almacenamiento de residuos orgánicos, especialmente en las primeras etapas, en las que se logró una disminución de casi cinco veces en el valor de las emisiones, debido principalmente a la disminución de amonio liberado. Así, estos microorganismos permiten conservar el nitrógeno, de modo que, tras el procesado de los residuos alimenticios, al aplicarlos al suelo actúan como biofertilizante, constituyendo una fuente de nutrientes para las plantas, aumentando la fertilidad y mejorando las características físico químicas del suelo (Weil et al., 2002). Adicionalmente los EM® aceleran la degradación de materia orgánica ya presente en el suelo (Zydlik et al., 2006). Esto ha sido demostrado en particular para el Bokashi, también llamado Compost fermentado con Microorganismo efectivos' EM®. Este producto aumenta y acelera la degradación de los residuos orgánicos, tiene efectos positivos sobre la mineralización neta del N y la evolución de la fertilidad en el suelo (Suthamathy y Seran, 2013). Estos efectos podrían ser el resultado de una combinación factores relacionados con la calidad de

los residuos orgánicos sometidos a tratamiento y posibles efectos supresores de una mayor relación C/N en la biomasa microbiana del suelo que corroboran la hipótesis de que los residuos fermentados aceleran la disponibilidad de nitratos (Boechat et al., 2013). Por su parte, Sahain et al. (2007) observaron que aplicaciones de Compost Bokashi Fermentado en suelo aumentan los elementos biodisponibles del suelo en comparación con el no tratado.

Una de las opciones más viables para la regeneración de suelos degradados es el uso de RDA separado y fermentado en sitio, esto puede permitir obtener mayores beneficios y evitar que estos residuos sean mezclados con otro tipo de residuo y con ello impedir su contaminación o que se degraden rápidamente (Yepes et al., 2011). Parte de la energía contenida en los RDA se libera con el propósito de ser depositada en el suelo y con ello promover una mayor actividad de los organismos nativos. Analizar las formas adecuadas de usar este residuo evitando su toxicidad tanto al suelo como a los cultivos es una tarea por resolver.

### 1.3. Uso de Zeolita

El término “zeolita” se utilizó en sus orígenes para designar una familia de minerales naturales que presentaban como propiedades particulares el intercambio de iones y la desorción reversible de agua. Esta última propiedad es la que dio origen al nombre genérico de zeolita, acuñado por Cronstedt en 1756, el cual deriva de las palabras griegas, zeo (hervir) y lithos (piedra) (Cecchini 2013). Según la definición más tradicional, las zeolitas son aluminosilicatos cristalinos microporosos compuestos por tetraedros  $TO_4$  ( $T=Si, Al$ ) que comparten átomos de oxígeno conectando tetraedros adyacentes, formando una estructura que encierra cavidades ocupadas por iones y moléculas de agua, ambos con una considerable libertad de movimiento (Palomino, 2016).

Actualmente, la IZA (International Zeolite Association) reconoce 229 estructuras zeolíticas o zeotipos distintos (Soca et al., 2016). Muchas zeolitas poseen un sistema de canales que se entrecruzan formando sólidos microporosos bi y

tridimensionales, cuyas propiedades dependen básicamente de su composición química, principalmente en la capacidad de intercambio iónico, debido a la presencia en su estructura de cationes móviles. Además, la carga estructural aportada por la presencia del aluminio hace que las zeolitas posean un comportamiento hidrófilo, muy característico de las zeolitas con elevado contenido en aluminio. El armazón estructural está constituido por tetraedros de Si-O ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ) y Al-O ( $\text{AlO}_4^{5-}$ ) que se unen por los vértices. Dado que el silicio presenta típicamente valencia 4 ( $\text{Si}^{4+}$ ) y el aluminio valencia 3 ( $\text{Al}^{3+}$ ), las zeolitas se encuentran “descompensadas eléctricamente”, por lo que necesitan incorporar cationes para mantener la neutralidad, de ahí sus propiedades de intercambio iónico. Los cationes presentes en una disolución acuosa pueden ser fácilmente intercambiados por otros cationes mediante el empleo de zeolitas y, por esto mismo, uno de los rasgos más característicos que definen a las zeolitas es la capacidad de ser empleadas como adsorbentes en procesos de separación (Palomino, 2016). Es de destacar que las zeolitas naturales ejercen una eficaz influencia en el pH del suelo así como en la eficiencia para la retención de agua, en la disponibilidad de elementos esenciales (aún como micro elementos), situación que puede facilitarse por el proceso de intercambio, y la posibilidad de retención de metales tóxicos en el suelo generando especies de gran estabilidad.

Las Zeolitas exhiben también una alta selectividad por el  $\text{NH}_4^+$ , algunos estudios evaluaron su uso en el tratamiento de efluentes civiles. Diversos estudios sobre la pareja  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$  confirmaron la notable selectividad de la zeolita por el amonio, además del intercambio total de los cationes. Diferentes zeolitas naturales, especialmente en la forma sódica; han demostrado un comportamiento altamente selectivo para el amonio (Rodríguez, 2016).

Las zeolitas naturales, tienen la ventaja del bajo costo, la amplia disponibilidad, las buenas propiedades mecánicas y térmicas y la combinación de una alta capacidad de adsorción con la habilidad de ajustar el pH del suelo y de los sistemas acuosos. Además, las zeolitas naturales, no introducen polución adicional en el medio ambiente (García, 2002; Ferrer et al., 2004).

## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Aprovechar la energía contenida en residuos de alimentos en actividades productivas de manera inmediata o como reserva en suelos es sin duda un beneficio mayor que el actual, se evita que esta energía se desprenda al medio ambiente como gas nocivo y, por tanto, se convierte en materia prima para los sistemas agrícolas.

Desde la década de 1960, debido al creciente reconocimiento del estado de degradación ambiental a escala mundial, se ha impulsado un proceso de cambio en el pensamiento global y en las formas de interacción de la Sociedad y la Naturaleza, basados ahora en el conocimiento y el análisis interdisciplinario de la compleja problemática socio ambiental (García, 2006).

Los residuos sólidos han ocasionado impactos ambientales negativos por su disposición inadecuada, y porque cada vez son más, debido al incremento de la población humana, a los procesos de transformación industrial (globalización), y a los hábitos de consumo de los individuos (SEDESOL, 2013).

En la actualidad, se ha tratado de buscar solución a éste problema, implementando la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS), de la cual hace parte una integralidad de procesos que van desde: separación en sitio (orgánico, reciclaje e inservible), hasta la transformación de los que permiten este proceso o a la disposición final de los que no se pueden reciclar.

A partir de la separación en sitio se han buscado usos alternativos benéficos para el entorno, como es el proceso de aprovechamiento de residuos alimenticios como materia prima en el área de agricultura. Esto, con el objetivo de implementar nuevas alternativas a los sistemas de producción agrícola y disminuir el alto y desmedido uso de fertilizantes químicos que provoca la degradación de los suelos (Programa Américas, 2019).

La degradación de los suelos se define como “un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes

o prestar servicios para sus beneficiarios”, puede ser ocasionada por procesos naturales o por la intervención humana, y posee repercusiones negativas a largo plazo tales como la pérdida de diversidad genética, menor productividad agrícola y una menor resiliencia de los ecosistemas a eventos climáticos extremos (Programa Américas, 2019).

Una de las opciones más viables para la regeneración de suelos degradados es el uso de residuos de alimentos domésticos separados y fermentados en sitio. Esto puede permitir obtener mayores beneficios y evitar que dichos residuos sean mezclados con otros residuos, impedir su contaminación o que se degraden rápidamente. Parte de la energía contenida en el residuo de alimento se libera con el propósito de ser depositada en el suelo y con ello promover una mayor actividad de los organismos nativos. Analizar las formas adecuadas de usar este residuo evitando su toxicidad tanto al suelo como a los cultivos es una tarea a resolver. (Ramos y Terry, 2014).

**En este trabajo se pretende determinar la viabilidad de producir un abono orgánico con residuos frescos domésticos separados en sitio y tratados con microorganismos efectivos EM1® por un periodo de 15 días, separación de lixiviados y mezclas con zeolita para mitigar toxicidad y analizar las cualidades de su aplicación.**

El propósito del uso de EM1® en residuos de alimentos separados en sitio es impedir que los residuos sufran un proceso degradativo acelerado y, como consecuencia, la producción de olores molestos, además de constituir un foco de plagas y enfermedades. El proceso es útil para que las poblaciones de microorganismos beneficiosos se multipliquen e invadan el residuo. Al iniciar el proceso de separación y fermentación de los residuos se podrán acumular volúmenes hasta por 15 días para su posterior recolección y separación de la humedad contenida en los residuos, separándose entre un 10 a 15% de lixiviados. Estos lixiviados al separarse, se convierten en materia prima en áreas como agricultura y medio ambiente para uso como biofertilizantes o tratamiento de efluentes. Al final, en un periodo de acumulación de residuos, que fácilmente puede

extenderse hasta 30 días sin generar olores y que, para efecto de estudio se determinó en 15 días, tendremos un residuo con una relación C/N baja, un residuo de naturaleza reactiva, generalmente toxico a los cultivos por sus altos contenidos de nitrógeno (amonio), ácidos volátiles orgánicos y sales, es de esperarse que aplicaciones sean tóxicas o inhibitorias para los cultivos. Sin embargo, con el uso de la Zeolita se pretende reducir hasta en un 80% el efecto inhibitorio sobre germinación.

Para la consecución del objetivo anteriormente descrito y verificar las hipótesis planteadas se propusieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el efecto de la inoculación de los residuos orgánicos con el consorcio EM1® por un periodo de 15 días sobre la evolución del proceso fermentativo y la calidad del producto.
- Determinar características químicas al término de 15 días de acumulación del residuo.
- Evaluar toxicidad del abono orgánico en laboratorio por medio del protocolo de germinación
- Evaluar el efecto del abono orgánico en siembra de rábano.
- Evaluar el efecto de la mezcla de residuos y Zeolita en la germinación y siembra de rábano.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

A continuación, se describen las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto. En primer lugar, se describen los microorganismos efectivos empleados y la zeolita. A continuación, se detalla el método de recolección y tratamiento de los residuos alimentarios (tratados con o sin EM1 a distintas proporciones), así como los experimentos relativos a la aplicabilidad de los materiales tratados como sustrato agrícola (fitotoxicidad y cultivo de rábano en presencia o no de zeolita). Finalmente, se indican los parámetros y técnicas analíticas empleadas para determinar el efecto de cada uno de los tratamientos aplicados y el tratamiento de datos.

### 3.1. Microorganismos efectivos (EM)-Bokashi

Los microorganismos EM•1® Effective Microorganisms producidos por EMRO JAPAN son obtenidos en México por Grupo Día, S.A. de C.V. y distribuidos por Vita Solum S.A. de C.V. EM•1® es un producto líquido que contiene los microorganismos y viene acompañado de todos los elementos necesarios para preparar Bokashi, incluyendo: melaza de caña, salvado de trigo, medidor de volúmenes, un recipiente para preparar el Bokashi y realizar el tratamiento fermentativo (Bokashera). Estos últimos elementos se detallan en el apartado 3.3 (Figuas 2 y 3).

EM-1 Bokashi, es un producto de salvado de trigo fermentado con EM 1 “Microorganismos eficaces” que acelera la descomposición de materia orgánica. Los microorganismos presentes en el EM•1® están en estado de latencia y deben activarse antes de su uso. Para ello, se mezclan con melaza de caña y agua en las siguientes proporciones:

- 1 parte de EM•1® (5%)
- 1 parte de melaza de caña (5%)
- 18 partes de agua limpia, sin cloro (90%)

Para preparar Bokashi se mezcla 40 kg de salvado de Trigo con los 20 L de EM 1 “ACTIVADO” previamente obtenido. Para ello, se esparce sobre una superficie plana el salvado de trigo y se abre un espacio en la parte de en medio a manera de fuente. Sobre ésta se vierten 5 L de EM-1 (ACTIVADO) y se mezcla con toda la masa. A continuación, se incorporan poco a poco los 15 L restantes de EM-1 ACTIVADO y se mezcla con el salvado de trigo para humedecer de forma homogénea por toda la masa. El “EM-Bokashi” está listo una vez que al comprimirlo no gotee y quede compacto en segundos. Esta mezcla se embolsa para que se mantenga en ambiente anaeróbico y puede usarse 7 días después de la fecha de elaboración.

### 3.2. Zeolita

Para los ensayos de aplicación como sustrato agrícola del producto final obtenido tras los tratamientos de los residuos alimentarios (ver apdo. 3.4), se empleó zeolita, a la cual se realizó una prueba de granulometría. Para realizar la granulometría, 100 g de material se hicieron pasar por una serie de 5 mallas con diferentes medidas de aberturas (Figura 1). Al término del tamizado, se realizaron los cálculos correspondientes para obtener los porcentajes de material acumulado, y que pasó por la última malla, para determinar que la granulometría de la Zeolita corresponde a una Arena Gruesa de 1,7 mm, de acuerdo a la tabla de referencia (Soca et al., 2016).



**Figura 1.** Tamices utilizados para prueba de Granulometría

**Tabla 1.** Tamizado de la Zeolita

MALLA	ABERTURA (mm)	RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	PASA POR MALLA (%)
6	3	3.1	3.1	3.1	96.9
10	2	1	1	4.1	95.9
18	1	0.6	0.6	4.7	95.3
25	0.66	0.8	0.8	5.5	94.5
35	0.5	1.7	1.7	7.2	92.8
Tara		92.8	92.8	100	*

### 3.3. Recolección y tratamiento de residuos alimenticios

La recolección de residuos se llevó a cabo en tres hogares, en los que se obtuvieron diariamente después de la preparación de alimentos. Una vez recolectados, los residuos, se picaron manualmente con tabla y cuchillo convencional de cocina y se separaron en cubetas de 20 L, denominadas Bokasheras, que presentan doble fondo, con una rejilla perforada en la base, para permitir el paso de lixiviados, y una tapa de cierre hermético (Figura 1). En la parte inferior de la cubeta se hizo una perforación para retirar los lixiviados. Los residuos se recogieron diariamente durante un período de 15 días, incorporando cada día 300 g de ellos en la Bokashera (Figura 1).



**Figura 2.** Cubeta Bokashera con rejilla perforada (Izda.); Medida de residuos para incorporar a Bokashera (Dcha)

Se realizaron tres tratamientos a los residuos que se incorporaron a la bokashera:

- T-Testigo: solo residuos alimenticios.
- T1: Residuos alimenticios + 50 g de EM 1 Bokashi.
- T2: Residuos alimenticios + 100 g de EM 1 Bokashi.

Los residuos (300 g) se incorporaron diariamente a la bokashera, junto con el tratamiento específico, y tras cada incorporación, el material se compactó (Figura

3). Para cada tratamiento Se emplearon 5 repeticiones, y cada tratamiento se identificó con un color diferente en la tapadera de la Bokashera (Figura 3). Las Bokasheras se mantuvieron a temperatura ambiente.



**Figura 3.** Bokashi y presionador empleado para compactación después de cada adición de residuos (Izq.); Bokasheras para cada tratamiento T1 Amarilla, T2 Verde, T azul (Dcha).

Durante el desarrollo del experimento se recogieron muestras del material sólido (2 g) y del lixiviado (2 mL) a los 5, 10 y 15 días de tratamiento. En estas muestras se analizó pH, Conductividad Eléctrica y, adicionalmente, se efectuó un análisis sensorial de apariencia y olor del material, de acuerdo con la metodología especificada en el apartado 3.5 (Medidas Analíticas).

Al término del tratamiento (15 días), los materiales finales fueron molidos en un molino eléctrico industrial para los Análisis fisicoquímico (materia orgánica, Ctotal, Ntotal, P, K, Na, Ca, Mg, nitratos, cloruros, sulfatos, Cu, Fe, Zn, Mn, B, pH y CE) y y microbiológico (*Salmonella*, Coliformes y *Escherichia coli*). Adicionalmente, el material final triturado se empleó como sustrato para los ensayos descritos en el apartado 3.4., que incluyen medida de fitotoxicidad (índice de germinación) y de crecimiento de planta.

### 3.4. Aplicación de residuos alimenticios como sustrato

Para evaluar la potencial aplicación de los residuos tratados como sustrato para el crecimiento de las plantas se realizaron dos experimentos que incluyeron:

- Determinación de la fitotoxicidad de los materiales finales
- Determinación del crecimiento de plantas de rábano

Para el ensayo de **fitotoxicidad** se prepararon tres tipos de mezclas diferentes con cada uno de los productos (residuos) generados en los tratamientos descritos en el apartado 3.3., con la incorporación o no de zeolita. Las mezclas se especifican en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Mezclas empleadas para el análisis de la fitotoxicidad.

Código	Residuo (g)*	Zeolita (g)
M1	1	1
M2	2	2
M3	2	0

\*Residuo alude al material final procedente de los tres tratamientos efectuados (T, T1 y T2)

En cada una de las muestras se analizó la fitotoxicidad mediante la determinación del índice de germinación de semillas de rábano (*Raphanus sativus*), tal y como se describe en el apartado de medidas analíticas (3.5).

Para determinar el posible uso de los residuos alimenticios como aporte de materia orgánica al suelo se realizó un experimento en el que los residuos se mezclaron con suelo (300 g) y se analizó el efecto de la presencia de zeolita, que se incorporó en una proporción del 10%. En total se analizaron 10 mezclas diferentes que se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Composición de los sustratos empleados para el cultivo de rábano\*

N	Código	Descripción*	Residuo (g p.f.)	Residuo (% p.s)
1	S	Suelo Control	0	0
2	R-10%	Residuo sin tratamiento (T)	143,06	10
3	RZEO-0.5%	Residuo sin tratamiento (T) + Zeo	5,51	0,5
4	RZEO-1%	Residuo sin tratamiento (T) + Zeo	11,02	1
5	R50EM-10%	Residuo T1 50gBokashiEM	213,67	10
6	R50EMZEO-0.5%	Residuo T1 50gBokashiEM + Zeo	8,23	0,5
7	R50EMZEO-1%	Residuo T1 50gBokashiEM + Zeo	16,46	1
8	R100EM-10%	Residuo T2 100gBokashiEM	114,28	10
9	R100EMZEO-0.5%	Residuo T2 100gBokashiEM + Zeo	4,40	0,5
10	R100EMZEO-1%	Residuo T2 100gBokashiEM + Zeo	8,81	1

\* Los residuos se añadieron a 300 g de suelo. En las mezclas con zeolita (Zeo), ésta se incorporó al 10%. p.f. = peso fresco; p.s.= peso seco. T, T1 y T2 alude a los tres tratamientos realizados a los residuos (Apdo. 3.3).

Las plantas se mantuvieron con iluminación natural a temperatura ambiente y una lámina de riego de 5 mL /día. Para cada tratamiento se evaluaron los siguientes parámetros:

- Numero de semillas germinadas a los 5 días.
- Expresión fenotípica a los 15 y 30 días: Número y tamaño de Hojas
- Tamaño de Hojas, raíz y fruto
- Observación del comportamiento de las plantas en el sustrato de las muestras inoculadas con EM 1 Bokashi + Zeolita.

### 3.5. Medidas analíticas

#### 3.5.1. Análisis sensorial

El análisis sensorial y odorimétrico fue realizado gracias a la colaboración de 5 personas que evaluaron y dieron seguimiento durante los 15 días del tratamiento. La valoración se realizó a los 5, 10 y 15 días, y cada voluntario realizó cinco valoraciones para cada tiempo. Todas las bokasheras se abrieron y una a una se evaluó el olor y aspecto físico. Cada evaluador emitió una puntuación de acuerdo a los criterios especificados en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Indicadores de resultados apariencia y olor

Cualidad	Valoración
Agradable	2
Poco Agradable	1
	0
	-1
Desagradable	- 2

### 3.5.2. Análisis fisicoquímico

Los análisis de pH y conductividad eléctrica se realizaron a los 5, 10 y 15 días en los materiales sólidos y lixiviados obtenidos directamente de las bokasheras en cada uno de los diversos tratamientos. Para ello se tomó 1 g de muestra sólida y 1 mL en el caso de lixiviados para su posterior análisis con ionómetros.

En las muestras sólidas finales (15 días) se realizaron los siguientes análisis por un laboratorio externo (Agrolab), de acuerdo con siguientes métodos: Materia orgánica y Cenizas por Calcinación por mufla; N Kjehdal, Ctotal: Cálculo% MO/1.72; pH y CE: en solución 1:5 en potenciómetro; Cl por Titulación con AgNO<sub>3</sub>; N-NO<sub>3</sub> en columna de Cadmio; CO<sub>3</sub> por Titulación con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Humedad según NMX-F-482-1082.

### 3.5.3. Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron en un laboratorio externo (Agrolab) bajo los siguientes métodos: *Coliformes Fecales* según Método Interno de Laboratorio basado en NMX-AA-042-SCF1-2015; *E. coli* según Método Interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015; *Salmonella* según Método basado en NOM-114-SSA1-1994.

### 3.5.4. Fitotoxicidad

La fitotoxicidad se evaluó en los materiales finales tras cada tratamiento y para tres mezclas realizadas con cada uno (ver Tabla 1) mediante la determinación de índice de germinación (%IG) de acuerdo con el protocolo descrito por (Zucconi et al., 1985). Para la realización del ensayo se emplearon semillas de rábano

(*Raphanus sativus*). Dichas semillas se incubaron sobre un papel impregnado con extractos de las muestras cuya fitotoxicidad se quiere determinar. El %IG se calcula a partir del porcentaje de semillas germinadas y la longitud de las raíces de dichas semillas en comparación con un control con agua. El protocolo se describe a continuación.

De cada uno de los materiales, se pesaron 2 g de muestra seca a los que se incorporaron, 3 mL de agua para humedecer hasta alcanzar un 60% de humedad (1,5 mL por gramo de muestra) y se dejaron 30 min en reposo. A esta mezcla se añadieron 27 mL de agua para obtener la dilución 1/10, y la suspensión se filtró a vacío (para retirar el material sólido) en un sistema filtrante con kitasato. El extracto acuoso obtenido se filtró a través de filtros estériles de 0,45 µm y 4 mL de este extracto se incorporó sobre un papel filtro estéril colocado previamente en placas Petri. Se empleó un control con la misma cantidad de agua destilada estéril. Sobre cada papel de filtro impregnado se colocaron con pinzas 25 semillas equidistantes por placa. Se emplearon un total de 4 placas por muestra (100 semillas), incluyendo el control. Las placas con las semillas se incubaron tapadas durante 48h a 25°C. Tras la incubación se midió el número de semillas germinadas y la longitud de la radícula de las semillas.

Los resultados se expresaron como índice de germinación (%IG), el cual se obtiene al multiplicar el porcentaje de germinación (G) por el porcentaje de crecimiento de las raíces (L) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\%IG = [(GS\% \times LS) / (Gdw\% \times Ldw)] \times 100$$

Donde:

%IG: Porcentaje de Índice de Germinación

%GS: Porcentaje de semillas germinadas en presencia de la muestra

%Gdw: Porcentaje de semillas germinadas en presencia de agua destilada

LS: Longitud media (mm) de radícula de las semillas germinadas en los extractos de las muestras

Ldw: Longitud media (mm) de radícula de las semillas germinadas en agua destilada.

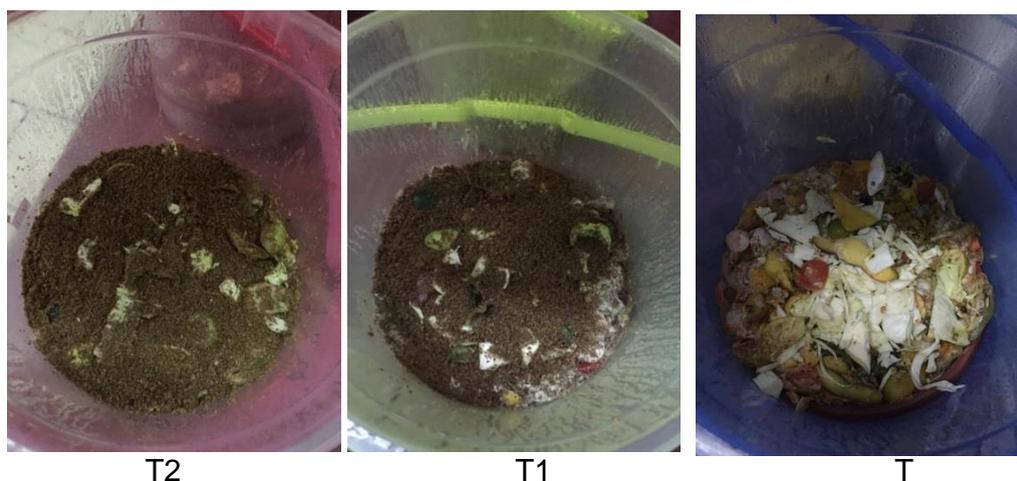
### 3.6. Análisis de datos

Todos los resultados fueron procesados mediante el programa Microsoft Office Excel 2010 para Windows, así como sus gráficas correspondientes. Para la determinación de la influencia de cada factor objeto de estudio (tratamiento, mezclas de sustratos) sobre cada uno de los parámetros evaluados se realizó un Análisis Factorial de Varianza (ANOVA) de una vía, mientras que para evaluar las diferencias significativas entre medias se empleó la prueba de Tukey, utilizando un intervalo de confianza del 95% ( $p < 0,05$ ). Para estos análisis se utilizó el programa Prism Graph versión 5 y 7.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Tratamiento de residuos alimenticios

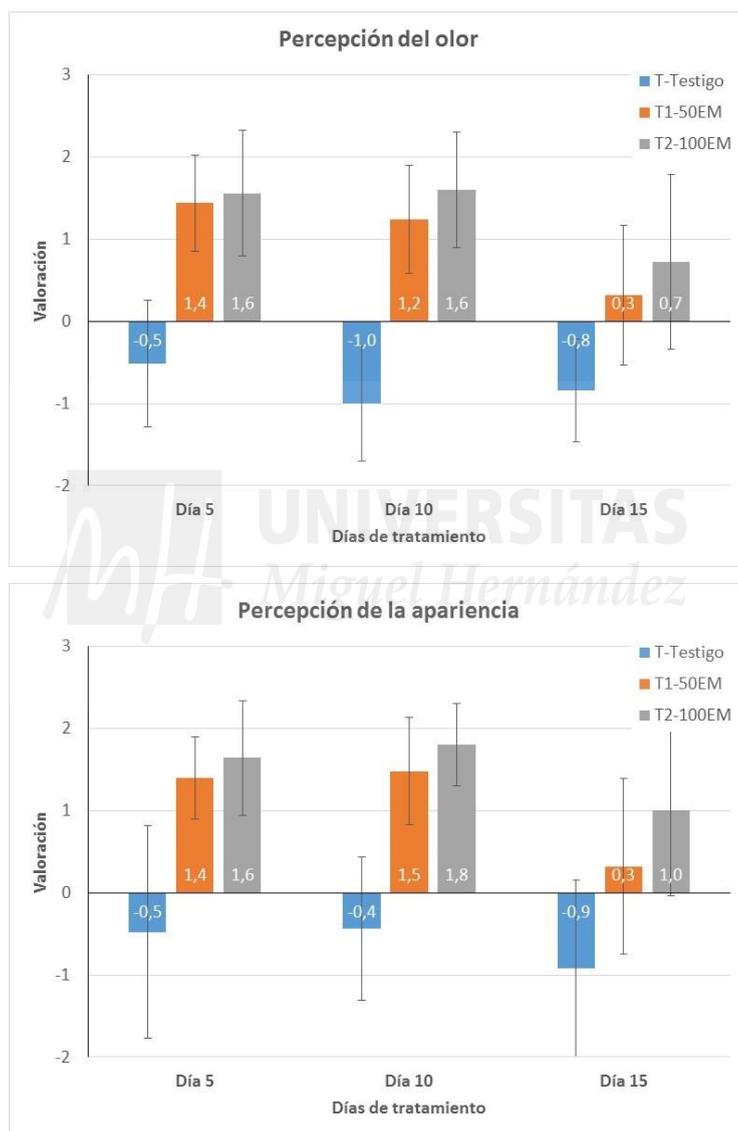
Los residuos alimenticios fueron recolectados en la bokashera durante 15 días y sometidos a tres tratamientos: sin incorporación de EM1-Bokashi (T-Testigo), con incorporación de 50 g (T1) y con incorporación de 100 g (T2). A los 5, 10 y 15 días se realizó un seguimiento de la percepción de olor y apariencia por parte de cinco voluntarios, que emitieron 5 valoraciones para cada tiempo, una para cada repetición de bokahera, evaluando la percepción en una escala de 2 a -2, de más a menos agradable. En la Figura 4 se muestra el aspecto de los residuos sometidos a cada uno de los tres tratamientos, así como la operación de apertura de las cinco bokasheras de cada tratamiento para evaluación sensorial y toma de muestras para análisis de pH y conductividad eléctrica. Cabe mencionar que existió una amplia variabilidad en cuanto al contenido de los residuos, que incluyeron principalmente frutas, vegetales y cítricos.



**Figura 4.** Aspecto de los residuos durante el tratamiento: residuos mezclados-T1&T2 o no con EM (T) (Imágenes superiores); y operación de apertura de las bokasheras para toma de muestras y análisis sensorial, en cada imagen las bokasheras están ordenadas, mostrándose a la izquierda T2, centro T1 y derecha T (Imágenes inferiores).

Los resultados medios de la valoración sensorial se muestran en la Figura 5 y los resultados de la encuesta se desglosan en el Anexo 1. Los residuos no adicionados de EM (T-Testigo) fueron percibidos en todos los muestreos con olor y apariencia desagradable, mientras que los tratados con EM (T1 y T2) fueron valorados positivamente (olor y apariencia agradable o poco agradable) a los 5-10 días o cercano a valoración neutra a los 15 días, sin diferencias apreciables entre los dos tratamientos. De acuerdo con estos resultados, el tratamiento de los residuos

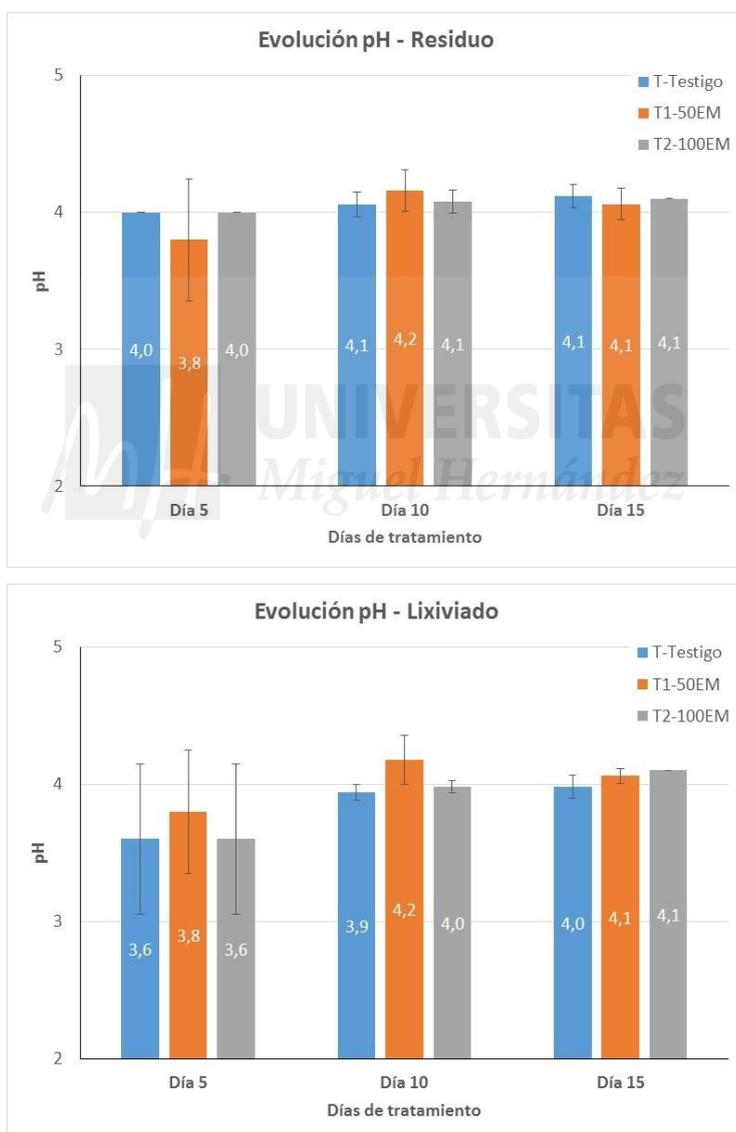
mediante la aplicación de EM1-Bokashi contribuye a mitigar la generación de olores y el deterioro de los alimentos durante su almacenaje en los hogares. Este efecto parece ser indiferente a la carga de EM1-Bokashi incorporada en valores de 50 y 100 g.



**Figura 5.** Análisis sensorial, percepción del olor y la apariencia de los residuos sometidos a tratamiento a los 5, 10 y 15 días. Los resultados son la media de cinco repeticiones de valoraciones emitidas por cinco voluntarios en una escala de 2-agradable; 1-poco agradable; 0-no agradable/desagradable; -1 desagradable; -2 muy desagradable. Las barras de error indican la desviación estándar.

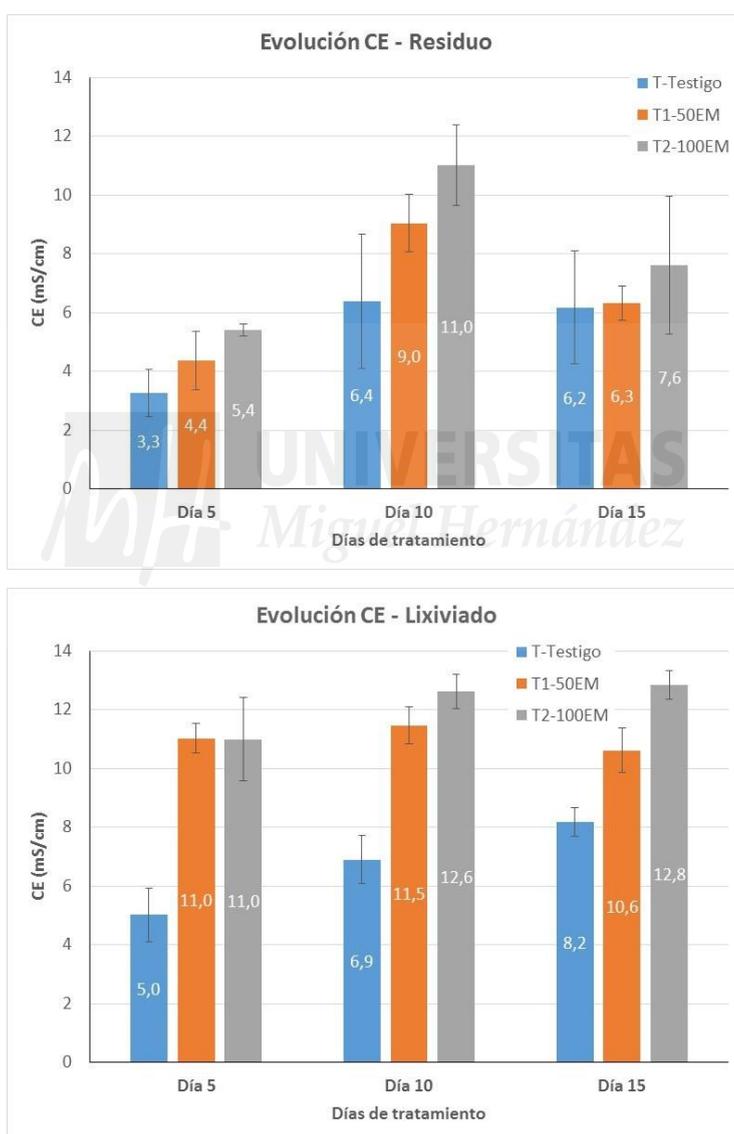
Además del análisis sensorial, se realizó un seguimiento de la evolución del pH y la conductividad eléctrica de los residuos y el lixiviado recogido cuyos resultados medios se muestran en las Figuras 6 y 7, y se desglosan en el Anexo 2.

El pH del residuo se mantuvo en valores alrededor de 4 en todos los tratamientos y tiempos de muestreo. El lixiviado tuvo unos valores de pH iniciales inferiores a 4, pero posteriormente se incrementó a 4 en todos los tratamientos (Figura 6).



**Figura 6.** Evolución del pH en los residuos y el lixiviado durante el tratamiento (T-testigo sin EM; T1- residuo con 50 g EM; T2- residuo con 10 g EM). Los resultados son la media de cinco repeticiones. Las barras de error indican la desviación estándar.

La Conductividad eléctrica (CE) experimentó variaciones más acusadas que el pH durante los tratamientos (Figura 7). En el residuo, la CE se incrementó entre el día 5 y 10, aunque de forma más acusada en los tratamientos con EM, para descender a tiempo final a valores de 6-7. En el lixiviado, el correspondiente a residuos no adicionados de EM (T) tuvo una CE siempre inferior a la de los tratamientos con EM, que se incrementó con el tiempo, mientras que los otros dos lixiviados mantuvieron valores elevados, entre 11 y 12, a todos los tiempos.



**Figura 7.** Evolución de la Conductividad eléctrica (CE) en los residuos y el lixiviado durante el tratamiento (T-testigo sin EM; T1- residuo con 50 g EM; T2- residuo con 10 g EM). Los resultados son la media de cinco repeticiones. Las barras de error indican la desviación estándar.

Al término de los tratamientos, 15 días, se obtuvieron las cantidades de residuos y lixiviado que se especifican en la Tabla 5. Tal y como cabría esperar, la cantidad de material en las Bokasheras con residuos tratados con EM fue mayor debido a la incorporación de EM1-Bokashi.

**Tabla 5.** Balance de masas tras 15 días de tratamiento

TRATAMIENTO	PESO BOKASHERA (kg)	LIXIVIADO (ml)
T-Testigo	8	1700
T1-50 g EM Bokashi	9.7	900
T2 100 g EM Bokashi	13.4	1000

Se realizó un análisis de parámetros fisicoquímicos, químicos y microbiológicos de los materiales finales (residuos) y microbiológico de los lixiviados. Los resultados de estos análisis se muestran en las Tablas 6 y 7, respectivamente.

Cabe destacar que los residuos tratados con EM-Bokashi tuvieron una relación C/N menor (16-18) que los residuos sin EM (26). El pH y la CE tuvieron valores similares en los tres materiales, en torno a 4 en ambos casos. Los niveles de nitratos fueron muy superiores en los residuos sin EM (78,7 mg/kg) que en los tratados con EM (alrededor de 44 mg/kg), por lo que, a primera vista pudiera parecer que el tratamiento con EM produce una cierta pérdida de nitrógeno. Sin embargo, los valores de Nitrógeno total fueron similares en el testigo y en el T1 (con 50 g EM), mientras que fueron mayores en el T2 (con 100 g EM), por lo que parece que este último tratamiento permite una mayor conservación del nitrógeno. En ningún caso se detectó *Salmonella* y, cabe mencionar el hecho de que, con el tratamiento con EM se reduce el contenido en coliformes fecales y *E. coli* (Tabla 6). Para otros parámetros es difícil establecer una relación entre el tratamiento y los niveles obtenidos.

En el caso de los lixiviados, ninguno de ellos presentó *Salmonella*, coliformes fecales y *E. coli* (Tabla 7).

**Tabla 6.** Análisis químico, fisicoquímico y microbiológico de residuos tras 15 días

Parámetro (Unidades)	T-Testigo	T1-50gEMBokashi	T2-100gEMBokashi
Humedad (%)	79,03	85,96	73,75
pH	3,97	4,11	3,96
CE (mS/cm)	3,96	3,45	3,98
Materia orgánica (%)	19,53	12,50	24,91
Cenizas (%)	1,44	1,54	1,34
Ct (%)	11,33	7,25	14,45
Nt(%)	0,44	0,44	0,79
C/N	25,80	16,43	18,38
P (%)	0,17	0,08	0,22
K (%)	0,40	0,38	0,46
Na (%)	0,09	0,10	0,10
Ca (%)	0,11	0,31	0,13
Mg (%)	0,03	< LD	0,05
N-NO3 (mg/kg)	78,70	44,04	43,05
Cl- (mg/kg)	0,09	0,09	0,07
Sulfatos (%)	0,18	0,11	0,21
Cu (mg/kg)	7,03	4,45	8,94
Fe (mg/kg)	392,62	339,24	333,58
Zn (mg/kg)	12,22	0,51	17,35
Mn (mg/kg)	23,96	6,91	30,45
B (mg/kg)	13,90	11,03	14,10
Carbonatos (meq/kg)	ND	ND	ND
Coliformes fecales (NMP/g)	46	2,3	4,3
<i>E. coli</i> (NMP/g)	46	2,3	4,3
<i>Salmonella</i> (en 25g)	Ausente	Ausente	Ausente

NMP= Número más probable; ND= no detectado;

**Tabla 7.** Análisis microbiológico de lixiviados tras 15 días

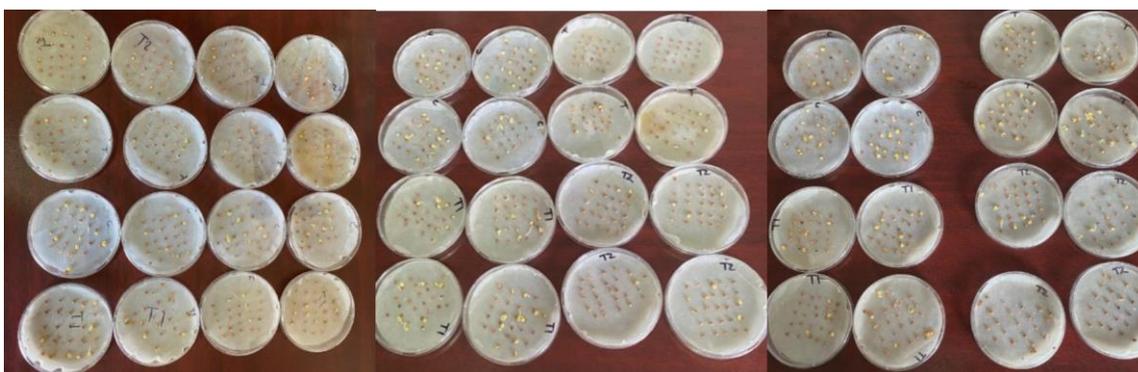
Parámetro (Unidades)	T-Testigo	T1-50gEMBokashi	T2-100gEMBokashi
Coliformes fecales (NMP/g)	< 0,03	< 0,03	< 0,03
<i>E. coli</i> (NMP/g)	< 0,03	< 0,03	< 0,03
<i>Salmonella</i> (en 25mL)	Ausente	Ausente	Ausente

NMP= Número más probable

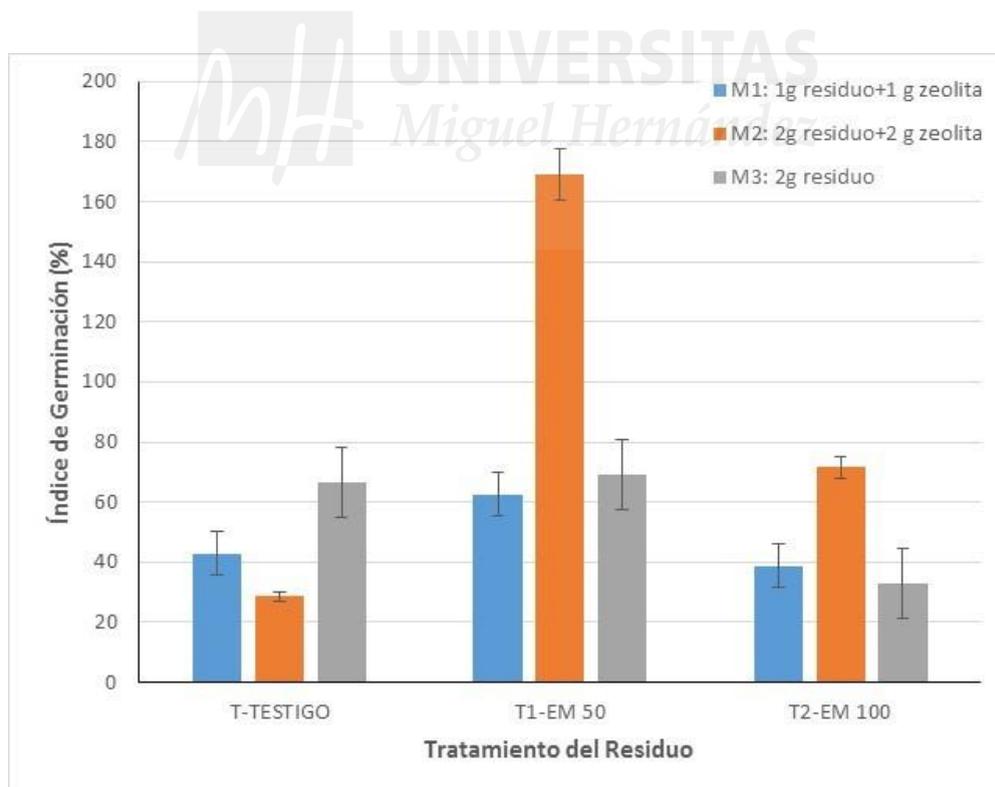
#### 4.2. Aplicación de residuos alimenticios: Fitotoxicidad

Se evaluó el potencial fitotóxico de los residuos tratados y el efecto de su mezcla con zeolita sobre dicha cualidad. Los resultados de estas determinaciones se ilustran en la Figura 8 y se presentan en la Figura 9 (ver Anexo 4). Todos los residuos mostraron un cierto efecto fitotóxico, con valores de índice de germinación (IG %) alrededor o por debajo del 60%, cuando no se mezclaron con zeolita. La mezcla de 1 g de residuo con 1 g de zeolita (M1) también tuvo el mismo efecto. Sin embargo, cuando 2 g de residuo fueron mezclados con 2 g de zeolita (M2), el residuo sometido al tratamiento T1 (adicionado de 50 g de EMBokashi) resultó ser

fitoestimulante, con valores de IG alrededor de 160 %, aunque tal efecto no se observó en el caso del tratamiento T2. De acuerdo con esto, es recomendable incorporar zeolita al residuo, de modo que se amortigüe el efecto negativo del pH ácido sobre la germinación.



**Figura 8.** Análisis de la fitotoxicidad mediante evaluación de la germinación de semillas de rábano de los residuos tratados (T, T1 y T2) mezclados o no con zeolita: 1 g de residuo + 1 g zeolita (M1, izda); 2 g residuo + 2g zeolita (M2, centro); 2 g residuo (M3, dcha).



**Figura 9.** Resultados del análisis de la fitotoxicidad mediante evaluación de la germinación de semillas de rábano de los residuos tratados (T, T1 y T2) mezclados o no con zeolita (M1, M2, M3). Las barras de error indican desviación estándar.

### 4.3. Aplicación de residuos alimenticios: Crecimiento de plantas

Para evaluar la aplicabilidad de los residuos tratados como aporte de materia orgánica a suelo se realizó un experimento en el que los tres tipos de residuos obtenidos según tratamiento (T, T1 y T2) fueron incorporados a suelo (300 g) en distintas proporciones (0,5, 1 y 10%). Debido a que los análisis de fitotoxicidad demostraron que es recomendable incorporar zeolita para amortiguar el efecto del pH ácido, dicho elemento también se consideró como variable, mezclando zeolita con el residuo (10% p/p). De esta forma se obtuvieron diez sustratos diferentes: suelo (S); suelo con 10% de residuo (R-10%; R50EM-10%; R100EM-10%); residuos adicionados con zeolita (RZEO) e incorporados al suelo al 0,5 o 1% (RZEO-0,5 y 1%; R50EMZEO 0,5 y 1%; R100EMZEO 0,5-1%). En estos sustratos se sembraron semillas de rábano, cinco repeticiones por cada sustrato y se evaluó la germinación y el fenotipo de las plantas. En las Figura 10 y 11 se muestran imágenes de la evolución del experimento y del análisis de la expresión fenotípica, respectivamente.

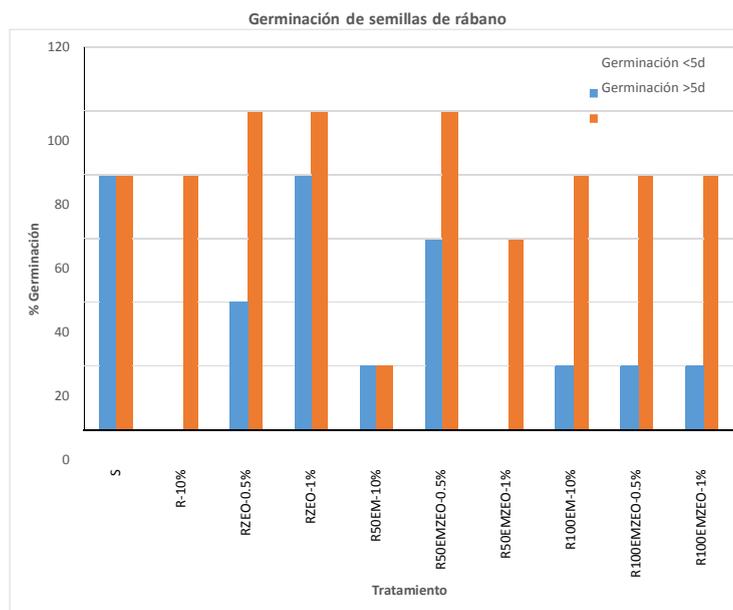


**Figura 10.** Experimento de germinación y crecimiento de rábano: siembra (superior izda); germinación a los 3-5 días (superior dcha); crecimiento a los 12-15 días (inferior izda); crecimiento a los 30 días (inferior dcha).



**Figura 11.** Análisis de expresión fenotípica (medida de longitud, hojas y raíces) de plantas de rábano (cinco repeticiones) sembradas en sustratos (10 tratamientos diferentes según residuo incorporado y su proporción).

En la Figura 12 se muestran los valores medios de germinación de las semillas de rábano en cada sustrato. En general, la presencia de los residuos retardó la germinación de las semillas, ya que se obtuvo una menor proporción de semillas germinadas respecto al suelo sin materia orgánica (80%). Sin embargo, a partir de los cinco días, no se incrementó el número de semillas germinadas en el suelo (S), mientras que en residuos sin tratamiento (T=sin EM) o con tratamiento (T1=con 50g EM) la presencia de zeolita dio lugar a la germinación de todas las semillas. Para el resto de sustratos de suelo con residuos también se produjo un incremento en la germinación, alcanzando el 80% en la mayoría de los casos.

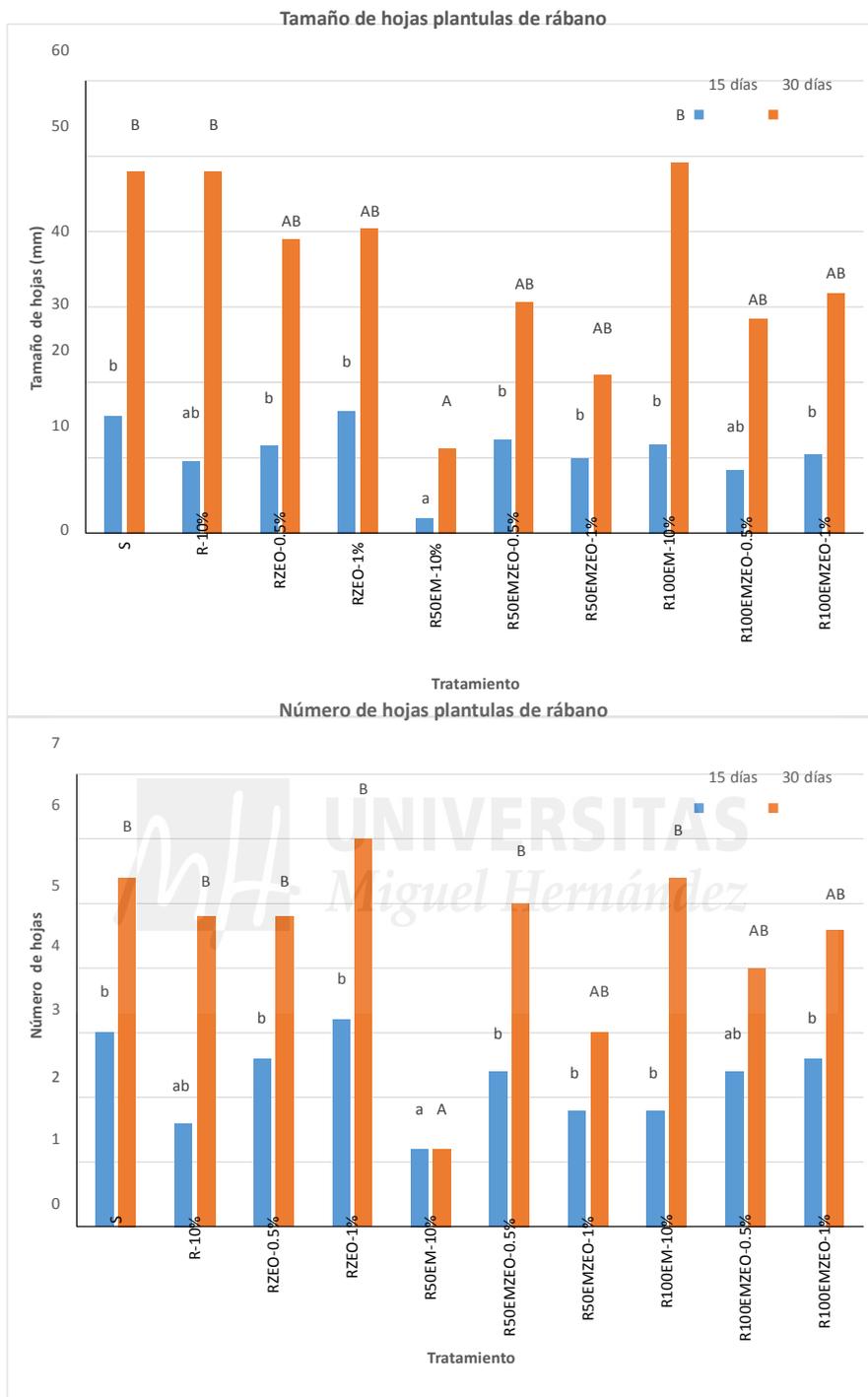


**Figura 12.** Efecto de la aplicación de residuos orgánicos (R) tratados o no con zeolita (ZEO) y/o bokashi (EM) en suelo a distintas proporciones (0,5%; 1%, 10%) sobre la germinación de semillas de rábano (*Raphanus sativus*) en maceta antes o después de 5 días desde la siembra. Suelo control sin material incorporado (S); residuo orgánico incorporado al 10% (p/p) con zeolita (RZEO). Los resultados son la media de 5 macetas sembradas.

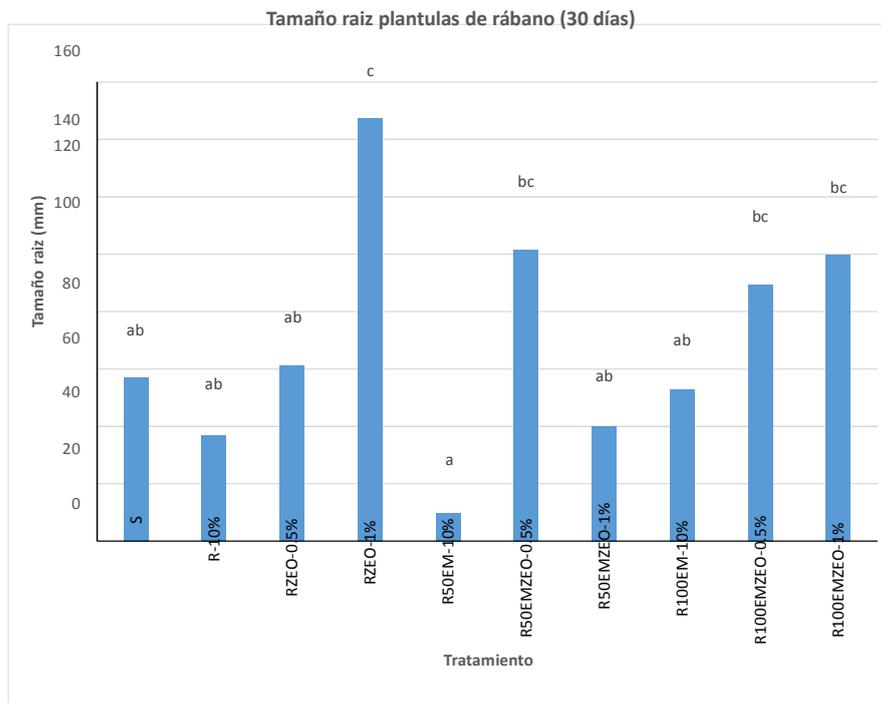
En la Figura 13 se muestra el tamaño y número de hojas de plántulas crecidas durante 15 y 30 días en los distintos sustratos. Ambos parámetros se incrementaron significativamente con el tiempo en todas las condiciones. La variabilidad fue muy acusada, y no se obtuvieron diferencias significativas en ninguno de los dos parámetros entre los valores alcanzados en el suelo testigo (S) y el resto de sustratos analizados. Cabe destacar que la presencia de zeolita con los residuos condicionó la obtención de mayores valores, especialmente en el caso del residuo tratado con 50 g de EM (R50EMZEO vs R50EM). El incremento en la cantidad de residuo añadido al suelo no tuvo ningún efecto sobre el tamaño o número de hojas.

En cuanto al tamaño de la raíz (Figura 14), la presencia de zeolita dio lugar a la generación de raíces de mayor tamaño y en el caso de residuos no tratados (R) o tratados con 100 g EM (R100EM) el aumento en la proporción de residuo en el sustrato dio lugar a un mayor valor en el tamaño de la raíz.

Cabe destacar que estos resultados son preliminares y que se requiere un mayor número de repeticiones para extraer conclusiones sólidas.



**Figura 13.** Efecto de la aplicación de residuos orgánicos (R) tratados o no con zeolita (ZEO) y/o bokashi (EM) en suelo a distintas proporciones (0,5%; 1%, 10%) sobre el tamaño y número de hojas de plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en maceta tras 15 y 30 días. Suelo control sin material incorporado (S); residuo orgánico incorporado al 10% (p/p) con zeolita (RZEO). Los resultados son la media de 5 macetas sembradas. Las letras indican los grupos de homogeneidad para  $p < 0,05$  de acuerdo con el test LSD de Fisher. Datos con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).



**Figura 14.** Efecto de la aplicación de residuos orgánicos (R) tratados o no con zeolita (ZEO) y/o bokashi (EM) en suelo a distintas proporciones (0,5%; 1%, 10%) sobre el tamaño de la raíz de plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en maceta tras 30 días. Suelo control sin material incorporado (S); residuo orgánico incorporado al 10% (p/p) con zeolita (RZEO). Los resultados son la media de 5 macetas sembradas. Las letras indican los grupos de homogeneidad para  $p < 0,05$  de acuerdo con el test LSD de Fisher. Datos con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron extraer las siguientes conclusiones:

1. El tratamiento de residuos de alimentos domésticos separados en sitio con EM-Bokashi permite mitigar los impactos desagradables (olores y aspecto) producto de la biodegradación incontrolada de los mismos durante su almacenaje.
2. El tratamiento de residuos de alimentos domésticos con EM-Bokashi reduce la carga de coliformes fecales y *E. coli* en los residuos y permite conservar el Nitrógeno.

3. La incorporación de zeolita a residuos de alimentos domésticos tratados con EM-Bokashi mitiga la fitotoxicidad de dichos residuos provocada por su reducido pH.
4. Los residuos de alimentos tratados con EM-Bokashi pueden ser un excelente aporte de materia orgánica al suelo para empleo agronómico siempre que se incorpore conjuntamente con zeolita.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Boechat, C.L., Santos, J.A.G., Accioly, A.M.D.A. (2013). Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with 'Fermented Bokashi Compost'. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35(2), 257-264.
- Cecchini, J.P. (2013). Incorporación de zeolitas en sistemas estructurados rígidos y flexibles. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
- Dahiya, S., Kumar, A.N., Sravan, J.S., Chatterjee, S., Sarkar, O., Mohan, S.V. (2018). Food waste biorefinery: sustainable strategy for circular bioeconomy. *Bioresour Technol*, 248, 2–12.
- DOF (Diario Oficial de la federación). (2003). Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. México. ([www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5402726&fecha=04/08/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5402726&fecha=04/08/2015) Consulta febrero de 2020).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2016). Save Food: Global Initiative on Food Losses and Waste Reduction. ([www.fao.org/3/a-i4068e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf); consulta: febrero, 2016).
- Fatunbi O., Ncube L. (2008). Activities of Effective Microorganism (EM) on the Nutrient Dynamics of Different Organic Materials Applied to Soil. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 2 (1), 26-35.
- Ferrer, A., Rodríguez, G., Rengifo, E., González-Abreu, A. (2004). Empleo de la roca zeolita cubana como sustrato sólido para la reproducción del hongo ectomicorrizógeno *Pisolithus tinctorius*. *Revista Forestal Baracoa* no. 1, junio 2004
- García, G. (2002). Regeneración de zeolita clinoptilolita empleada para la remoción de amonio. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma del Estado de México, Mexico. ([www.osti.gov/etdweb/servlets/purl/20280746](http://www.osti.gov/etdweb/servlets/purl/20280746) consulta Dic.2019).

- García, R. (2006). *Sistemas complejos; Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Filosofía de la Ciencia, Gedisa, 202 pp
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., Meybeck, A. (2011). *Global food losses and extent, causes and prevention*. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e.pdf>.
- Higa, T. (1991). *Effective microorganisms: A biotechnology for mankind*. p. 8-14. En: J.F. Parr, S.B. Hornick, C.E. Whitman (ed.). *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*. Tailandia.
- Higa, T., Parr J.F. (1994). *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment*. International Nature Farming Research Centre. pp 16.
- INEGI (2015). *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. Banco de Información Económica. INEGI. México. 2015. Disponible en: [www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/). Fecha de consulta: diciembre de 2019
- Kahl, H., Daly, M. (2015). *Compostability of Restaurant Kitchen Waste using 'Effective Microorganisms' preparations* Christchurch Polytechnic Institute of Technology - School of Horticulture ([www.infrc.or.jp/knf/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C7-9-394.pdf](http://www.infrc.or.jp/knf/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C7-9-394.pdf) consulta enero 2020)
- Kulig, A., Barczak, R. (2010). *Effective Microorganisms (EM) in reducing noxiousness of selected odorant sources*. *Environment Protection Engineering*. 36, 13-24.
- Lim, S.L., Lee, L.H., Wu, T.Y. (2016). *Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis*. *Journal of Cleaner Production*, 111, 262-278.
- MAPA (2018). *Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación de España 2018 Desperdicio de alimentos de los hogares en España Año 2018*. ([www.mapa.gob.es/es](http://www.mapa.gob.es/es) Consulta enero 2020)
- Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., Oberholzer, H. R. (2010). *How effective are 'Effective microorganisms®(EM) Results from a field study in temperate climate*. *Applied Soil Ecology*, 46(2), 230-239.
- Pagans, E., Barrera, R., Font, X., Sanchez, A. (2006). *Ammonia emissions from the composting of different organic wastes. Dependency on process temperature*. *Chemosphere*, 62 , 1534-1542.
- Palomino, M. (2016). *Estudio de procesos de separación de hidrocarburos ligeros mediante el empleo de tamices moleculares*. Tesis Doctoral Universitat politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Profepa (2003). [www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf) consultado enero 2020

- Programa Américas. (2019). Los suelos, la agricultura y el cambio climático Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. (2019). ([www.bcn.cl/observatorio/americas/noticias/formulario.2019-01-24.8840620935](http://www.bcn.cl/observatorio/americas/noticias/formulario.2019-01-24.8840620935) consulta febrero 2020)
- Rabas, M., Czerwienice, E., Tomaszek, J., Maslon, A., Leszczynska, J. (2009). Effectiveness of the processing of sludge with bio-preparation EM-bio and structural material. *Environment Protection Engineering*, 35(2), 131-139.
- Ramirez, V.; Peñuela, L.; Perez, M. (2017). Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos. *Revista de Ciencias Agropecuarias* 34(2), 107-124.
- Ramos, D., Terry E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.
- Rodríguez, V. (2016). Evaluación de la capacidad de adsorción de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y metales pesados Pb<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> y Mn<sup>2+</sup> empleando zeolitas naturales y sintéticas. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de san Agustín, Arequipa, Perú.
- Sahain M., El-Motty, El-Shiekh, M. H., Hagagg, L.F. (2007). Effect of some biostimulant on growth and fruiting of Anna apple trees in newly reclaimed areas. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3, 422-429.
- SEDESOL 2013 Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. [apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_resumen14/07\\_residuos/7\\_1\\_2.html](http://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/07_residuos/7_1_2.html) consulta Enero 2020
- Sharholly, M., Ahmad, K., Mahmood, G., Trivedi, R.C. (2008). Municipal solid waste management in Indian cities- a review. *Waste Management* 28, 459–467.
- Soca, D.T. (2016). Evaluación de fracciones granulométricas y dosis de zeolita para la agricultura. *Agrosince*, 50, 965-976.
- Suthamathy, N., Seran, T.H. (2013). Residual effect of Organic manure EM Bokashi applied to Crop of Vegetable Cowpea (*Vigna unguiculata*) on succeeding Crop of Radish (*Raphanus sativus*). *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, 1(1), 2-5.
- Torres, S., Barrientos, B., Hernández, C., Gomez, G., Macedo, G. (2011). Afectación ambiental del tiradero a cielo abierto de Almoloya del Río, Estado de México. Memorias 4o. Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, 4o. Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos. México 2011. pp. 253-256.
- Weil, N.C. (2002). La naturaleza y propiedades de los suelos. *Revista de Agricultura Sostenible*, 21, 29-41,

- Yepes, A., Navarrete, A., Duque, J., Phillips, K., Cabrera, E., Álvarez, M., García. (2011). Protocolo para la estimación nacional y sub-nacional de biomasa carbono en Colombia. IDEAM. Bogotá, Colombia. 162 p.
- Zucconi, F., Monaco, A., Forte, M., Bertoli, M. (1985). Phytotoxins during the stabilization of organic matter, *Composting of Agricultural and Other Wastes*. Elsevier Applied Science Publishers, London, U.K, pp. 73-80
- Zydlik, P., Zydlik, Z. (2006). Impact of biological effective microorganisms (EM) preparations on some physicochemical properties of soil and the vegetative growth of apple-tree rootstocks. *Nauka Przyr. Technol.* 2, 1.



# ANEXOS

## Anexo 1. Resultados del análisis sensorial

PERSONA 1	RESULTADOS DE ENCUESTA									PERSONA 4									
	TESTIGO			I1			I2				TESTIGO			I1			I2		
	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15		Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15
<b>OLOR</b>	-1	-1	0	1	0	-1	2	0	2	<b>OLOR</b>	0	0	-1	1	0	1	1	2	2
2	-1	-1	-1	1	1	-1	2	1	1	2	0	0	-1	1	0	1	1	2	2
3	-1	-2	0	1	1	-1	2	0	1	3	0	-1	0	1	1	1	1	2	2
4	-2	-2	0	1	1	0	2	1	1	4	0	-1	0	1	1	2	1	2	2
5	1	-2	0	1	1	0	2	1	0	5	-1	-1	0	1	1	2	1	2	2
<b>APARIENCIA</b>	2	-1	0	1	2	-1	2	2	2	<b>APARIENCIA</b>	0	0	0	1	1	2	1	2	2
2	2	-1	-1	1	2	-1	2	2	2	2	0	-1	0	1	1	2	1	2	2
3	-2	-1	-1	1	2	-1	2	2	1	3	0	-1	0	1	1	2	1	2	2
4	-2	-1	-1	1	2	0	2	2	1	4	0	-1	0	1	0	2	1	2	2
5	2	-1	-1	1	2	0	2	2	2	5	0	-1	0	1	0	2	1	2	2
PERSONA 2	TESTIGO			I1			I2			PERSONA 5	TESTIGO			I1			I2		
PARAMETRO	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15	PARAMETRO	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15
<b>OLOR</b>	-1	-1	-1	2	2	0	2	2	1	<b>OLOR</b>	0	-1	-1	1	1	1	2	2	1
2	-1	-1	-1	2	2	0	2	2	1	2	-1	-2	-2	2	1	0	2	2	0
3	-1	-1	-1	2	2	0	2	2	1	3	0	-1	-1	2	2	1	2	2	-1
4	-2	-2	-1	2	2	0	2	2	1	4	1	0	-2	0	2	1	2	2	1
5	-1	-1	-1	2	2	0	2	2	1	5	0	-2	-2	1	1	1	1	2	-1
<b>APARIENCIA</b>	-1	-1	-2	2	2	0	2	2	1	<b>APARIENCIA</b>	1	1	-1	1	1	1	2	1	1
2	-1	-1	-2	2	2	0	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1
3	-1	-1	-2	2	2	0	2	2	1	3	-1	1	1	1	1	0	2	2	2
4	-2	-1	-2	2	2	0	2	2	1	4	-2	1	1	1	1	1	2	2	1
5	-1	-1	-2	2	2	0	2	2	1	5	-2	1	-1	1	1	1	2	1	1
PERSONA 3	TESTIGO			I1			I2			INDICADORES DE RESULTADOS									
PARAMETRO	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15	Dia5	Dia10	Dia15										
<b>OLOR</b>	0	0	-1	2	2	-1	2	2	-1										
2	-1	0	-1	2	1	0	0	0	-1										
3	-1	-1	-1	2	1	1	2	2	0										
4	0	-1	-1	2	2	0	2	2	1										
5	0	0	-1	2	1	0	-1	1	-1										
<b>APARIENCIA</b>	-1	1	-2	2	2	0	2	0	-1										
2	-1	0	-2	2	1	-1	2	2	-1										
3	0	-1	-2	2	2	-1	1	2	0										
4	-2	-1	-2	2	2	-1	2	2	-1										
5	-1	-1	-2	2	2	0	-1	1	-1										
										Agradable		2							
										Poco Agradable		1							
										Desagradable		0							
										Ni agradable ni desagradable		-1							
										Desagradable		-2							

## Anexo 2. Evolución del pH y la CE en residuos y lixiviados de Bokasheras

		RESIDUOS								
		TRATAMIENTO								
		TESTIGO			T1			T2		
PARAMETR		Día 5	Día 10	Día 15	Día 5	Día 10	Día 15	Día 5	Día 10	Día 15
PH	1	4	4,1	4,1	4	4,3	3,9	4	4,2	4,1
	2	4	4	4,1	4	4,2	4	4	4	4,1
	3	4	4	4	4	4,2	4,1	4	4,1	4,1
	4	4	4	4,2	4	4,2	4,1	4	4,1	4,1
	5	4	4,2	4,2	3	3,9	4,2	4	4	4,1
CE	1	2,53	8	4,65	4,34	10,44	7	5,47	11,16	10,47
	2	3,55	3,19	4,69	3,97	8,17	6,81	5,61	13,2	4,06
	3	2,63	5,02	5,01	3,09	9,44	5,68	5,18	10,9	8,66
	4	3,11	6,78	8,1	5,8	9,1	6,28	5,54	9,58	7,38
	5	4,48	8,85	8,42	4,65	8,04	5,84	5,19	10,25	7,42
		LIXIVIADO								
		TRATAMIENTO								
		TESTIGO			T1			T2		
PARAMETR		Día 5	Día 10	Día 15	Día 5	Día 10	Día 15	Día 5	Día 10	Día 15
PH	1	4	3,9	3,9	4	4,1	4	4	4	4,1
	2	3	3,9	3,9	3	4,5	4,1	3	4	4,1
	3	4	3,9	4	4	4,1	4,1	4	4	4,1
	4	3	74	4,1	4	4,1	4	3	4	4,1
	5	4	4	4	4	4,1	4,1	4	3,9	4,1
CE	1	4,49	7,1	7,74	11,84	11,42	11,14	12,24	12,96	13,45
	2	4,45	6,71	8,19	10,81	11,09	9,94	12,69	13,39	13,22
	3	4,39	6,31	7,95	10,61	10,81	10,61	10,06	12,53	12,62
	4	5,23	6,15	8	10,67	11,56	9,81	9,36	12,32	12,61
	5	6,51	8,19	9,01	11,17	12,45	11,57	10,59	11,87	12,27
					CE	mS/cm				

# Anexo 3. Informe de resultados químicos, fisicoquímicos y microbiológicos de residuos y lixiviados 15 días

Análisis Microbiológicos Residuos Testigo Salmonella



Análisis Técnicos S.A. de C.V.



## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS SALMONELLA

Hoja 1/2  
Revisión: AR17-TS-26

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Díaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Residuos Testigo
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variedad	Residuos
Fecha de reporte	2019-07-10	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	Vita Solum
Hora de muestreo	13:44 Hrs	Muestra No. o Código	RESIDUOS TESTIGO
Uso	Agrícola	Origen	NR
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Díaz Tolentino	Color de la muestra	Ladrillo
Cantidad de muestra	1500 Grs	Envase	Bolsa
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

#### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

No. Registro	Determinación	Método utilizado	Resultado
MB-SAL-19-367	Salmonella	Método basado en NOM-114-SSA1-1994	Ausente en 25 g de muestra

#### CÓDIGO DE SIGLAS

NR: No Referenciado

Ausente: No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Presente: Existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7. Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017

# Informe de resultados Análisis Microbiológicos Residuos Testigo Coliformes y E Coli



Análisis Técnicos S.A. de C.V.

## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS NMP

Hoja 1/2  
Revisión: AR19-TS-23

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Residuos Testigo
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variedad	Residuos
Fecha de reporte	2019-07-09	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	Vita Solum
Hora de muestreo	13:44 Hrs	Muestra No. o Código	RESIDUOS TESTIGO
Uso	Agrícola	Origen	NR
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Diaz Tolentino	Color de la muestra	Ladrillo
Cantidad de muestra	1500 Grs	Envase	Bolsa
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
No. Registro	Determinación	Método utilizado	95% límites de confianza		Unidad	Resultado
			Bajo	Alto		
MB-19-247	Coliformes Fecales	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	7.10	240.00	NMP/g	46/ Presente
	<i>E. coli</i>	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	7.10	240.00	NMP/g	46/ Presente
(Diluciones 1.0, 0.1 y 0.01 g de acuerdo al cuadro 5 de la NOM-112-SSA1-1994)						

### CÓDIGO DE SIGLAS

**NR:** No Referenciado  
**NMP:** Número más probable  
**Índice NMP=** <0.3 (No desarrollo del microorganismo de solicitado)  
**Ausente:** No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente  
**Presente:** existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7. Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017

# Informe de resultados Análisis de Composta Residuos Testigo



Análisis Técnicos S.A. de C.V.



Laboratorio de Ensayo acreditado por  
ema, s.c. acreditación No.  
SA-0060-008/11  
Análisis Técnicos  
S.A. de C.V.

## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS COMPLETO DE COMPOSTA SÓLIDA REPORTE DE UNIDADES CONVENCIONALES

Revisión: ARQ-TS-26  
Total de páginas: 1 de 2

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Nombre del Solicitante	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino	Nombre de la Empresa	Vita Solum SA de CV
Dirección	Carretera Uruapan-Patzcuaro 3435	Ciudad o Localidad	Uruapan
Estado	Michoacán	Código Postal	60223
Teléfono	4525031378 Ext SD	Correo Electrónico	vita-solum@hotmail.com

INFORMACIÓN DE FACTURACIÓN			
Razón social	Vita Solum SA de CV	RFC:	VIT141023MPO
Domicilio Fiscal	Carretera Uruapan -Patzcuaro #3435	Ciudad o Localidad	Uruapan
Estado	Michoacán	Código Postal	60223
Teléfono	4525031378 Ext SD	Correo Electrónico	vita-solum@hotmail.com

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Orden de trabajo	16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino
Registro de Lab	CO-19-101	Lugar de Cosecha	Vita Solum
Fecha de Recepción	2019-07-05	Lugar de Muestreo	Vita Solum
Fecha de Reporte	2019-07-17	Ciudad	Uruapan
Fecha de Muestreo	2019-07-02	Estado	Michoacán
Cantidad de Muestra	1500 Grs.	Uso Comercial	Agrícola
Método de Muestreo	SD	Observaciones	Muestra No. o Código: Residuos Testigo, Variedad: Residuos Alimenticios.

Parámetros en Composta	Rango Típico en Composta de Vaca	RESULTADOS
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		
Materia Orgánica (%)	18 - 70 (%)	19.53 %
Centisa (%)	SD	1.44 %
Carbono Total (%)	SD	11.33 %
Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)	11-19	25.80
Nitrógeno Total (%)	1-3 (%)	0.44 %
Fosforo (%)	0.2-1 (%)	0.17 %
Potasio (%)	0.2-2 (%)	0.40 %
Sodio (%)	SD	0.09 %
Calcio (%)	1-6 (%)	0.11 %
Magnesio (%)	0.4-1 (%)	0.03 %
N-NO3 (mg/kg)	0 - 878 (mg/kg)	78.70 mg/kg
Cloruros (mg/kg)	137 - 6650 (mg/kg)	0.09 mg/kg
Sulfatos (%)	0 - 0.899 (%)	0.18 %
Cobre (mg/kg)	20 - 772 (mg/kg)	7.03 mg/kg
Hierro (mg/kg)	1106 - 13886 (mg/kg)	392.62 mg/kg
Zinc (mg/kg)	99 - 349 (mg/kg)	12.22 mg/kg
Manganeso (mg/kg)	SD	23.96 mg/kg
Boro (mg/kg)	SD	13.90 mg/kg
pH	7.14 - 8.4	3.97
Carbonatos (1+bajo, 3+ alto) (meq/kg)	2 - 3 (meq/kg)	ND
Conductividad (mS/cm)	1-8 (mS/cm)	3.96 mS/cm

DETERMINACIONES			
DETERMINACION	FECHA DE EJECUCION	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	2019-07-15	%	79.03
Materia Seca	2019-07-15	%	20.97

LÍMITES DE DETECCIÓN											
Elemento	Fe	Zn	Mn	Cu	B	S	P	Mg	Na	K	Ca
Límite de Detección (LOD) mg/kg	0.1152	0.0209	0.0611	0.0240	0.0137	0.0492	0.0772	1.1711	0.6387	0.0077	0.5542

FECHA DE EJECUCION				
Parámetros	Físico-Químico	Nitrógeno Total	Macroelementos	Microelementos Boro
Fecha de Ejecución	2019-07-15	Relación 1:5	2019-07-15	2019-07-15

COMENTARIOS	AUTORIZA
<p>SD= Sin Datos ND = No Determinado mg/kg = ppm (partes por millón) 1 ppm = 0.0001%</p> <p>NOTA: Análisis Técnico se encuentra Acreditado ante la EMA, únicamente en la determinación de Nitrógeno Total.</p> <p>Análisis Técnico S.A. de C.V. no se hace responsable por el destino comercial o final que se le da al producto.</p> <p>La Incertidumbre encontrada en la Titración del Método de NITRÓGENO es del 3.4% de acuerdo a la linealidad obtenida.</p> <p>La Incertidumbre en un dato de Calidad del sistema ISO 17025 como una información técnica.</p> <p>La Incertidumbre no se sumará ni resta al resultado obtenido.</p> <p>Método utilizado: M.O. Curcio; (Coloración por molida), NT (Método Kjeldahl); Carbono Total (Cálculo)(SMD 7.72); pH; Conductividad (1:5 agua por polimerizado); (1:1) (titulación con AgNO3); (N-NO3) (Colorim. de Cadman); (S2) (Titración con H2SO4); P, K, S-GH; Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Hg, Pb, Ni, Cr, As, Cd, Na, Mn, Si (Digestión con HNO3 y HClO4) y Lucha por CO2 (Pensamiento Relación Carbono/Nitrógeno (C/N) (Cálculo: relación carbono/nitrógeno total); Humedad (Método F-429-1982); Materia Seca (Cálculo: Peso de la muestra original - % humedad)(Método F-428-1982).</p> <p>El resultado enviado sólo afecta a la muestra que fue recibida en las instalaciones de Análisis Técnico S.A. de C.V., por lo cual no se hace responsable de la representatividad del resultado para el total del producto. Análisis Técnico S.A. de C.V. no está acreditada en residuos.</p> <p>Análisis Técnico S.A. de C.V. no se hace responsable por el destino comercial o final que se le da al producto.</p> <p>La información impresa en el presente "Informe de resultados de análisis" se trata con estricto apego al nivel de privacidad de Análisis Técnico S.A. de C.V. respecto a los servicios terceros involucrados; 18 y 17 de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de las Particulares, así como la Ley que regula su tratamiento, confidencial e informado, a efecto de garantizar la privacidad y el derecho a la autodeterminación informativa de las personas.</p> <p>El presente Informe de Resultados no será válido si presenta irregularidades, tachaduras o modificaciones.</p> <p>Para obtener aclaraciones sobre los resultados, se solicita tener un plazo de 5 días hábiles a partir de la fecha de emisión de resultado.</p> <p>"La emisión del resultado, constituye el informe final de laboratorio a ser enviado al cliente (RFC)".</p> <p>Las muestras podrán ser devueltas a los 5 días después de la emisión de resultado". (documentar las muestras para análisis microbiológico serán devueltas 24 h después de ser recibidas).</p> <p>La muestra se recibió en condiciones para su análisis.</p>	<p></p> <p>IBT. Ana Edith Islas Ramirez Analista de Suelos</p>



Km 7, Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO CONTROLADO ISO/IEC 17025:2017

# Informe de resultados Análisis Microbiológicos Lixiviado Testigo Salmonella



Análisis Técnicos S.A. de C.V.



## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS SALMONELLA

Hoja 1/2  
Revisión: AR17-15-26

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Lixiviado Testigo
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variedad	Lixiviado
Fecha de reporte	2019-07-10	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	Vita Solum
Hora de muestreo	13:32 Hrs	Muestra No. o Código	Lixiviado Testigo
Uso	Agrícola	Origen	NR
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Diaz Tolentino	Color de la muestra	Cafe
Cantidad de muestra	1500 ml	Envase	Botella
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
No. Registro	Determinación	Método utilizado	Resultado
MB-SAL-19-362	Salmonella	Método basado en NOM-114-SSA1-1994	Ausente en 25 mL de muestra

### CÓDIGO DE SIGLAS

NR: No Referenciado

Ausente: No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Presente: Existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7. Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017



# Resultados de Análisis Microbiológico Residuos EM 50 Salmonella



Análisis Técnicos S.A. de C.V.



## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS SALMONELLA

Hoja 1/2  
Revisión: AR17-TS-26

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Residuos Alimenticos Em 50
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variiedad	Residuos
Fecha de reporte	2019-07-10	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	Vita Solum
Hora de muestreo	13:39 Hrs	Muestra No. o Código	RESIDOS EM 50
Uso	Agrícola	Origen	Residuos
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Diaz Tolentino	Color de la muestra	NR
Cantidad de muestra	1500 Grs	Envase	Bolsa
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

No. Registro	Determinación	Método utilizado	Resultado
MB-SAL-19-365	Salmonella	Método basado en NOM-114-SSA1-1994	Ausente en 25 g de muestra

### CÓDIGO DE SIGLAS

NR: No Referenciado

Ausente: No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Presente: Existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7. Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017

# Resultados de Análisis Microbiológico Residuos EM 50 Coliformes y E Coli



Análisis Técnicos S.A. de C.V.

## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS NMP

Hoja 1/2  
Revisión: AR19-TS-23

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Residuos Alimenticos Em 50
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variedad	Residuos
Fecha de reporte	2019-07-09	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	Vita Solum
Hora de muestreo	13:39 Hrs	Muestra No. o Código	RESIDOS EM 50
Uso	Agrícola	Origen	Residuos
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Diaz Tolentino	Color de la muestra	NR
Cantidad de muestra	1500 Grs	Envase	Bolsa
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
No. Registro	Determinación	Método utilizado	95% limites de confianza		Unidad	Resultado
			Bajo	Alto		
MB-19-245	Coliformes Fecales	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	0.40	12.00	NMP/g	2.3/ Presente
	<i>E. coli</i>	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	0.40	12.00	NMP/g	2.3/ Presente
(Diluciones 1.0, 0.1 y 0.01 g de acuerdo al cuadro 5 de la NOM-112-SSA1-1994)						

### CÓDIGO DE SIGLAS

**NR:** No Referenciado  
**NMP:** Número más probable  
**Índice NMP=** <0.3 (No desarrollo del microorganismo de solicitado)  
**Ausente:** No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente  
**Presente:** existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7. Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017

# Informe de resultados Análisis de Composta Residuos EM 50



Análisis Técnicos S.A. de C.V.



Laboratorio de Ensayo acreditado por  
 ems.cu. acreditación No.  
 SA-0068-008/11  
 Análisis Técnicos  
 S.A. de C.V.

## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS COMPLETO DE COMPOSTA SÓLIDA REPORTE DE UNIDADES CONVENCIONALES

Revisión: AR2-TS-26  
 Total de páginas: 1 de 2

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre del Solicitante	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino	Nombre de la Empresa	Vita Solum SA de CV
Dirección	Carretera Uruapan-Patzcuaro 3435	Ciudad o Localidad	Uruapan
Estado	Michoacán	Código Postal	60223
Teléfono	4525031378 Ext. SD	Correo Electrónico	vita-solum@hotmail.com

### INFORMACIÓN DE FACTURACIÓN

Razón social	Vita Solum SA de CV	RFC:	VIT141023MPO
Domicilio Fiscal:	Carretera Uruapan -Patzcuaro #3435	Ciudad o Localidad	Uruapan
Estado	Michoacán	Código Postal	60223
Teléfono	4525031378 Ext. SD	Correo Electrónico:	vita-solum@hotmail.com

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino	Tipo de Muestra	Residuos Alimenticios Em 50
Registro de Lab	CO-19-99	Lugar de Cosecha	Vita Solum	Nombre de Quien Toma la Muestra	Gerardo Diaz
Fecha de Recepción	2019-07-05	Lugar de Muestreo	Vita Solum (Bodega)	Cultivo a Establecer	SD
Fecha de Reporte	2019-07-17	Ciudad	Uruapan	Destino Comercial	SD
Fecha de Muestreo	2019-07-02	Estado	Michoacán	Puerto o Aduana de Entradas y Salida	SD
Cantidad de Muestra	1500 Grs.	Uso Comercial	Agrícola	Destino Final del Producto	SD
Método de Muestreo	SD	Observaciones	Muestra No. o Código: EM 50, Variedad: Residuos Alimenticios.		

Parámetros en Composta	Rango Típico en Composta de Vaca	RESULTADOS
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		
Materia Orgánica (%)	18 - 70 (%)	12.56 %
Ceniza (%)	SD	1.54 %
Carbono Total (%)	SD	7.25 %
Relación Carbono/Nitrogeno (C/N)	11-19	16.43
Nitrogeno Total (%)	1-3 (%)	0.44 %
Fosforo (%)	0.2-1 (%)	0.08 %
Potasio (%)	0.2-2 (%)	0.38 %
Sodio (%)	SD	0.10 %
Calcio (%)	1-8 (%)	0.31 %
Magnesio (%)	0-1 (%)	< LOD
N-NO3 (mg/kg)	0 - 875 (mg/kg)	44.04 mg/kg
Cloruros (mg/kg)	137 - 6650 (mg/kg)	0.89 mg/kg
Sulfatos (%)	0 - 0.898 (%)	0.11 %
Cobre (mg/kg)	26 - 572 (mg/kg)	4.45 mg/kg
Hierro (mg/kg)	1106 - 13886 (mg/kg)	339.24 mg/kg
Zinc (mg/kg)	99 - 349 (mg/kg)	0.51 mg/kg
Manganeso (mg/kg)	SD	6.91 mg/kg
Boro (mg/kg)	SD	11.03 mg/kg
pH	7.14 - 9.4	4.11
Carbonatos (1=abajo, 3=alto) (meq/kg)	2 - 3 (meq/kg)	ND
Conductividad (mS/cm)	1-8 (mS/cm)	3.45 mS/cm

DETERMINACIONES			
DETERMINACION	FECHA DE EJECUCION	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	2019-07-15	%	85.96
Materia Seca	2019-07-15	%	14.04

LÍMITES DE DETECCIÓN											
Elemento	Fe	Zn	Mn	Cu	B	S	P	Mg	Na	K	Ca
Límite de Detección (LOD) mg/kg	0.1152	0.0309	0.0611	0.0240	0.0137	0.0492	0.0772	1.1711	0.6367	0.0077	0.5542

FECHA DE EJECUCION					
Parámetros	Físico-Químico	Nitrogeno Total	Macroelementos	Microelementos	Boro
Fecha de Ejecución	2019-07-15	Relación 1.5	2019-07-15	2019-07-15	2019-07-15

COMENTARIOS		AUTORIZA
<p>SD= Sin Dato ND = No Determinado mg/kg = ppm (partes por millón) 1 ppm = 0.0001%</p> <p>NOTA: Análisis Técnico se encuentra Acreditado ante la EMA, únicamente en la determinación de Nitrogeno Total.</p> <p>Análisis Técnico S.A de C.V no se hace responsable por el destino comercial o final que se le da al producto.</p> <p>La Incertidumbre encontrada en la Validación del Método de NITRÓGENO, es del 2.4%, de acuerdo a la exactitud obtenida.</p> <p>La Incertidumbre es un dato de Calidad del sistema ISO 17025 como una información técnica.</p> <p>La Incertidumbre no se suma ni se resta al resultado obtenido.</p> <p>Métodos Utilizados: N-D. Carbono (Calorimetría por flujo); N-T (Método Kjeldahl); Carbono Total (Calorímetro NAO-172); pH; Conductividad (1:5 agua por porción de muestra); C (Fusión con AgNO3); N-NO3 (Cubeta de Galvanos); CO2 (Fusión con H2SO4); P (S-BICA; Cta. Mg; Cta. Fe-2a; Hg; Pb; Ni; Cr; As; Cd; Na; Mn; Si) Digestión con HNO3 y HClO4 y Lantana por ACP Plasmal; Relación Carbono/Nitrogeno (Calorímetro (calorímetro orgánico) total); Humedad (Método F-426-1982); Materia Seca (Calorímetro para de la muestra original - % Humedad) (Método F-426-1982).</p> <p>El resultado obtenido sólo aplica a la muestra que fue recibida en las instalaciones de Análisis Técnicos S.A. de C.V., por lo cual no se hace responsable de la representatividad del resultado para el total del producto. Análisis Técnico S.A. de C.V. no está acreditado en muestras.</p> <p>Análisis Técnico S.A. de C.V. no se hace responsable por el destino comercial o final que se le da al producto.</p> <p>La información recibida en el presente "Informe de resultados de análisis" se trata con estricto apego al nivel de privacidad de Análisis Técnico S.A. de C.V. acatando a los artículos tercero transitorio, 1º y 1º de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, con la finalidad de regular su tratamiento legítimo, notando a informados, a efectos de garantizar la privacidad y el derecho a la autodeterminación informativa de los usuarios.</p> <p>El presente Informe de Resultados no será válido si presenta irregularidades, tachaduras o alteraciones.</p> <p>Para dudas o aclaraciones sobre sus resultados, el solicitante tiene un plazo de 5 días hábiles a partir de la fecha de emisión de resultados.</p> <p>"La emisión del resultado, contempla el informe final digitalizado a ser emitido al cliente (PDF)".</p> <p>Las muestras podrán ser destruidas a los 5 días después de la emisión de resultados", únicamente las muestras para análisis microbiológicos serán destruidas 24 h después de ser recibidas.</p> <p>Los resultados se emiten en las condiciones para su análisis.</p>		<p><b>AUTORIZA</b></p> <p><b>IBT. Ana Edith Islas Ramirez</b>                  Análisis de Suelos</p>



En 7. Carr. Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
 Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
 info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO CONTROLADO  
 ISO/IEC 17025:2017

# Informe de Resultados Análisis Microbiológico Lixiviado EM 50 Salmonella



Análisis Técnicos S.A. de C.V.



## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS SALMONELLA

Hoja 1/2  
Revisión: AR17-TS-26

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Lixiviado Em 50
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variedad	Lixiviado
Fecha de reporte	2019-07-10	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	Vita Solum
Hora de muestreo	13:53 Hrs	Muestra No. o Código	LIXIVIADO EM 50
Uso	Agrícola	Origen	NR
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Diaz Tolentino	Color de la muestra	Café
Cantidad de muestra	1500 ml	Envase	Botella
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

#### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

No. Registro	Determinación	Método utilizado	Resultado
MB-SAL-19-363	Salmonella	Método basado en NOM-114-SSA1-1994	Ausente en 25 mL de muestra

#### CÓDIGO DE SIGLAS

NR: No Referenciado

Ausente: No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Presente: Existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7, Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017

# Informe de Resultados Análisis Microbiológico Lixiviado EM 50 Coliformes y E Colí



Análisis Técnicos S.A. de C.V.

## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS NMP

Hoja 1/2  
Revisión: AR19-TS-24

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Díaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Lixiviado Em 50
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variedad	Lixiviado
Fecha de reporte	2019-07-09	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	Vita Solum
Hora de muestreo	13:53 Hrs	Muestra No. o Código	LIXIVIADO EM 50
Uso	Agrícola	Origen	NR
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Díaz Tolentino	Color de la muestra	Café
Cantidad de muestra	1500 ml	Envase	Botella
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

No. Registro	Determinación	Método utilizado	95% límites de confianza		Unidad	Resultado
			Bajo	Alto		
MB-19-243	Coliformes Fecales	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	<0.005	<0.09	NMP/mL	<0.03/ Ausente
	<i>E. coli</i>	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	<0.005	<0.09	NMP/mL	<0.03/ Ausente
(Diluciones 10.0, 1.0 y 0.1 g de acuerdo al cuadro 4 de la NOM-112-SSA1-1994)						

### CÓDIGO DE SIGLAS

NR: No Referenciado

NMP: Número más probable

Índice NMP= <0.03 (No desarrollo del microorganismo de solicitado)

Ausente: No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Presente: existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7. Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017



# Informe de Resultados Análisis Microbiológico Residuos EM 100 Coliformes y E Coli



Análisis Técnicos S.A. de C.V.

## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS NMP

Hoja 1/2  
Revisión: AR19-T5-23

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Residuos Alimenticos Em 100
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variedad	Residuos
Fecha de reporte	2019-07-09	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	Vita Solum
Hora de muestreo	13:42 Hrs	Muestra No. o Código	RESODUOS EM 100
Uso	Agrícola	Origen	NR
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Diaz Tolentino	Color de la muestra	Ladrillo
Cantidad de muestra	1500 Grs	Envase	Bolsa
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
No. Registro	Determinación	Método utilizado	95% límites de confianza		Unidad	Resultado
			Bajo	Alto		
MB-19-246	Coliformes Fecales	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	0.70	21.00	NMP/g	4.3/ Presente
	<i>E. coli</i>	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	0.70	21.00	NMP/g	4.3/ Presente
(Diluciones 1.0, 0.1 y 0.01 g de acuerdo al cuadro 5 de la NOM-112-SSA1-1994)						

### CÓDIGO DE SIGLAS

NR: No Referenciado

NMP: Número más probable

Índice NMP= <0.3 (No desarrollo del microorganismo de solicitado)

Ausente: No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Presente: existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7. Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017





# Reporte de Resultados Análisis Microbiológico Lixiviado EM 100 Coliformes y E Coli



Análisis Técnicos S.A. de C.V.

## INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS NMP

Hoja 1/2  
Revisión: AR19-TS-24

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre de la Empresa	VITA SOLUM SA DE CV	Dirección	CARRETERA URUAPAN-PATZCUARO 3435
Municipio y Estado	URUAPAN, MICHOACÁN	Código Postal	CP. 60223

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Orden de trabajo	2019/07/16822	Nombre del Productor	Gerardo Ignacio Diaz Tolentino
Fecha de recepción	2019-07-05	Identificación de la muestra	Lixiviado Em 100
Fecha de inicio de análisis	2019-07-05	Variedad	Lixiviado
Fecha de reporte	2019-07-09	Lugar de cosecha	Vita Solum
Fecha de muestreo	2019-07-02	Lugar de muestreo	NR
Hora de muestreo	13:52 Hrs	Muestra No. o Código	LIXIVIADO EM 100
Uso	Agrícola	Origen	NR
Método de muestreo	NR	Tratamiento de la muestra	NR
Muestreador	Gerardo Diaz Tolentino	Color de la muestra	Café
Cantidad de muestra	1500 ml	Envase	Botella
Observaciones:	NR		

### Resultados obtenidos de la muestra analizada

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
No. Registro	Determinación	Método utilizado	95% límites de confianza		Unidad	Resultado
			Bajo	Alto		
MB-19-244	Coliformes Fecales	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	<0.005	<0.09	NMP/mL	<0.03/ Ausente
	<i>E. coli</i>	Método interno basado en NMX-AA-042-SCFI-2015	<0.005	<0.09	NMP/mL	<0.03/ Ausente
(Diluciones 10.0, 1.0 y 0.1 g de acuerdo al cuadro 4 de la NOM-112-SSA1-1994)						

### CÓDIGO DE SIGLAS

NR: No Referenciado

NMP: Número más probable

Índice NMP= <0.03 (No desarrollo del microorganismo de solicitado)

Ausente: No se detectó crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Presente: existe crecimiento de microorganismo solicitado por el cliente

Autoriza

I.B.T. Brenda Arianna Sánchez Vera  
Analista de Microbiología



Km 7. Carr Pachuca-Actopan, Pachuca Hidalgo C.P. 42088  
Tel 01 771 7132801 Fax 01 771 71 382 55  
info@agrolab.com.mx

DOCUMENTO  
CONTROLADO  
ISO/IEC 17025:2017

Anexo 4. Resultados de fitotoxicidad (índice de germinación-%) de residuos tratados

Muestra 1 : 1 g muestra + 1 g de Zeolita.				
Tratamiento	Semillas Sembradas	Semillas Germinadas	Longitud Media mm	%IG
CONTROL	100	48	18	*
TESTIGO	100	57	6.5	42.88
EM 50	100	48	11.25	62.50
EM 100	100	61	5.5	38.83

Muestra 2 : 2 g muestra + 2 g de Zeolita.				
Tratamiento	Semillas Sembradas	Semillas Germinadas	Longitud Media mm	%IG
CONTROL	100	60	13.5	*
TESTIGO	100	28	8.25	28.52
EM 50	100	63	21.75	169.17
EM 100	100	54	10.75	71.67

Muestra 3 : 2 g muestra Residuos				
Tratamiento	Semillas Sembradas	Semillas Germinadas	Longitud Media mm	%IG
CONTROL	100	51	9.25	*
TESTIGO	100	37	8.5	66.67
EM 50	100	31	10.5	69.00
EM 100	100	20	7.75	32.86

## Anexo 5. Reporte de resultados de germinación y expresión fenotípica en la siembra de rábano en maceta

Diseño experimental para siembra rábano												
macetas		300 mililitros/gramos										
Nacimiento 1 sin germinación 0		Repeticiones					Repeticiones					
Base en Materia Seca		Nacimiento semilla 5 días					Nacimiento semilla después de 5 días					
1	Suelo Control	300 Grs Suelo	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	Residuo sin tratamiento	143.06 Grs + 300 Grs Suelo	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
3	Residuo sin tratamiento Zeo	5.51 Grs + 300 Grs Suelo	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
4	Residuo sin tratamiento Zeo	11.02 Grs + 300 Grs Suelo	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEM	213.67 Grs + 300 Grs Suelo	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEMZeo	8.23 Grs + 300 Grs Suelo	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
7	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEMZeo	16.46 Grs + 300 Grs Suelo	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
8	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEM	114.28 Grs + 300 Grs Suelo	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1
9	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEMZeo	4.40 Grs + 300 Grs Suelo	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
10	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEMZeo	8.81 Grs + 300 Grs Suelo	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Nacimiento 1 sin germinación 0		Expresión Fenotípica										
		Tamaño de hojas mm 15 días					Tamaño de hojas mm 30 días					
1	Suelo Control	300 Grs Suelo	20	18	0	20	20	60	50	0	53	77
2	Residuo sin tratamiento	143.06 Grs + 300 Grs Suelo	0	12	14	10	12	0	65	60	45	70
3	Residuo sin tratamiento Zeo	5.51 Grs + 300 Grs Suelo	15	10	8	15	10	50	30	35	40	40
4	Residuo sin tratamiento Zeo	11.02 Grs + 300 Grs Suelo	10	20	13	21	17	17	70	15	50	50
5	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEM	213.67 Grs + 300 Grs Suelo	10	0	0	0	0	56	0	0	0	0
6	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEMZeo	8.23 Grs + 300 Grs Suelo	13	15	10	12	12	40	50	25	36	2
7	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEMZeo	16.46 Grs + 300 Grs Suelo	19	7	0	13	11	48	0	12	45	0
8	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEM	114.28 Grs + 300 Grs Suelo	22	18	6	13	0	73	78	35	0	60
9	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEMZeo	4.40 Grs + 300 Grs Suelo	10	10	5	0	17	60	15	15	0	52
10	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEMZeo	8.81 Grs + 300 Grs Suelo	10	0	17	10	15	12	0	55	56	50
		Núm. de hojas por planta 15 días					Núm. de hojas por planta 30 días					
1	Suelo Control	300 Grs Suelo	4	3	0	4	4	8	6	0	7	6
2	Residuo sin tratamiento	143.06 Grs + 300 Grs Suelo	0	2	2	2	2	0	6	6	6	6
3	Residuo sin tratamiento Zeo	5.51 Grs + 300 Grs Suelo	4	2	2	3	2	6	3	4	6	5
4	Residuo sin tratamiento Zeo	11.02 Grs + 300 Grs Suelo	2	4	2	4	4	4	7	4	9	6
5	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEM	213.67 Grs + 300 Grs Suelo	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0
6	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEMZeo	8.23 Grs + 300 Grs Suelo	4	2	2	2	2	5	6	3	7	4
7	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEMZeo	16.46 Grs + 300 Grs Suelo	4	0	2	3	0	5	0	4	6	0
8	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEM	114.28 Grs + 300 Grs Suelo	3	2	2	0	2	7	7	4	0	9
9	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEMZeo	4.40 Grs + 300 Grs Suelo	4	2	2	0	4	8	4	2	0	6
10	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEMZeo	8.81 Grs + 300 Grs Suelo	2	0	3	3	5	4	0	6	7	6
		Tamaño de raíz 30 días mm										
1	Suelo Control	300 Grs Suelo	80	32	0	83	90					
2	Residuo sin tratamiento	143.06 Grs + 300 Grs Suelo	0	70	30	45	40					
3	Residuo sin tratamiento Zeo	5.51 Grs + 300 Grs Suelo	123	25	44	60	55					
4	Residuo sin tratamiento Zeo	11.02 Grs + 300 Grs Suelo	105	222	130	196	85					
5	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEM	213.67 Grs + 300 Grs Suelo	50	0	0	0	0					
6	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEMZeo	8.23 Grs + 300 Grs Suelo	85	125	130	123	45					
7	Residuo con tratamiento 50GrsBokashiEMZeo	16.46 Grs + 300 Grs Suelo	120	0	40	40	0					
8	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEM	114.28 Grs + 300 Grs Suelo	45	115	60	0	45					
9	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEMZeo	4.40 Grs + 300 Grs Suelo	195	22	55	0	175					
10	Residuo con tratamiento 100GrsBokashiEMZeo	8.81 Grs + 300 Grs Suelo	84	0	170	200	45					