



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales

**Fertilización órgano mineral y su efecto en el desarrollo de plántula de
lechuga (*Lactuca sativa* L) y acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.) en charola
germinativa**

**Tesis para obtener el título de Ingeniera Agrónoma Para la Producción
Sustentable**

Presenta:

Luz Isaura Gutiérrez Castañeda

Director de la tesis:

Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos

Codirector de Tesis:

Dra. Iridiam Hernández Soto

Comité tutorial:

Dra. Ma. Isabel Reyes Santamaría

Dr. Oscar Arce Cervantes

M. en C. Diana Gómez García



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Institute of Agricultural Sciences

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales

Academic Area of Agricultural and Forestry Sciences

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado

Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado a él pasante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía para la Producción Sustentable, **Luz Isaura Gutiérrez Castañeda**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **"Fertilización órgano mineral y su efecto en el desarrollo de plántula de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.) en charola germinativa"**, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

PRESIDENTE	Dra. Ma. Isabel Reyes Santamaría
SECRETARIO	Dr. Oscar Arce Cervantes
VOCAL 1	Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos
VOCAL 2	Dra. Iridiam Hernández Soto
VOCAL 3	M. en C. Diana Gómez García

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

ATENTAMENTE

Tulancingo de Bravo, Hgo., a 14 de noviembre del 2025

Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos
Coordinador del PE de Ingeniería
en Agronomía para la Prod. Sust



c.c.p. Archivo.

Avenida Universidad #133, Col. San Miguel Huatengo,
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo,
México. C.P. 43775.
Teléfono: 7717172001 Ext. 42173
profe_5566@uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



2025



uaeh.edu.mx

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a todas las personas que me han acompañado y apoyado en todo este proceso.

A mi director el Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos y mi codirectora de tesis la Dra. Iridiam Hernández Soto, quienes fueron un gran apoyo para poder realizar este proyecto. A mis asesores de tesis el Dr. Oscar Arce Cervantes, la Dra. Ma. Isabel Santamaria Reyes y la, Mtra. Diana Gómez García. Gracias por su dedicación y paciencia.

A mis padres; Isaías e Ignacia y mis hermanos: Jesús, Juan Pablo, Joaquín, Ana Lucero, Daniel y Abril, quienes han sido un apoyo enorme y quienes siempre velaron por verme cumplir mis metas, quienes siempre estuvieron ahí para apoyarme, impulsarme y motivarme. Todo mi cariño y amor es para ustedes y este logro lo comparto. Gracias a ustedes pude realizar el sueño de ser agrónoma y ver un “Ing” antes de mi nombre.

A los amigos que conocí en la universidad Mary Rangel, Lesly Olgìn, Raúl Flores y Sonia Contreras. Gracias por tan bellas experiencias, anécdotas, aventuras, lecciones de enseñanza, y sobre todo el apoyo, los llevo en el corazón.

Índice general

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	3
3. MARCO TEORICO.....	3
3.1 Lixiviado.....	3
3.2 Gallinaza	4
3.3 Ceniza	5
3.4 Yeso agrícola.....	6
3.5 Hortalizas.....	6
3.6 Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	6
3.7 Acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i> L.).....	9
4. JUSTIFICACIÓN.....	10
5. HIPÓTESIS.....	10
6. OBJETIVOS	11
6.1 Objetivo general.....	11
6.2 Objetivos específicos.....	11
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
7.1 Ubicación del área de estudio	11
7.2 Proceso de elaboración del fertilizante órgano mineral:.....	12
7.3 Materiales y preparación del fertilizante órgano mineral:	13
7.4 Tratamientos y aplicación	14
7.5 Variables agronómicas	14
7.6 Análisis estadísticos.....	16
8. RESULTADOS	16
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	22
10. CONCLUSIONES	23
11. CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXOS	29

Índice de figuras

Figura 1. -Área experimental.....	12
Figura 2. -Estructura para obtención de fertilizante órgano mineral.....	12
Figura 3. - Preparación de fertilizante órgano mineral	13
Figura 4. a) Extracción de plántula de charola germinativa lechuga, b) Extracción de plántula de charola germinativa acelga.	15
Figura 5. - a) Medición de variables lechuga, b) Medición de variables acelga.....	15
Figura 6. - Peso Fresco y seco de hojas, tallo y raíz	16
Figura 7. a) longitud de la hoja acelga. b) longitud de la hoja lechuga. c) número de hojas acelga. d) número de hojas lechuga. e) peso fresco hojas acelga. f) peso fresco número de hojas lechuga. g) peso seco hojas acelga. h) peso seco hojas lechuga.	18
Figura 8. a) longitud de raíz acelga. b) longitud de raíz lechuga. c) peso fresco raíz acelga. d) peso fresco raíz lechuga. e) peso seco raíz acelga. f) peso seco lechuga..	20
Figura 9. a) longitud de tallo acelga. b) peso fresco tallo acelga. d) peso seco tallo acelga.....	21

RESUMEN

El uso de fertilizantes orgánicos se ha convertido en una alternativa viable en sustitución a productos de origen químico para mantener la producción agrícola. En esta investigación se evaluó el efecto de un fertilizante órgano mineral obtenido mediante un lixiviado a base de gallinaza, ceniza y yeso agrícola, sobre el desarrollo de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Parris Osland y acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.) variedad Fordhook Giant. Se implementó un diseño completamente al azar con siete tratamientos; FOM 4 (4 mL/L de agua de fertilizante órgano mineral), FOM 8 (8 mL/L de agua fertilizante órgano mineral), FOM 16 (16 mL/L de agua fertilizante órgano mineral), FT 4 (4 mL/L de agua de lixiviado de humus), FT 8 (8 mL/L de agua de lixiviado de humus), FT 16 (16 mL/L de agua lixiviado de humus) y TESTIGO (sin aplicación adicional). Se midieron variables agronómicas como longitud, peso fresco, peso seco y número de hojas. Longitud, peso fresco y peso seco de raíz. Longitud, peso fresco y peso seco de tallo. Los resultados indicaron que FOM 4 en acelga y FOM 16 en lechuga promovieron un incremento significativo en longitud de raíz con un 161% y 164% con respecto al testigo. Se concluye que el fertilizante órgano mineral, ceniza y yeso agrícola, tiene un efecto positivo sobre el desarrollo radicular en plántulas de lechuga y acelga, presentando una alternativa viable para el mantenimiento y mejora de estos cultivos.

Palabras clave: órgano mineral, lixiviado, longitud, desarrollo, acelga, lechuga.

1. INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes órgano-minerales se utilizan como fuente de nutrimentos en sustrato de cultivos hortícolas bajo invernadero y promueven mejoras en el crecimiento, producción y calidad de los frutos (Capistrán, Bolaños, Guzmán, Montiel, Martínez, & Chávez, 2025). Los beneficios de los abonos orgánicos son muchos y diversos, y constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola (Gómez y Vásquez, 2011). El empleo de los órgano-minerales, además de ser una alternativa de fertilización, permite un manejo integrado de nutrientes, lo cual hace posible el uso eficiente, rentable y ecológicamente sostenible de los fertilizantes minerales (Chávez, Vila, Martín, Abreu & Garriga, 2017). La agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos el suelo, sino conlleva un cambio de conciencia (Herrán, 2008). El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él. Se obtiene por un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Libreros, 2012). Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad y modificar las características de los suelos, y el contenido nutrimental de los mismos es muy variable y depende de la especie que los produce, edad del animal, tipo de alimentación y manejo a que ha sido sometido desde su recolección. De los diferentes tipos de estiércoles la gallinaza y la porqueraza son los más ricos desde el punto nutrimental y de mayor liberación de nutrimentos en el primer año (Romero, 1997).

Alcívar, Vera, Arévalo S, Arévalo B, Pachar, Castillo, & Paltán, 2021, evaluaron el efecto de un lixiviado de vermicompost a base de residuos vegetales y gallinaza, con el cual se logró mayor longitud en frutos y un incremento en la biomasa radicular. Por otro lado, León, Chu, Carvallo & Villegas (2024) compararon la calidad de cultivo de chile con fertilización de origen químico con fertilización orgánica, utilizando gallinaza, consiguiendo los nutrientes necesarios para mantener una calidad semejante o superior a la que se obtiene con fertilización sintética. Hornedo, Martín, Calvo & Delgado, (2012) Evaluaron estiércoles

avícolas en cultivo de maíz, comparando un posible efecto contaminante y la respuesta del cultivo a esa fertilización obteniendo un resultado favorable con gallinaza de pollo de engorda en aumento de biomasa. Por lo mencionado se consideró importante evaluar el efecto de lixiviado a base de gallinaza, ceniza y yeso agrícola en plántula de lechuga y acelga con el propósito de incrementar su desarrollo.

2. ANTECEDENTES

Félix, Sañudo, Rojo, Martínez, y Olalde (2008) mencionan que la agricultura orgánica es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, mercado, desazolve de drenes, entre otros, en un material relativamente estable llamado humus, mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. En términos generales se describen el impacto de carácter ambiental, así como la preocupación del hombre sobre la calidad de alimentos que consume, como resultados de la actividad agrícola convencional, lo cual ha dado pie a la implementación de sistemas de producción agrícolas ambientalmente amigables, cuya denominación genérica es agricultura orgánica (Moreno, Cano & Rodríguez, 2009).

3. MARCO TEORICO

3.1 Lixiviado

El lixiviado se ha consolidado como un componente esencial en la agricultura agroecológica siendo un pilar en proyectos innovadores como los Faros Agroecológicos. Este subproducto del compostaje, de color oscuro y rica textura, no solo mejora la salud del suelo y el desarrollo de los cultivos, sino que también se erige como una alternativa sostenible a los fertilizantes y plaguicidas químicos convencionales. A diferencia de estos últimos, el lixiviado no representa peligro alguno para la salud de los productores durante su aplicación, lo cual lo convierte en una opción segura y responsable.

Rico en nutrientes esenciales y microorganismos benéficos, el lixiviado surge de un proceso cuidadoso de descomposición y fermentación de la materia orgánica. Su utilización no solo proporciona nutrición a las plantas, sino que también estimula procesos biológicos

fundamentalmente en el suelo, contribuyendo a un ecosistema agrícola más saludable y resiliente.

3.2 Gallinaza

Son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido a la implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina, Monsalve & Forero, 2010).

Definición de gallinaza por Casas & Guerra 2020

- Gallinaza: Excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. Puede o no considerarse la mezcla con los materiales de la cama.

Los desechos animales, en su forma líquida, tienen una larga historia de uso como fuente de fósforo, nitrógeno y carbono para el crecimiento, siendo de particular interés los desechos de la avicultura y porcicultura por sus grandes volúmenes y constante producción (Knud-Hansen, 1998; Venglovsky, Martinez & Placha, 2006). Por ejemplo, la gallinaza es un desecho avícola que se compone de eyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es cascarilla de arroz mezclada con cal. La gallinaza es un apreciado fertilizante orgánico, relativamente concentrado, de rápida acción y posee un alto contenido de urea (Hernandez y Cruz, 1993).

Con la transformación de la gallinaza, por medio de diferentes tratamientos, se genera una alternativa para darle valor agregado a un residuo abundante en las producciones avícolas y mitigar el impacto ambiental negativo que este puede ocasionar cuando no es procesada (Bragachini, Huerga, Mathier & Sosa, 2015). Adicional a esto, se aumenta la eficiencia de las unidades avícolas al reducir la proporción de desechos cuando son transformados en un subproducto de la granja con valor comercial (Agbabiaka, Oladele, Akinwekomi, Adediran, Balogun, Olasunkanm & Olayanju, 2020).

3.3 Ceniza

Las cenizas se obtienen por la combustión de madera o corteza de madera en diferentes industrias de fabricación de tableros y pasta de papel para la obtención de energía. Las elevadas cantidades de este residuo y el coste que representa su almacenaje ha suscitado un interés en la búsqueda de alternativas (Solla, Rodríguez, & Merino, 2001).

Las cenizas de madera presentan contenidos importantes de diferentes nutrientes como K, P, Mg y Ca, los cuales se encuentran en formas relativamente solubles (Someshwar, 1996; Vance, 1996).

Algunos de estos elementos se encuentran como óxidos, hidróxidos y carbonatos, por lo que el material presenta un fuerte carácter alcalino (ETIÉGNI, CAMPBELL & MAHLER, 1991). De este modo, el potencial neutralizante expresado en términos de equivalentes de CaCO_3 , varía entre el 25 y el 100 %, por lo que es posible su uso para corregir la acidez de suelos ácidos (Ohno & Erich, 1990).

Estas cenizas presentan, en general, concentraciones muy bajas de metales pesados, si bien las extraídas con electrofiltros pueden presentar concentraciones más elevadas de metales tóxicos (Someshwar, 1996). Todas estas características hacen que en algunas zonas de EEUU y en Suecia (en este caso las cenizas proceden de plantas de bioenergía municipales) la mayor parte de las cenizas que se generan se apliquen a suelos agrícolas o forestales para mejorar sus propiedades (Vance, 1996).

Las cenizas se emplean en suelos forestales de carácter ácido puesto que cantidades moderadas de estas cenizas devuelven al sistema buena parte de los nutrientes extraídos durante el aprovechamiento forestal. En algunos casos, esta práctica se ha empleado para aliviar las deficiencias de P, Ca y Mg que presentan frecuentemente las plantaciones forestales desarrollados sobre suelos ácidos. En este sentido, diferentes trabajos han mostrado respuestas positivas sobre el crecimiento y el estado nutricional de los árboles, lo que se atribuye a aumentos en la disponibilidad de nutrientes limitantes en el suelo (FERM, HOKKANEN, MOILANEN & ISSAKAINEN, 1992; Vance, 1996).

3.4 Yeso agrícola

El sulfato de calcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) conocido como yeso agrícola, tradicionalmente se aplica para remediar los problemas de sodio en el suelo, principalmente por su bajo costo. El mecanismo de acción de este producto es el de sustituir el sodio por el calcio mediante intercambio catiónico (Trasviña, Bórquez, Leal, Castro & Gutiérrez Coronado (2018). El yeso agrícola contiene 79.07% de sulfato de calcio anhidro y 20.93% de agua, y generalmente presenta impurezas como arcilla, óxido de hierro, sílice y caliza. Este material es considerado un mineral muy importante debido a que puede ser utilizado como fuente de azufre. Otra de las características principales de este producto es su alta solubilidad en agua, razón por la cual, su aplicación debe realizarse en suelo húmedo.

El sodio en el suelo, forma carbonatos y bicarbonatos de sodio, condición que incrementa el pH y reduce la disponibilidad de algunos nutrientes para los cultivos como fósforo, zinc, manganeso y hierro. La baja disponibilidad de estos nutrimentos genera deficiencias en la planta, las cuales se manifiestan como quemaduras en las hojas, baja producción y en algunos casos, la disminución del rendimiento hasta del 100% (Villanueva y Hernández, 2001).

Un suelo con concentraciones elevadas de sodio provoca una compactación en el suelo y pérdida de infiltración de agua. La impermeabilidad de estos suelos afecta negativamente al desarrollo de las raíces y, por lo tanto, la absorción de nutrientes (Castellanos, 2000). Las principales características de los suelos sódicos son: conductividad eléctrica menor de 4, pH mayor de 8.5 y un porcentaje de sodio intercambiable mayor de 15 (Richards, 1974).

3.5 Hortalizas

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, (2016) denomina como “hortaliza al conjunto de plantas cultivadas en huertos, las cuales se consumen como alimento de manera cruda o cocida a través de diferentes preparaciones.

3.6 Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) en sus diferentes formas y colores, es una de las hortalizas más comunes y consumidas en todo el mundo, aunque su principal producción se concentra en zonas más templadas y subtropicales. En la actualidad se cultiva al aire libre e

invernaderos, en suelo o en forma hidropónica. La lechuga presenta una gran diversidad, dada principalmente por los diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. Esto ha llevado a diversos autores a distinguir variedades botánicas en la especie, existiendo varias que son importantes como cultivos hortícolas en distintas regiones del mundo. (Saavedra, Corradini, & Antúnez, 2017).

La lechuga (*Lactuca sativa*) es el cuarto vegetal más importante que se cultiva bajo el sistema hidropónico. En comparación con la que se cosecha a campo abierto su producción es mínima. Los cultivos hidropónicos caseros brindan una producción mucho mayor que los cultivos en tierra. Se aprende mucho al construir sistemas hidropónicos y les permiten cultivar plantas que en tierra morirían debido a patógenos que pueden estar presentes en su zona de origen (Flores, 2015).

De acuerdo a la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) y Saavedra et al., 2017, una vez que aparecen los cotiledones comienza el proceso de crecimiento, que puede ser dividido en cinco estadios:

- Plántula: Comienza una vez que ha ocurrido la protrusión de la radícula a través de la cubierta seminal hasta la aparición de la tercera o cuarta hoja verdadera; toma desde la emergencia de 2 a 3 semanas.
- Roseta: Durante esta etapa se disminuye la relación largo/ancho de las hojas. La plántula continúa generando hojas verdaderas; se forman de 12 a 14 hojas, siendo cada hoja nueva más ancha que la precedente, pero su estructura varía según el tipo de lechuga.
- Encabezamiento: Continúa el descenso de la relación largo/ancho en las nuevas hojas, caracterizado por el encorvamiento de la nervadura central sobre el punto de crecimiento de la planta. Hojas curvadas continúan saliendo hasta que son completamente envueltas por las hojas exteriores. La tasa de formación incrementa con aumento de la intensidad de luz recibida a una temperatura constante o bien, cuando la luz es constante y la temperatura incrementa. Hay variedades que no forman cabeza.

- **Madurez:** En esta etapa se han formado un gran número de hojas en el interior, generando un cogollo firme. Tiene una duración de 60 a 120 días. **SobremadurGez:** las hojas se continúan expandiendo hasta que se forman grietas por la presión.
- **Floración:** El tallo floral emerge a través de la parte superior del cogollo, produciendo una flor terminal, la cual limita la altura final de la planta. El tallo floral genera ramificaciones, formando las floraciones secundaria y terciaria; la inflorescencia de la lechuga se llama capítulo y contiene alrededor de 24 floretes. Las flores se forman entre los 50 y los 70 días. Cada flor abre solamente una vez y permanece así sólo parte del día, dependiendo de la temperatura e intensidad de la luz, desde 1 día a varias horas. Después de 12 a 14 días del desarrollo de la flor, el involucro se seca y se abre, generando semillas. La fertilización ocurre durante el periodo en que la flor está abierta. Los aquenios maduran alrededor de 2 semanas después de la apertura floral; sin embargo, altas temperaturas aumentan la tasa de desarrollo y maduración. Los órganos reproductivos de la planta se forman de manera temprana, aunque su crecimiento se genera después del término del ciclo vegetativo.

Morfología según Carrasco, Gilda e Izquierdo, Juan, 1996; Krarup & Moreira, 1998:

- La lechuga es una hortaliza anual.
- Su sistema radical, que en general tiene 0.25 m de profundidad, presenta una raíz primaria pivotante, corta y con ramificaciones.
- El sistema caulinar se desarrolla en dos fases: una vegetativa y otra reproductiva.
- En la fase inicial o vegetativa la planta presenta un tallo comprimido en el cual se ubican las hojas muy próximas entre sí, generando el hábito de roseta típico de la familia.
- La disposición de las hojas es variable; en algunas formas las hojas se mantienen desplegadas y abiertas, y en otras, en cierto momento del desarrollo, las hojas se expresan de tal manera que forman una cabeza o cogollo más o menos consistente y apretado.
- Cuando la lechuga entra en su fase reproductiva emite el tallo floral, que alcanza una altura de hasta 1.2 m. Esta fase se ve acelerada por temperaturas altas y días largos, a pesar de que la mayoría de los cultivares modernos son de fotoperiodo neutro.

- Las flores de esta planta son autógamas. (Carrasco, Gilda e Izquierdo, Juan, 1996; Krarup & Moreira, 1998).

3.7 Acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.)

El centro de origen de esta especie se sitúa en Europa y Norte de África, siendo la región oriental del Mediterráneo su mayor centro de diversificación. Desde Europa ha sido llevada a diversos países del mundo y en la actualidad presenta una amplia difusión, especialmente en América y Asia (Seymour, 1981).

La acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*), es una especie introducida que llegó a América con los españoles, originaria de Europa, comercializada y utilizada por las civilizaciones del Mediterráneo oriental hace 2500 años. Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias. Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a.c. (Redín, 2009).

Turquía es el centro de origen y el área de distribución natural de las acelgas, teniendo 52 accesiones en el National Gene Bank of the Aegean Agricultural Research Institute (AARI) en Esmirna (Bozokalfa, Yagmur, Kaygisiz, Esivok, 2011).

La acelga es una planta bianual y de ciclo largo que no forma raíz comestible o fruto, con raíz bastante profunda y fibrosa. Las hojas constituyen la parte comestible y son grandes, de forma oval tirando hacia acorazonada; tiene un pecíolo ancho y largo, que se prolonga en el limbo; el color varía, según variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro y algunos son de colores. Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos. (Chumbipuma, 2019).

El cultivo de la acelga (*Beta vulgaris* L.) es una planta herbácea bianual cultivada de forma anual, pertenece a la familia Chenopodiaceae, es nativa de Europa meridional, donde crece en forma espontánea en la región mediterránea, ahí existen numerosas variedades debido a que se cultiva extensamente en todas las zonas del mundo. (Melendez, 2015).

Taxonomía

Según la clasificación taxonómica es la siguiente (Redín, 2009)

- Reino: Plantae

- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas)
- Subclase: Caryophyllidae
- Orden: Caryophyllales
- Familia: Chenopodiaceae
- Género: Beta
- Nombre común: Acelga.
- Especie: Beta vulgaris

4. JUSTIFICACIÓN

Tras años de practica en la agricultura convencional ha surgido la preocupación y conciencia, siendo la agricultura orgánica una alternativa cada vez más incorporada por productores para producir alimentos de una manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente, de modo que se puedan obtener beneficios económicos y ambientales. Cuidar el medio ambiente, disminuir el consumo de productos de origen químico y que tiene impacto ambiental negativo. Tomar y transformar residuos, dándoles un uso que aporte beneficios. Se busca obtener un producto de fácil preparación, bajo costo y efectivo en desarrollo de plántulas. Empleándose residuos de una granja avícola (gallinaza), cenizas forestales y yeso agrícola generando un fertilizante órgano mineral, poniendo a prueba diferentes dosis para evaluar viabilidad en las aplicaciones de las distintas concentraciones.

5. HIPÓTESIS

La aplicación de un fertilizante órgano mineral a base de gallinaza, ceniza y yeso agrícola, mejora el desarrollo en plántula de lechuga y acelga, reflejado en mayor incremento en los parámetros agronómicos tales como longitud de las hojas y desarrollo radicular.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Comparar el efecto en parámetros agronómicos en la producción de plántula en charola del cultivo de lechuga y acelga por efecto de lixiviado de humos y un fertilizante órgano mineral

6.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto del fertilizante órgano mineral a base de gallinaza, ceniza y yeso agrícola y de un lixiviado orgánico en los parámetros agronómicos de la producción de plántula en charola de lechuga y acelga.
- Identificar la dosis optima del fertilizante órgano mineral a base de gallinaza, ceniza y yeso agrícola que maximice el crecimiento y desarrollo de plántulas de lechuga y acelga.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Ubicación del área de estudio

El sitio experimental de este estudio se localizó en el vivero (Figura 1) del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo (20° 05' 06.07'' N, 98° 24' 24.6'' O). La región está situada a 2157 msnm, cuenta con un clima templado, una temperatura media de 16 °C, 550 mm de precipitación pluvial anual y 40 % de humedad relativa (INEGI, 2025).

Dicha región se caracteriza en su contexto agrícola en la producción de jitomate y una gran cantidad de hortalizas diversas de hoja como es lechuga, espinaca, acelga, apio y el destino de la producción es Ciudad de Mexico y estados circunvecinos.



Figura 1.-Área experimental

7.2 Proceso de elaboración del fertilizante órgano mineral:

Se realizó el montaje de la estructura de la compostera (Figura 2) para el manejo adecuado de los residuos utilizando los siguientes materiales: bote de 20 l, malla antiafidos, bote de 20 l perforado al fondo, base plástica.

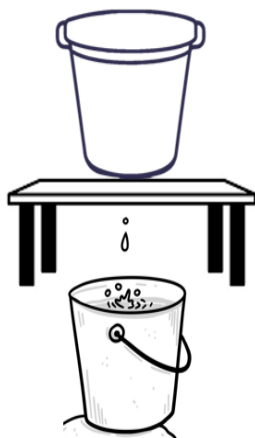


Figura 2.-Estructura para obtención de fertilizante órgano mineral.

7.3 Materiales y preparación del fertilizante órgano mineral (FOM):

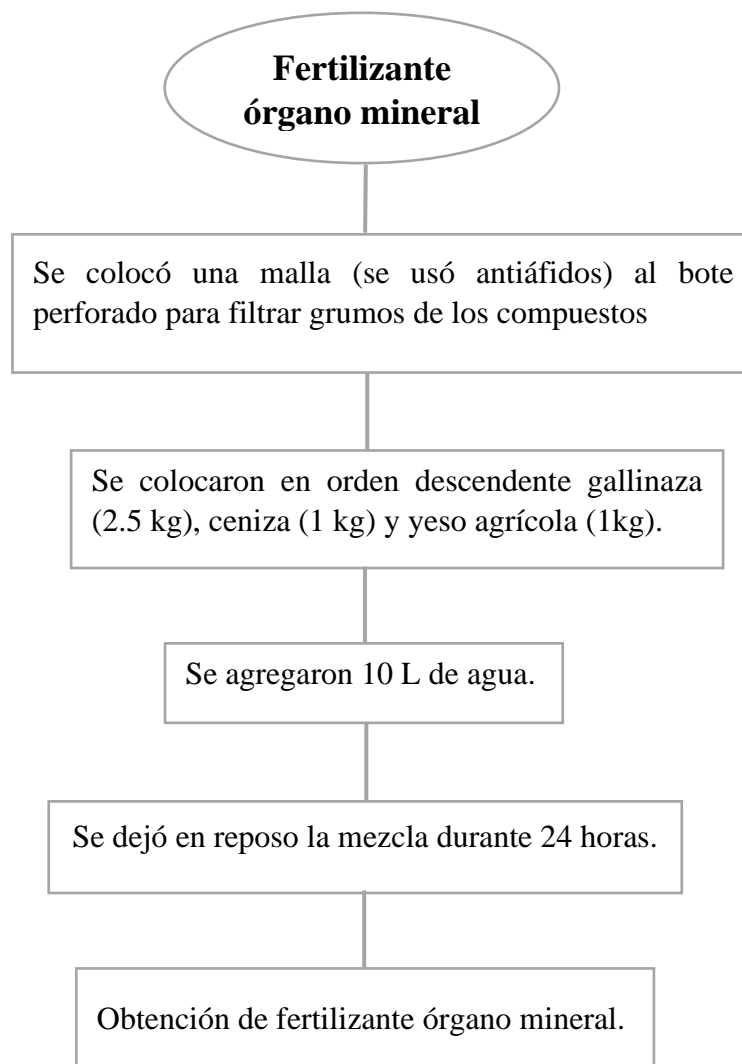


Figura 3.- Preparación de fertilizante órgano mineral

Fuente: elaboración propia.

7.4 Tratamientos y aplicación

El experimento se estableció en el interior del vivero del programa educativo de ingeniería en agronomía para producción sustentable del Instituto de Ciencias Agropecuarias (UAEH), el cual cuenta con cubierta plástica color blanco, con 30 % de sombreo, calibre 720 y protección UV, en temporada primavera-verano. Se ocuparon charolas de germinación de poliestireno de 200 cavidades nuevas y antes de utilizarlas se limpiaron con agua y jabón neutro. Se construyeron 7 estructuras de madera con dimensiones de 1m*1m*0.20m mismos que fueron cubiertos con un plástico gris, de los cuales tres se ocuparon para aplicación del fertilizante órgano mineral y tres cajones para aplicación de lixiviado de humus (Ferti-vita®) y una estructura que contenía agua común. Se procedió a preparar las concentraciones 4mL, 8mL y 16mL por litro de agua, mismos que fueron vertidos a cada una de las estructuras de madera llenándose un 90% de capacidad de volumen. Previamente se preparó sustrato de peat most, perlita y vermiculita a razón de 50%, 25% y 25% respectivamente llenándose las charolas de 200 cavidades y realizándose la siembra de una semilla por cavidad, a los 10 días posteriores a la siembra se obtuvo un 93% de germinación y emergencia de la plántula, por lo que las charolas fueron introducidas a las estructuras de madera con las concentraciones previamente descritas, y por técnica de flotación se mantuvieron durante cuatro semanas. Cuando se presentaba un abatimiento del 30% del volumen inicial de cada estructura, se preparaba nuevamente una solución de cada tratamiento para recuperar el volumen previo. Durante este periodo las plántulas siguieron su etapa de crecimiento vegetativo, hasta que fueron cosechadas de la charola.

7.5 Variables agronómicas

Para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados en los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L) y acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.) se midieron variables de desarrollo; longitud, peso fresco, peso seco en hojas, raíz y tallo, y número de hojas. Al concluir lo aplicación de los tratamientos a los 30 días de emergencia, se procedió a sacar las plántulas de las charolas germinativas (Figura 4), para posteriormente tomar medidas y peso en un laboratorio. La longitud determinada en centímetros (cm) en hojas, raíz y tallo se midió con regla geométrica (Figura 5). El número de hojas se determinó mediante un

conteo visual de las hojas. El peso fresco determinado en gramos (g) en hojas, raíz y tallo se tomó en balanza analítica (marca PW ADAM®) (Figura 6), posteriormente se pasaron a estufa (a 80°C durante 72 hrs). El peso seco determinado en gramos (g) se tomó en misma balanza analítica.



Figura 4. a) Extracción de plántula de charola germinativa lechuga, b) Extracción de plántula de charola germinativa acelga.

Posterior a la cosecha de plántulas de la charola fueron llevadas al laboratorio de semillas y germoplasma del área académica de Ciencias Agrícolas y Forestales del Instituto de Ciencias Agropecuarias (UAEH). En donde fueron lavadas los residuos de sustrato y las partes vegetativas de las plántulas fueron cortadas, medidas y pesadas (Figura 5).



Figura 5.- Laboratorio de semillas y germoplasma (ICAp, UAEH), Santiago Tulantepec, Hidalgo 2025. a) Medición de variables lechuga, b) Medición de variables acelga

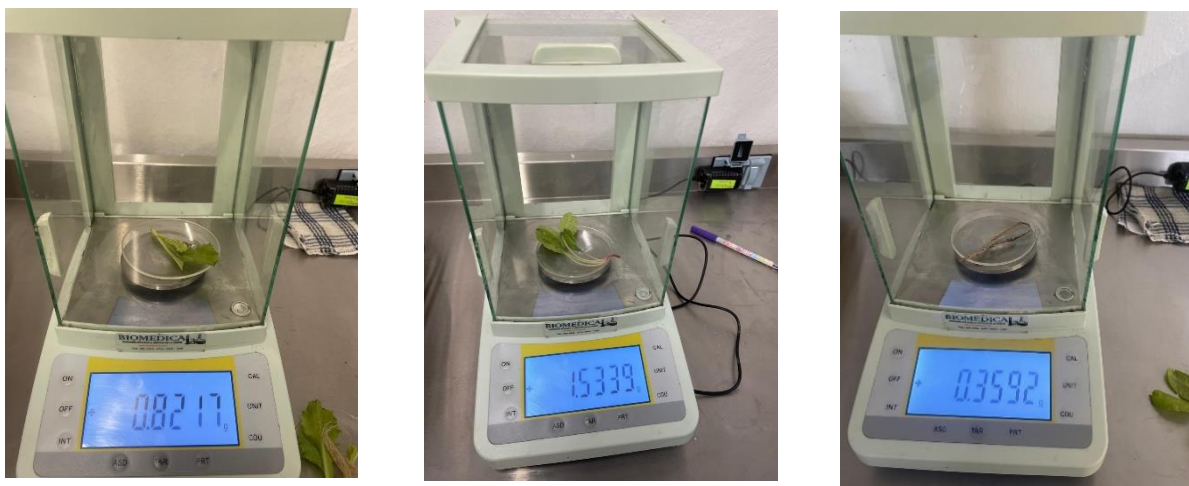


Figura 6.- Peso Fresco y seco de hojas, tallo y raíz. Laboratorio de semillas y germoplasma (ICAp, UAEH),

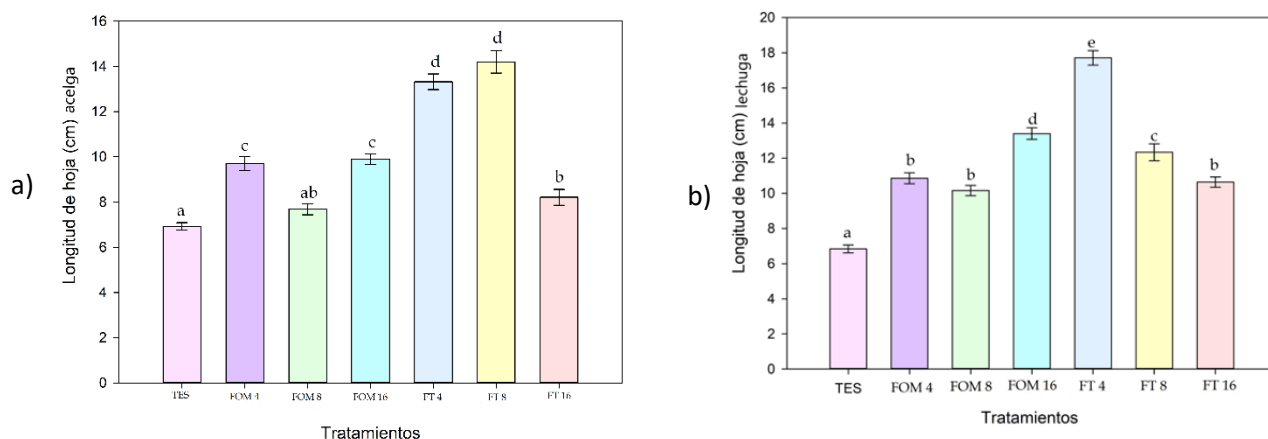
7.6 Análisis estadísticos

El estudio fue conducido usando un diseño completamente al azar $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ con 7 tratamientos y 4 repeticiones evaluando las variables agronómicas. Los datos fueron evaluados usando un análisis de varianza y prueba de diferencia mínima significativa (LSD) de medias de Fisher. Todos los procedimientos estadísticos se realizaron utilizando el software de Infostat 2020.

8. RESULTADOS

El tratamiento de fertilizante órgano mineral en la variable longitud de la hoja de acelga (Figura 7a) se obtuvieron incrementos de 143% con el tratamiento FOM 16 con respecto al control. En el caso del tratamiento FT 4 se presentaron incrementos de 192% y con FT 8 se incrementó un 205% esto con respecto al control, con el tratamiento FT 16 esta variable se redujo a un 119% comparado con el tratamiento FT 8. En la longitud de hoja de la lechuga (Figura 7b) se obtuvo diferencia significativa respecto al control, con el tratamiento FOM 16 se presentó incrementos de 196% comparado con el control. En el caso de del tratamiento FT 4 presentaron incrementos de 259% con respecto al control, con el tratamiento FT 16 se redujo hasta a un 156% comparado con el tratamiento FT 4. En cuanto al número de hojas no hubo diferencia significativa para acelga (Figura 7c). Sin embargo, el tratamiento FOM 16 obtuvo un 108% comparado con el testigo y el tratamiento FT 4 obtuvo un 115%

comparado con el testigo, con el tratamiento FOM 4 se redujo hasta a un 99% comparado con el tratamiento FT 4. En cuanto al número de hojas no hubo diferencia significativa para lechuga (Figura 7d). El tratamiento FOM 8 obtuvo un 110% comparado con el testigo y el tratamiento FT 16 obtuvo un 112% comparado con el testigo, con el tratamiento FT 4 se redujo hasta a un 95% comparado con el tratamiento FT 16. En el peso fresco de hojas de acelga (Figura 7e) se registraron incrementos del 196% con el tratamiento FOM 16 con respecto al control. En el caso de del tratamiento FT 8 presentaron incrementos de 451% con respecto al control. Con el tratamiento FT 16 se redujo hasta a un 181% comparado con el tratamiento FT 8. En el peso fresco de hoja de lechuga (Figura 7f) se alcanzó un incremento del 185% con el tratamiento FOM 16 en comparación con el control. En el caso del tratamiento FT 4 presentaron incrementos de 305% con respecto al control. Con el tratamiento FOM 8 se redujo hasta a un 106% comparado con el tratamiento FT 4. Respecto al peso seco en hojas de acelga (Figura 7g) en el tratamiento FOM 16 incremento un 200% esta variable con respecto al control. En el caso de del tratamiento FT 8 presentaron incrementos de 617% con respecto al control. Con el tratamiento FOM 4 se redujo hasta a un 150% comparado con el tratamiento FT 8. Respecto al peso seco en hojas de lechuga (Figura 7h) en el tratamiento FOM 4 incremento un 156% esta variable con respecto al control. En el caso de del tratamiento FT 4 presentaron incrementos de 267% con respecto al control. Con el tratamiento FOM 8 se redujo hasta a un 122% comparado con el tratamiento FT 4.



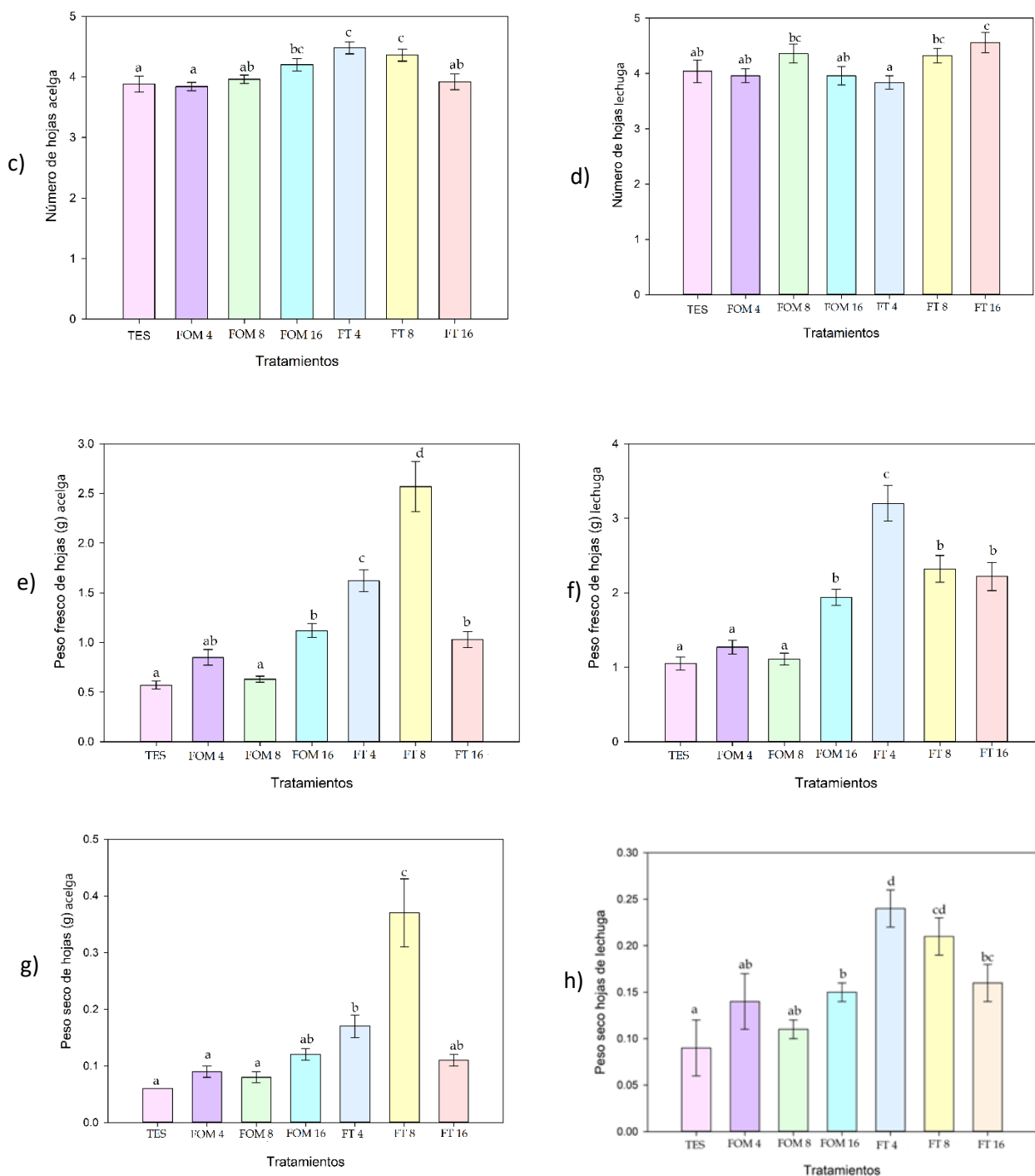
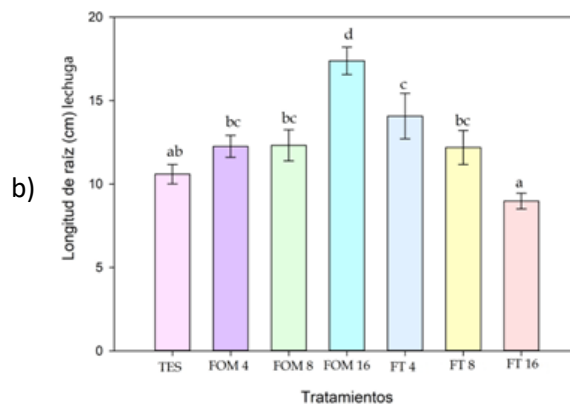
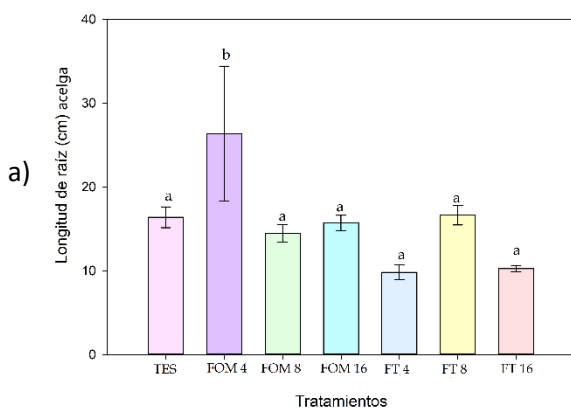


Figura 7. a) longitud de la hoja acelga. b) longitud de la hoja lechuga. c) número de hojas acelga. d) número de hojas lechuga. e) peso fresco hojas acelga. f) peso fresco número de hojas lechuga. g) peso seco hojas acelga. h) peso seco hojas lechuga. Las barras representan la desviación estándar n=25. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según la prueba de diferencias mínimas significativas de Fisher.

En la variable longitud de la raíz de acelga (Figura 8) se obtuvieron incrementos en promedio de 161% con el tratamiento FOM 4 con respecto al control y al producto convencional; con el tratamiento FT 4 esta variable se redujo a un 60% comparado con el tratamiento FOM 4. En la longitud de raíz de la lechuga (Figura 8b) se obtuvo diferencia significativa entre FOM 16 respecto al control, con el tratamiento FOM 16 se presentó incrementos de 164% comparado con el control. En el caso de del tratamiento FT 4 presentaron incrementos de 133% con respecto al control, con el tratamiento FT 16 se redujo hasta a un 85% comparado con el tratamiento FOM 16. En la variable peso fresco de la raíz de acelga (Figura 8c) se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Obteniendo un 83% en el tratamiento FOM 4 con respecto al control, con el tratamiento FT 16 hubo diferencia significativa respecto al FOM y al control con un 157%, con los tratamientos FOM 8 se redujo a un 50% y con el tratamiento FT 8 se redujo a un 33% con respecto al control. En la variable peso fresco de la raíz de lechuga (Figura 8d) se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Obteniendo un 75% en el tratamiento FOM 16 con respecto al control, con el tratamiento FT 8 hubo diferencia respecto al control con un 104%. Con los tratamientos FOM 8 y FT 8 se redujo a un 49% con respecto al control.

En la variable peso seco de la raíz de acelga (Figura 83e) se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Obteniendo un 100% en el tratamiento FOM 4 con respecto al control, con el tratamiento FT 8 hubo diferencia significativa respecto al FOM y al control con un 160%, con los tratamientos FOM 8 se redujo a un 60% con respecto al control. En la variable peso seco de la raíz de lechuga (Figura 8f) se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Obteniendo un 133% en el tratamiento FOM 4 con respecto al control, con el tratamiento FT 4 hubo diferencia respecto al control con un 233%. Con los tratamientos FT 16 se redujo a un 100% con respecto al control.



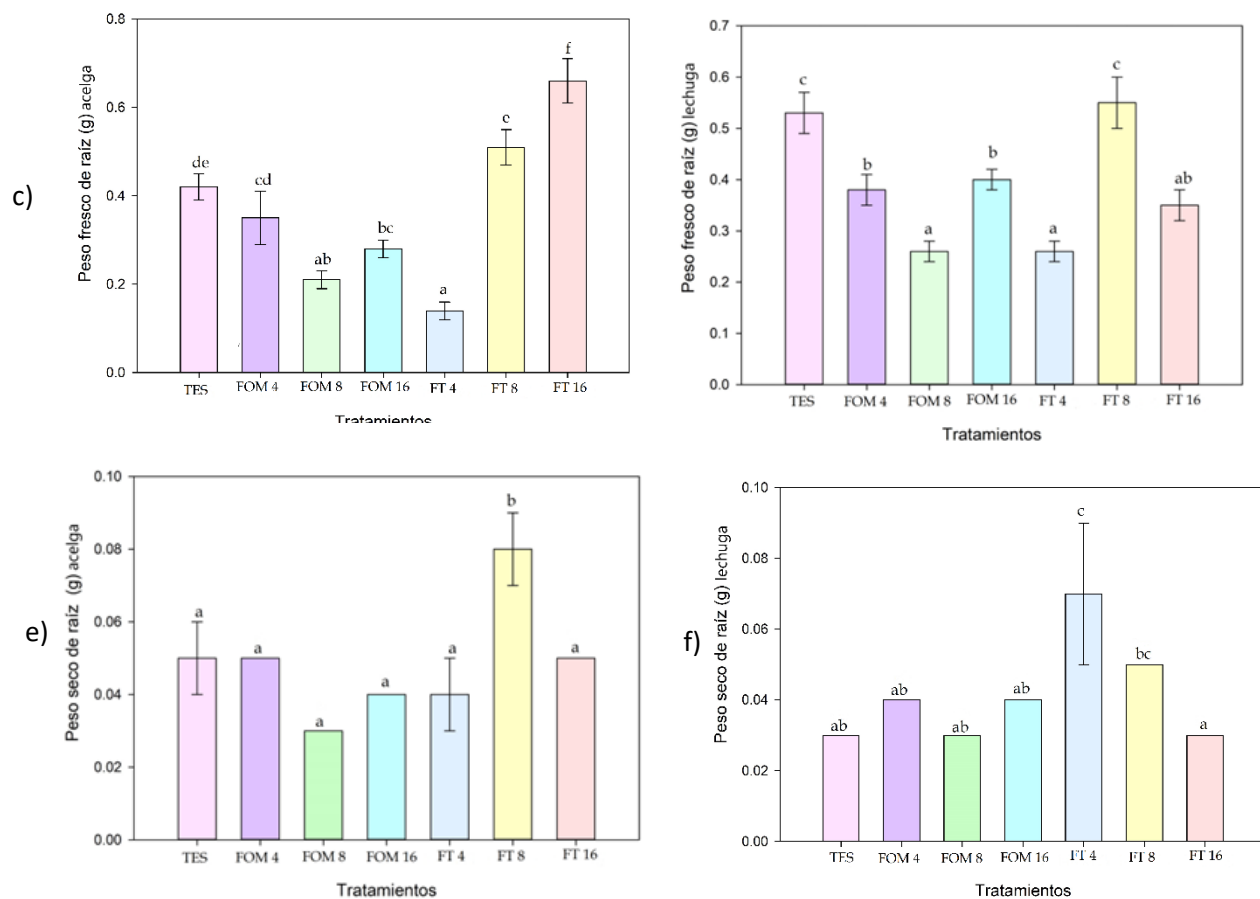


Figura 8. a) longitud de raíz acelga. b) longitud de raíz lechuga. c) peso fresco raíz acelga. d) peso fresco raíz lechuga. e) peso seco raíz acelga. f) peso seco lechuga. Las barras representan la desviación estándar n=25. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según la prueba de diferencias mínimas significativas de Fisher.

En la variable longitud del tallo de acelga (Figura 9a) se obtuvieron diferencias significativas, con incremento de 112% con el tratamiento FOM 4 con respecto al control y al producto convencional. En el caso del producto convencional se obtuvieron diferencias significativas con respecto a FERT 16 con un 96%, en el tratamiento FT 4 se obtuvo un 96%. En el peso fresco de tallo de acelga (Figura 9b) se registraron incrementos del 157% con el tratamiento FOM 16 con respecto al control. En el caso de del tratamiento FT 8 presentaron incrementos de 243% con respecto al control. Respecto al peso seco se alcanzó un 200% en acelga (Figura 9c) en el tratamiento FOM 4 y FOM 16. En el caso de del tratamiento FT 8 presentaron incrementos de 400% con respecto al control. Con el tratamiento FOM 4 se redujo hasta a un 100% comparado con el tratamiento FT 8.

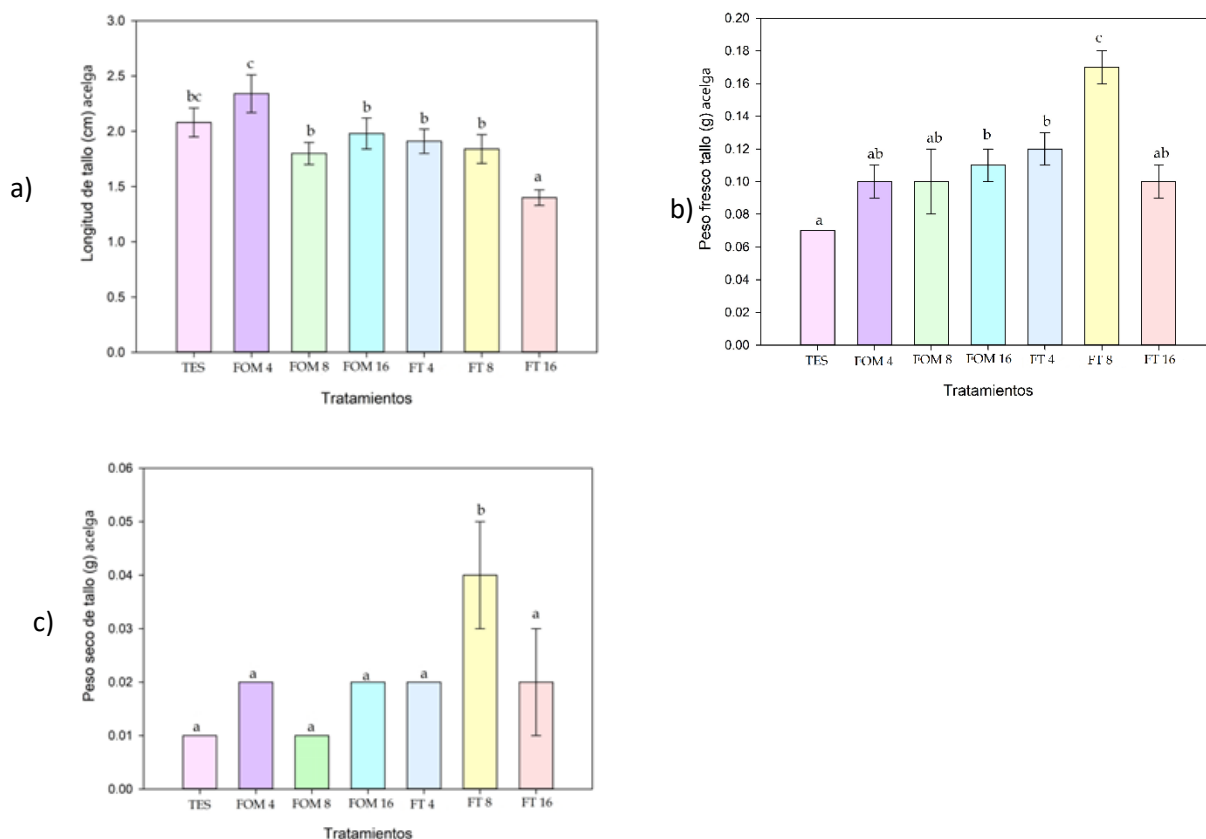


Figura 9. a) longitud de tallo acelga. b) peso fresco tallo acelga. d) peso seco tallo acelga. Las barras representan la desviación estándar n=25. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según la prueba de diferencias mínimas significativas de Fisher.

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los efectos positivos de la aplicación de lixiviado y fertilizante convencional en condiciones de hidroponía en charola germinativa en plántulas de lechuga y acelga se observaron diferencias significativas. El mayor desarrollo en longitud de hoja de acelga se observó en el tratamiento FT 4 seguido del tratamiento FOM 16. En el peso fresco se mostró que la aplicación de lixiviado de humus favoreció el incremento respecto al control, seguido de un buen resultado con el tratamiento FOM 16 para acelga y para lechuga. Respecto al peso seco el producto convencional mostro un mayor porcentaje en el tratamiento FT4, seguido del tratamiento FOM 16 para acelga FOM 4 para lechuga. Según la ficha del lixiviado de humus (Ferti vita®) que contiene ácidos húmicos y fúlvicos, según Singh, 2002 estos son eficientes en mantener un mejor estado nutricional de las plantas, también contienen aminoácidos los cuales según Dura 2016; el beneficio de la aplicación de aminoácidos en los cultivos es un significativo ahorro de energía en la producción de los mismos, este ahorro de energía se ve reflejado en vigor de la planta y la mejora de la tolerancia ante situaciones de estrés, reduciendo significativamente el daño en el rendimiento y en la calidad del cultivo causado por las situaciones de estrés. Se justifica un incremento en longitud de hojas debido a que los aminoácidos inducen vigor en planta. El peso en fresco puede verse reflejado por el aporte de los minerales orgánicos que contiene el fertilizante orgánico, ya que contiene minerales esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En el número de hojas tanto el fertilizante órgano mineral como el lixiviado de humus, no mostraron incrementos en los cultivos evaluados con respecto al control.

El desarrollo radicular se vio influenciado positivamente en los tratamientos en ambos cultivos, en los tratamientos los resultados implicaron que la aplicación del tratamiento FOM 4 en acelga y FOM 16 para lechuga tuvieron diferencia significativa respecto al control, así logrando mayor longitud en comparación con el control y el producto convencional. Esta respuesta puede explicarse debido a la estimulación significativa inducida por el fertilizante órgano mineral sobre el desarrollo radicular, situación probablemente influenciada por presencia de elementos como nitrógeno, fosforo y potasio, los cuales son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de las raíces. La presencia de estos nutrientes puede estimular la

división celular y elongación de las células radiculares, lo que se traduce en un mayor crecimiento de raíz. (Anexo 1, análisis de fertilizante órgano mineral).

En el caso de la acelga en las variables evaluadas en el tallo los resultados implicaron que el tratamiento FOM 4 favorecieron de manera considerable el desarrollo del tallo, logrando un mayor valor en longitud en comparación con el testigo y el producto convencional. Esta respuesta puede explicarse debido a la estimulación significativa inducida por el fertilizante órgano mineral sobre el desarrollo radicular, situación probablemente influenciada debido a presencia de elementos como nitrógeno, fosforo y potasio. Se promovió el crecimiento de raíz lo que permitió una mayor absorción de nutrientes, los cuales se trasportaron al tallo donde se utilizaron para el crecimiento y desarrollo. (Anexo 1, análisis de lixiviado).

Según investigaciones de Alcívar, Vera, Arévalo, Arévalo, Pachar, Castillo, & Paltán, 2021. En el cultivo de pimiento donde se aplicó lixiviado de vermicompost a base de residuos vegetales y gallinaza se encontraron mayor longitud en frutos y un incremento de la biomasa radicular. León, Chu, Carvallo & Villegas (2024) compararon la calidad de cultivo de chile con fertilización de origen químico con fertilización orgánica, utilizando gallinaza, consiguiendo los nutrientes necesarios para mantener una calidad semejante o superior a la que se obtiene con fertilización sintética. Hornedo, Martín, Calvo & Delgado, (2012) Evaluaron estiércoles avícolas en cultivo de maíz, comparando un posible efecto contaminante y la respuesta del cultivo a esa fertilización obteniendo un resultado favorable con gallinaza de pollo de engorda en aumento de biomasa. Estos hallazgos se asemejan con los resultados expuestos en el presente estudio.

10. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación demostraron que el fertilizante órgano mineral a base de gallinaza, ceniza y yeso agrícola, tiene un impacto positivo en el desarrollo de plántulas de lechuga y acelga. Se observó que su aplicación incrementó significativamente parámetros agronómicos como longitud de hojas y desarrollo radicular. En particular el tratamiento FOM 4 (4 mL/L de agua) para acelga y FOM 16 (16 mL/L de agua) para lechuga, mostraron el mejor desempeño en la variable de longitud de raíz. Este hallazgo sugiere que los compuestos del fertilizante órgano mineral pueden mejorar el desarrollo radicular. En este sentido; optar

por opciones en fertilizantes orgánicos con menor impacto ambiental, eficientes y de bajo costo es una alternativa rentable para la producción de hortalizas. Futuras investigaciones podrían llevar al término de la producción y evaluar el impacto del fertilizante en cosecha y mejorar dosis de aplicación.

11. CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agbabiaka, O. G., Oladele, I. O., Akinwekomi, A. D., Adediran, A. A., Balogun, A. O., Olasunkanm, O. G., & Olayanju, T. M. A. (2020). Effect of calcination temperature on hydroxyapatite developed from waste poultry eggshell. *Scientific African*, 8, e00452. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00452>

Alcívar Llivicura, M. F., Vera Rodríguez, J. H., Arévalo Serrano, O. J., Arévalo, B. D., Pachar, L. E., Castillo, C. B., ... & Paltán, N. D. (2021). Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 13(1), 50-58.

Bozokalfa, MK; Yagmur, B; Kaygisiz A, T; Esivok, D. 2011. Diversity in nutritional composition of Swiss chard (*Beta vulgaris* subsp. L. var. cicla) accessions revealed by multivariate analysis. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 9(4): 557–566.

Bragachini, A. M. A., Huerga, A. I., Mathier, A. D. F., Sosa, A. N. (2015). Residuos pecuarios: una problemática que puede transformarse en oportunidad. Ed. electrónico. <http://www.produccionanimal.com.ar/Biodigestores/66INTAResiduospecuarios2014.pdf>

Bragachini, A. M. A., Huerga, A. I., Mathier, A. D. F., Sosa, A. N. (2015). Residuos pecuarios: una problemática que puede transformarse en oportunidad. Ed. electrónico. <http://www.produccionanimal.com.ar/Biodigestores/66INTAResiduospecuarios2014.pdf>

Capistrán, L. L., Bolaños, E. N. A., Guzmán, A. M. V., Montiel, L. G. H., Martínez, G. C., & Chávez, I. A. (2025). EFECTO DE FERTILIZANTES ÓRGANO-MINERALES

Y LOMBRICOMPOSTA SOBRE PARÁMETROS MORFOFISIOLÓGICOS Y CAPSAICINOIDES EN *Capsicum chinense* Jacq.

Carrasco, Gilda e Izquierdo, Juan, 1996. Manual técnico. La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante («nft»). Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe y Universidad de Talca.

Casas Rodríguez, S., & Guerra Casas, L. D. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 87-102.

Castellanos R., J. Z. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2da Ed. 149-150.

Chávez, C., Vila, L. F., Martín, B. J. C., Abreu, M. V., & Garriga, I. C. (2017). Evaluación de la calidad y estabilidad de abonos órganominerales. *Centro Agrícola*, 36(3), 63-69.

Chumbipuma Bustinza, J. L. (2019). Densidad de siembra y abonos foliares en la producción orgánica de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Cicla) en La Molina.

de Imperial Hornedo, R. M., Martín, J. V., Calvo, R., & Delgado, M. M. (2012). Evaluación de nutrientes lixiviados bajo cultivo de maíz por aporte de estiércoles de granjas avícolas. *ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*, (3), 376-392.

ETIÉGNI L., CAMPBELL, A. G., MAHLER R. L., 1991. Evaluation of wood ash disposal on agricultural land: I. Potential as a soil additive and liming agent. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 22, 243-256.

Félix H. J. A., Sañudo T. R. R. Rojo M. G. E., Martínez R. R. y Olalde P. V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* 4 (1): 57-67

FERM A., HOKKANEN T., MOILANEN M., ISSAKAINEN J., 1992. Effects of wood bark ash on the growth and nutrition of a Scots pine afforestation in central Finland. *Plant Soil* 147, 305-316.

Flores Rivas, C. I. (2015). *Estudio del cultivo de lechuga romana (Lactuca sativa L.), sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB. 2015).

Gómez, D. y M. Vásquez. 2011. Abonos orgánicos. PYMERURALYPRONAGRO. Tegucigalpa (Honduras). Recuperado de: <http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/106/Manual%20de%20elaboracion%20de%20abono%20organico.pdf?sequence=1>

Hernández J, Cruz A. 1993, Boletín informativo sobre el uso de subproductos: Gallinaza. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José de Costa Rica.

Herrán, J., R. R. Torres y G. E. Rojo. 2008. “Importancia de los abonos orgánicos”. *Ra Ximhai*4: 57 – 67.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México en cifras: Datos geográficos de Hidalgo. Recuperado el (13 de febrero de 2025), de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13077.pdf

Knud-Hansen C. 1998, Pond fertilization: Ecological approach and practical application. Pond dynamics/aquaculture collaborative research support program. State University of Oregon. Oregon.

Krurup, C., & Moreira, I. (1998). Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. *Universidad Católica de Chile, VRA, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile* http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498.

León, J. J., Chu, A. R., Carvallo, T., & Villegas, J. A. S. (2024). Cambios en la calidad del chile serrano (*Capsicum annuum*) bajo fertilización orgánica o convencional. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 25(2), 136-149.

Libreros, S. S. 2012. “La caña de azúcar fuente de energía: Compostaje de residuos industriales en Colombia”. *Técnica*28: 13 – 14.

Lu L, Wang X, Xu M. Effect of Zinc and composting time on dynamics of different soluble copper in chicken manures. *Agricultural sciences in China*. 2010; 9(6): 861-870

- Manzano, J., P. Rivera, F. Briones y C. Zamora. 2014. Rehabilitación de suelos salino-sódicos: estudio de caso en el distrito de riego 086, Jiménez, Tama
- Medina, L. A., O. I. Monsalve y A. F. Forero. 2010. “Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas”. *Ciencias Hortícolas* 4: 109 – 125.
- Melendez Vega, N. D. (2015). *Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (Beta vulgaris L.) con diferentes abonos orgánicos en la finca experimental La María, AÑO 2014* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Moreno R. A., Cano R. P. y Rodríguez D. N. 2009. Producción orgánica de melón bajo condiciones de invernadero. En: Cano R. P., Orona C.I. y Reyes J. I. Simposio nacional sobre producción moderna de melón y tomate. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. 17 – 21 agosto. Torreón, Coah.. Mex.
- OHNO T., ERICH, M. S., 1990. Effect of wood ash application on soil pH and soil test nutrient level. *Agric. Ecosyst. Environ.* 32, 223-239.
- ópez, D. (2012). “aprovechamiento del lechuguín (“eichhornia crassipes”) para la generación de abono orgánico mediante la utilización de tres diseños diferentes de biodigestores”. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Redin, L. 2009. Caracterización física, química y nutricional de dos eco tipos de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla). Quito-Ecuador. Pág. 174
- Richards, L. A. 1974. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Ed. LIMUSA. Mexico. 172 P
- Romero, L.M.R.L. 1997. Abonos orgánicos y químicos en producción, sanidad y absorción nutrimental de papa y efecto en el suelo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, México.
- Saavedra, G., Corradini, F., & Antúnez, A. (2017). Manual de producción de lechuga.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2016). ¿Sabes lo que es una hortaliza? Disponible en línea: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/sabes-lo-que-es-unahortaliza>. Fecha de consulta: 11 de junio 2020

Seymour, J. 1981. El horticultor autosuficiente. España, Blume, 254 p.

Solla-Gullón, F., Rodríguez-Soalleiro, R., & Merino, A. (2001). Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, 16(3), 379-393.

SOMESHWAR A. V., 1996. Wood and combination wood-fired boiler ash characterisation. *J. Environ. Qual.* 25, 962-972.

Trasviña Barriga, A., Bórquez Olguín, R., Leal Almanza, J., Castro Espinoza, L., & Gutiérrez Coronado, M. (2018). Rehabilitación de un suelo salino con yeso agrícola en un cultivo de nogal en el Valle del Yaqui. *Terra Latinoamericana*, 36(1), 85-90.

VANCE E. D., 1996. Land application of wood-fired and combination boiler ashes: an overview. *J. Environ. Qual.* 35, 937-944.

Venglovsky J, Martinez J, Placha I. Hygienic and ecological risks connected with utilization of animal manures and biosolids in agriculture. *Livestock Science*. 2006; 102(3):197-203.

Villanueva D., J. y A. Hernández R. 2001. Calidad del agua en tres áreas de San Luis Potosí y su efecto en la producción de cultivos. Folleto técnico No. 13. 26 p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de fertilizante órgano mineral.



FERTILIDAD DE SUELOS S. DE RL.
Poniente 6 No. 200, Ciudad Industrial, Celaya, Gto. C.P. 38010
www.fertilab.com.mx
Análisis de Composta

FOR-PO-01-3
Emisión: 2025-08-04
Revisión: 04
ema
LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO SA-1359-044/21

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO				FOLIO: CP-8979	
Cliente:	Luz Isaura Gutierrez Castañeda			Estado Físico:	Líquido
Localización:	Tulancingo Hidalgo , Tulancingo De Bravo, Hidalgo			Nombre:	Lixiviado
Identificación:	Lixiviado-1				
Emisión:	2025/11/21				
Determinación	Técnica	Unidades		Resultados	
¹ pH	Potenciometría	-		6.58	
¹ Cond. Eléctrica	Electrometría	dS/m		15.0	
¹ * Nitrógeno total	Combustión por Dumas	mg/L	% (p/v)	1800	0.18
² * Fósforo (P)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L	% (p/v)	75	0.0075
² * Potasio(K)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L	% (p/v)	4700	0.47
² * Calcio(Ca)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L	% (p/v)	500	0.05
² * Magnesio(Mg)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L	% (p/v)	53	0.0053
² * Sodio(Na)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L	% (p/v)	900	0.09
² * Azufre(S)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L	% (p/v)	1100	0.11
² * Hierro(Fe)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L		17.3	
² * Cobre(Cu)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L		11.1	
² * Manganeseo(Mn)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L		7.83	
² * Zinc(Zn)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L		27.0	
² * Boro(B)	Digestión en microondas/ ICP-OES	mg/L		56.7	
¹ Humedad	Gravimetría	%(p/p)		97.5	
¹ * Materia Orgánica	Calcinación	%(p/p)		1.33	
¹ * Cenizas	Calcinación	%(p/p)		1.21	
¹ * Carbono Orgánico	Calcinación	%(p/p)		0.77	
Relación Carbono / Nitrógeno	Cálculo	-		4.72	
² Molibdeno(Mo)	Digestión en microondas/ ICP	mg/L		0.79	

PND = Pendiente por verificación

* Resultados reportados en BASE HÚMEDA

Fertilab garantiza únicamente los resultados de la muestra tal cual como fue recibida en el laboratorio, por lo que se deslinda de toda manipulación previa a su recepción. Este documento se encuentra protegido y registrado ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial; queda prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización de FERTILIDAD DE SUELOS S. DE RL. El cliente tendrá 15 días naturales para revisar y presentar quejas o dudas sobre el servicio. El tiempo de respuesta para quejas o dudas será de máximo 24 horas para primer acercamiento que Calidad tiene con el cliente y notificar que ya se está trabajando o investigando en su queja. El desecho de muestras se realiza 15 días hábiles después de la entrega de resultados. El cliente puede solicitar la devolución de su muestra de resguardo y deberá enviar la guía para recolección antes del tiempo de desecho, FERTILAB se hace responsable de la integridad de la muestra mientras se encuentre en sus instalaciones.



VALORACIÓN DE RESULTADOS

FOLIO: CP-8979

NOTA: Los rangos utilizados para clasificar los resultados obtenidos en cada parámetro provienen del análisis de cientos de muestras analizadas en Fertilab y representan los valores más comunes medidos en este tipo de muestras. Estos niveles no indican la calidad del producto analizado para fines agrícolas, por lo que, se debe evaluar agrónomicamente los beneficios o limitaciones en el uso de este producto.

DETERMINACIÓN	UNIDAD	RESULTADO	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
pH	-	6.6					
Cond. Eléctrica	dS/m	15.0					

MACRONUTRIENTES			MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Nitrógeno (N)	%	0.16					
Fósforo (P)	%	0.0075					
P ₂ O ₅	%	0.02					
Potasio (K)	%	0.47					
K ₂ O	%	0.57					
Calcio (Ca)	%	0.05					
Magnesio (Mg)	%	0.0053					
Azufre (S)	%	0.11					
Sodio (Na)	%	0.09					

MICRONUTRIENTES			MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Hierro (Fe)	ppm	17					
Manganeso (Mn)	ppm	8					
Zinc (Zn)	ppm	27					
Cobre (Cu)	ppm	11					
Boro (B)	ppm	57					
Níquel (Ni)*	ppm	1					
Molibdeno (Mo)*	ppm	1					

PROPIEDADES FÍSICAS			MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Humedad	%	97.5					
Materia seca	%	2.5					
Materia Orgánica (MO)	%	1.3					
Cenizas	%	1.2					
Carbono Orgánico (C)	%	0.8					
Relación C/N	%	4.7					

Nota: Los nutrientes y propiedades físicas se analizaron con base en materia fresca, es decir, considerando la humedad.

* Elemento no incluido en el paquete estándar. NA= No analizado.

APORTE NUTRIMENTAL DE LA COMPOSTA

Macronutriente	Unidad	Aporte
Nitrógeno (N)	g/L	2
Fósforo (P ₂ O ₅)	g/L	0
Potasio (K ₂ O)	g/L	6
Calcio (Ca)	g/L	1
Magnesio (Mg)	g/L	0
Sodio (Na)	g/L	1
Azufre (S)	g/L	1

Micronutriente	Unidad	Aporte
Hierro (Fe)	mg/L	17
Cobre (Cu)	mg/L	11
Manganeso (Mn)	mg/L	8
Zinc (Zn)	mg/L	27
Boro (B)	mg/L	57
Molibdeno (Mo)*	mg/L	1
Níquel (Ni)*	mg/L	1

* Elemento no incluido en el paquete estándar. NA= No analizado. kg/t= kilogramos por tonelada de composta; g/t= gramos por tonelada de composta; g/L= gramos por litro de composta; mg/L= miligramos por litro de composta.

ppm = partes por millón equivalente a mg/L en muestras líquidas o mg/kg en muestras sólidas.

Comentarios

El aporte nutrimental de cada producto orgánico dependerá de la naturaleza de sus componentes primarios y de su proceso de elaboración. Las relaciones C/N mayores de 15 se relacionan con compostas maduras. El cálculo de los aportes nutrimentales se realizó considerando la humedad del producto y se reportan en las unidades correspondientes.

Fertilab garantiza únicamente los resultados de la muestra tal cual como fue recibida en el laboratorio, por lo que se deslinda de toda manipulación previa a su recepción. Este documento se encuentra protegido y registrado ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial; queda prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización de FERTILIDAD DE SUELOS S. DE RL. El cliente tendrá 15 días naturales para revisar y presentar quejas o dudas sobre el servicio. El tiempo de respuesta para quejas o dudas será de máximo 24 horas para primer acercamiento que Calidad tiene con el cliente y notificar que ya se está trabajando o investigando en su queja. El desecho de muestras se realiza 15 días hábiles después de la entrega de resultados. El cliente puede solicitar la devolución de su muestra de resguardo y deberá enviar la guía para recolección antes del tiempo de desecho. FERTILAB se hace responsable de la integridad de la muestra mientras se encuentre en sus instalaciones.



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FOLIO: CP-8979

--	--	--	--

PND = Pendiente por verificación

¹Parámetro no acreditado.

²Parámetro analizado de acuerdo con el método interno acreditado MET-PO-13 "Determinación elemental (As,B,Ca,Cu,Fe,K,Mg,Mn,Mo,Na,Ni,P,S,Zn) en muestras de agua de riego y extractos acuosos (obtenidos apartir de planta, composta, solución nutritiva, extracto de pasta y extacto de suelos) por ICP-OES".

³Parámetro tercerizado.

Anexo 1: Límites de Detección y Límites de Cuantificación para Micronutrientes y Macronutrientes.

Parámetro	Zn	Cu	Mo	Fe	Ni	K	Ca	Na	P	Mg	Mn	B	S	As
LD mg/L	0.08	0.05	0.07	0.31	0.54	25.69	6.44	3.58	0.46	0.15	0.01	2.09	23.62	0.04
LC mg/L	2.50	2.50	2.50	1.25	2.73	725.00	50.00	50.00	500.00	25.00	0.50	5.45	145.00	0.25

Parámetro	Al	Ba	Cd	Co	Cr
LC mg/L	5.00	2.50	0.15	0.15	1.50

Aprobó

MC. David Maldonado Romero

Jefe de laboratorio

Revisó

Lic. Luis Miguel Cárdena Martínez
Tegualteco

Fertilab garantiza únicamente los resultados de la muestra tal como fue recibida en el laboratorio, por lo que se deslinda de toda manipulación previa a su recepción.
Este documento se encuentra protegido y registrado ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial; queda prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización de FERTILIDAD DE SUELOS S. DE RL.
El cliente tendrá 15 días naturales para revisar y presentar quejas o dudas sobre el servicio.
El tiempo de respuesta para quejas o dudas será de máximo 24 horas para primer acercamiento que Calidad tiene con el cliente y notificar que ya se está trabajando o investigando en su queja.
El desecho de muestras se realiza 15 días hábiles después de la entrega de resultados. El cliente puede solicitar la devolución de su muestra de resguardo y deberá enviar la guía para recolección antes del tiempo de desecho, FERTILAB se hace responsable de la integridad de la muestra mientras se encuentre en sus instalaciones.