



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

CAMPUS COSTA GRANDE

ESCUELA SUPERIOR EN DESARROLLO SUSTENTABLE

**EFFECTO DEL VERMICOMPOST DE LIRIO ACUÁTICO SOBRE EL
DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE LA SANDÍA**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN SUSTENTABLE**

**PRESENTA
EFRAÍN SALVADOR ZAMORA DÍAZ**

**DIRECTOR DE TESIS
M. C. BLANCA LORENA ALEMÁN FIGUEROA**

**CO-DIRECTOR
DR. VÍCTOR MANUEL ROSAS GUERRERO**

**ASESOR
M. C. RODRIGO LUCAS GARCÍA**

TECPAN DE GALEANA, GUERRERO, JUNIO 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO
CAMPUS COSTA GRANDE
ESCUELA SUPERIOR EN DESARROLLO SUSTENTABLE

**EFFECTO DEL VERMICOMPOST DE LIRIO ACUÁTICO SOBRE EL
DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE LA SANDÍA**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

PRESENTA
EFRAÍN SALVADOR ZAMORA DÍAZ

DIRECTOR DE TESIS
M. C. BLANCA LORENA ALEMÁN FIGUEROA

CO-DIRECTOR
DR. VÍCTOR MANUEL ROSAS GUERRERO

ASESOR
M. C. RODRIGO LUCAS GARCÍA

TECPAN DE GALEANA, GUERRERO, JUNIO 2022



UAGro UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

FACULTAD EN DESARROLLO SUSTENTABLE

Tecpan de Galeana, Gro. 9 mayo de mayo de 2022

C. Dr. Victor Manuel Rosas Guerrero

Director de la Escuela Superior en Desarrollo Sustentable

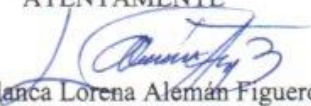
PRESENTE

Por este conducto, nos permitimos comunicarle que hemos revisado a satisfacción el trabajo escrito titulado: **"Efecto del vermicompost de lirio acuático sobre el desarrollo y rendimiento de la sandía."** que presentó como requisito para la obtención del grado de **Licenciado en Ingeniería en Producción Sustentable** el alumno Efraín Salvador Zamora Díaz con número de matrícula **16468251**.

Por lo anterior, en nuestro carácter de miembros del comité tutorial de la tesis emitimos nuestro **voto aprobatorio** para la autorización de la impresión de la tesis y que el alumno pueda continuar con los trámites correspondientes.

Sin otro particular, agradecemos la atención que sirva prestar a la presente.

ATENTAMENTE




M.C. Blanca Lorena Alemán Figueroa

Directora de Tesis



Dr. Víctor Manuel Rosas Guerrero

Co-Director de Tesis



M.C. Rodrigo Lucas García

Asesor de Tesis

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Señor como yo lo concibo, ya que ha estado a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida y por supuesto en los mejores, le agradezco la serenidad que me ha otorgado para aceptar las cosas que no puedo cambiar y proporcionarme el valor de cambiar las que sí puedo, desde el día en que entro a mi vida. Eternamente agradecido.

A mi madre, por ser esa persona ejemplo quien me ha inspirado a seguir adelante, a no detenerme a pesar de las adversidades de la vida, así como yo la llamo, la mujer que nunca para, una ideología que se ha inculcado día a día y en que su momento pueda transmitirla.

A mis maestros, la M. C. Blanca Lorena Alemán Figueroa y el Dr. Víctor Manuel Rosas Guerrero, quienes creyeron en mi propuesta de trabajo, por compartir sus conocimientos y sus asesorías que llegaron a concluir en este trabajo de investigación, por ser grandes seres humanos que aportaron a formarme como una persona de bien, infinitamente muy agradecido. Así mismo, al M. C. Rodrigo Lucas García por sus acertadas contribuciones para el mejoramiento de este trabajo, su apreciable amistad y aportaciones a la educación.

A mi esposa e hijos quienes fueron una inspiración para terminar mi carrera universitaria, a ti Ana María por apoyarme en la recolección de datos que no fue una tarea fácil de completar. Al productor Saturnino Martínez Antúnez, que con cariño lo apodamos "Nino", quien a base de su experiencia me apoyó incondicionalmente transmitiendo sus conocimientos en campo, por brindarme su parcela y convertirla en un sitio experimental. A todas aquellas personas que con mucha sinceridad y honestidad creyeron en mí, a través de mi peregrinar por la Universidad, que conocieron el sacrificio que día con día tuve que pasar para poder lograr un título académico, aquellas personas que de manera voluntaria e involuntaria formaron parte de este bonito proyecto, que en lo personal formó un ciudadano completamente diferente para bien. Eternamente agradecido.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
ÍNDICE	II
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	III
1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIALES Y MÉTODOS	4
4.1 Área experimental	4
4.2 Especie de estudio	5
4.3 Diseño experimental	5
4.4 Preparación del compost y del vermicompost	7
4.5 Variables vegetativas	7
4.6 Calidad de los frutos	8
4.7 Análisis estadístico	9
5. RESULTADOS	9
6. DISCUSIÓN	11
7. CONCLUSIÓN	13
8. REFERENCIAS	14
9. ANEXO 1	18

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Ubicación geográfica del sitio experimental. Fuente Geoportal CONABIO 2019	6
Figura 2. Esquema del arreglo experimental y fotografía del etiquetado de los tratamientos en el sitio experimental.	7
Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados para probar el crecimiento y rendimiento de la sandía.	8
Figura 3. Variables vegetativas evaluados en el desarrollo de la sandía	9
Figura 4. Variables reproductivas evaluados en el desarrollo de la sandía	10
Figura 5. Efecto de la fertilización sobre la etapa vegetativa y reproductiva de la sandía	12

1. RESUMEN

El crecimiento poblacional ha incrementado la demanda alimentaria en nuestro planeta y grandes cantidades de fertilizantes químicos se requieren para obtener altos rendimientos en los cultivos, los cuales alteran el suelo y contaminan diversos cuerpos de agua. Como alternativa se utilizan abonos orgánicos como el vermicompost, que puede ser elaborado utilizando malezas como el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), el cual se reproduce aceleradamente abarcando grandes extensiones que obstaculizan el paso de luz al interior del agua, disminuyendo la cantidad de oxígeno y provocando un desequilibrio ecológico. En este estudio se evaluó la efectividad del compost y del vermicompost elaborado con lirio acuático en el desarrollo y rendimiento de sandía. Se evaluaron en 288 plantas en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, los caracteres vegetativos y reproductivos incluyendo la longitud de la guía principal, número de guías, diámetro del tallo, área foliar, concentración de azúcar en la pulpa, así como el peso, diámetro polar y ecuatorial del fruto. Los resultados mostraron que las plantas sin fertilización presentaron significativamente menor diámetro del tallo, longitud de la guía, área foliar, peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial que los demás tratamientos. Las plantas con fertilización sintética no presentaron diferencias en la longitud de la guía y el diámetro del tallo comparadas con las plantas sin fertilización. En contraste, no se encontraron diferencias entre ningún tratamiento con relación a la concentración de azúcar. Este estudio contribuirá con el cuidado del ambiente y la economía de los productores de sandía, ya que demostramos que se puede disminuir el uso de fertilizantes sintéticos, los cuáles elevan los costos y alteran el ambiente, sin disminuir la calidad y rendimiento del cultivo.

2. ABSTRACT

Population growth has increased the food demand on our planet and large amounts of chemical fertilizers are required to obtain high crop yields, which alter the soil and contaminate various bodies of water. As an alternative, organic fertilizers such as vermicompost are used, which can be made using weeds such as the water lily (*Eichhornia crassipes*), which reproduces rapidly, covering large areas that hinder the passage of light into the water, reducing the amount of oxygen and causing an ecological imbalance. In this study, the effectiveness of compost and vermicompost made with water lily was evaluated in the development and yield of watermelon. In 288 plants in a randomized block design with three replicates, were evaluated several vegetative and reproductive characters, including the length of the main guide, number of guides, stem diameter, leaf area, sugar concentration in the pulp; as well as the weight, polar diameter and equatorial diameter of the fruit. The results showed that the plants without fertilization presented significantly less stem diameter, length of the guide, leaf area, fruit weight, polar and equatorial diameter than the other treatments. Plants with synthetic fertilization did not present differences in guide length and stem diameter compared with plants without fertilization. In contrast, no differences were found between any treatment in relation to sugar concentration. This study will contribute to the care of the environment and the economy of watermelon producers, since we demonstrate that the use of synthetic fertilizers can be reduced, which raise their costs and alter the environment, without reducing the quality and yield of the crop.

3. INTRODUCCIÓN

Actualmente la demanda mundial de alimentos ha aumentado debido al crecimiento poblacional, lo cual ha generado la necesidad de aumentar el rendimiento de los cultivos para lograr satisfacer dicha demanda, incrementando a su vez, la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes sintéticos (Schippers, 2000, Rice, 1986, Dalorima et al., 2019), alterando el microhábitat de los suelos agrícolas y otros ecosistemas naturales (Khan et al., 2018, Moneruzzaman et al., 2017, Jiang y Yan, 2009). Aunado a esto, los fertilizantes sintéticos contribuyen significativamente al cambio climático, debido a que son considerados una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (Reginawanti et al., 2020), aumentan la compactación y pérdida de la materia orgánica en el suelo e incrementan la contaminación de cuerpos de agua.

En dichos cuerpos de agua contaminados es común el desarrollo y proliferación de una gran variedad de algas y plantas acuáticas, entre ellas el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) (Ye et al., 2019), el cual puede abarcar grandes extensiones de agua que obstaculizan el paso de luz al interior del agua (Kumar y Deswal, 2020, Zhang et al., 2019). Como consecuencia, disminuye la cantidad de oxígeno y aumenta el CO₂, lo cual provoca muerte de peces y propagación de vectores de enfermedades como el mosquito *Aedes aegypti* (Cai et al., 2017, Mastro et al., 2013, Salas et al., 2019, V. Prithiv et al., 2017, Sridevi et al., 2016). Asimismo, la descomposición del lirio acuático y el aumento excesivo de los fertilizantes sintéticos provocan procesos de eutrofización en diversos cuerpos de agua (Gupta et al., 2007). Por lo tanto, es crucial minimizar los problemas ocasionados tanto por el uso desmedido de los agroquímicos así como por las malezas acuáticas como el lirio acuático.

Se han buscado alternativas amigables con el ambiente como son los abonos orgánicos que utilizan residuos animales y vegetales (Moreno et al., 2005), incluyendo malezas tanto terrestres como acuáticas, como el lirio acuático. Entre los abonos orgánicos, el compost y el vermicompost son abonos que contienen hormonas y enzimas que promueven el crecimiento y rendimiento de los cultivos y mejoran las propiedades físicas y químicas de los suelos (Lim et al., 2015, Gajalakshmi y Abbasi, 2004). Además, el vermicompost aumenta el proceso de mineralización de los nutrientes a través del paso de la materia orgánica por el intestino de la lombriz y la actividad enzimática de los microorganismos, lo que aumenta y acelera la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Sakthika y Sornalaksmi, 2019).

Algunos estudios han demostrado que la suplementación del vermicompost con la bacteria fijadora de nitrógeno del género *Azotobacter* puede aumentar los beneficios del vermicompost, debido a que estas bacterias presentan efectos benéficos sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos a través de la

mineralización de ciertos nutrientes (N, P, C, S) (Levai et al., 2008), mediante la producción de fitohormonas como el ácido indol-3-acético, citoquinina, giberelina, auxinas y vitaminas que estimulan el desarrollo de la planta y sus raíces (Reginawanti et al., 2020, Barea y Brown, 1974, Subba, 2001). Asimismo, dichas bacterias tienen la capacidad de inducir a la resistencia de ciertas enfermedades a través de la producción de sustancias que inhiben el crecimiento de agentes patógenos asociados a la rizósfera de las plantas (Subba, 2001), mejorando la absorción de nutrientes, el crecimiento y la productividad en los cultivos (Sartaj et al., 2016). Spandan et al. (2018) concluyeron que una dosis de 75% NPK con *Azotobacter* sp y *Azospirillum* sp. fue el tratamiento más efectivo para aumentar la altura, área foliar y número de ramificaciones en el cultivo de tomate. Además, se ha demostrado que la bacteria.

A pesar de que se han realizado diversos estudios para conocer el efecto del compost de lirio acuático sobre el rendimiento y crecimiento del maíz, jitomate y frijol (Newton et al., 2014, Mashavira et al., 2015, Sahana et al., 2018), así como el efecto del vermicompost en el crecimiento, rendimiento y calidad de la sandía (Dalorima et al., 2018), no existe ningún estudio sobre el uso del vermicompost a base de lirio acuático sobre el crecimiento y rendimiento de ninguna hortaliza.

Este estudio busca dar una alternativa sustentable a los productores de sandía que pueda contribuir en la reducción del uso de fertilizantes sintéticos y ayuden a disminuir la problemática ambiental provocada por el lirio acuático. Específicamente, el objetivo de este trabajo es evaluar la efectividad del vermicompost a base de lirio acuático enriquecido con bacterias sobre el desarrollo y rendimiento de la sandía.

Se espera que plantas fertilizadas con vermicompost a base de lirio acuático suplementado con *Azotobacter* incrementen o igualen el crecimiento y rendimiento de la sandía comparado con plantas con fertilización sintética, debido a la mineralización de nutrientes y producción de sustancias reguladoras de crecimiento por acción de los microorganismos que poseen este tipo de abonos enriquecidos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área experimental

El estudio se realizó durante el ciclo octubre 2021-enero 2022, en una parcela de la comunidad de Llano de la Puerta (17° 10' 15.0" N, 100° 32' 20.0" W), municipio de Benito Juárez, en el estado de Guerrero, México (Figura 1). La parcela se encuentra a una altura de ocho msnm, donde predominan pastizales y selva baja caducifolia, el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación pluvial anual es de 1100 mm y la temperatura promedio es de 25 °C (INEGI, 2009).

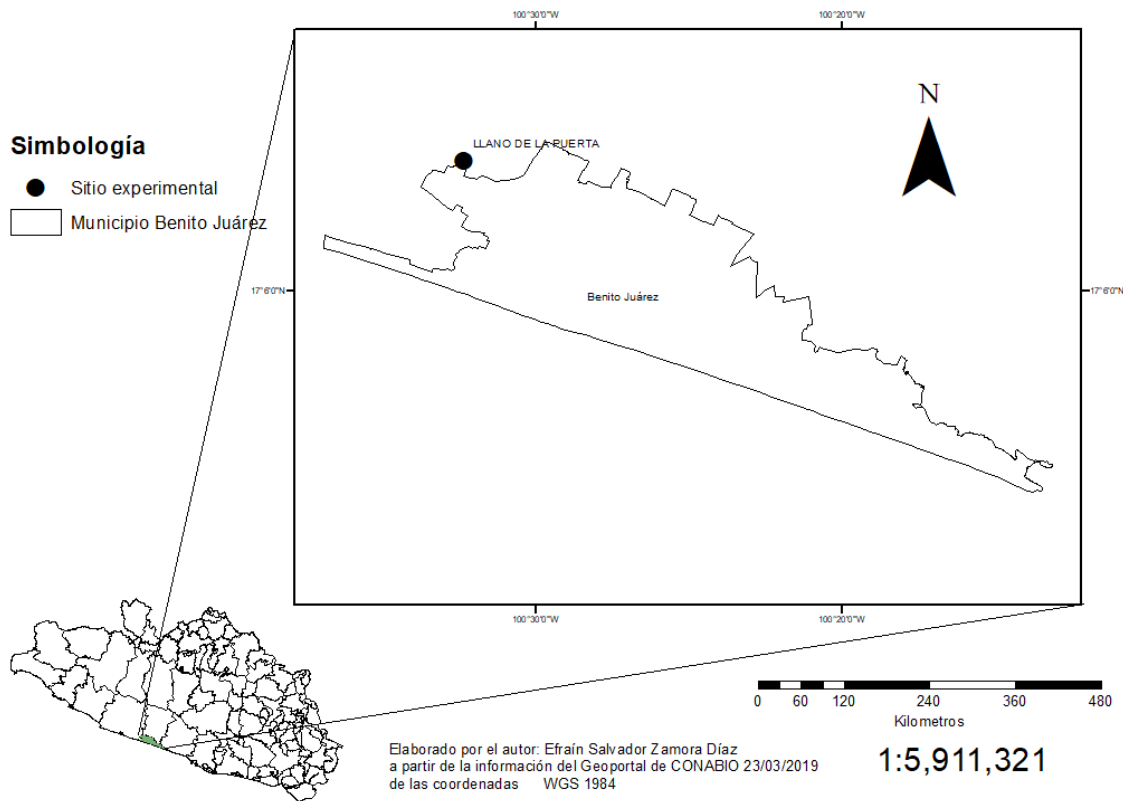


Figura 1. Ubicación geográfica del sitio experimental. Fuente Geoportal CONABIO 2019.

4.2 Especie de estudio

La sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) es una cucurbitácea monoica anual, rastrera o trepadora, dependiente de polinizadores para la formación de frutos y altamente exigente en macronutrientes para su crecimiento (Wijesinghe et al., 2020). La sandía es una fruta de sabor agradable, rica en nutrientes, sustancias antioxidantes, vitaminas A y C y alto contenido en fibras (Abou y Goud, 2020, Dalorima et al., 2018). Su crecimiento se ve favorecido en suelos arenosos o franco-arenosos con suelos bien nutridos (Aniekwe y Nwoku, 2015, Mainga et al., 2018).

4.3 Diseño experimental

Para evaluar el efecto del vermicompost sobre el desarrollo y rendimiento de la sandía, se utilizaron seis tratamientos (Tabla 1). Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, para un total de 18 unidades experimentales (Figura 2a), cada una de las cuales presentaba 16 plantas (semillas BASF, Nunhems 800, México). La distancia entre cada unidad

experimental fue de 3 m. Al interior de cada unidad experimental, la distancia entre plantas fue de 0.5 m, obteniendo una densidad de 96 plantas por surco. El terreno fue preparado utilizando maquinaria agrícola, elaborando camas de 1 x 27 m cubiertas con un rollo de plástico negro/plata calibre 90 (Figura 2b). Los fertilizantes orgánicos fueron aplicados 8 días previos a la siembra a una profundidad de 25 cm. Se utilizó un sistema de riego por goteo a través de cintillas desde la siembra hasta la etapa de formación de frutos. El manejo de plagas y enfermedades, se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones de los productores de la región (Anexo 1).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados.

Abreviatura	Descripción ²
VS	750 g de V ermicompost de lirio acuático + 50% de fertilizante S intético
CS	750 g de C ompost de lirio acuático + 50% de fertilizante S intético
VA	750 g de V ermicompost de lirio acuático + A zotobacter <i>sp.</i>
V	750 g de V ermicompost de lirio acuático
S	100% de fertilizante S intético
T	T estigo. Suelo sin ningún fertilizante añadido

²Ver anexo 2 para una descripción detallada de la elaboración y aplicación de cada fertilizante.

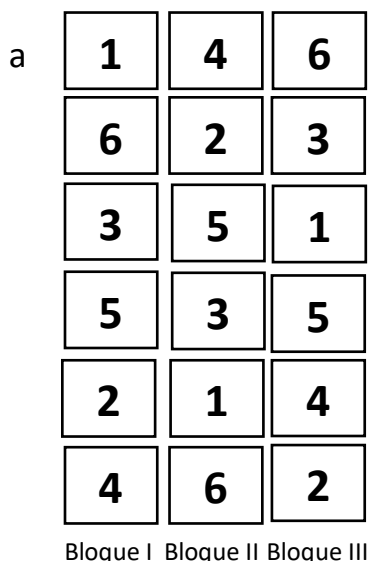


Figura 2. a). Esquema del arreglo experimental (1.VA, 2. VS, 3. V, 4. CS, 5. S, 6. T). b). Parcela experimental.

4.4 Preparación del compost y del vermicompost

Se colectaron plantas frescas de lirio acuático de un humedal cercano al sitio experimental (17° 09' 45.8" N 100° 32' 34.6" W) y se secaron al aire libre durante 30 días. Para la elaboración del vermicompost se siguió el procedimiento sugerido por Sakthika y Sornalaksmi (2019) y Madikhambe y Rao (2020). El lirio seco se trituró hasta obtener tamaños de partículas menores a 2 cm. Se realizó un pre-composteo del lirio seco con estiércol bovino en una relación 60:40 durante 20 días. Los valores de humedad y temperatura fueron monitoreados para mantenerse, respectivamente en 70% y entre 30-40 °C, con la finalidad de mantener condiciones óptimas para el desarrollo de las lombrices. El material se removió constantemente para favorecer la aireación y descomposición homogénea y se cubrió con plástico negro.

El vermicompost fue preparado en dos camas, cada una de las cuales tenía una dimensión de 2.5 x 1.0 x 0.75 m. En cada cama se introdujeron 7 kg de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Una de las camas fue adicionada con una solución de 600 g de piloncillo en 10 L de agua enriquecida con *Azotobacter* sp., aforada en un recipiente de 19 L para el tratamiento VA. Después de 110 días, se retiraron las lombrices del Vermicompost y se almacenó en costales de rafia por 15 días bajo sombra.

4.5 Variables vegetativas

Para evaluar el efecto del vermicompost sobre las características vegetativas de la sandía, a los 30 días se midió el diámetro del tallo con un calibrador digital (Truper, precisión: 0.01 mm. Figura 3a), la longitud de la guía principal con un flexómetro (Truper, precisión: 1 mm), medida desde la base del tallo principal hasta la parte apical de cada planta (Figura 3b). Aunado a esto se contaron los números de guías (Figura 3c) y se estimó el área foliar mediante una fotografía de la primera hoja de la guía principal de cada planta con un dispositivo móvil (Galaxy A12, Samsung, 48.0 MP; Figura 3d), las cuales se procesaron con el software Sigma Scan Pro 5 Copyright versión 5.0.



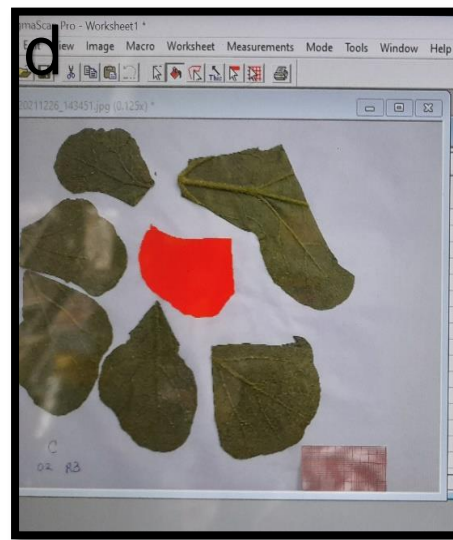


Figura 3. Variables vegetativas evaluadas en el desarrollo de la sandía: a). diámetro del tallo, b). longitud de la guía principal, c). número de guías, d). área foliar.

4.6 Calidad de los frutos

Para evaluar el efecto del vermicompost las características reproductivas de la sandía, durante la cosecha los frutos comerciales se pesaron con una balanza electrónica (EQB 100/200 Torrey, precisión: 20 g, Figura 4a), también se midió el diámetro polar (Figura 4b) y ecuatorial (Figura 4c) de cada fruto con un flexómetro (Truper, precisión: 1 mm). A cada fruto se le midió el total de sólidos solubles (°Brix) con un refractómetro manual, haciendo un corte triangular en el centro del fruto y tomando una muestra del centro de la pulpa del fruto, (Figura 4d).





Figura 4. Variables reproductivas evaluadas en el desarrollo de la sandía: a). peso del fruto, b). diámetro polar del fruto, c). diámetro ecuatorial del fruto, d). concentración de azúcar en la pulpa.

4.7 Análisis estadístico

Para determinar si hubo diferencias estadísticas entre tratamientos en las características vegetativas y reproductivas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones post-hoc con la prueba de Tukey. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Sigma Plot versión 11.0.

5. RESULTADOS

A excepción de la concentración de azúcar en el fruto, existieron diferencias entre tratamientos en la longitud de guía ($F = 11.941$, $P < 0.001$; Fig. 5a), el número de guías ($F = 2.166$, $P < 0.001$; Fig. 5b), diámetro del tallo ($F = 8.198$, $P < 0.001$; Fig. 5c) y área foliar ($F = 6.219$, $P < 0.001$; Fig. 5d); así como en el peso ($F = 12.387$, $P < 0.001$; Fig. 5f), diámetro polar ($F = 9.591$, $P < 0.001$; Fig. 5g) y diámetro ecuatorial del fruto ($F = 12.592$, $P < 0.001$; Fig. 5h), siendo menor en T comparado con VS, CS y VA. Aunado a esto, T presentó longitudes de guía menores ($t = 4.639$, $P < 0.001$; Fig. 5a) y tallos de menor diámetro ($t = 3.359$, $P < 0.001$; Fig. 5c) que en V; así como frutos de menor peso ($t = 5.358$, $P < 0.001$; $t = 4.777$, $P < 0.001$; Fig. 5f), menor diámetro polar ($t = 4.742$, $P < 0.001$; $t = 3.820$, $P < 0.001$; Fig. 5g) y menor diámetro ecuatorial ($t = 5.675$, $P < 0.001$; $t = 5.215$, $P < 0.001$; Fig. 5h) que en V y S, respectivamente.

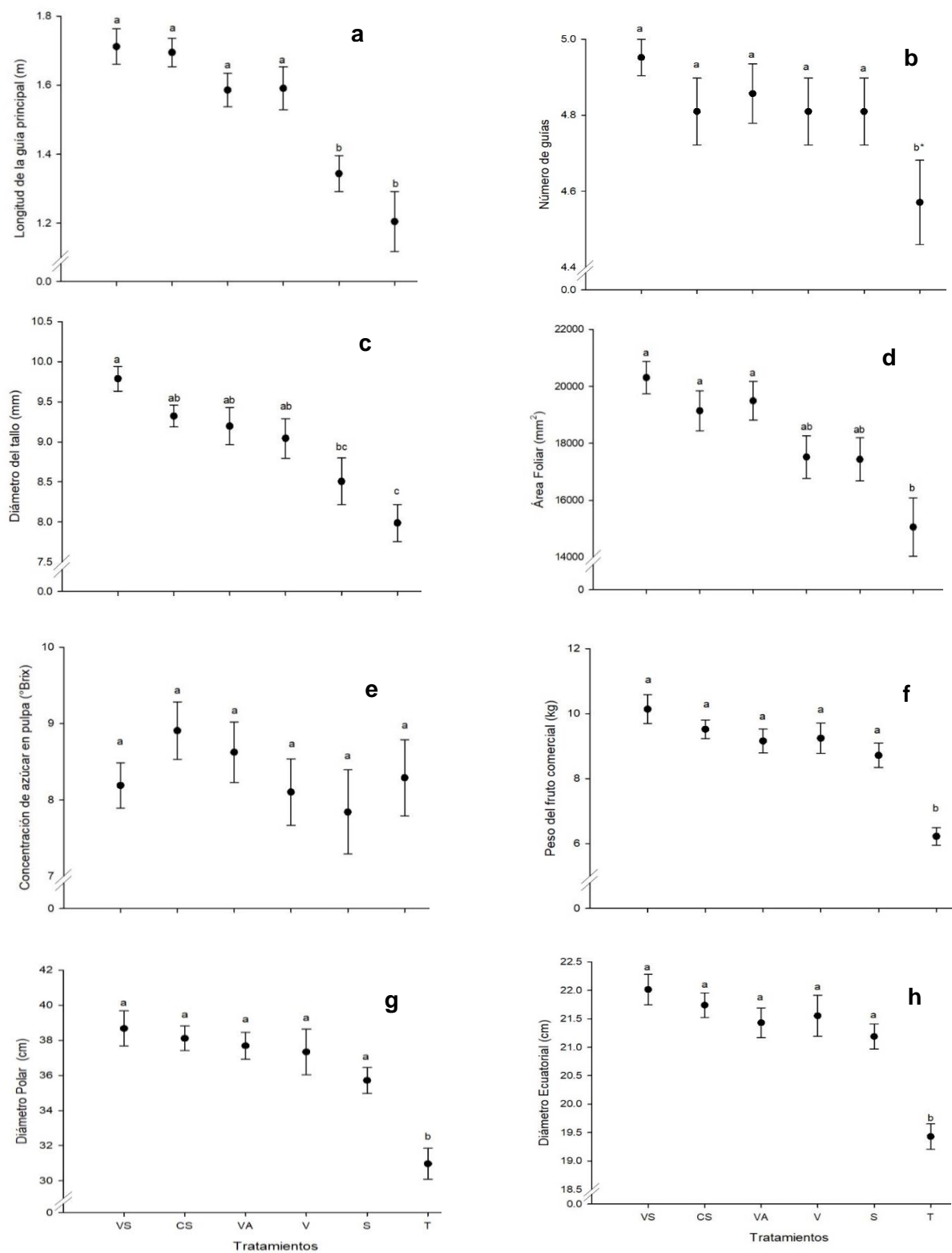


Figura 5. Efecto de la fertilización sobre caracteres vegetativos (a–d) y reproductivos de la sandía (e–h). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba Holm-Sidak. El asterisco indica diferencias marginalmente significativas ($P = 0.06$). Se muestran promedios $\pm 1EE$.

6. DISCUSIÓN

Este es el primer estudio que evalúa el efecto del vermicompost de lirio acuático suplementado con *Azotobacter* sp., sobre el desarrollo y rendimiento de cualquier hortaliza. De acuerdo a lo esperado, se encontró que la fertilización orgánica igualó el crecimiento vegetativo y la cantidad y calidad de frutos con respecto a la fertilización sintética. Sin embargo, contrario a lo esperado, el vermicompost de lirio acuático suplementado con *Azotobacter* sp., no resultó ser mejor con respecto a los fertilizantes sintéticos.

La adición de fertilizantes tiene un efecto positivo debido a que las plantas pueden utilizar los nutrientes de manera inmediata para su crecimiento (Fawzy et al., 2012). Los tratamientos con adición de nutrientes de forma sintética u orgánica presentaron los valores más altos en casi todas las variables evaluadas comparados con plantas sin fertilización adicional. Lo cual coincide con lo reportado con Dalorima et al. (2018), quienes encontraron que todas las dosis de vermicompost empleadas en la fertilización de la sandía fueron superiores en el crecimiento y rendimiento con respecto a plantas control. De igual manera, Madikhambe and Rao (2020) encontraron que el vermicompost y compost a base de lirio acuático mostró una mejor actividad de crecimiento en plantas de chile (*Capsicum annum*) cuando fueron comparadas al grupo control. Esto puede deberse a que los fertilizantes proporcionan macro y micronutrientes directamente al suelo lo que influye en un aumento en las estructuras orgánicas de la planta como el diámetro del tallo, número de guías, área foliar, longitud de guía. Así como también el peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial, lo cual explicaría el incremento en los caracteres vegetativos y reproductivos de la sandía (Abreu et al., 2018). Aunado a esto, el vermicompost proporciona una mineralización activa de macronutrientes que son esenciales en las plantas (Levai et al., 2008), biosintetiza sustancias promotoras del crecimiento vegetal e incrementa la respuesta a agentes fitopatógenos, lo que contribuye al crecimiento y desarrollo de los frutos (Jnawali et al., 2015).

Con respecto al contenido de sólidos solubles totales, el cual está estrechamente relacionado a la dulzura del fruto de la sandía (Aguyoh et al., 2010) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Una posible explicación es que el tamaño de muestra no fue lo suficiente grande para poder encontrar diferencias entre los tratamientos. Otra posible explicación es que el suelo contenía los nutrientes mínimos que requería la planta para formar azúcares (Casaca, 2005). De igual manera, Cervantes et al., (2018) no encontraron diferencias significativas en el contenido de °Brix entre la fertilización con estiércol, vermicompost y la fertilización sintética en diferentes niveles de aplicación y combinaciones en la fertilización en cultivares de sandía. Al comparar las interacciones entre el humus de lombriz en tres niveles y dos niveles de crema de algas marinas en un cultivo de sandía, Sarmiento et al., (2019) igualmente no encontraron diferencias significativas en el contenido total de sólidos solubles por efecto de los tratamientos. En contraste con nuestros resultados, Dalorima et al.,

(2018) encontraron en dosis de 15 y 20 t ha⁻¹ de vermicompost diferencias significativas respecto a los sólidos solubles totales comparados con dosis menores, lo que sugiere que el vermicompost en grandes cantidades podría afectar la dulzura de la sandía. Aunque algunos autores sugieren que los abonos orgánicos no tienen relación con los sólidos solubles totales (Cervantes et al., 2018), se ha demostrado que los reguladores de crecimiento, los cuales se encuentran en altas dosis en el vermicompost, podrían estar relacionados al contenido de sólidos solubles totales (Dalorima et al., 2018, Bayram et al., 2021).

A excepción de la longitud de la guía principal, no se encontraron diferencias entre los tratamientos puramente orgánicos (VA y V) y la fertilización sintética (S), donde la fertilización orgánica pudo igualar a la química. Nuestros resultados coinciden a los encontrados por Abreu et al., (2018) quienes estudiaron la aplicación de humus junto a fertilizantes químicos, donde concluyeron que los indicadores reproductivos del chile (*Capsicum annum*) igualaron la fertilización química en el ancho, largo y peso de fruto para la segunda cosecha. De igual manera, Cervantes et al.,(2018) obtuvieron los mejores rendimientos de sandía con los tratamientos 3 y 6 t ha⁻¹ de vermicompost siendo estadísticamente iguales a la fertilización química.

Esto podría deberse a la incorporación de *Azotobacter* sp., que pudo acelerar el proceso de mineralización y fijación de nitrógeno, así como también a la elaboración de sustancias promotoras de crecimiento que pudieron estimular el crecimiento radicular y el desarrollo de la planta. Jnawali et al.,(2015) sugieren que *Azotobacter* probablemente influye en la producción de sustancias reguladoras de crecimiento como las citoquininas que están relacionadas a la estimulación de la división celular en áreas de crecimiento vegetativo. Aunado a lo anterior, el vermicompost contiene una gran cantidad de nutrientes, reguladores de crecimiento, ácidos húmicos y fúlvicos que probablemente influyeron en aumentar la longitud de la guía principal. Una posible explicación fue el registro temprano de datos para la variable, lo que probablemente no le permitió a la planta una completa asimilación del fertilizante sintético registrando menores longitudes a comparación de la fertilización orgánica la cual fue aplicada ocho días antes a la aplicación de la fertilización sintética. Nuestros resultados coinciden con (Mohammed y Louay, 2015) quienes encontraron mayor longitud de la guía en la sandía al comparar fertilizante de estiércol bovino comparado con la fertilización sintética. De igual manera, Sarmiento et al. (2019) encontraron que el humus de lombriz en tres niveles favoreció el desarrollo longitudinal de las guías en la sandía cuando fueron comparados en dos niveles de crema de algas marinas. Contrario a nuestro trabajo Chinanshuk et al., (2016) no encontraron diferencias estadísticas significativas entre la dosis recomendada de fertilizantes químicos 60:30:30 NPK al ser comparadas con el vermicompost en un cultivo de sandía. Sin embargo, registraron la longitud de la guía máxima en una combinación 75% VC + 25% NPK.

Nuestros resultados revelaron que la fertilización orgánica combinada con la sintética (VS) fue mayor que la exclusiva sintética (S) con respecto a la longitud de la guía y diámetro del tallo. Estos resultados podrían ser explicados debido a la acción combinada de la fertilización sintética y orgánica, donde en el vermicompost, la acción conjunta de la lombriz *Eisenia foetida* con los microorganismos pudieron degradar correctamente el lirio acuático dando como resultado un humus rico en macro y micronutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos que probablemente provocaron un aumento en las variables mencionadas (Sakthika y Sornalaksmi, 2019). Así mismo, a la acción directa de suministro de NPK por la fertilización sintética. Por otro lado, otra posible explicación fue el registro temprano de datos para las variables, lo que probablemente la asimilación del fertilizante sintético no fue completamente en las plantas antes del registro de datos.

El tallo presenta dos funciones principales, una de ellas es el paso de nutrientes al interior de la planta (Taiz y Zeiger, 2006), por lo que probablemente plantas que hayan desarrollado tallos de mayor diámetro pudieron suministrar suficientes nutrientes al interior de la planta. Esto podría explicar que plantas fertilizadas ya sea orgánicamente como sintéticamente hayan desarrollado plantas y frutos de mayor tamaño. Además, pudimos observar que plantas que fueron tratadas con la combinación orgánica y sintética (VS) registraron tallos de mayor diámetro siendo diferentes estadísticamente a la fertilización sintética (S). Posibles explicaciones son debido a que la fertilización sintética pudo haber aportado macro y micronutrientes directamente al suelo. Así mismo, el vermicompost pudo haber aportado una mineralización rica en nutrientes y sustancias reguladoras de crecimiento que probablemente aumentaron el diámetro del tallo. Gonçalves et al., (2017) observaron una mejor tendencia en el desarrollo del diámetro del tallo cuando fueron tratadas con suelo + humus de lombriz al ser comparadas con suelo + estiércol bovino en plantas de sandía. La fertilización juega un papel fundamental en el desarrollo de tallos de mayor diámetro, Taskeen et al.,(2019) observaron un aumento en el diámetro del tallo cuando fueron tratadas con 2.5 tons ha⁻¹ de vermicompost en comparación a dosis menores en un cultivo de chile.

7. CONCLUSIÓN

Nuestros resultados indican que el vermicompost a base de lirio acuático puede ser utilizado en la fertilización de cultivos de sandía sin afectar su rendimiento, ya que los tratamientos con fertilización orgánica presentaron valores similares a la fertilización sintética tradicional utilizada en esta región. Por lo tanto, nuestro estudio puede contribuir en disminuir la aplicación de fertilizantes sintéticos, lo que contribuirá de manera directa en la reducción de contaminantes al suelo, cuerpos de agua y aguas subterráneas; así como en el equilibrio ecológico de los cuerpos de agua debido al uso del lirio acuático para la elaboración del fertilizante orgánico.

Es necesario mencionar que debido a que el lirio acuático tiene la capacidad de almacenar grandes cantidades de metales pesados (Álvarez et al., 2016, Atere, 2019, Mashavira et al., 2015), éstos se pueden translocar a diversas partes de las plantas cultivadas. Aunque se ha demostrado que *Eisenia foetida* tiene la capacidad de acumular metales pesados en sus tejidos (Singh y Kalamdhad, 2013), es necesario realizar análisis de presencia de metales pesados en el fruto de la sandía para verificar que no ponga en riesgo la salud de los consumidores. Asimismo, se debe considerar que para la elaboración de éste abono orgánico, se requiere de la recolección de grandes cantidades de lirio acuático y de al menos unos cuatro meses para su descomposición, lo cual podría ser un inconveniente para el productor.

Debemos destacar que en la fertilización orgánica (V, VA) la incidencia del ataque por el hongo que provoca la gomosis en el tallo de la sandía (*Didymella bryoniae*) se observó grandemente disminuida, aunque no se cuantificó. Hacen falta estudios respecto a los posibles efectos del uso de fertilizantes orgánicos en las plagas y enfermedades y en alternativas sustentables de control, ya que observamos una aplicación excesiva de pesticidas sintéticos, lo cual influye severamente a la contaminación del ambiente y posiblemente a la salud de los productores y consumidores.

8. REFERENCIAS

- ABOU, E. L. & GOUD, A. K. 2020. Organic watermelon production by smart agritechnique using organic fertilizers, vermitea levels and amf in poor nutrients soil. *Plant Archives*, Volume 20 No. 2, pp. 4107-4116.
- ABREU, C. E., ARAUJO, C., E., RODRÍGUEZ, J., S. L., V. ÁVILA, A. L. & FUENTES A., L. Y. P., HERNÁNDEZ, Y. 2018. Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annum*. *Centro Agrícola*, vol.45, 52-61.
- AGUYOH, J. N., AUDI, W., SAIDI, M. & GAO, Q. L. 2010. Growth, yield and quality response of watermelon (*Citrullus lanatus* [Thunb] Mansf. & Nakai) Cv. Crimson Sweet) subjected to different levels of tithonia manure. *Inter. J. Sci. Nature*, 1(1), 7-11.
- ÁLVAREZ, B. D., LASTIRI HERNÁNDEZ, M. A., BUELNA OSBEN, H. R., CONTRERAS RAMOS, S. M. & MORA, M. 2016. Vermicompost as an Alternative of Management for Water Hyacinth. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32, 425-433.
- ANIEKWE, L. & NWOKWU, G. 2015. Effects of organic manure sources on the growth and yield of watermelon in Abakaliki, southeastern Nigeria. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4, 1-14.
- ATERE, C. T. A. O., A 2019. Enhancing maize (*Zea mays* L.) growth and nutrient uptake via application of water hyacinth (*Eichornia crassipes* [Mart.] Solms) compost and inorganic nutrients. *Nigerian Journal of Soil Science*, 27-34.
- BAREA, J. & BROWN, M. 1974. Effect on plant growth produced by a paspali related to the synthesis of plant growth regulating substance. *J Appl Bacteriol*, 37:583–593.

- BAYRAM, C. A., BÜYÜK, G. & KAYA, A. 2021. Effects of farm manure, vermicompost and plant growth regulators on yield and fruit quality in watermelon. *KSU J. Agric Nat*, 24 (1), 64-69.
- CAI, R., WANG, X., JI, X., PENG, B., TAN, C. & HUANG, X. 2017. Phosphate reclaim from simulated and real eutrophic water by magnetic biochar derived from water hyacinth. *J Environ Manage*, 187, 212-219.
- CASACA, A. 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Secretaría de agricultura y ganadería, Costa Rica. *Folleto Técnico*.
- CERVANTES, V. T. J. Á., FORTIS, H. M., TREJO, E. H. I., VÁZQUEZ, V. C., GALLEGOS, R. M. Á. & GARCÍA, H. J. L. 2018. Fertilización química y orgánica en la producción de sandía. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* volumen especial número 20.
- CHINANSUK, G., SANGEET CHHETRI, RANA, D. K., MAHATO, B., A.CHAKRABORTY, BHATTACHARYA, S. K. & BHATTACHARJYA, M. K. 2016. Response of organic and inorganic nutrient source on growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus*) in red lateritic soil of Purulia, west Bengal. *International journal of Bio-resource, environment and agricultural sciences (IJBEAS)*, Vol. 2(3), 387-390.
- DALORIMA, T., KHANDAKER, M. M., ZAKARIA, A. J., MOHD, K. S., SAJILI, M. H., BADALUDDIN, N. A. & HASBULLAH, M. 2019. Organic matter and moringa leaf extract's effects on the physiology and fruit quality of red seedless watermelon (*Citrullus lanatus*). *Bioscience Journal*, 35.
- DALORIMA, T. L., ZAKARIA, A. J., MAJRASHI, A., MAHMUD, K., MOHD, K. S., MUHAMMAD, H. & KHANDAKER, M. M. 2018. Impacts of vermicomposting rates on growth, yield and qualities of red seedless watermelon. *Australian Journal of Crop Science*, 12, 1765-1773.
- FAWZY, Z. F., EL-BASSIONY, A. M., LI, Y., OUYANG, Z. & GHONAME, A. A. 2012. Effect of mineral, organic and bio-N fertilizers on growth, yield and fruit quality of sweet pepper. *Journal of Applied Sciences Research*, 8 (8), 3921-3933.
- GAJALAKSHMI, S. & ABBASI, S. A. 2004. Earthworms and vermicomposting. *Indian Journal of Biotechnology*, Vol. 3, pp. 486-494.
- GONÇALVES, D. S. J. E., FERREIRA, D. S. A., DE SOUSA, L. J., CAETANO, D. S. M. D. F. & MOURA, M. J. 2017. Vegetative development and content of calcium, potassium, and sodium in watermelon. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, v.52, p.1149-1157.
- GUPTA, R., MUTIYAR, P. K., RAWAT, N. K., SAINI, M. S. & GARG, V. K. 2007. Development of a water hyacinth based vermireactor using an epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresour Technol*, 98, 2605-10.
- INEGI. 2009. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía* [Online]. Available: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/12/12014.pdf.
- JIANG, Y. & YAN, J. 2009. Effects of land use on Hydrochemistry and Contamination of Karst Groundwater from Nandong Underground River System, China. *Water, Air, & Soil Pollution*, 210, 123-141.
- JNAWALI, A. D., OJHA, R. B. & MARAHATTA, S. 2015. Role of *Azotobacter* in soil fertility and sustainability—a review. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2.
- KHAN, M. N., MOBIN, M., ABBAS, Z. K. & ALAMRI, S. A. 2018. Fertilizers and Their Contaminants in Soils, Surface and Groundwater. 225-240.
- KUMAR, S. & DESWAL, S. 2020. Estimation of phosphorus reduction from wastewater by artificial neural network, random forest and M5P model tree approaches. *Pollution*, 6(2): 417-428.
- LEVAI, L., SZILVIA, V., NORA, B. & EVA, G. 2008. Can wood ash and biofertilizer play a role in organic agriculture? . *Agronomski Glasnik*, 3:263–271.
- LIM, S. L., WU, T. Y., LIM, P. N. & SHAK, K. P. 2015. The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *J Sci Food Agric*, 95, 1143-56.

- MADIKHAMBE, S. K. & RAO, K. R. 2020. Impact of vermicompost engineered from water hyacinth weed on growth attributes of chilli (*Capsicum annum*) plant. Volume 5.
- MAINGA, B., H.M. SAHA & MWOLOLO, J. K. 2018. Use of cattle manure, calcium ammonium nitrate and ammonium phosphate in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) production increases fruit quality and maximize small holder farmers net returns and profits. . *Horticult Int. J.* , 2, 244 - 251.
- MASHAVIRA, M., CHITATA, T., MHINDU, R. L., MUZEMU, S., KAPENZI, A. & MANJERU, P. 2015. The effect of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) compost on tomato (*Lycopersicon esculentum*) growth attributes, yield potential and heavy metal levels. *American Journal of Plant Sciences*, 06, 545-553.
- MASTO, R. E., KUMAR, S., ROUT, T. K., SARKAR, P., GEORGE, J. & RAM, L. C. 2013. Biochar from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and its impact on soil biological activity. *Catena*, 111, 64-71.
- MOHAMMED, M. & LOUAY, L. 2015. Comparison of different types of fertilizers on growth, yield and quality properties of watermelon. *African Journal of Food Science Research* Vol. 3 (2), 160-166.
- MONERUZZAMAN, KHANDAKER, M., ROHANI, F., DALORIMA, T. & MAT, N. 2017. Effects of different organic fertilizers on growth, yield and quality of *Capsicum Annuum* L. var. Kulai (Red Chilli Kulai). *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, 14, 185-192.
- MORENO, R. A., VALDÉS, P. M. T. & ZARATE, L. T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/ arena bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica* 65(1), 26-34
- NEWTON, O., JOHN O. MUOMA, ALICE AMODING, DATIVE MUKAMINEGA, MORRIS MUTHINI & MAINGI, O. O. A. J. M. 2014. Effects of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) compost on growth and yield parameters of maize (*Zea mays*). *British Journal of Applied Science & Technology*, 4(4): 617-633.
- REGINAWANTI, H., NADIA NURANIYA KAMALUDDIN, SUMAN SAMANTA, SAON BANERJEE & SARKAR, S. 2020. Role and perspective of *Azotobacter* in crops production. *Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 17(2), 2020, 170-179.
- RICE, R. P. R., L.W.; TINDAL, H.D 1986. *Fruit and vegetable production in Africa*. Macmillan Publications.
- SAHANA, S., PATTAR., P. V. & RAMALINGAPPA. 2018. Effect of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. Compost on morphophysiological parameters of blackgram (*Vigna mungo* (L) Hepper). *International Journal of Science and Healthcare Research*, Vol.3.
- SAKTHIKA, T. & SORNALAKSMI, V. 2019. Nutrients analysis of vermicompost of water hyacinth supplemented with probiotics. *Acta Scientific Agriculture*, 3, 10-13.
- SALAS, R. A., BARBERO-BARRERA, M. M., SÁNCHEZ-ROJAS, M. I. & ASENSIO, E. 2019. Water hyacinth–cement composites as pollutant element fixers, waste and biomass valorization.
- SARMIENTO, S. G., PINO-CABANA, D., MENA-CHACÓN, L., MEDINA-DÁVILA, H. & LIPA-MAMANI, L. 2019. Application of vermicompost and seaweed in the watermelon crop (*Citrullus lanatus* Thunb.) var. Santa Amelia. *Scientia Agropecuaria*, 10, 363-368.
- SARTAJ, A. W., SUBHASH, C., MUNEEB, A. W., M. RAMZAN & HAKEEM, K. R. 2016. *Azotobacter chroococcum* – A potential biofertilizer in agriculture: An overview. *Soil Science: Agricultural and Environmental Prospectives*, DOI 10.1007/978-3-319-34451-5_15.
- SCHIPPERS, R. R. A. 2000. *African indigenous vegetable, an overview of the cultivated species*.
- SINGH, J. & KALAMDHAD, A. S. 2013. Effect of *Eisenia fetida* on speciation of heavy metals during vermicomposting of water hyacinth. *Ecological Engineering*, 60, 214-223.
- SPANDAN, R., A. KUMAR SINGH, H. MASIH, J. C BENJAMIN, S. KUMAR OJHA, P. W RAMTEKE & SINGLA, A. 2018. Effect of *Azotobacter* sp. and *Azospirillum* sp. on vegetative growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 2130-2137.

- SRIDEVI, S., PRABU, M. & TAMILSELVI, N. G. 2016. Bioconversion of water hyacinth into enriched vermicompost and its effect on growth and yield of peanut. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5, 675-681.
- SUBBA, N. R. 2001. An appraisal of biofertilizers in India. In: Kannaiyan S (eds) Biotechnology of biofertilizers. Maximising the use of biological nitrogen fixation in agriculture. *Narosa Publishing House, New Delhi*, p 375
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2006. *Fisiología vegetal*
- TASKEEN, H. K., AMAN, F., KHAN, M. N., DAWOOD, S. Q. S., SAID, B., IRFAN, I. & KALIMULLAH 2019. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annum* L.) under the agro climatic condition of Peshawar, Pakistan. *Pure Appl. Biol.*, 8(1), 856-865.
- V. PRITHIV, R., T. ILAKIYA, P. NIVEDHA, AND, A. S. S. & PARAMESWARI, E. 2017. Assessing the effect of composting technique to generate quality manure out of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Madras Agric*, 104 (4-6): 152-156.
- WIJESINGHE, S. A. E. C., EVANS, L. J., KIRKLAND, L. & RADER, R. 2020. A global review of watermelon pollination biology and ecology: The increasing importance of seedless cultivars. *Scientia Horticulturae*, 271, 109493.
- YE, L., ZHAO, X., BAO, E., CAO, K. & ZOU, Z. 2019. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on watermelon growth, elemental uptake, antioxidant, and photosystem II activities and stress-response gene expressions under salinity-alkalinity stresses. *Front Plant Sci*, 10, 863.
- ZHANG, Y., LIU, H., YAN, S., WEN, X., QIN, H., WANG, Z. & ZHANG, Z. 2019. Phosphorus removal from the hyper-eutrophic lake Caohai (China) with large-scale water hyacinth cultivation. *Environ Sci Pollut Res Int*, 26, 12975-12984.

9. ANEXO 1

MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Ingrediente activo y marca comercial	Cantidad	Método y Periodo de aplicación	Observaciones
Carbendazim (Cyro Forte) Bifentrina+carbosulfan (Talisma)	1kg, 1L/200L agua	Al momento de concluir la siembra, directamente al suelo.	Control del hongo Damping off responsable del ahogamiento en plántulas de sandía. Esta aplicación fue realizada únicamente para la fertilización química.
Carbendazim (Cyro Forte)	1kg/100L agua	Directamente al suelo a los 8 días después de la siembra	Esta aplicación fue realizada para el resto de los tratamientos.
Propamocarb+fosetil (Previcur energy) Coadyuvante (Helper) Carbendazim (Cyro Forte) Imidacloprid (Confidor) Inductor de raíces (Raizum) Mancozed (Manzate 200) Dimetoato (Rogor dragon)	20ml 20ml 200g 20ml 40ml 200g 20ml/200L agua	Por fertirriego a los 7 días.	
Mancozed (Manzate 200) Imidacloprid (Confidor) Coadyuvante (Helper)	200g 20ml 20ml/100L agua	Por fertirriego a los 11 días.	
Mancozed (Manzate 200) Coadyuvante (Helper) Regulador de crecimiento (Biozyme). Sulfoxaflor (Toretto)	200g 20ml 40ml 20 ml/100L agua	Vía foliar a los 18 días.	Controladores de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)
Regulador de crecimiento (Biozyme). Imidacloprid+betacyflutrín (Muralla max)	40ml 20 ml	Vía foliar a los 22 días.	Controlador del tizón gomoso del tallo o rajación de guía.

Clorotalonil (Daconil 2787) Coadyuvante (Helper) Azoxistrobin (Amistar)	200 g 20ml 100 g/100L agua		
Piriproxifen (Proxy 100 EC) Acetamiprid (Protecprid 20% PS)	20ml 500g/50L agua	Vía foliar a los 26 días	Controladores de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)
Regulador de crecimiento (Biozyme) Sulfoxaflor (Toretto) Coadyuvante (Helper) Metalaxil + Clorotalonil (Ridomil gold)	500ml 150ml 250ml 500ml/200L agua	Vía foliar a los 33 días	
Metalaxil + Clorotalonil (Ridomil gold) Translocador y surfactante (Medal)	1L 125 ml/25L agua	Vía foliar a los 38 días	Controladores de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)
Imidacloprid+betacyflutrin (Muralla max) Translocador y surfactante (Medal)	1L 1L/100L agua	Vía foliar a los 39 días	
Inductor de raíces (Raizum) Propamocarb+fosetil (Previcur energy)	1L 250ml/200L agua	Vía foliar a los 42 días	
Metalaxil + Clorotalonil (Ridomil gold) Spinetoram (Palgus)	1L 100 ml/200L agua	Vía foliar a los 45 días	
Clorotalonil (Daconil 2787) Imidacloprid+betacyflutrin (Muralla max) Coadyuvante (Helper) Regulador de crecimiento (Biozyme)	200 g 1L 20ml 40ml/200L agua	Vía foliar a los 54 días	

PREPARACIÓN DEL VERMICOMPOST DE LIRIO ACUÁTICO + *Azotobacter* sp.

Un medio nutritivo para *Azotobacter* sp., fue preparado a través de una solución de 600 g de piloncillo disueltos en 10 L de agua y aforada hasta alcanzar un volumen de 19 L durante 20 días. Esparcido a una de las camas del vermicompost de lirio acuático ocho días previos al termino del proceso. Fueron aplicados 750 g de vermicompost de lirio acuático inoculado con la bacteria a cada orificio del acolchado previo a la siembra.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN PARA LOS TRATAMIENTOS (VS, CS y S)

Marca comercial	Cantidad	Método y Periodo de aplicación	Observaciones
Fosfato diamonico (18 46 00) fertilizante granular	5kg	Directamente al suelo previo a la siembra.	Antes de la colocación del acolchado se esparció una base del fertilizante.
N14%, P40%, Algas marinas 2%, a.a. 2%, Ácidos fólicos 1%	3kg/200L agua	Fertirriego a los 25, 32 y 40 días	
Calcinit 25kg (Yara Tera)	2kg/200L agua	Fertirriego a los 30, 35, 38, 43, 48 y 55 días	
Bioestimulante para el amarre y tamaño de frutos (Selecto XL) Fertilizante inorgánico liquido (Packhard) Translocador y surfactante (Medal)	1L 1L 125 ml/200L agua	Vía foliar a los 39 y 44 días.	
Regulador de crecimiento tipo 1 liquido (RadiGrow) Regulador de crecimiento no sintético liquido (Nutrisorb L)	1L 1L/200L agua	Vía foliar a los 43 días	
12-0-46 NKS Plus (Ultra SO)	4Kg/200L agua	Fertirriego a los 49 y 56 días	
Frutex extractos orgánicos (carbohidratos)	500g/200 L agua	Fertirriego a los 51 y 55 días	

Fertilizante inorgánico (Nutrición A)	7kg		
Fertilizante inorgánico (Nutrición B)	7kg	Fertirriego a los 56 y 57 días	Fueron aplicados hasta el término del experimento.
Nitrato de calcio (Akuos)	7kg/200L agua		