

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS
Y SU APLICACIÓN AL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

Tesis

Que presenta JORGE LUIS MORALES DÍAZ
como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

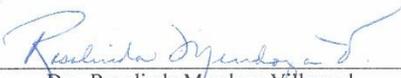
Saltillo Coahuila

Julio 2021

PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS
Y SU APLICACIÓN AL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

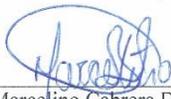
Tesis

Elaborada por JORGE LUIS MORALES DÍAZ como requisito parcial para obtener el
grado de Maestro en Ciencias en Horticultura con la supervisión y aprobación del
Comité de Asesoría


Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal
Asesor Principal


Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor


Dr. Armando Hernández Pérez
Asesor


Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente
Subdirección de Postgrado
UAAAN

Saltillo, Coahuila

Julio 2021

Agradecimientos

A CONACYT por la beca otorgada para realizar estudios de maestría por el apoyo para llevar a cabo el financiamiento de este proyecto.

A mi alma terra mater Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrirme las puertas a nivel licenciatura y también por el financiamiento del proyecto de posgrado

A mis asesores de tesis:

A la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal por su apoyo incondicional como asesora principal por todas sus enseñanzas y consejos.

Al Dr. Armando Hernández Pérez por sus enseñanzas consejos y ayuda para que este proyecto se llevara a cabo.

Al Dr Valentin Roblero Torres por sus consejos y ayuda durante este proyecto.

A las secretarias: Cony Tello Quintero, Erika Solis y laboratorista Martina Casillas.

A mi Familia DIAZ ROBLERO: Arain, Leonor, Martin, Rosalba, Margarita, Idulvina, y Olivio.

A mis amores: Delfida Roblero López y Carlota Díaz Roblero

A mi padre: Wenceslao Morales V.

A mis hermanos: María E. Morales Díaz, Jesús W. Morales Díaz y Gorgonio López D.

A mis primos: Himer Escalante, Yobani Escalante, Emmanuel, Isabel, Magaly, Auro.

A mis amigos:

Del grupo ESQUINA DEL DOLOR (Miguel Barrionuevo, Luis Mora, Lizardi Matías, Over Velázquez y Bernardo Dejuki)

Marcela, Rosy, Neidi, Iván Matías, Adán Ramos, Eusebio Muñoz Rivera y Mari,

En Especial a Melvi Jocabed Pérez Díaz, Luis A. Gabriel Sánchez (flaco), Ever Alvarado, Luis Valenzuela, Hétnan Martínez y Esperanza Hernández por su gran apoyo durante todo este tiempo.

A esa personita especial que siempre ha estado aquí Yesica Gabriela Zacarías Zunún

A mis amigos y compañeros que conocí durante el posgrado MCH

Ana, Alicia, Manuel, Oscar, Rodrigo, Maribel, Briseida, Francisco, Simeón, Refugio (kuko), Areli, Otoniel, Xochitl, Xitlali, Isaí, Paulina, Lupita, Brenda, Fredy.

Al valioso apoyo de: José Rafael Paredes Jácome, Raúl A. Ramos Salazar, Felicito Díaz Vázquez, Paul Ozuna Zarate y Jorge Kau Pérez.

Dedicatoria

A **Dios** principalmente quien nos regala Salud, momentos inolvidables, y principalmente la vida.

A quienes se adelantaron en este trayecto llamado vida pero desde donde se encuentren comparten este logro a mi lado.

Al Sr Olivio Díaz Morales abuelo y dirigente de la familia

A los amigos: Francisco Ley Ramos “Chino” y Carlos Mazariegos “gordito”

A mi hermano ABIU Abigail Morales que se le olvido que en esta vida solo somos aves de paso

A todos quienes formaron parte de este camino

Índice General

Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Índice General.....	v
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
General.....	2
Específicos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Diferentes Tipos de Biofermentados.....	3
Variables Agronómicas.....	3
Variables de Calidad.....	4
Minerales en Fruto.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
Pruebas de Sustrato en Biofermentados.....	6
Preparación del Biofermentado.....	6
Análisis Mineral del Biofermentado.....	6
Establecimiento del Cultivo.....	6
Diseño Experimental.....	7
Variables Agronómicas.....	7
Variables de Calidad.....	7
Contenido Mineral en Fruto.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
Pruebas de Sustrato.....	9
Biofermentado Líquido.....	10
Biofermentado Sólido.....	11

Variables Agronómicas.....	12
Variables de Calidad.....	13
Variables de Nutrientes.....	14
CONCLUSIONES.....	18
REFERENCIAS.....	19

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Análisis mineral del líquido obtenido de los sustratos biofermentados.....	9
Cuadro 2. Análisis de minerales del biofermentado a base de estiércol de bovino.....	10
Cuadro 3. Análisis de varianza y comparación de medias de las variables de crecimiento y rendimiento de las plantas pepino cv SV2516CP.	12
Cuadro 4. Comparación de medias en variables de calidad en fruto de pepino. Diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT).	14
Cuadro 5. Comparación de medias para macronutrientes en fruto de pepino.	15
Cuadro 6. Comparación de medias para micronutrientes en fruto de pepino.....	16

RESUMEN

PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS
Y SU APLICACIÓN AL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

POR

JORGE LUIS MORALES DÍAZ
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL – ASESOR

Saltillo, Coahuila

Julio 2021

El objetivo de esta investigación fue producir, caracterizar y aplicar un biofertilizante orgánico al cultivo del pepino para evaluar su influencia agronómica, de calidad y minerales en fruto, se elaboró con estiércol de bovino, desechos de frutas y hortalizas, separando por filtración obteniendo el líquido y el sólido, después de dos meses. El cultivo se llevó a cabo en invernadero, las variables agronómicas fueron evaluadas durante cada etapa fenológica y los frutos del tercer corte para calidad y minerales. Se establecieron 4 tratamientos: TQS (Testigo químico Steiner), BL (biofermentado líquido 1:20), BS (biofermentado sólido 3 kg m⁻²) y BL+BS (biofermentado líquido 1:20 + biofermentado sólido 3 kg m⁻²), bajo un diseño de bloques completamente al azar 4x3x5. Los resultados indican que BS se iguala al TQS para variables agronómicas, en variables de calidad fue mejor el BL seguido del TQS, para minerales el BL+BS aumentó en N, K, Mg, y Cu respecto al TQS, pero para P, Ca y Vitamina C no se observaron diferencias significativas. Los biofermentados proporcionan la demanda de nutrientes que requiere el cultivo de pepino, además mejoran los caracteres agronómicos entre ellos el rendimiento, también la calidad y contenido mineral en fruto.

Palabras clave: variables agronómicas, biofermentado, pepino, minerales

ABSTRACT

PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS
Y SU APLICACIÓN AL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

BY

JORGE LUIS MORALES DÍAZ
MASTER'S DEGREE IN HORTICULTURE SCIENCES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL – ADVISER

Saltillo, Coahuila

July 2021

The objective of this research was to produce, characterize and apply an organic biofertilizer to the cucumber crop to evaluate its agronomic influence, quality and minerals in fruit, it was made with bovine manure, fruit and vegetable waste, separating by filtration obtaining the liquid and the solid, after two months. The cultivation was carried out in a greenhouse, the agronomic variables were evaluated during each phenological stage and the fruits of the third cut for quality and minerals. 4 treatments were established: SCC (Steiner chemical control), LB (liquid biofermented 1:20), SB (solid biofermented 3 kg m⁻²) and LB+SB (liquid biofermented 1:20 + solid biofermented 3 kg m⁻²), under a completely randomized 4x3x5 block design. The results indicate that SB is equal to SCC for agronomic variables, in quality variables LB was better followed by SCC, for minerals LB+BS increased in N, K, Mg, and Cu with respect to SCC, but for P, Ca and Vitamin C no significant differences were observed. The biofermented ones provide the nutrient demand that cucumber cultivation requires, in addition to improve the agronomic characteristics, including the yield, as well as the quality and the mineral content of the fruit.

Keywords: agronomic variables, biofermented, cucumber, minerals

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se están agotando los suelos agrícolas debido al exceso y mal uso de los productos químicos, las cifras son cada vez más preocupantes según la ONU (2018), por esto se ha invitado a los países para desarrollar nuevas técnicas para el cuidado del medio ambiente, aprovechando los microorganismos radiculares que se encuentran de forma natural, la rotación de cultivos, el uso de abonos y estiércoles, dependiendo de cada situación local, para que no existan más daños al suelo y contaminación de mantos acuíferos. En Latinoamérica del total de residuos urbanos solo el 10 % es aprovechado mientras el 90 % no se aprovecha, de los cuales el 50 % son residuos orgánicos no tratados que generan un efecto de gases de invernadero y producción de lixiviados. Las alternativas orgánicas que han funcionado son el compost, el Bocashi, vermicompostas, o la agregación de estiércol directo al suelo con previo tratamiento (Ramos y Terry, 2014). Se están utilizando los biodigestores para obtener biogás y fertilizante orgánico siendo este de gran auge para cuidar el planeta y darle un valor agregado a los residuos que no son aprovechados (Amante *et al.*, 2019), y que cumplan parámetros de calidad para su aplicación al suelo tanto físico-químicos, microbiológicos, además de facilitar la penetración y retención de agua, de fácil degradación para el suministro de nutrientes en los cultivos (Ramos *et al.*, 2014).

El pepino es uno de los cultivos hortícolas más populares a nivel mundial para producirlo en condiciones protegidas y en campo abierto. México ocupa el octavo lugar en exportación con 637,395 de ton generando 259 millones en 2011 a 527 millones de dólares en 2018 (Agriculturers, 2018). México es el sexto productor de pepino a escala mundial, donde casi el 60 % de la producción se concentró en tres entidades principalmente: Sinaloa, Sonora y Michoacán en datos de SAGARPA-SIAP (2020). En pepino se han evaluado productos orgánicos con resultados positivos en variables de rendimiento, calidad y minerales en fruto, en los cuales la calidad del fruto, es favorecida con el uso de abono orgánico y fertilización química en algunos parámetros como sólidos solubles totales y acidez titulable, así como también en minerales Cu, Fe, P, Ca, K, (Aguñaga *al.*, 2020) donde la cantidad de minerales puede ser una fuente importante de micronutrientes para la dieta de la población (Sánchez *et al.*, 2020).

OBJETIVOS

General

Producir un biofertilizante orgánico que satisfaga las necesidades nutrimentales del cultivo de pepino para mejorar sus características agronómicas, de calidad comercial y minerales en fruto.

Específicos

- Producir un biofertilizante orgánico
- Caracterizar los minerales del biofertilizante líquido y sólido obtenido
- Aplicarlo al cultivo de pepino para evaluar las variables agronómicas, de calidad comercial y obtención de minerales de fruto.

Hipótesis

Que el biofertilizante producido a base de residuos orgánicos satisfaga las necesidades nutrimentales del cultivo del pepino e influya positivamente en las variables agronómicas y de calidad comercial.

REVISIÓN DE LITERATURA

Diferentes Tipos de Biofermentados

Así como la agricultura nació de manera simultánea en diferentes partes del mundo, surgieron también de forma simultánea los procesos de fermentación derivados de la transformación microbiológica de cereales y frutas, (Wacher, 2014), de las cuales existen dos tipos, el aeróbico: proceso que ocurre en presencia de oxígeno y el anaeróbico: proceso que ocurre en ausencia de oxígeno (FAO 2013), dependiendo del pre tratamiento anaeróbico o aeróbico, los residuos orgánicos urbanos son fuente de diferentes productos sin embargo, se recomienda que dicho material se adapte a las necesidades de especies de plantas específicas o condiciones de cultivo (Massa *et al.*, 2016). El compostaje o la fermentación aeróbica es una forma eficaz de tratar los desechos agrícolas (estiércoles) y producir fertilizantes orgánicos. (Menggi *et al.*, 2021), estos igual pueden ser considerados como bioestimulantes que se generan a partir de corrientes como extractos de desechos de alimentos, compost, abonos, vermicompost, desechos de acuicultura, y tratamientos de aguas residuales (Yakhin *et al.*, 2016). Para los procesos anaeróbicos se encuentran los biofertilizantes provenientes de varios microorganismos y su asociación con plantas como lo son: *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, Cianobacterias, Azolla, Microorganismos solubilizadores de fosfato (PSM), Hongos AM, Bacterias solubilizadoras de silicatos (SSB), Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) (Maçik, *et al.*, 2020), también de este sistema anaeróbico se producen biocombustibles y líquidos residuales conocidos como bioles, (Cano 2016), y la calidad de los productos se debe al sustrato obtenido previo a la carga de los biodigestores donde se procesan (Torres *et al.*, 2015), estos ayudan al mejoramiento de los suelos para los cultivos (Olivares *et al.*, 2012).

Variables Agronómicas

Con la aplicación de estiércoles bovino, ovino y lombricomposta se obtienen mayor diámetro de planta en pepino (Diédhiou *et al.*, 2020), al igual que la aplicación de vermicompost 5 a 10 t ha⁻¹ incrementa el crecimiento en plantas de calabaza, también se refleja mayor acumulación de biomasa, peso seco y el grosor de tallo en comparación al

testigo químico (Ayala *et al.*, 2020), principalmente el aumento de materia seca y el rendimiento del cultivo de pepino se da cuando se proporcionan macronutrientes y micronutrientes en niveles que satisfacen su extracción nutricional (Barraza, 2018). En biomasa total, Galindo *et al.* (2014) obtuvieron resultados positivos en peso seco con la aplicación de estiércol de bovino y vermicompost. Estudios sugiere que la aplicación de estiércol 8 t ha⁻¹ de aves de corral y el estiércol de cabra mejora el crecimiento y el rendimiento del pepino (Ikeh *et al.*, 2012), iguales resultados se obtienen pero agregando 15 ton ha⁻¹ con estiércol de aves de corral que mejoraron los mismos parámetros (Oke *et al.*, 2020), pero la combinación de gallinaza más fertilización química (3 t ha⁻¹ + 50 % FQ) se obtiene un aumento del 14.98 % en rendimiento del cultivo de pepino en comparación a una fertilización química completa (Alvarado *et al.*, 2018) también Garcia y Romero (2016), encontraron que al aplicar humus de lombriz obtienen 18.70 t ha⁻¹, y con fertilización química NPK 15.25 t ha⁻¹ estos aumentaron el rendimiento en pepino respecto al testigo en un 22.75 %.

Variables de Calidad

El aumento de longitud y diámetro polar de fruto, como también de sólidos solubles totales (4.10 ° brix), vitamina C (8.39 mg 100 g⁻¹) y bajo porcentaje de acidez titulable (0.90 %) se refleja al utilizar fertilizantes orgánicos en combinación con fertilización química (25 %) en comparación a una fertilización química al 100 % con dosis recomendada de NPK 120: 60: 120 kg ha⁻¹ (Singh *et al.*, 2017), estos parámetros también se aumentaron al aplicar vermicompost 2 t ha⁻¹ + abono orgánico 15 t ha⁻¹ (Thongney *et al.*, 2018) Al igual que con la aplicación de estiércol de aves de corral 4 t ha⁻¹ se incrementa de longitud de fruto en comparación a una fertilización química NPK 20-10-10 (Okoli y Nweke, 2015), también al aplicar fertilizantes orgánicos al 100 % aumentan los sólidos solubles totales (SST) al igual que la firmeza en frutos de pepino en comparación al testigo químico al 100 % (Kodikara, *et al.*, 2017).

Minerales en Fruto

El contenido mineral en el suelo se correlaciona con el contenido mineral de la planta en raíz, hoja, fruto y tallo (Eludoyin y Ogbe, 2017), que en pepino el contenido mineral

adecuado tiene el potencial de satisfacer los requisitos nutricionales de la salud humana, especialmente los minerales necesarios para la formación de sangre y el transporte de oxígeno y dióxido de carbono entre los tejidos (Niyi *et al.*, 2019), con la utilización de compost con residuos de cosecha como fertilización al pepino se obtienen cantidades satisfactorias en contenido mineral para N, P, K, Mg, Ca, y Fe, (Pratap y Prabha, 2017), el aumento de la ingesta de K reduce significativamente la tensión arterial en los adultos por lo cual recomienda consumir al menos 3510 mg día^{-1} (OMS 2019), Para que exista un nivel de toxicidad en Ca este debe ser 10 veces mayor al promedio diario recomendado para consumo humano, esto igual aplica a otros minerales determinados (Oluwagbenle *et al.*, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Pruebas de Sustrato en Biofermentados

Al inicio de la investigación se realizaron pruebas piloto, para seleccionar el sustrato más balanceado en minerales y de fácil accesibilidad, se probaron los sustratos: cachaza de café (CC), bagazo de caña (BC), estiércol de bovino (EB) y estiércol de oveja (EO), el procedimiento para su elaboración se describe en la preparación del biofermentado, al finalizar la fermentación de 65 días, se hizo el análisis mineral de cada uno.

Preparación del Biofermentado

Se preparó en un recipiente de plástico de 20 L, con sustrato de estiércol de bovino (EB), en proporción del 25 % y el 75 % restante incluye: cáscaras de huevo, cebolla, tomate, pepino, piña, melón, sandía, plátano, zanahorita, restos de caña del cultivo de maíz, hojas secas y verdes, restos de papaya, guayaba, sábila, licuado de malezas, y agua purificada hasta completar los 20 L. Todos los ingredientes se pesaron en una balanza de 2000 gr (OHAUS CSSERIES). El recipiente se colocó bajo el sol durante 65 días para la degradación de la materia orgánica, posteriormente el fermentado se filtró obteniendo el biofermentado sólido y líquido.

Análisis Mineral del Biofermentado

En el biofermentado líquido y sólido obtenido, se analizaron N por Micro Kjeldhal (AOAC, 954.04, 1990a), P en espectrofotómetro (UV-VIS BIOMATE v7-07 serie 145025) método colorimétrico (AOAC 969.02 1990b) y minerales K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Na (AOAC 1998) por el método de digestión húmeda cuantificando en un espectrofotómetro de absorción atómica (PERKIN ELMER 2380).

Establecimiento del Cultivo

La investigación se llevó a cabo en el invernadero del departamento de Horticultura de la UAAAN, se usó semilla de pepino híbrido SV2516CP, se prepararon las camas y se incorporó el biofermentado sólido al suelo en el área de los tratamientos correspondientes, posteriormente se colocó la cintilla de riego y el acolchado bicolor (gris-negro). Se

establecieron cuatro tratamientos: TQS (Testigo químico Steiner), BL (biofermentado líquido 1:20), BS (biofermentado sólido 3 kg m⁻²) y BL+BS (biofermentado líquido 1:20 + biofermentado sólido 3 kg m⁻²). Se aplicó TQS (Testigo químico Steiner 50, 75 y 100 % en forma ascendente en cada etapa del cultivo) y BL, tres veces por semana haciendo diluciones 1:20 V/V basados en lo que la planta necesita, tomando en cuenta la CE en un margen de 1-2 dS m⁻¹ dependiendo de la etapa fenológica y el pH se estableció en un rango de 5.5 – 6.5 en cada aplicación, parámetros que fueron medidos por un potenciómetro (MARCA HANNA).

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, los resultados se analizaron con el paquete estadístico INFOSTAT versión 2020.

Variables Agronómicas

Se evaluaron; altura de planta (AP) tomando de referencia la base del tallo hasta el ápice de la planta con una cinta métrica convencional graduada en centímetros, para el diámetro de tallo (DT) se midió la base del tallo con un vernier digital (ATORN No. 30401001) en mm, para el rendimiento se obtuvo en cada corte pesando todos los frutos de primera calidad, en biomasa fresca total (BFT) al finalizar el ciclo del cultivo se obtuvo la planta completa, se pesó depositándose en bolsas de papel, posteriormente se colocó en una estufa de secado (MAPSA modelo HDP 334), durante 72 horas a 65 °C para obtener la biomasa seca total (BST), pesando con una balanza unitaria de 2000 gr (OHAUS CSSERIES).

Variables de Calidad

Para diámetro ecuatorial de frutos (DEF) se evaluaron los que sobrepasaban los 20 cm, tomando seis frutos por tratamiento, dos por cada repetición en cada corte, que se llevó a cabo con una cinta métrica en cm, y diámetro polar de fruto (DPF) se evaluaron frutos superiores a los 50 mm con un vernier digital (ATORN No. 30401001) en mm, Para las variables de calidad se utilizaron tres frutos por repetición de la tercera cosecha; sólidos solubles totales (SST) se cortó la parte central del fruto para extraer el jugo y colocarlo en

un refractómetro (HI 96801 serie B0035537), para vitamina C, se utilizó el método propuesto por AOAC (1998), en firmeza (kg cm^{-2}) se quitó el pericarpio de la parte central del fruto y se introdujo la boquilla del penetrómetro (OZ SUPPLIES FT 327 No.144743) y para acidez titulable (AT) se realizó por el método volumétrico ácido base AOAC (1980).

Contenido Mineral en Fruto

Para extracción de minerales se cortaron 12 frutos por tratamiento (tres por repetición) en rebanadas pequeñas dejando secar a temperatura ambiente posteriormente se llevaron a una estufa de secado (MAPSA modelo HDP 334) a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas, finalmente se molieron en un mortero con pistilo. Se utilizó la técnica de ceniza seca; se tomó 1 g de muestra previamente molida, se depositó en un crisol, y luego a la mufla (LINBERG/BLUE series BF51841) a $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 6 horas, se dejó enfriar y se agregaron 5 ml de ácido clorhídrico al 20 %, se filtró y aforó a 50 ml con agua desionizada, posteriormente se guardó en botes pequeños de plástico, para la cuantificación en espectrofotómetro de absorción atómica (PERKIN ELMER 2380), los minerales de K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, y Na (AOAC 1998). Además, N por el método micro Kjeldahl (AOAC, 954.04, 1990a) y el P en espectrofotómetro (UV-VIS de la marca BIOMATE v7-07 serie 145025) (AOAC 969.02 1990b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de Sustrato

Las diferentes pruebas de sustratos para los biofermetados se reflejan en el Cuadro 1, donde el valor más alto se obtuvo para N utilizando EB reduciendo su concentración en un 50 % para CC, caso contrario en P y Ca donde se disminuyen en un 48 y 25.9 % respectivamente para EB, al igual que en K los resultados fueron menores para CC en un 45 %, más sin embargo el Mg y B son mayores para EO con 22.2 y 87.9 %, pero en S y Cu estos minerales se mantiene similares en todos los sustratos, no así para Fe y Mn los cuales reflejan aumento del 97.7 y 96.3 % al utilizar CC, el Zn se aumenta en un 61.76 % con los sustratos de EB y EO en comparación a CC y BC, pero el Na se aumenta para EB en un 75 % en comparación a CC y BC pero para EO en un 50 %.

Cuadro 1. Análisis mineral del líquido obtenido de los sustratos biofermentados.

Mineral (ppm)	Cachaza café	Bagazo de caña	Estiércol bovino	Estiércol oveja
Nt*	400	700	800	600
P	77	73	48	100
K	1800	3900	3400	4000
Ca	5400	3300	1400	4200
Mg	800	800	700	900
B	0.46	1.26	1.63	3.83
S	200	100	100	200
Fe	294	9.43	6.57	20.1
Cu	0.49	0.37	0.37	0.17
Mn	72.9	11	2.65	6.97
Zn	0.55	0.75	1.67	1.73
Na	100	100	400	200
pH	5.53	6.10	7.55	6.05
CE (dS m)	15.54	17.1	14.5	17.6

R C/N 35.6 19.6 9.42 24.1

Donde Nt: es Nitrógeno total, ppm: partes por millón. pH: potencial de hidrogeno, CE: conductividad eléctrica. R C/N: relación carbono/nitrógeno.

Es muy importante tratar los estiércoles, uno de ellos es el estiércol de ganado vacuno que constituye una importante fuente de contaminantes, al encontrarse entre las principales fuentes de contaminación de mantos freáticos y del suelo (Olivares *et al.*, 2012), el uso de estiércoles orgánicos asegura la estabilidad de la estructura del suelo mejora su estado de la materia orgánica, disponibilidad de nutrientes y alto rendimiento de los cultivos (Ogbonna *et al.*, 2012), también podemos obtener buena producción de biogás y bioabonos (líquido y solido) apartir de estiércol de ovino de buena calidad (Amante *et al.*, 2019)

La cantidad de minerales del biofermentado líquido y sólido a base de estiércol de bovino se presenta en el Cuadro 2, dónde el BL incluye la mayor concentración mineral para N, P, Ca, B, S, Fe, Cu, Mn, y Zn con una concentración del 94 %, mientras que en BS los minerales K, Mg y Na se concentraron en un 25 y 49 %.

Cuadro 2. Análisis de minerales del biofermentado a base de estiércol de bovino.

Nutrientes biofermentado líquido				Nutrientes biofermentado sólido			
ppm							
Nt	17800	S	5300	Nt	800	S	100
P	6500	Fe	3950	P	41	Fe	5.50
K	16400	Cu	18.4	K	4100	Cu	0.07
Ca	101000	Mn	214	Ca	300	Mn	0.79
Mg	8300	Zn	141	Mg	400	Zn	0.44
B	68.4	Na	1200	B	3.28	Na	300
pH	9.26	CE Ds m	3.00	pH	7.82	CE Ds m	13.2
Relación C:N			6.84	Relación C:N			30.1

Donde Nt: es Nitrógeno total, ppm: partes por millón. pH: potencial de hidrogeno. CE: conductividad eléctrica. R C/N: relación carbono/nitrógeno.

Biofermentado Líquido

En estudios realizados con biofermentados a base de estiércol de bovino, donde obtienen minerales de N, K, Ca, y Mg los cuales satisfacen las necesidades nutrimentales del pepino aunque para P fueron deficientes (Medina *et al.*, 2015) caso contrario a lo reportado por Zuñiga *et al.* (2016) que obtienen minerales de un biofermentado a base de extractos naturales, donde el P y K contienen las cantidades requeridas para este cultivo pero el Mg es deficiente, en otra investigación por Criollo *et al.* (2011) elaboraron un biofermentado líquido de estiércol de bovino, del cual obtuvieron; N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn, Fe, donde el Ca se encuentra dentro de los parámetros que se requieren, también Zagoya *et al.* (2015) utilizaron estiércol de bovino y leguminosa (alfalfa), reportan minerales en N, P, K, Ca, Mg, Fe, donde solo el N alcanza las cantidades que se requieren, caso contrario para Ramírez *et al.* (2016) que elaboraron bioles a partir de biodigestores de forma tubular con estiércol de bovino donde reportan resultados para N, P, K, que alcanzaron a satisfacer las cantidades que se requiere para el cultivo, todos los autores anteriores fueron comparados en base a la cantidad de minerales que requiere el cultivo de pepino por día, lo que recomienda el grupo HAIFA (2020), donde menciona que para pepino se requieren, N 150, P 45, K 220, Ca 100, Mg 40, S 100 ppm, que en comparación con los datos obtenidos de esta investigación se logra la cantidad necesaria de N y K mientras que para P, Mg, Ca y S, se aporta una mayor cantidad.

Biofermentado Sólido

Según Muñoz *et al.* (2013) reportan valores obtenidos en minerales (%), para; N 1.34, P 0.58, K 2.34, Ca 2.9, Mg 0.6, que de acuerdo a los resultados de esta investigación se obtiene valores mayores para N, P, K, Ca, pero similares en Mg. También Díaz *et al.* (2014) reportan valores en mg kg⁻¹ para; N 32.1, P 54.67, K 461, Ca 39.85, Mg 1.60, Fe 1.28, Mn 4.36, Cu 0.92, Zn 1.37, de los cuales el P es de mayor concentración en comparación a los resultados de la Cuadro 2. Caso contrario a lo obtenido por Pratap y Prabha, (2017) quienes hicieron preparaciones de compost con residuos de cosecha y obtuvieron el contenido mineral (%) para N 1.36, P 0.037, K 1.18, Mg 0.38, Ca 2.38, Fe 0.16, valores que fueron superiores a lo obtenido en esta investigación. El agregar desechos orgánicos de diferentes fuentes ayudan a mejorar la retención de agua, en el

suelo y en la planta como también la calidad de la materia orgánica (Eden *et al.*, 2017), así mismo, Adesida *et al.* (2020) coinciden con dichos autores y agregan que los ácidos orgánicos ayudan a disolver los nutrientes del suelo y luego ponerlos a disposición para los cultivos y no solo es una buena fuente de materia orgánica, sino también influye como enmienda y aporte de micro y macronutrientes para el suelo (Sharma *et al.*, 2017).

Variables Agronómicas

El crecimiento y rendimiento del fruto de plantas de pepino fueron afectadas significativamente por los diferentes tratamientos aplicados (Cuadro 3). La AP fue mayor en plantas que recibieron BL, El DT con BS y en aquellas que recibieron la combinación BL+BS. Por otra parte, la BFT aumentó con BL+BS, para BST se presenta mayor biomasa en las plantas crecidas con BS. Más sin embargo, para el rendimiento las plantas desarrolladas con BS aumentan el rendimiento, todas las variables se comparan con el TQS.

Cuadro 3. Análisis de varianza y comparación de medias de las variables de crecimiento y rendimiento de las plantas pepino cv SV2516CP.

Tratamientos	Altura de Planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Biomasa fresca total (g planta ⁻¹)	Biomasa seca total (g planta ⁻¹)	Rendimiento (kg planta ⁻¹)
TQS	322.20a	14.06a	1014.67a	126.33a	5.43a
Bio líquido	289.50ab	13.40b	931.00b	115.00bc	3.50c
Bio sólido	270.87b	13.99a	841.67c	122.00ab	4.94ab
Bio líquido+sólido	269.70b	14.31a	958.67ab	110.67c	4.65b
CV (%)	4.74	0.94	2.38	2.71	3.77
ANVA ($P \leq$)	0.01	0.001	0.001	0.004	0.0001
Tukey ^{0.05}	38.60	0.37	62.99	9.07	0.49

Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias. CV= coeficiente de variación. ANVA= análisis de varianza. TQS: testigo químico Steiner.

Para AP, estudios realizados por Díaz *et al.* (2016), en cultivo de calabacita la altura de planta fue igual al aplicar estiércol de gallinaza y fertilización química. Por otra parte, al

utilizar composta la reducción de la AP puede atribuirse a una baja disponibilidad de N y P relacionado con el proceso microbiano de mineralización (Spaccini *et al.*, 2017). Para DT, Díaz *et al.* (2016) no encontraron diferencias significativas en cultivo de calabacita. Para BFT, Galindo *et al.* (2014) obtuvieron resultados positivos en tratamiento químico que presentó mayor peso de biomasa en comparación a la aplicación de estiércol de bovino, vermicompost y la combinación de ambos pero en materia seca el vermicompost igualó al testigo químico, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación los tratamientos orgánicos se igualan para ambos parámetros en comparación al TQS. En la variable de rendimiento Fortis *et al.* (2013) obtienen mayor rendimiento en pepino con fertilización química 9.170 kg m^{-2} , que con vermicompost 6.20 kg m^{-2} y estiércol de bovino 4.8 kg m^{-2} , pero en otra investigación al utilizar Humus de lombriz 18.70 t ha^{-1} y testigo químico 15.25 t ha^{-1} no obtuvieron diferencias entre tratamientos (García y Romero, 2016), que al ser comparados con los resultados obtenidos en esta investigación el BS iguala al TQS, lo que proporciona un aliciente en agricultura orgánica lo que puede impactar en la disminución de fertilización química y un ahorro para el productor.

Variables de Calidad

En la Cuadro 4 se observan los parámetros de calidad del fruto de pepino encontrando que el TQS y BL presentan mayor DP y DE mientras que, para el BL y la combinación BL+BS disminuyen el tamaño de fruto (Cuadro 4). La firmeza de frutos es positivamente marcada en plantas desarrolladas con BS, los cuales fueron afectados ligeramente para los demás tratamientos. A diferencia de SST este parámetro aumenta en frutos de plantas tratadas con el BL y BS a diferencia de las plantas TQS. Para acidez titulable se refleja que las plantas nutridas con BL fueron mejores que el TQS. Más sin embargo para vitamina C no se obtuvieron diferencias significativas.

Cuadro 4. Comparación de medias en variables de calidad en fruto de pepino. Diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT).

Tratamientos	DP (cm)	DE (mm)	Firmeza (kg cm ⁻²)	SST (° Brix)	AT (%)	Vitamina C (mg 100gr ⁻¹)
TQS	22.63 a	54.64 ab	9.80 b	2.45 c	0.016 c	11.12 a
Bio líquido	22.86 a	55.63 a	10.05 b	3.00 a	0.024 a	11.11 a
Bio sólido	21.99 b	54.05 b	11.33 a	2.75 ab	0.019 b	10.31 a
Bio líquido+sólido	22.13 b	54.01 b	10.05 b	2.65 bc	0.019 b	10.51 a
CV (%)	0.65	0.65	1.17	3.01	4.08	2.65
ANVA ($P \leq$)	0.0010	0.0044	<0.0001	0.0010	0.0001	0.0274
Tukey ^{0.05}	0.46	1.12	0.38	0.26	0.003	0.89

CV: coeficiente de variación, Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias. ANVA= análisis de varianza. TQS: testigo químico Steiner.

Según Elías *et al.* (2011) obtuvieron estándares similares a los establecidos para pepino americano con una longitud de fruto 23.2 cm, con diámetro ecuatorial de 5.0 cm y firmeza de 4.8 kg, que en comparación a los resultados obtenidos de esta investigación son similares en longitud y diámetro de fruto, pero superiores para firmeza en todos los tratamientos. Para SST, Fortis *et al.* (2013) obtuvieron resultados de 2.93 con estiércol de bovino + arena en macetas, 4.80 arena + Steiner, los cuales refleja valores altos para testigo químico en comparación a todos los tratamientos obtenidos en esta investigación y similares para estiércol de bovino con los biofermentados (Cuadro 4). Olayinka y Etejere, (2018) obtienen para AT 0.192 mg g⁻¹ y para vitamina C 7.55 mg 100 g⁻¹, al comparar los resultados obtenidos de esta investigación el BL supera a lo reportado por estos todos los tratamientos son superiores, dichos autores también mencionan que cuando el pH baja, la acidez titulable baja ligeramente y la vitamina C aumenta.

Variables de Nutrientes

Los macronutrientes son minerales que contiene el fruto de pepino (Cuadro 5) los cuales influyen en plantas que fueron nutridas con los distintos tratamientos. Se puede señalar

que para Nitrógeno (N) este parámetro hubo un incremento de 27.3 % con la mezcla y con el biosólido 35.93 % en relación al TQS. Por otra parte para fósforo (P) y Calcio (Ca) no hubo diferencia significativa entre tratamientos. Para K fueron mejores el BL+BS con 18.4 % y BL 8.25 % que superan al TQS. Cabe mencionar que para el Mg los biofermentados individuales y el mezclado fueron mayores que el testigo con 40.63 (BL), 64.54 (BS) y 60.55 (BL+BS) %.

Cuadro 5. Comparación de medias para macronutrientes en fruto de pepino.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg
	g kg ⁻¹				
TQS	1.28 b	15.27 a	21.31 b	4.38 a	2.51 b
Bio líquido	1.31 b	16.07 a	23.07 ab	4.26 a	3.53 a
Bio sólido	1.74 a	15.84 a	21.27 b	4.98 a	4.13 a
Bio líquido+sólido	1.63 ab	14.39 a	25.23 a	4.75 a	4.03 a
CV (%)	9.35	5.27	4.87	7.30	8.48
ANVA ($P \leq$)	0.015	0.15	0.013	0.12	0.002
Tukey ^{0.05}	0.39	2.29	3.12	0.95	0.85

Donde N: Nitrógeno. P: fósforo. K: potasio, Ca: calcio. Mg: magnesio. CV: coeficiente de variación. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias. ANVA= análisis de varianza. TQS: testigo químico Steiner.

En estudios sobre lodos depurados encontraron en tres cosechas de frutos de tomate los rangos de minerales en % para N (1.52-1.98), P (0.34-0.58), K (2.04-3.23), Ca (0.03-0.19), Mg (0.19 – 0.29), (Narváez *et al.*, 2013), al ser comparados con los datos obtenidos (Cuadro 5), el N fue bajo, el K se iguala, pero el P, Ca, y Mg son altos, esto quiere decir que el bajo contenido de N hace que los otros minerales aumentan en fruto de pepino (Dong *et al.*, 2018) y cuando el N tiene mayor concentración en las plantas la atribuyen a una mejor disponibilidad de nutrientes debido a la combinación de fertilizantes inorgánicos, orgánicos y biofertilizantes, pero el P y K bajan ligeramente, principalmente en fruto (Anjanappa *et al.*, 2013), lo que no sucedió en esta investigación. El aumento de K en fruto es benéfico ya que según la OMS (2019) el aumento de la ingesta de K reduce significativamente la tensión arterial en los adultos por lo cual recomienda consumir al

menos 3510 mg día⁻¹, de los cuales sobresale el BL y BL+BS con mayor cantidad en este mineral. Para Ca según Oluwagbenle *et al.* (2019) mencionan que es un componente de los huesos y ayuda en el proceso de contracción en el cuerpo y los nervios para transmitir mensajes, y para el Mg en la formación de tejidos conectivos, huesos, nervios, hormonas sexuales, y ambos minerales son factores de coagulación sanguínea.

Los micronutrientes también están presentes en los frutos y se presentan en diferentes cantidades (Cuadro 6). Con respecto al Fe se refleja que al aplicar el BL+BS y TQS a las plantas esta variable aumenta. Por otra parte para el Cu, las plantas irrigadas con BL y la combinación BL+BS desarrollaron frutos que mejoraron notablemente la cantidad de este mineral, reflejando una declinación drástica para el TQS. En relación al Mn el BL y el TQS son estadísticamente iguales. Para Zn las plantas que fueron nutridas con solución Steiner (testigo) y la combinación de biofermentado BL+BS aumentaron en esta variable. Por consiguiente, para Na el BL tiene menor concentración para este mineral en comparación al TQS con un 41.56 %.

Cuadro 6. Comparación de medias para micronutrientes en fruto de pepino.

Tratamientos	Fe	Cu	Mn	Zn	Na
	mg 100g⁻¹				
TQS	2.51 ab	55.14 c	190.09 ab	357.07 a	115.84 a
Bio líquido	2.18 b	64.28 b	194.53 a	260.32 b	67.70 b
Bio sólido	2.20 b	75.70 a	149.56 c	259.51 b	90.04 ab
Bio líquido+sólido	2.76 a	82.50 a	183.36 b	323.53 ab	93.92 ab
CV (%)	6.19	4.16	1.92	7.75	16.94
ANVA ($P \leq$)	0.008	0.0001	<0.0001	0.0049	0.048
Tukey ^{0.05}	0.42	8.16	9.73	65.71	43.99

CV: coeficiente de variación, Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias. ANVA= análisis de varianza, TQS: testigo químico Steiner.

En estudios por Narváez *et al.* (2013) mencionan que encontraron micronutrientes en fruto de tomate (mg kg⁻¹) en ciertos rangos; Zn (22.7-44.09), Cu (4.4-9.6), Mn (7.3-29.8), Fe (51.08 – 220) y Na (0.08-0.29) en %, al comparar los resultados de esta investigación obtenida se encontró que se obtuvieron menores concentraciones para todos los

micronutrientes, uno de los minerales de vital importancia es el cobre que ayuda al cuerpo a utilizar el hierro y azúcar correctamente, también es necesario para crecimiento óseo y función nerviosa, su deficiencia causa osteoporosis y anemia (Jacob *et al.*, 2015). Para un nivel mínimo de toxicidad la dosis en algunos minerales puede ser 10 veces mayor al promedio diario recomendado para consumo humano, entre estos minerales se encuentra el Ca y Na (Oluwagbenle *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

El biofermentado a base de desechos orgánicos proporciona la demanda de nutrientes para el cultivo de pepino. El biofermentado sólido mejoró los caracteres agronómicos en pepino, incluyendo el rendimiento. La calidad de fruto se mejoró con la aplicación de biofermentado líquido y el contenido mineral con la aplicación de biofermentado líquido más sólido

REFERENCIAS

- Adesida, O. A., Smart, M. O., Bamigboye, T. O., Adedokun, T. A., y Odewale, M. O. 2020. Effect of liquid organic manure and staking methods on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 12(2), 148-155.
- Agriculturers. (2018). Panorama mundial del comercio de hortalizas en 2018. Agriculturers Red de Especialistas en Agricultura, 16 de febrero. [Consultado en Enero] 2021 Disponible en: <http://agriculturers.com/panorama-mundial-del-comercio-de-hortalizas-en-2018/>
- Aguñaga, B. A., Medina, D. K., Garruña, H. R., Latournerie, M. L., y Ruíz, S. E. 2020. Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). *Acta universitaria*, e2475. 30, 1-14. Doi: <http://doi.org/10.15174.au.2020.2475>
- Alvarado, C. M., Díaz, F. A., y Alejandro, A. F. 2018. Gallinaza, micorriza arbuscular y fertilización química reducida en la productividad de calabacita y pepino. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(2), 273-279. Doi: 10.20937/RICA.2018.34.02.08
- Amante, O. A., Martínez, E. R., Rössel, K. E., Pimentel, L. J., García, H. E., y Gómez, G. A. 2019. Digestión anaerobia de estiércol de ovino para la producción de biogás y bioabono. *Agroproductividad*, 12(4), 39-43. Doi <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1201>
- Anjanappa, M., Venkatesha, J., y Kumara, B. S. 2013. Dry matter accumulation and uptake of nutrients by cucumber (cv. Hassan Local) as influenced by organic, inorganic and bio-fertilizers. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 25(4), 552-554.
- AOAC 954.04. 1990a. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 17-18 pp.
- AOAC 969.02. 1990b. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 13-14 pp.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 366 pp.
- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Ayala-Tafoya, F., López-Urquídez, G. A., Parra-Delgado, J. M., Retes-Manjarrez, J. E., López-Orona, C. A., y Yáñez-Juárez, M. G. 2020. Vermicomposta, auxinas

- sintéticas y producción de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 257-265. Doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.620>
- Barraza, F. V. 2018. Uptake of Fe, Mn, Zn, Cu, and B in a cucumber (*Cucumis sativus* L.) crop. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(3), 611-620.
- Cano, H. M., Bennet, E. A., Silva, G. E., Robles, G. S., Sainos, A. U., y Castorena, G. H. 2016. Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. *Agrociencia*, 50(4), 471-479.
- Criollo, H., Lagos, T., Piarpuezan, E., Pérez, R. 2011. The effect of three liquid bio-fertilizers in the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata). *Agronomía Colombiana*, 29(3), 415-421.
- Díaz, F. A., Alvarado, C. M., Alejandro, A. F., y Ortiz, C, F. E. 2016. Crecimiento, nutrición y rendimiento de calabacita con fertilización biológica y mineral. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(4), 445-453. Doi: 10.20937/RICA.2016.32.04.08
- Díaz, M. H. A., Preciado, R. P., Álvarez, R. V. P., Fortis, H. M., García, H. J. L. y Sánchez, C. E. 2014. Producción orgánica y capacidad antioxidante de frutos de pepino. *ITEA-Inf. Tec. Econ. Agr.*, 110, 335-342. Doi: <http://dx.doi.org/10.12706/itea.2014.021>
- Dong, J. L., Xun, L. I., Nazim, G., & Duan, Z. Q. 2018. Interactive effects of elevated carbon dioxide and nitrogen availability on fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of integrative agriculture*, 17(11), 2438-2446. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.026>
- Eden, M., Gerke, H. H., & Houot, S. 2017. Organic waste recycling in agriculture and related effects on soil water retention and plant available water: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(2), 11. Doi 10.1007/s13593-017-0419-9
- Elías, J. L., Rodríguez, J. C., López, M. A. H., Garza, S., López, J. J., y Leyva, E. I. 2011. Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas. *Idesia*, 29(2), 21-28. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000200003>
- Eludoyin, O. S., & Ogbe, O. M. 2017. Assessment of heavy metal concentrations in pawpaw (*Carica papaya* Linn.) around automobile workshops in port harcourt metropolis, Rivers State, Nigeria. *Journal of Health and Pollution*, 7(14), 48-61.
- FAO. 2013. Manual de compostaje del agricultor experiencias en américa latina. [Consultado en Mayo] 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

- Fortis, H. M., Sánchez, T. C., Preciado, R. P., Salazar, Sosa. S. E., Segura, C. M. A., Orozco, V. J. A., Chavarría, G. J. A., y Trejo, V. R. 2013. Sustratos orgánicos tratados para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. *Ciencia y Tecnol. Agrop. México*, 1(2), 1-7.
- Galindo, P. F. V., Fortis, H. M., Preciado, R. P., Trejo, V. R., Segura, C. M. A., y Orozco, V. J. A. 2014. Caracterización físico-química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(7), 1219-1232.
- García, H. Y., y Romero, G, F. 2016. Evaluación de la fertilización órgano-mineral del cultivo de pepino en la finca los Ramírez, municipio manatí. *Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda”*, 6,24.
- HAIFA group, 2020, Recomendaciones de fertilización en pepino. [Consultado en mayo] 2021. Disponible en <https://www.haifa-group.com/cucumber-0/crop-guide-cucumber-fertilization-recommendations>.
- Ikeh, A. O., Udoh, E. I., Uduak, G. I., Udounang, P. I., & Etokeren, U. E. 2012. Response of cucumber (*Cucumis sativus* l.) to different rates of goat and poultry manure on an ultisol. *Journal of Agriculture and Social Research (JASR)*, 12(2), 132-139.
- Jacob, A. G., Etong, D. I., & Tijjani, A. 2015. Proximate, mineral and anti-nutritional compositions of melon (*Citrullus lanatus*) seeds. *British Journal of Research*, 2(5), 142-151.
- Kodikara, K. M. S., Fernando, H. R. P., Ariyaratne, W. G. B. R., Niran, H. M. L., Weerasinghe, P., & Senaratne, S. M. A. C. U. 2017. Organic fertilizer enhances antioxidant activity, postharvest quality and shelf life of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Annals of Sri Lanka Department of Agriculture*, 19, 287-305.
- Maçik, M., Gryta, A., & Fraç, M. 2020. Biofertilizers in agriculture: An overview on concepts, strategies and effects on soil microorganisms. *Advances in Agronomy*, 162, 31-87. Doi: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.02.001>
- Massa, D., Prisa, D., Montoneri, E., Battaglini, D., Ginepro, M., Negre, M., et al. 2016. Aplicación de productos derivados de residuos biológicos municipales en el cultivo de Hibiscus: efecto sobre la actividad de intercambio gaseoso de las hojas y la acumulación y calidad de la biomasa vegetal. *Sci Hortico*, 205, 59–69. Doi: 10.1016 / j.scienta.2016.03.033
- Medina, V. A., Quipuzco U. L., y Juscamaita, M. J. 2015. Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. *Anales Científicos*, 76(1), 116. Doi: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i1.772>
- Mengqi, Z., Shi, A., Ajmal, M., Ye, L., & Awais, M. 2021. Comprehensive review on agricultural waste utilization and high-temperature fermentation and

composting. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1, 24. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01438-5>

- Muñoz, V. J. A., Velásquez, V. M. A., Osuna, C. E. S., y Macías, R. H. 2013. El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 13(1), 27-32. Doi: 10.5154/r.rchsza.2012.06.022
- Narváez, O. W. A., Benavides, M. A., Robledo, T. V., y Mendoza, V. R. 2013. Efectividad del lodo textil en la producción y composición química del fruto de tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(1), 129-141.
- Ogbonna, N. D., Nnaemeka O. Isirimah and Ekanim P. 2012. Effect of organic waste compost and microbial activity on the growth of maize in the utisoils in Port Harcourt, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 11(62), 12546-12554.
- Oke, O. S., Jatto K. A., Oyaniyi T., Adewumi O.T., Adara C.T., Marizu J.T., gunbela A.A., and Adebayo G. J. 2020. Responses of different poultry manure levels on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* linn.) in ibadan, Nigeria. *Journal of research in forestry, wildlife and environment*, 12(3), 206-2015.
- Okoli, P. S. O., & Nweke, I. A. 2015. Effect of poultry manure and mineral fertilizer on the growth performance and quality of cucumber fruits. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3(4), 362-367. Doi: [http://dx.doi.org/10.18006/2015.3\(4\).362.367](http://dx.doi.org/10.18006/2015.3(4).362.367)
- Olayinka, U., & Etejere, E.O. 2018. Proximate and chemical compositions of watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai cv red and cucumber (*Cucumis sativus* L. cv Pipino). *International Food Research Journal*, 25(3), 1060-1066.
- Olivares, C. M. A., Hernández, R. A., Vences, C. C., Jáquez, B. J. L., & Ojeda, B. D. 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Universidad y ciencia*, 28(1), 27-37.
- Oluwagbenle, H. N., Adesina, A. J. & Aremu, O. I. 2019. Comparative Assessment of the Proximate, Mineral Composition and Mineral Safety Index of Peel, Pulp and Seeds of Cucumber (*Cucumis sativus*). *Open Journal of Applied Sciences*, 9, 691-701. Doi: <https://doi.org/10.4236/ojapps.2019.99056>
- OMS. 2019. Aumentar la ingesta de potasio para reducir la tensión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares en adultos [Consultado en Abril] 2021. Disponible en: https://www.who.int/elena/titles/potassium_cvd_adults/es
- ONU Medio Ambiente. 2018. Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá. [Consultado en Febrero] 2021. Disponible en: <https://www.unep.org/es/resources/informe/perspectiva-de-la-gestion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>.

- Pratap, S. D. & Prabha, R. 2017. Bioconversion of Agricultural Wastes into High Value Biocompost: A Route to Livelihood Generation for Farmers. *Adv Recycling Waste Manag*, 2, 137. Doi:10.4172/2475-7675.1000137
- Ramírez, O. D. E., Chipana, R. R. y Echenique, Q. M. A. 2016. Aplicación de Biol y riego por goteo en diferentes cultivares de cañahua (*chenopodium pallidicaule aellen*) en la estación experimental choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(3), 30-38.
- Ramos, A. D. y Terry, A. E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59.
- Ramos, A., D., Terry, A. E., Soto, C. F., y Cabrera, R. J. A. 2014. Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97.
- SAGARPA-SIAP (2020). Panorama agroalimentario y principales entidades productoras de pepino 2019. [Consultado en Mayo] 2021. Disponible en: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/pepino-fresco-y-saludable?state=published>
- Sánchez, F. A. C., López, C. J. A., Alejo, J. C., y Ramírez, A. R. 2020. Características morfológicas y determinación de minerales por μ -xrf en fruto de calabaza (*Cucurbita moschata* Duch). *Agrociencia*, 54(5), 683-690. Doi: <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v54i5.2125>
- Sharma, B., Sarkar, A., Singh, P. & Singh, R. P. 2017. Agricultural utilization of biosolids: A review on potential effects on soil and plant grown. *Waste Management*, 64, 117-132. Doi: 10.1016 / j.wasman.2017.03.002
- Singh, V., Prasad, V. M., Kasera, S., Singh, B. P., & Mishra, S. 2017. Influence of different organic and inorganic fertilizer combinations on growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under protected cultivation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4), 1079-1082.
- Spaccini, R., Cozzolino, V., Di Meo, V., Savy, D., Drosos, M., & Piccolo, A. 2019. Bioactivity of humic substances and water extracts from compost made by ligno-cellulose wastes from biorefinery. *Science of The Total Environment*, 646, 792-800. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.334>
- Thongney, P. L., Khare, N., Rout, S., & Debbarma, R. 2018. Effect of different level of vermicompost and fym organic manure on quality parameters of cucumber intercropped with citrus based agroforestry system. *International Journal of recent scientific research*, 9(12A), 29847-29850. Doi: <https://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2018.0912.2943>

- Torres, A., Quipuzco, L., y Meza, V. 2015. Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi) en el pre-compost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo Batch. In *Anales Científicos*, 76(2), 269-274. Doi: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i2.791>
- Wacher, R. C. 2014. "La biotecnología alimentaria antigua: los alimentos fermentados" *Revista Digital Universitaria*, 15(8), 1-14. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num8/art64/art64.pdf>
- Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., y Brown, P. H. 2016. Bioestimulantes en la ciencia vegetal: una perspectiva global. Parte delantera. *Plant Sci*, 7: 2049. Doi: 10.3389 / fpls.2016.02049
- Zagoya, M. J., Ocampo, M. J., Ocampo, F. I., Macías, L. A., De La Rosa, P. P. 2015. Caracterización fisicoquímica de biofermentados elaborados artesanalmente. *Biotecnia, Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 17(1), 14-19 Doi: <https://doi.org/10.18633/bt.v17i1.9>
- Zuñiga, W., Melesio, J., Cortés, V., Raya, L. 2016. Evaluación de un biofermento elaborado a partir de extractos naturales en cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*). *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 3(8), 53-56.