

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Acción bioestimulante de FertiHermetia, un derivado de las heces de
***Hermetia illucens* (L.) en la producción de lechuga**

Estudiante

José Marcelo Herrera Castellano

Asesores

Jesús Orozco, Ph.D.

Hugo Omar Ramírez Guerrero Ph.D.

Katerin Aguilar, Lcda.

Honduras, julio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos	11
Localización del Estudio	11
Recolección de FertiHermetia.....	13
Tratamientos Evaluados.....	13
Trasplante en Campo	14
Variables Evaluadas	15
Rendimiento.....	15
Diámetro de Tallo.....	16
Peso Fresco Aéreo.....	16
Peso Fresco Raíz y Tallo	16
Número de Hojas	16
pH de la Savia de las Hojas.....	16
Conductividad Eléctrica (CE) de la Savia de las Hojas.....	17
Sólidos Solubles Totales/SST (Grados Brix) de la Savia de las Hojas.....	17
Materia Seca de Hoja y Raíz.....	17
Diseño Experimental	17

	4
Análisis Estadístico	18
Resultados y Discusión.....	19
Conclusiones	26
Recomendaciones.....	27
Referencias.....	28

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Cronograma semanal de fertiirrigación orgánica mineral para el cultivo de la lechuga en la unidad de producción de olericultura extensiva en Zamorano. Enero, 2022	11
Cuadro 2 Informe de resultado de análisis de suelo de la unidad de olericultura extensiva, carbono orgánico (C.O.), materia orgánica (M.O.), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), azufre (S), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), zona 3, lote 28	12
Cuadro 3 Tratamientos evaluados de tres dosis de FertiHermetia aplicados en diferentes días después de trasplante (DDT) en plantas de Lechuga cv Tropicana®	13
Cuadro 4 Composición del Bioestimulante en desarrollo FertiHermetia, materia orgánica (M.O.), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), sodio (Na), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), relación carbono nitrógeno (C/N), laboratorio de suelos	14
Cuadro 5 Composición del Bioestimulante comercial Rootex.....	14
Cuadro 6 Efecto de la aplicación de diferentes dosis de FertiHermetia en los rendimientos (kg/ha), número de hojas por planta y peso fresco aéreo (g/planta) de lechugas producidas en Zamorano Nota. C.V.: coeficiente de variación, R ² : coeficiente de determinación.....	20
Cuadro 7 Efecto de la aplicación de FertiHermetia en diámetro del tallo (mm), peso fresco raíz y tallo (g/planta)	21
Cuadro 8 Efecto de la aplicación de FertiHermetia en pH, conductividad eléctrica(mS/cm) (CE) y contenido de Sólidos Solubles Totales (SST, grados Brix) de la savia en hojas de lechuga	23
Cuadro 9 Efecto de la aplicación de diferentes dosis de FertiHermetia en materia seca hoja, materia seca raíz de lechugas producidas en Zamorano	25

Resumen

La implementación de bioestimulantes para el desarrollo de cultivos ha traído beneficios a la producción de hortalizas, ya que, permiten aumentar la disponibilidad de nutrientes que el cultivo necesita, mejorando la calidad de la cosecha y los rendimientos en campo. Este experimento tuvo como objetivo evaluar el efecto de las deyecciones de la mosca guarera (*Hermetia illucens* (L.)), llamado acá FertiHermetia, (FH) como bioestimulante en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* (L.)) variedad Tropicana a campo abierto. Se evaluaron cinco tratamientos y cuatro repeticiones correspondientes con tres dosis de FH (10, 7.5, y 5 g/L), un bioestimulante comercial (Rootex® a 10g/L) y un testigo absoluto que fueron aplicadas por drench (“mojado” o disuelto), a los 15, 21, y 28 días después del trasplante (DDT). Las variables evaluadas fueron rendimiento, diámetro del tallo, peso fresco aéreo, de raíz, y tallo, número de hojas, pH de la savia de la hoja, conductividad eléctrica (CE) de la savia de la hoja, materia seca (MS) y grados brix (SST) de la savia de la hoja. No se encontró diferencia estadística en ninguna de las variables evaluadas en las plantas. Solo se encontró diferencia estadística en la conductividad eléctrica de la savia de la hoja con el tratamiento con Rootex, esto se debe a que aporta sustancias húmicas enriquecidas con minerales y fitoquímicos. Los suelos donde se realizó el estudio aportaron los elementos necesarios para el desarrollo de la planta y adicionalmente la fertirrigación orgánico mineral incluyendo tres aplicaciones de sustancias húmicas, siendo esto una limitante para el estudio opacando significativamente la acción del bioestimulante FertiHermetia.

Palabras claves: Biofertilizante, coloides, orgánicos, fertilización líquida, hortalizas, horticultura sustentable.

Abstract

The implementation of biostimulants for crop development has brought benefits to vegetable production, since they increase the availability of nutrients needed by the crop, improving crop quality and yields in the field. The objective of this experiment was to evaluate the effect of guarera fly (*Hermetia illucens* (L.)) droppings, called here FertiHermetia, (FH) as a biostimulant in the production of lettuce (*Lactuca sativa* (L.)) Tropicana variety in open field. Five treatments and four replicates were evaluated with three doses of FH (10, 7.5, and 5 g/L), a commercial biostimulant (Rootex® at 10 g/L) and an absolute control applied by drench ("wet" or dissolved), at 15, 21, and 28 days after transplanting (DDT). The variables evaluated were yield, stem diameter, aerial, root and stem fresh weight, number of leaves, leaf sap pH, leaf sap electrical conductivity (EC), leaf sap dry matter (DM) and brix degrees (SST). No statistical difference was found in any of the variables evaluated in the plants. The only statistical difference found was in the electrical conductivity of the leaf sap with the Rootex treatment, because it provides humic substances enriched with minerals and phytochemicals. The soils where the study was conducted provided the necessary elements for plant development and additionally the organic mineral fertigation including three applications of humic substances, being this a limiting factor for the study, significantly overshadowing the action of the biostimulant FertiHermetia.

Keywords: Biofertilizer, colloids, organic, liquid fertilization, vegetables, sustainable horticulture.

Introducción

Los cultivos hortícolas, son fundamentales para el fortalecimiento y aumento de la seguridad alimentaria en Centro América, tanto por sus aportes nutricionales como por su fácil adquisición (Gonzalez et al. 2013). La lechuga es una hortaliza que pertenece a la familia de las Asteráceas; este cultivo es considerado como la principal hortaliza de hoja que se incluye en la dieta humana actual (Silva y Briones 2016).

A nivel mundial se pierden 650 millones de toneladas de hortalizas, debido a las prácticas inadecuadas de cultivo y cosecha (García y Kebab 2008); así mismo, en Latinoamérica cada año se pierde cerca del 15% de los alimentos disponibles (Fischer et al. 2021).

Una de las alternativas para mejorar la agricultura y mantener la sostenibilidad ambiental es el uso de bioestimulantes de origen orgánico, los cuales incorporan microorganismos con la ayuda de abonos o estiércoles. Tomberlin et al. (2002) mencionan que, estos son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir en simbiosis con las plantas, permitiendo a su vez su nutrición y protección.

Existen diversas ventajas que los bioestimulantes, una de ellas es el aporte de macronutrientes para una mayor producción por hectárea. El uso moderado permite que los suelos agrícolas mantengan su calidad y fertilidad para la producción, pueden ser una solución oportuna cuando se presentan situaciones críticas en los cultivos (Intagri 2017).

En el cultivo de lechuga se utilizan diversos bioestimulantes, entre ellos; el sulfato de amonio. Pacheco (2018) menciona que el exceso de dicho bioestimulante puede provocar toxicidad en la planta, haciendo que las hojas adquieran por completo un color verde amarillento, ocasionando esto manchas necróticas que pueden progresar hacia abajo y al centro de la planta, provocando a su vez un lento crecimiento de las raíces.

El nitrato de amonio es otro bioestimulante que se utiliza en el cultivo, Intagri (2017)

menciona que su acumulación puede producir toxicidad, lo cual suele dañar las células de las plantas, ocasionando un débil crecimiento y una mayor expansión de hojas, por lo tanto, puede inducir un estiramiento menor de los tallos.

Se debe tener en consideración que el uso excesivo puede traer ciertas desventajas; el exceso de nutrientes se acumulan en el suelo por lo que afecta en la disponibilidad de nutrientes para la planta, genera un desequilibrio en el pH y afecta la conductividad eléctrica, además, su inadecuado manejo puede comprometer la supervivencia de la planta por lo que impacta en el rendimiento al momento de la cosecha (Rizo 2016).

La investigación realizada por Elissen et al. (2019) en plántulas de berro (*Nasturtium officinale* R.) y remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) para probar la supresión de enfermedades en estos cultivos utilizando las deyecciones de *Hermetia illucens* (L.), se utilizaron dosificaciones de 7.5 y 15 g/kg de suelo, lo que condujo a una buena emergencia de plantas y al crecimiento de plantas de remolacha azucarera y berro. La dosificación más alta (15 g / kg de suelo) tuvo un gran efecto en la supresión de enfermedades.

En este contexto, se encuentra la mosca *Hermetia illucens* (L.), más conocida como mosca guarera. Wallace et al. (2017) afirman que es uno de los mayores biodegradadores de materia orgánica, ya que pueden llegar a consumir de 25 a 500 miligramos de materia fresca por día, esto puede variar dependiendo de la dieta alimenticia que se suministre, posteriormente, son digeridos por la larva y convertidos en materia orgánica, lo cual permite aportar nutrientes para las plantas y el suelo.

FertiHermetia, como le llamaremos de ahora en adelante en el texto a las deyecciones de *H. illucens*. Es considerada una fuente rica en nutrientes, ya que se alimentan con sustratos y desechos orgánicos. Según Leal et al. (2007) la FertiHermetia es considerado un bioestimulante orgánico que permite mejorar la estructura del suelo, además de aumentar la cantidad de materia orgánica y

mejorar la microfauna del suelo, por ende, cumple con los requisitos para ser un gran potencial en el rendimiento y productividad de la lechuga (Cuadro 4).

La investigación realizada por Klammsteiner et al. (2020) donde utiliza deyecciones de *Hermetia illucens* (L.) como enmienda al suelo, donde se utilizaron dosificaciones de 10 g/kg de suelo y 2 g /ml de solución salina estéril, dando como resultados positivos como enmienda al suelo ya que mejora la estructura del suelo y favorece al crecimiento de microorganismos benéficos, por lo que se ve un gran potencial al utilizar las deyecciones para brindar beneficios al suelo y posterior a las plantas.

El manejo inadecuado de los bioestimulantes puede provocar el desbalance de microorganismos tanto benéficos y nocivos, como; *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Pseudomonas*, y *Bacillus*, por ende, es indispensable la utilización de bioestimulantes orgánicos que contribuyan al desarrollo y crecimiento normal de la planta (Harman y Kubicek 1998).

Beskin et al. (2018) afirman que la voracidad de las larvas para alimentarse permiten reducir entre un 42% a 75% de residuos orgánicos, por lo tanto, los residuos que producen son ricos en materia orgánica, alta en humedad y con un pH favorable para la planta permitiendo así un buen desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Este estudio se diseñó para observar el desarrollo del cultivo de lechuga utilizando tratamientos en base de *FertiHermetia*; para observar dichos efectos se midieron variables productivas y de composición del cultivo y de esta manera aportar a la innovación de utilizar bioestimulantes orgánicos. Para ello, se establecieron objetivos que son: evaluar el efecto a cosecha al aplicar tratamientos (dosis) a base de *FertiHermetia* en el cultivo de lechuga; comparar los tratamientos de *FertiHermetia* con un bioestimulante comercial; y, determinar cuál de los diferentes tratamientos tiene un mejor desempeño en el cultivo de lechuga.

Materiales y Métodos

Localización del Estudio

El estudio se realizó de febrero a marzo de 2022, en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, la cual se encuentra en el Valle del Yegüare San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. El cultivo se estableció a campo abierto, en la Unidad de Olericultura Extensiva donde se presentó una temperatura promedio de 30°C y una precipitación de 10 mm, las plántulas se trasplantaron en el Lote 28 de Zona 3, el 03 de febrero y se cosecharon el 24 de marzo del año 2022.

Para este experimento se utilizó la lechuga (*Lactuca sativa* (L.)) del cultivar Tropicana® (Johnny's Seeds, EEUU), ya que es la variedad de lechuga tipo escarola más sembrada por la unidad de Olericultura extensiva. Con el cultivar Tropicana® bajo condiciones de Zamorano se obtienen rendimientos aproximados de 24,000 kg/ha a 28,000 kg/ha (Guitierrez 2021). En el lugar del experimento se aplicó el plan de fertilización por fertirriego que se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Cronograma semanal de fertirrigación orgánica mineral para el cultivo de la lechuga en la unidad de producción de olericultura extensiva en Zamorano. Enero, 2022

Fertilizantes	Fertilizantes (composición/dosis por hectárea)		
	Día		
	Lunes	Miércoles	Viernes
Nitrato de amonio	-	33.5 % N / 8 kg/ha	33.5 % N / 12 Kg/ha
Nitrato de calcio	-	15,5% N, 26% CaO / 4 kg/ha	-
Nitrato de potasio	13% N, 46% K ₂ O / 4 kg/ha	-	-
Orgánico	Melaza 4 litros	Ácidos Fulvicos: Cator 4 litros	Ácidos Húmicos: Biocat 4litros
Sulfato de magnesio	16% MgO, 13% S / 2 kg/ha	-	-
Sulfato de potasio	-	50% K ₂ O, 18% S / 2 kg/ha	-
Urea	46% N / 8kg/ha	-	-

La cantidad de nutrientes que absorbe la lechuga depende de la cantidad de biomasa de la planta; por lo que, las extracciones de los nutrientes van a variar dependiendo de la variedad de lechuga, clima y el ciclo del cultivo, entre otras. Para una buena producción de lechuga las extracciones de los nutrientes en el cultivo deben ser de 80–100 kg/ha de Nitrógeno (N), 30–50 kg/ha de Fosforo(P) como P₂O₅, 160–210 kg/ha de Potasio (K) como K₂O, 45–51 kg de Calcio (Ca) como CaO y 17–21 kg de Magnesio (Mg) como MgO (Ramos y Pomares 2010). El análisis de suelo realizado al terreno donde se estableció el experimento se muestra en el (Cuadro 2).

Los colores del Cuadro 2 representan los rangos en que se encuentran cada uno de los nutrientes analizados, donde el color rojo indica que el nutriente se encuentra en un alto contenido, el color verde indica que el nutriente se encuentra en un nivel normal, y el color amarillo nos indica que el nutriente se encuentra en un nivel bajo.

Cuadro 2

Informe de resultado de análisis de suelo de la unidad de olericultura extensiva, carbono orgánico (C.O.), materia orgánica (M.O.), nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), azufre (S), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), zona 3, lote 28

Análisis de suelo															Color	Rango
g/100g			mg/kg(extractable)													
C.O.	M.O.	N _{total}	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B			
1.29	2.2	0.11	275	516	3021	152	49	25	5	391	143	5	1			
Rango medio	2	0.2	13	Saturación de bases				20	1.7	56	28	1.7	0.5			
	4	0.5	30					80	6.5	112	112	3.4	0.8			

Recolección de FertiHermetia

Para la obtención de la FertiHermetia, se realizó la disgregación a través de un tamiz circular construida con baldes plásticos, recubierta de malla con un diámetro en los agujeros de 0.5 milímetros.

El proceso consistió en colocar el contenido de las bandejas en el tamiz, con la ayuda de una cuchara plástica se colocó pequeñas cantidades del contenido de la bandeja, y con pequeños movimientos y golpes se separó los residuos del alimento y partes de las mudas de las larvas se quedaban en la parte superior del tamiz y lo que pasaba por la malla fue lo que se utilizó para los tratamientos en base de FertiHermetia para comprobar su efectividad en *lechuga cv Tropicana*[®].

Tratamientos Evaluados

Se evaluaron tres tratamientos en base de FertiHermetia comparados con un testigo comercial (Rootex[®]) y un testigo absoluto (Cuadro 3). Se utilizaron 110 plantas por tratamiento. La composición de los bioestimulantes sólidos estudiados (FertiHermetia y Rootex[®]) se observa en los Cuadros 4 y 5. Se utilizó el método de drench (“mojado” o disuelto), que sirvió para aplicar sobre la superficie del suelo la mezcla de FertiHermetia y Rootex[®] con la ayuda de una bomba de mochila de 16 litros marca Protecno. Rootex[®] es un fertilizante orgánico que contiene altos niveles de nutrientes, por su efecto enraizador permite a la planta un mejor anclaje y desarrollo radicular dando como resultado un mejor crecimiento y desarrollo (Cuadro 5) (AGROCORPS S.A 2006).

Cuadro 3

Tratamientos evaluados de tres dosis de FertiHermetia aplicados en diferentes días después de trasplante (DDT) en plantas de Lechuga cv Tropicana[®]

Tratamientos	g/L
FertiHermetia	10.0
FertiHermetia	7.5
FertiHermetia	5.0
Testigo comercial Rootex [®]	10.0
Testigo absoluto	0

Cuadro 4

Composición del Bioestimulante en desarrollo FertiHermetia, materia orgánica (M.O.), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), sodio (Na), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), relación carbono nitrógeno (C/N), laboratorio de suelos

Análisis de FertiHermetia														
		g/100g					mg/Kg					REI C/N		
Humedad	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
33.7	87.2	6.09	0.46	1.47	ND	0.04	0.34	30543	4	29	23	26	ND	8.3

Nota. ND: no detectado.

Cuadro 5

Composición del Bioestimulante comercial Rootex

Composición	Concentración %
Nitrógeno (N)	8.0
Pentóxido de Fósforo (P2O5)	45.0
Óxido de Potasio (K2O)	6.7
Extracto húmico total	18.0
pH 5 a 6	

Trasplante en Campo

Para el trasplante a campo se utilizaron camas con una altura de 25 cm, distanciadas a 1.5 m de centro a centro de cada cama, para lograr esto se pasó maquinaria y luego con piocha y azadón se procedió a mullir el suelo, y para nivelar las camas se utilizaron rastrillos. El trasplante se realizó en las primeras horas de la mañana, adicional a esto ya se había realizado un riego para humedecer el suelo y así garantizar al sistema radicular la humedad necesaria.

Las plántulas de lechuga fueron trasplantadas a una profundidad igual a la del pilón, con esto aseguramos que la planta tenga un ambiente adecuado para que desarrolle su parte radicular. El trasplante se efectuó con una distancia entre planta de 30 cm, en forma de tresbolillo con cuatro hileras con una densidad 50,925 plantas/ha. Para cada tratamiento se utilizó un área de 7 m², para un

total de 35 m² por bloque por los cinco tratamientos y contando con los cuatro bloques daría un total 140 m². Se realizó un manejo integrado de plagas como colocación de trampas de colores principalmente para el monitoreo de plagas y que estas no afecten las unidades experimentales (UE), también se realizaron prácticas culturales como el control de malezas en las camas realizando desmalezado con azadón y/o mano para retirar toda hierba no deseada, así también, el acamado para brindar mayor aireación al cultivo.

Variables Evaluadas

Las variables se evaluaron a cosecha; la cual se realizó seis semanas y cuatro días después del trasplante; en 12 unidades experimentales (UE) por tratamiento escogidas al azar. La cosecha de la lechuga se realizó utilizando un espadón puño “Y” con el cual se procedió a enterrar en la cama y sin dañar las raíces levantar las lechugas y así contabilizar 12 unidades/tratamiento.

Se realizó previamente una limpieza que consistió en retirar la mayor cantidad de suelo de las raíces sin dañarlas, también se retiraron las hojas secas y/o dañadas de la base de la lechuga y luego se procedió a colocar en bolsas para llevarlas a realizar las diferentes evaluaciones.

Rendimiento

Para la cosecha de la lechuga, se realizó un corte en la parte de la base del tallo, se cortaron y contabilizaron cinco lechugas en cada bandeja por tratamiento. Se realizó previamente una limpieza que consistió en retirar las hojas que se encontraban secas y/o dañadas de la base de la lechuga para luego ser pesadas en una balanza industrial marca Ohaus serie 2000, para determinar el rendimiento se utilizaron los datos obtenidos en cosecha, los datos se extrapolaron a kg/ha utilizando la fórmula;

$$R = ppu * d * \%s \quad [1]$$

Donde:

R= rendimiento

ppu= peso promedio unitario

d= densidad

%s= porcentaje de sobrevivencia

Diámetro de Tallo

Para la obtención del diámetro del tallo se utilizó un pie de rey este se colocó en el centro del tallo (entre la base hasta el ápice meristemático).

Peso Fresco Aéreo

Para la toma de pesos, se colocó toda la parte superior conformada por las hojas sobre papel para retirar un poco la humedad, luego se colocó sobre la balanza analítica marca Ohaus para tomar los datos.

Peso Fresco Raíz y Tallo

Para los respectivos pesos, se colocó el tallo y las raíces sobre papel para retirar un poco la humedad, luego se colocó sobre la balanza analítica marca Ohaus para tomar los datos.

Número de Hojas

Para el número de hojas, se procedió a desprender cada hoja de lechuga, se tomaron en cuenta todas aquellas que median mayor o igual a 5 cm.

pH de la Savia de las Hojas

Para poder obtener el pH, se procedió a tomar una hoja de cada unidad experimental y extraer el sumo con la ayuda de un exprimidor manual, luego se colocó el sumo en un tubo de ensayo para posterior realizar la medida del pH con la ayuda de un pH-Metro marca Horiba.

Conductividad Eléctrica (CE) de la Savia de las Hojas

Para poder obtener la CE, se procedió a tomar una hoja de cada unidad experimental y extraer el sumo con la ayuda de un exprimidor manual, luego se colocó el sumo en un tubo de ensayo para posterior realizar la medida de la CE con la ayuda de un medidor de conductividad marca Horiba.

Sólidos Solubles Totales/SST (Grados Brix) de la Savia de las Hojas

Para la obtención de los SST en grados Brix, se procedió a tomar una hoja de cada unidad experimental y extraer el sumo con la ayuda de un exprimidor manual, luego se colocó el sumo en un tubo de ensayo para posterior realizar la medida de la Brix con la ayuda de un refractómetro digital marca Hanna.

Materia Seca de Hoja y Raíz

Esta variable se determinó 24 horas después de la toma de datos del peso fresco de las hojas y raíces. Las muestras se pusieron en un horno con una temperatura de 105°C por 18 horas y posteriormente muestras se pesaron de forma individual en una balanza analítica marca Ohaus y se procedió a determinar el porcentaje de materia seca en base al peso fresco de las hojas y raíces haciendo uso de la formula;

$$\%MS = \left(\frac{PS}{PF} \right) * 100 \quad [2]$$

Donde:

%MS= Porcentaje de materia seca

PS= Peso seco

PF= Peso fresco

Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (BCA), los bloques forman una unidad experimental más homogénea para comparar el efecto de los tratamientos evaluados.

Análisis Estadístico

Para el análisis del experimento se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), para esto se evaluaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones en la fase de crecimiento y desarrollo de la lechuga. Los datos fueron analizados mediante un ANDEVA y una separación de medias de Duncan con una probabilidad ($P \leq 0.05$) usando el programa SAS.

Resultados y Discusión

No se encontró diferencia estadística en ninguna de las variables de producción evaluadas. De acuerdo con el análisis de suelo, el suelo donde se realizó el experimento se encontraba saturado de los principales nutrientes: Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn) (Cuadro 2), por lo que, a esto se le atribuye que las nueve variables no presentaran diferencia estadística. Adicionalmente los fertirriegos ya establecidos por la unidad de olericultura extensiva aportaron nutrientes esenciales siendo estos N, y K (Cuadro 1). Adicional se incorporaron componentes orgánicos como melaza, ácidos húmicos y fúlvicos por lo que los tratamientos aplicados de bioestimulantes no influyeron en estas variables.

Para la variable de conductividad eléctrica (CE) de la savia de la hoja se encontró diferencia estadística, dando como mejor resultado el tratamiento con Rootex[®], esto se atribuye a que el tratamiento aporta un porcentaje de 18% de extracto húmico el cual permite que los nutrientes que se encuentran en el suelo de forma saturada estén disponibles para la planta.

En el Cuadro 6 se describe los resultados de las variables correspondientes a la parte aérea donde se observa que para ninguna variable evaluada existió diferencias estadísticas. Para el número de hojas se observa que tantos los tratamientos en base de FertiHermetia y Rootex[®] presentaron el mismo número de hojas. Esto puede estar relacionado a las condiciones en las que se estableció el estudio y el cual pudo afectar al contenido de nitrógeno (N), el cual en el suelo se encontraba en una concentración de 0.11 g/100 g considerada baja (Cuadro 2), el tratamiento de FertiHermetia aportó 6.09 g/100g mientras que Rootex[®] aportó 8 g/100g respectivamente, así también se atribuye a que FertiHermetia aporato materia orgánica la cual permitió mayor disponibilidad de nutrientes para la planta y Rootex[®] aporato extractos húmicos los cuales permitieron de igual manera que los nutrientes estén disponibles para la planta. El nitrógeno conforma de tres a cuatro porcientos de los tejidos de la parte aérea de las plantas. También, forma parte importante de la estructura básica de los aminoácidos los cuales dan lugar a las proteínas, por lo tanto, conforman mayor parte de la clorofila.

La clorofila con la ayuda de la luz solar es responsable de la producción de azúcares en la planta (Andriolo et al. 2006).

Cuadro 6

Efecto de la aplicación de diferentes dosis de FertiHermetia en los rendimientos (kg/ha), número de hojas por planta y peso fresco aéreo (g/planta) de lechugas producidas en Zamorano

Tratamientos	Variables parte aérea		
	Rendimientos (kg/ha)	Número de hojas	Peso fresco aéreo (g/planta)
FertiHermetia 10 g/l	27,608.08	25.00	387.07
FertiHermetia 7.5 g/l	27,968.38	26.00	427.87
FertiHermetia 5 g/l	25,491.31	22.66	391.93
Testigo comercial	27,698.16	26.00	434.90
Rootex®	26,797.40	25.00	404.40
Testigo absoluto			
Probabilidad	0.431	0.135	0.201
R ²	0.48	0.72	0.42
C.V (%)	6.19	6.10	7.67

Nota. C.V.: coeficiente de variación, R²: coeficiente de determinación.

Esto concuerda con Rodríguez-Yzquierdo et al. (2020) en una investigación realizada en maracuyá (*Passiflora edulis* L.) donde se aplicaron diferentes concentraciones de materia orgánica y extractos húmicos permitiendo así mayor disponibilidad de nitrógeno y por ende un mejor desarrollo en el número de hojas por planta.

Para las variables de rendimientos y peso fresco aéreo tampoco se obtuvo diferencia significativa, esto puede estar dado a las condiciones en las que se estableció el estudio y el cual pudo afectar al contenido de magnesio (Mg) dado que está relacionado con la formación de clorofila en las hojas y esto afecta en su buen desarrollo, el cual en el suelo se encontraba en una concentración de 152 mg/kg que está en el rango normal. El tratamiento de FertiHermetia aportó 0.04 mg/kg y Rootex® no aportó magnesio; sin embargo, estos fueron irrelevantes para el experimento ya que, el suelo aportaba lo suficiente para el cultivo. Esto concuerda con Rodríguez-Yzquierdo et al. (2020) el cual realizó una investigación en achicoria (*Cichorium intybus* L.) con diferentes dosificaciones de magnesio (Mg) donde indica que independientemente de las dosificaciones que se aplique mientras el suelo supla la demanda no hay efectos por parte de este nutriente, recordando que también el plan de

fertiirrigación orgánico-mineral incluía la aplicación de sustancias húmicas importantes (4 L ha^{-1}) en tres aplicaciones por semana (Melaza, Ácidos húmicos y fúlvicos).

En el Cuadro 7 se observan los resultados para las variables de diámetro de tallo y peso fresco de tallo y raíz las cuales no presentaron diferencia estadística. Para el peso de raíz y tallo se observó que tanto los tratamientos en base a FertiHermetia y Rootex[®] no influyeron en estas variables; se relaciona con las condiciones en las que se estableció el estudio y las cuales pudieron afectar al contenido de fósforo (P) en el suelo ya que está estrechamente relacionado con el desarrollo de las raíces (González et al. 2020), el cual se encontraba en estado de saturación con un porte de 275 mg/kg . FertiHermetia aportó 0.46 mg/kg y Rootex[®] 45 mg/kg , al encontrarse en saturación este nutriente los tratamientos aplicados no tuvieron efecto alguno. Así también, se atribuye al contenido de materia orgánica que aportaron los tratamientos a base de FertiHermetia 87.2 g/100g ya que, al aportar gran cantidad de materia orgánica ayudan a mantener y mejora la estructura del suelo y esto a su vez en un mejor peso de raíz y tallo. Rootex al aportar 18 mg/kg de extractos húmicos también contribuyó a la capacidad de retención de humedad, por lo tanto, facilita la disponibilidad de nutrientes para las plantas y a un óptimo crecimiento y desarrollo (Cepeda et al. 2001).

Cuadro 7

Efecto de la aplicación de FertiHermetia en diámetro del tallo (mm), peso fresco raíz y tallo (g/planta)

Tratamientos	Variables de tallo y raíz	
	Diámetro del tallo (mm)	Peso fresco raíz y tallo (g)
FertiHermetia 10 g/l	15.36	17.60
FertiHermetia 7.5 g/l	15.86	18.90
FertiHermetia 5 g/l	15.86	13.76
Testigo comercial	16.03	18.23
Rootex [®] testigo absoluto	16.53	15.80
Probabilidad	0.201	0.061
R ²	0.51	0.68
C.V (%)	8.52	11.40

Nota. C.V.: coeficiente de variación, R²: coeficiente de determinación.

Esto concuerda con Aleman Perez et al. (2018) el cual realizó fertilización orgánica en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* (L.)) y rábano (*Raphanus sativus* (L.)) donde se observó que existe mayor rendimiento y desarrollo de la planta al aportar mayor materia orgánica y extractos húmicos.

El diámetro del tallo no presentó diferencia estadística. Para un buen desarrollo de tallo se deben tener las condiciones óptimas que permitan que el nitrógeno y el potasio estén disponibles para la planta, el cual va a influir en esta variable (Cuadrado et al. 2014), se tiene que el suelo aportó 0.11 g/100 g de N siendo este un nivel bajo en concentración, pero al aportar tanto el tratamiento de FertiHermetia con 6.09 g/100g y el tratamiento de Rootex[®] con 8 g/100g se equilibró el nivel bajo que presentaba el suelo. Esto concuerda con Gallardo et al. (2016) donde menciona que el nivel de nitrógeno disponible influye directamente en el desarrollo del diámetro en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* (L.)). El potasio (K) también es importante para el desarrollo del tallo ya que este permite la extensión celular de la planta, se observó que el suelo aporta 516 mg/kg el cual se encuentra en un nivel alto de concentración, los tratamientos de FertiHermetia con aportes de 1.47 mg/kg y Rootex[®] con 6.7 mg/kg no fueron relevantes ya que en el suelo se encontraba en gran concentración, por lo cual los requerimientos del cultivo se suplen de lo que se encuentra en el suelo (Rajendran et al. 2009).

En el Cuadro 8 se detallan los resultados para las variables de composición donde, para pH y grados brix no se observó una diferencia estadística. Debido a las variaciones en las condiciones del suelo en las que se estableció el estudio pudieron afectar al contenido de calcio (Ca) presente en el suelo, ya que tiene por función regular el pH, manteniéndolo en un rango óptimo para que la planta pueda aprovechar los nutrientes obtenidos desde la raíz (Proain 2020). Así también, el potasio (K) es un nutriente importante por que participa en la producción de ATP, en la síntesis de almidón, proteínas, en el proceso de fotosíntesis y el metabolismo de los carbohidratos (Litz 2009). Los mismos que en el suelo se encuentran en alta concentración siendo el calcio con 3021 mg/kg, el potasio con 516 mg/kg (Cuadro 2) y los tratamientos con FertiHermetia no aporta calcio y potasio aporta en una

concentración de 1.47 mg/kg y Rootex® no aportó calcio, pero si potasio en una concentración de 6.7 mg/kg permitiendo aprovechar el que está presente en el suelo.

Cuadro 8

Efecto de la aplicación de FertiHermetia en pH, conductividad eléctrica(mS/cm) (CE) y contenido de Sólidos Solubles Totales (SST, grados Brix) de la savia en hojas de lechuga

Tratamientos	Variables de composición de savia		
	pH	CE (mS/cm)	Brix
FertiHermetia 10 g/l	6.26	4.65 ^{bc}	2.73
FertiHermetia 7.5 g/l	6.33	5.05 ^{ab}	2.86
FertiHermetia 5 g/l	5.90	4.50 ^c	2.50
Testigo comercial Rootex®	6.33	5.30 ^a	2.83
Testigo absoluto	5.99	4.84 ^{abc}	2.66
Probabilidad	0.487	0.037	0.572
R ²	0.48	0.67	0.58
C.V (%)	6.20	6.80	10.6

Nota. C.V.: coeficiente de variación, abc: números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes, R²: coeficiente de determinación.

Esto concuerda con Barker y Pilbeam (2021) que la deficiencia de estos minerales causa limitaciones en los procesos biológicos de la planta, resultando en un menor crecimiento de la lechuga, pero al suplir la demanda del cultivo no se observó diferencia.

En la variable de grados brix de la savia de las hojas lo que pudo afectar al contenido de Magnesio (Mg), son las condiciones en las que se estableció el estudio donde el suelo aporta 152 mg/kg lo cual está en un rango normal en el suelo (Cuadro 2), los aportes por parte de los tratamientos tanto FertiHermetia con 0.04 mg/kg y Rootex® sin aportar magnesio, fueron irrelevantes por lo cual la planta pudo aprovechar el magnesio que se encontraba presente en el suelo. El Mg interfiere en el transporte del floema (savia elaborada) y transporta los azúcares a toda la planta, así también el Mg forma el átomo central de la clorofila, la clorofila es el pigmento que da el color verde a las plantas y entre mayor clorofila mayor tasa fotosintética y por ende mayor savia producida (Prointegrada 2018). Esto concuerda con Cakmak y Atila (2015) en el cultivo de frijol, que el magnesio juega un papel importante en la fotosíntesis y a su vez en la savia producida por la planta, al cubrir el requerimiento el cultivo no se vio afectado por ende no presento diferencia.

La conductividad eléctrica de la savia de la hoja presentó diferencia estadística con el tratamiento Rootex®, comparado con los demás tratamientos presentando una conductividad eléctrica de 5.30 mS/cm siendo esta la más alta. Esto se atribuye al contenido de extractos húmicos y el fosforo de rápida absorción que aporta el tratamiento brindando así una mayor disponibilidad del magnesio (Mg) el cual interfiere en el transporte de proteínas, mejorando la conductividad eléctrica la que nos indica la concentración de sales disueltas (Proain 2020). Esto concuerda con Rizo (2016), donde menciona que al aplicar Rootex® en cultivos de hortalizas mejora la conductividad eléctrica, así mismo se menciona que la conductividad eléctrica es un buen indicador de la cantidad de fertilizante disponible para la planta. Esto se justifica por el efecto enraizador del producto; Martínez (2010) en una investigación realizada con Rootex® en pimiento dulce (*Capsicum annuum* (L.)) menciona que el producto ayuda a fortalecer el sistema radicular y por ende permite un mayor campo de exploración para las raíces le proporciona una conductividad eléctrica adecuada y facilita la absorción de nutrientes. Cabe recalcar que, esto dependerá de las condiciones edáficas del suelo en donde se establezca el cultivo (Stivers 2017).

La relación que tiene la conductividad eléctrica con las variables medias es; que la conductividad eléctrica va a influir en la capacidad física de absorción de agua y nutrientes por parte de las raíces, esto se refleja en el esfuerzo que tiene que realizar la raíz de la planta para absorber los nutrientes. Por lo tanto, si se encuentra por encima del valor óptimo para el cultivo, la planta tendrá que esforzarse en mayor medida para extraer los nutrientes. Lo que conlleva un gasto adicional de energía que influirá negativamente en el rendimiento productivo (Parry et al. 1976).

En el Cuadro 9 se detallan los resultados para las variables de materia seca donde no se observó una diferencia estadística. Esto puede estar influenciado por condiciones en las que se estableció el estudio las cuales pudieron afectar al contenido de al nitrógeno (N) y al fosforo (P) ya que estos dos nutrientes son los que interactúan directamente con la materia seca haciendo referencia al contenido en el suelo dado que se encontraba saturado de estos nutrientes. Al tener un buen desarrollo de raíces por parte del fosforo se puede absorber mejor los nutrientes como el caso

del nitrógeno el cual influye en el desarrollo de las hojas, tenemos que tanto los tratamientos con FertiHermetia aportando 0.46 mg/kg y Rootex® con 45 mg/kg de fósforo (P) no influyeron en esta variable dado que en el análisis de suelo (cuadro 2) se muestra que ya se aporta 275 mg/kg de fósforo para el cultivo.

Cuadro 9

Efecto de la aplicación de diferentes dosis de FertiHermetia en materia seca hoja, materia seca raíz de lechugas producidas en Zamorano

Tratamientos	Variables de materia seca	
	Materia seca hoja (%)	Materia seca raíz (%)
FertiHermetia 10 g/L	3.85	9.85
FertiHermetia 7.5 g/L	4.00	12.42
FertiHermetia 5 g/L	3.64	7.89
Testigo comercial	3.87	10.78
Rootex® testigo absoluto	3.77	10.46
Probabilidad	0.252	0.386
R ²	0.31	0.35
C.V.	7.1	12.05

Nota. C.V.: coeficiente de variación, R²: coeficiente de determinación.

Esto concuerda con Wencomo y Lugo (2013) donde se evaluó el rendimiento de materia seca en el cultivo de leucaena (*Leucaena leucocephala*) con el bioestimulante Liplant, menciona que al suplir correctamente los nutrientes de fósforo y nitrógeno no se observa una diferencia estadística en esta variable.

Conclusiones

El uso de tratamientos a base de FertiHermetia en la fase de cosecha en el cultivo de lechuga no presentó efecto alguno en las variables de producción analizadas.

Al comparar los efectos de los tratamientos en base a FertiHermetia y los testigos (comercial y absoluto) se observó que el comportamiento como bioestimulantes fueron similares ya que de todas las variables analizadas solo una de ellas tuvo una diferencia (conductividad eléctrica de la savia de la hoja) en el desempeño del cultivo de lechuga.

Recomendaciones

Realizar nuevamente el ensayo donde las unidades experimentales (UE) que corresponden con las aplicaciones de bioestimulantes (FertiHermetia) y los testigos (comercial y absoluto) no lleven el plan de fertirrigación de la unidad de Olericultura extensiva.

Realizar muestreos de suelo más a menudo para adaptar el plan de fertirrigación según las necesidades del suelo, el cultivo y así basar la decisión de utilizar bioestimulantes.

Reducir del plan de fertirrigación de la unidad de producción de olericultura extensiva Zamorano los nutrientes de potasio (K), calcio (Ca), que son los nutrientes que están en excedente.

Realizar esta investigación en plántulas de lechuga con diferentes tratamientos en base a FertiHermetia, ya que en este tipo de investigación no influirán los fertilizantes por que se encuentran en sustratos.

Realizar un análisis microbiológico tanto de la muestra de FertiHermetia como de la fuente de alimentación de las larvas de *Hermetia illucens* (L.).

Referencias

- AGROCORPS S.A. 2006. Ficha Técnica de Rootex. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 16 de abr. de 2022]. <https://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/HojasSeg/HSRootex201462894543.pdf>.
- Aleman Perez R, Bravo Medina C, Fargas Clua M. 2018. Fertilización orgánica en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L) y rábano (*Raphanus* L) en la Amazonía Ecuatoriana. Puyo, Ecuador: Edición Associació Catalana d'Enginyera Sense Fronteres. 95 p. ISBN: 9789942932273. spa.
- Andriolo JL, Godoi RdS, Cogo CM, Bortolotto OC, Da Luz GL, Madaloz JC. 2006. Growth and development of lettuce plants at high NH₄⁺:NO₃⁻ ratios in the nutrient solution. Horticultura Brasileira. 24(3):352–355. doi:10.1590/S0102-05362006000300016.
- Barker AV, Pilbeam DJ, editores. 2021. Handbook of plant nutrition. 2ª ed. Boca Raton: CRC Press. 1 volume. ISBN: 9781032098630.
- Beskin KV, Holcomb CD, Cammack JA, Crippen TL, Knap AH, Sweet ST, Tomberlin JK. 2018. Larval digestion of different manure types by the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) impacts associated volatile emissions. Waste Manag. 74:213–220. eng. doi:10.1016/j.wasman.2018.01.019.
- Cakmak I, Atilla M. 2015. El Magnesio, un Nutriente Olvidado que Puede Salvar tu Cultivo | Intagri S.C. [sin lugar]: Intagri; [consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/magnesio-nutriente-olvidado-salvar-cultivo>.
- Carrasco Silva G, Sandoval Briones C. 2016. Manual práctico del cultivo de la lechuga. Madrid: Mundi-Prensa. 137 p. ISBN: 978-84-8476-672-8.
- Cepeda RDV, Rubin EM, Estrada AD, Mtz. JDL. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra Latinoamericana; [consultado el 18 de jun. de 2022]. 19(4):293–299. spanish. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319401>.
- Cuadrado-García LN, López-Roa EN, Bojacá-Aldana CR, Almanza-Merchan PJ. 2014. Influencia del nitrógeno en la producción del tomate (*Lycopersicon esculentum* L) sembrado en sustrato en Sutamarchán (Boyacá). Rev Cien Agri. 11(1):85. doi:10.19053/01228420.3491.
- Elissen H, Schilder M, Postma J, van der Weide R. 2019. Disease suppression in cress and sugar beet seedlings with frass of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). Wageningen: Team Acres.
- Fischer G, Miranda D, Magnitskiy S, Balaguera-López HE, Molano Z. 2021. Avances de la horticultura y la mejora en la calidad de vida. [sin lugar]: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. ISBN: 978-958-59886-2-0. https://www.researchgate.net/profile/gerhard-fischer-2/publication/356762923_avances_de_la_horticultura_y_la_mejora_en_la_calidad_de_vida.
- Gallardo M, Thompson R, Peña M, Padilla F. 2016. Efecto del nitrógeno sobre la producción de un cultivo de tomate en invernadero. [sin lugar]: Interempresas; [actualizado el 17 de jun. de 2022; consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/164493-Efecto-del-nitrogeno-sobre-la-produccion-de-un-cultivo-de-tomate-en-invernadero.html>.
- García M, Kebab CA. 2008. Transformaciones en la horticultura platense. Una mirada a través de los censos. 0325-1926. spa. <https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/132377>.
- Gonzalez A, Zuniga T, Lopez W. 2013. Promoviendo el desarrollo de la horticultura: Evaluacion de las limitantes del desarrollo de la horticultura en centro america. EEUU: USAID. <https://>

horticulture.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk1816/files/extension_material_files/horticultura_centro_america.pdf.

- González M, Ríos D, Peña Rojas K, García E, Acevedo M, Cartes E, Sánchez Olate M. 2020. Efecto de la concentración de fósforo y calcio sobre atributos morfo-fisiológicos y potencial de crecimiento radical en plantas de *Aextoxicon punctatum* producidas a raíz cubierta en la etapa de endurecimiento. *Bosque (Valdivia)*. 41(2):137–146. doi:10.4067/S0717-92002020000200137.
- Guitierrez H. 2021. Evaluación de producción de plántulas del cultivo de lechuga cv. Tropicana® bajo el efecto de Daminozide (B-Nine®), Rootex® y Nitrato de Potasio. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7cf0e142-bfb9-4ed7-a585-613c28187b75/content>.
- Harman GE, Kubicek CP. 1998. *Trichoderma and gliocladium: Enzymes, Biological Control and commercial applications*. [Boca Raton]: [CRC Press]. 393 p. ISBN: 9781482267945. en.
- Intagri. 2017. Los Fertilizantes Químicos, ¿Tóxicos para la Salud o la Salvación de la Humanidad? | Intagri S.C. [sin lugar]: Intagri S.C; [consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://www.intagri.com/articulos/cereales/los-fertilizantes-quimicos-toxicos-o-salvacion-de-la-humanidad>.
- Klammsteiner T, Turan V, Fernández-Delgado Juárez M, Oberegger S, Insam H. 2020. Suitability of Black Soldier Fly Frass as Soil Amendment and Implication for Organic Waste Hygienization. *Agronomy*. 10(10):1578. doi:10.3390/agronomy10101578.
- Leal MA da, Guerra JGM, Peixoto RTG, Almeida DL de. 2007. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. *Hortic. Bras.* 25(3):392–395. doi:10.1590/S0102-05362007000300014.
- Litz RE. 2009. *The mango: Botany, production and uses*. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI North American Office. 680 p. ISBN: 9781845934897. en.
- Martinez J. 2010. Efecto de aplicación de diferentes fuentes de fertilizantes en tres genotipos de chile (*Capsicum annum* L.) a nivel de plántula. Mexico: Universidad Utonoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/5052/T18319%20JIMENEZ%20MARTINEZ%2C%20VICENTE%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pacheco A. 2018. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Programa de hortalizas. FHIA. 1(1):30–52. http://www.fhia.org.hn/downloads/informes_tecnicos/Informe_tecnico_2018_Programa_de_Hortalizas.pdf.
- Parry WH, Martorano F, Cotton EK. 1976. Management of life-threatening asthma with intravenous isoproterenol infusions. *Am J Dis Child.* 130(1):39–42. eng. doi:10.1001/archpedi.1976.02120020041006.
- Proain. 2020. Como detectar las deficiencias de los nutrientes en la lechuga. Mexico: [sin editorial]. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/como-detectar-las-deficiencias-de-los-nutrientes-en-la-lechuga>.
- Prointegrada. 2018. Los grados Brix como parámetro para conocer la nutrición de un cultivo - Prointegrada. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 17 de jul. de 2018; consultado el 17 de jun. de 2022]. <http://prointegrada.es/los-grados-brix-como-parametro-para-conocer-la-nutricion-de-un-cultivo/>.

- Rajendran C, Hepziba SJ, Ramamoorthy K. 2009. Nutritional and Physiological Disorders in Crop Plants. [sin lugar]: Scientific Publishers. ISBN: 9789387913097. en.
- Ramos C, Pomares F. 2010. Abonado de los cultivos horticolas. [sin lugar]: [sin editorial]. https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/7070/2010_Ramos_Abonado.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Rizo E. 2016. Obtén mejor rendimiento con manejo apropiado de pH y CE en sistemas hidropónicos. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 25 de sep. de 2019; consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/obten-mejor-rendimiento-con-manejo-apropiado-de-ph-y-ce-en-sistemas-hidroponicos/>.
- Rodríguez-Yzquierdo GA, Pradenas-Aguila HE, Basso-de-Figuera CA, Barrios-García M, León-Pacheco RI, Pérez-Macias M. 2020. Efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología de plantas de maracuyá. *Agron. Mesoam.* 32(1):117–128. doi:10.15517/am.v31i1.36815.
- Stivers L. 2017. Introducción a los Suelos: El Manejo de los Suelos. USDA. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-el-manejo-de-los-suelos>.
- Tomberlin JK, Sheppard DC, Joyce JA. 2002. Selected Life-History Traits of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) Reared on Three Artificial Diets. *an.* 95(3):379–386. <https://academic.oup.com/aesa/article/95/3/379/82524>. doi:10.1603/0013-8746(2002)095[0379:SLHTOB]2.0.CO;2.
- Wallace PA, Nyameasem JK, Adu-Aboagye GA, Affedzie-Obresi S, Nkegbe EK, Karbo N, Murray F, Leschen W, Maquart P-O. 2017. Impact of black soldier fly larval meal on growth performance, apparent digestibility, haematological and blood chemistry indices of guinea fowl starter keets under tropical conditions. *Trop Anim Health Prod.* 49(6):1163–1169. eng. doi:10.1007/s11250-017-1312-x.
- Wencomo H, Lugo Y. 2013. Rendimiento de materia seca y otros componentes en *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con el uso del Liplant. *Pastos y Forrajes.* 36(1):6–11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100004.