TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

RESIDENCIA

Centro de investigación y de estudios avanzados, unidad Irapuato

“FORMULACIÓN Y VALIDACIÓN FUNCIONAL DE UN NUTRIENTE VEGETAL A BASE DE SEMILLAS RESIDUALES Y NO COMERCIALES”

PRESENTA

JOSÉ ARBEL SANTIAGO DÍAZ

15270389

INGENIERO EN BIOQUÍMICA

ASESOR INTERNO

DR. JOAQUÍN ADOLFO MONTES MOLINA

ASESOR EXTERNO

DR. AGUSTINO MARTÍNEZ ANTONIO

DR. ALBERTO CAMAS REYES

Irapuato, GUANAJUATO; AGOSTO-DICIEMBRE DEL 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco Dios por estar siempre a mi lado, por ser mí compañero y amigo, por brindarme su amor, por ser quien me da fuerzas cuando siento que ya no puedo, por brindarme la dicha de estar junto a mis seres queridos, por permitirme terminar mi carrera. GRACIAS DIOS.

Agradezco al doctor Joaquín Montes Molina su asesoramiento durante el proyecto, su apoyo, su paciencia y compresión.

Agradezco al doctor Alberto Camas Reyes su asesoramiento durante el proyecto.

Agradezco al doctor Agustino Martínez Antonio por el apoyo y la oportunidad de poder hacer mi residencia profesional en su laboratorio.

Agradezco mis padres por brindarme su apoyo y confianza durante todo este proceso de aprendizaje.

Agradezco a mis hermanos por el apoyo brindado**.**

RESUMEN

En este presente proyecto, realizado en el centro de investigación y de estudios avanzados IPN (CINVESTAV) unidad Irapuato, se formuló una solución nutritiva del ASH para la utilización como nutriente foliar y comparar con los foliares comerciales, también se comparó como riego a suelo, se utilizó a dos concentraciones 50 y 75 por ciento del hidrolizado para ver el efecto que tenía en las plantas para ver su recuperación del estrés sometido, lo cual se comprobó que funciona como un nutriente foliar y también como riego a suelo.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS 2
RESUMEN 3
INTRODUCCIÓN 6
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 8
MISIÓN DE LA EMPRESA 9
VISIÓN DE LA EMPRESA 9
PROBLEMAS A RESOLVER 9
OBJETIVOS 9
OBJETIVO GENERAL 9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9
JUSTIFICACIÓN 10
MARCO TEÓRICO 12
DESARROLLO 16
RESULTADOS 19
TRATAMIENTOS FOLIARES 21
TRATAMIENTO RIEGO A SUELO 23
CONCLUSIONES 26
FUENTES DE INFORMACIÓN 27
ANEXOS 30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Distribución de los tratamientos 17
Cuadro 2 Solución nutritiva Long Ashton 17
Cuadro 3 Elementos traza para preparar la solución Long Ashton 17
Cuadro 4 Solución de citrato para la solución Long Ashton 17
Cuadro 5 Elementos para complementar los hidrolizados para los tratamientos 19
Cuadro 6 Promedio de mediciones de plantas al día 78 después de su germinación. 20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Altura de plantas 15 días después de aplicar los tratamientos foliares. 21
Figura 2 Diámetro de tallo 15 días después de aplicar los tratamientos foliares 21
Figura 3 Área foliar 15 días después de aplicar los tratamientos foliares 22
Figura 4 Fv/Fm 15 días después de aplicar los tratamientos foliares. 22

Figura 5 Índice fotosintético 15 días después de aplicar los tratamientos foliares.....23
Figura 6 Altura de plantas 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo. 23
Figura 7 Diámetro de tallo 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo.....24
Figura 8 Área foliar 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo. 24
Figura 9 Área foliar 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo. 25
Figura 10 Área foliar 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo.....25
Figura 11: 100 macetas en el invernadero.....30
Figura 12: Aparición de las primeras hojas verdaderas a los 8 días desde su germinación.....30
Figura 13: 12 días desde su germinación y muestras un gran crecimiento. 31
Figura 14: Las primeras hojas verdaderas tienen el mismo tamaño que las hojas del cotiledón. 31
Figura 15: Crecimiento del segundo par de hojas verdaderas. 32
Figura 16: El segundo par de hojas verdaderas se nota su crecimiento después de 21 días desde su germinación. 32
Figura 17: Las plantas muestran una gran respuesta de adaptabilidad un día después del trasplante. 33
Figura 18: Después de 6 días del trasplante, las plantas se han adaptado muy bien y su crecimiento es muy rápido en cuanto al grosor del tallo en más grande, son más altas y el tamaño de las hojas son mucho más grandes.....33
Figura 19 Día 35 desde su inicio de geminación las plantas se encuentran en buenas condiciones con su 3er par de hojas verdaderas creciendo.....34
Figura 20: Se muestra los instrumentos usados para la altura y el diámetro. 35
Figura 21: Se observa el inicio de brotes de las flores. 36
Figura 22: Se muestra las plantas en un buen estado. 37
Figura 23: Se observa la apertura de algunas flores en las plantas de tomate. 38
Figura 24: Las plantas se aíslan se según sea el tratamiento foliar para aplicarlo y no le caiga a otras plantas que no sea su tratamiento. 39
Figura 25: Las plantas de tomate tienen frutos y siguen dando flor. 39

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill, Lauracea) contiene el nivel más alto de aceite de todas las frutas. En México es un ingrediente muy consumido, para preparar una comida tradicional como el guacamole y este compuesto del pure del aguacate y otros vegetales. La variedad comercial en México es el aguacate criollo son frutas de color morado o negro muestra una piel suave y se caracteriza por una carne de sabor, aromático de color verde amarillo. (Ramos Jerz, Villanueva, Deters, Jerz, & Winterhalter, 2013)

El primer registro de aguacate utilizado para la nutrición humana fue una excavación arqueológica en Perú que descubrió semillas de aguacate enterradas con una momia y data del siglo VIII a. C. (Martínez, 1959)

Se ha reportado que la pulpa de aguacate tiene efectos que son beneficiosos para mejorar los problemas cardiovasculares. su aceite es utilizado para aplicaciones dermatológicas e incluso su versión insaponificable tiene efectos que son beneficiosos contra la osteoporosis. Actual ha demostrado que las semillas de aguacate pueden mejorar el hipercolesterolemia, y ser útil en el tratamiento de la hipertensión, afecciones inflamatorias y diabetes. (Dabas, Shegog, Ziegler , & Lambert, 2013)

En la industria únicamente se utiliza la pulpa, mientras que la piel y la semilla son desechados. Estos residuos son muy ricos en polifenoles con poder antioxidante y antimicrobiano. (Rodriguez Carpena , Morcuende, & Estevez , 2007)

México es considerado uno el mayor productor mundial de aguacate con 1,316,104 toneladas. (Castellanos & Pratt, 1981)

La fertilización de síntesis química fundamentada en la teoría del balance mineral, aduce que los nutrimentos son necesarios para obtener altos rendimientos y buena calidad del fruto, aunado a un control químico de plagas y enfermedades. Sin embargo, el uso indiscriminado e ineficiente de fertilizantes y agroquímicos ha originado una disminución en el contenido de la materia orgánica y degradación del suelo. (Shegog, 2014)

La aplicación de nutrientes aplicados foliares es un método comúnmente recomendado para remediar la deficiencia visual de nutrientes en cultivos de hortalizas. También se reconoce que la fertilización suplementaria durante el crecimiento del cultivo puede mejorar el estado mineral de las plantas, aumentar el rendimiento del cultivo y proporcionar cierta medida de protección contra enfermedades fúngicas y bacterianas (Maurya & Muthoo, 1986)[8]. Este método de aplicación se ha utilizado principalmente cuando se requieren nutrientes en pequeñas cantidades o cuando se desea una respuesta rápida de la planta al fertilizante. Los efectos beneficiosos de la aplicación de nutrientes para plantas foliares, expresados como un aumento en el rendimiento y la mejora de la calidad del cultivo, se han observado en muchas especies vegetales como la col, el brócoli, las coles de Bruselas, la escarola, la remolacha roja, el puerro, el tomate, el rábano y el frijol (Nowosielski , Dziennik , Kotlinska , Narkiewicz Jodko, & Dobrzanski , 1987), (Maurya & Muthoo, 1986), (Das & Singh , 1989). Se puede esperar el mayor efecto de la aplicación de nutrientes foliares en condiciones desfavorables para la absorción de nutrientes del suelo, por ejemplo, en condiciones de baja temperatura, estrés hídrico, mala aireación del suelo o pH alto / bajo. La otra ventaja de la nutrición foliar, en comparación con la aplicación

al suelo, es un menor aporte de fertilizantes debido a la mejor utilización de nutrientes y al menor riesgo de lixiviación del suelo.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Unidad Irapuato inició sus labores en octubre de 1981, respondiendo a un programa de descentralización del Cinvestav. El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. es un organismo descentralizado de interés público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, creado por Decreto Presidencial expedido por el Lic. Adolfo López Mateos y publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de mayo de 1961. Su ubicación en el Bajío Guanajuatense obedece a un cuidadoso estudio preliminar en el que se consideraron las perspectivas y medios para el desarrollo de los trabajos de investigación relacionados estrechamente con los problemas agroalimentarios del país. En este aspecto se consideró el potencial agrícola del área, su ubicación geográfica, la vasta estructura académica de la región y de los estados circunvecinos, así como el desarrollo que han tenido éstos en aspectos de investigación. Acorde con los objetivos generales del Cinvestav, los objetivos de la Unidad son: Realizar investigación básica y aplicada de alta calidad, y formar personal altamente calificado, en este caso en el campo de la Biotecnología de Plantas. Así, al 31 de diciembre de 2015, la Unidad Irapuato ha graduado 288 Maestros en Ciencias y 278 Doctores en Ciencias para un total de 566 estudiantes en ambos programas.

MISIÓN DE LA EMPRESA

"Contribuir de manera destacada al desarrollo de la sociedad y la preservación del ambiente, mediante la investigación trascendente y la formación de investigadores y expertos en biología y biotecnología de plantas en su entorno"

VISIÓN DE LA EMPRESA

"Ser un grupo competitivo a nivel internacional en biología, genómica y biotecnología vegetal; contribuyendo a la solución de problemas nacionales"

PROBLEMAS A RESOLVER

Los productos químicos forman parte de nuestra vida cotidiana. Todos los años se producen alrededor de 400 millones de toneladas de productos químicos.

Aun no se tiene el conocimiento de cuáles son los efectos causados de estos químicos en la salud humana que se utilizan para la fertilización en la agricultura.

Uno de los principales problemas es el desecho que puede ser utilizado para beneficio y no para aumentar la contaminación en el mundo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Formular y validar una solución nutritiva den cultivo de tomate.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el hidrolizado de semilla de aguacate como nutriente foliar.
- Evaluar el hidrolizado de semilla de aguacate ASH como nutriente vegetal.

- Cuantificar el potencial nutritivo de la semilla de aguacate ASH en cultivo de tomate.

JUSTIFICACIÓN

Como antes se menciona, los productos químicos o sintéticos son una amenaza para el medio ambiente, una manera eficaz de cuidar nuestro entorno ambiental y suelos, así como el agua, es evitar seguir usando estos productos, para que así perdure la biodiversidad, hay que reconocer y aceptar dicho problema para así tener otra visión hacia la humanidad y a todo lo que nos rodea.

Los fertilizantes orgánicos tienen las siguientes ventajas:

- Permite la reutilización de desechos orgánicos.
- Aumenta la actividad microbiana en el suelo.
- Preserva la calidad de los frutos.
- Disminuye la contaminación.

El aguacate posee un alto contenido de aceites vegetales, por lo que se le considera un excelente alimento en cuanto a nutrición en proporciones moderadas. La semilla de aguacate posee el 33% del peso del fruto, contiene grandes cantidades de azucares, dicha materia prima se convierte en desecho orgánico.

Es por esto que en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, se ha propuesto encontrar una solución a este desecho, transformándolo en un bioestimulante, se realizara un proyecto para determinar su factibilidad usado para la fertilización de plantas.

MARCO TEÓRICO

El aguacate *(Persea americana Mill)* es un cultivo tropical importante y se compone principalmente de ácidos grasos insaturados, fibra y vitaminas B y E. Producción mundial de aguacate en 2012 fue de 4, 360,018 toneladas, y México fue el mayor productor mundial con 1, 316,104 toneladas. (Shegog, 2014) En el procesamiento industrial del aguacate en las industrias agronómica y alimentaria, las semillas (16% del peso total de las frutas) se consideran desechos inutilizables.

Se ha estimado la producción anual de 2,700 toneladas de semillas de aguacate y este desperdicio carece de una utilización adecuada. De hecho, los desechos de semilla de aguacate contribuyen a las contaminaciones ambientales en forma de emisión de metano, lixiviadas y contaminación atmosférica por incineración. Sin embargo, las semillas de aguacate contienen componentes que podrían usarse de manera ventajosa, como polifenoles, que poseen actividad antioxidante, y almidón, que constituye hasta 60% del peso seco de una semilla de aguacate. Por lo tanto, las semillas de aguacate representan un gran reservorio de carbohidratos, y por lo tanto una valiosa fuente de carbono para el crecimiento microbiano. Además, las semillas de aguacate contienen altos niveles de nitrógeno y ácidos grasos, y bajas concentraciones de saponinas, glucósidos, esteroles y carnitina. (Ramos Jerz, Villanueva, Deters, Jerz, & Winterhalter, 2013)

Las plantas de cultivo requieren 17 nutrientes para completar su ciclo de vida. Los nutrientes esenciales de las plantas se dividen en grupos de macro y micronutrientes. Los macronutrientes son carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno

(O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Los micronutrientes incluyen zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y níquel (Ni). (Fageria, Maximizing Crop Yields, 1992), (Brady & Weil, 2002) Además, se ha considerado la esencialidad del silicio (Si), sodio (Na), vanadio (V) y cobalto (Co), pero aún no se ha probado. (Mengel, Kirkby, Kosegarten, & Appel, 2001), (Fageria, Baligar, & Clark, Micronutrients in crop production, 2002), (Epstein & Bloom, 2005) Los macronutrientes son necesarios en mayores cantidades en comparación con los micronutrientes. Sin embargo, desde el punto de vista de la esencialidad de la planta, todos los nutrientes son igualmente importantes para el crecimiento de la planta. Los primeros tres macronutrientes (C, H y O) se suministran a las plantas por aire y agua. Por lo tanto, su suministro a las plantas no es un problema, por lo tanto, los 14 nutrientes restantes deben estar presentes en el medio de crecimiento de la planta en cantidad y proporción adecuadas para el crecimiento de la planta. (Fageria, 2005), (Fageria, 2007), (Fageria & Baligar , 2005).

La investigación sobre la fertilización foliar posiblemente comenzó a fines de la década de 1940 y principios de la de 1950 (Fritz, 1978), (Haq & Mallarino, 2000), (Girma, y otros, 2007). A diferencia de muchas tecnologías, su ritmo siguió una secuencia impredecible de eventos. A principios de la década de 1980, los estudios sobre la aplicación foliar de fertilizantes investigaron cultivos seleccionados, incluidos los cereales (Girma, y otros, 2007). Sin embargo, la investigación se limitó a micronutrientes en cultivos hortícolas de alto valor (Fritz, 1978) como la papa (Lewis & Kettlewell, 1993) y el tomate (Kaya, Kirnak, & Higgs, 2001).

La aplicación al suelo es el método más común para suministrar nutrientes esenciales a las plantas. En este caso, los nutrientes aplicados son absorbidos por las raíces de las plantas. Sin embargo, las plantas superiores también pueden absorber nutrientes minerales cuando se aplican como aerosoles foliares en concentraciones apropiadas. Sin embargo, en los cultivares modernos de alto rendimiento, los requerimientos nutricionales (macronutrientes) rara vez se cumplen con aplicaciones foliares.

Además, la aplicación foliar de macronutrientes requiere varias pulverizaciones, también puede ser lavada por la lluvia, la planta debe tener un área foliar suficiente para la absorción y el daño foliar por altas concentraciones de nutrientes es un problema práctico grave. A pesar de estos inconvenientes, en ciertas circunstancias la aplicación foliar es el método más efectivo para corregir el trastorno nutricional. Por ejemplo, la deficiencia de hierro en suelos calcáreos puede corregirse mediante la aplicación foliar de sulfato ferroso o solución de quelatos de hierro de manera más eficiente que la aplicación de fuentes de hierro en el suelo. Otros abogaron por la fertilización foliar como una forma económica visible de complementar los nutrientes de las plantas para una fertilización más eficiente (Girma, y otros, 2007)

La prueba de suelo es la práctica más común en suelos agrícolas para hacer recomendaciones de fertilizantes y cal. Solo es válido para nutrientes inmóviles en el suelo, como P y K. Nutrientes móviles como N, la disponibilidad para las plantas cambia periódicamente con la mineralización de la materia orgánica y las pérdidas por lixiviación, desnitrificación y volatilización en los sistemas de plantas del suelo (Fageria & Baligar, 2005).

La aplicación foliar también puede reducir el tiempo de retraso entre la aplicación y la absorción por parte de la planta (Ahman & Jabeen, 2005). El uso de fertilización foliar en la agricultura ha sido una práctica popular entre los agricultores desde la década de 1950, cuando se supo que la fertilización foliar era efectiva. Los radioisótopos se usaron para mostrar que los fertilizantes aplicados por vía foliar pasaron a través de la cutícula foliar hacia las células (Brasher, Wheatley, & Ogle, 1953)Varios estudios han demostrado que una pequeña cantidad de nutrientes (nitrógeno, potasa o fosfato) aplicados por pulverización foliar aumenta significativamente el rendimiento de los cultivos (Rauthan & Schnitzer, 1981), (Malik & Azam, 1985), (Chen & Avian, 1990), (Tattini, Chiarini, Tafabi, & Castagneto, 1990), (David, Nelson, & Sanders, 1994), (Gamiz, Espejo, Dobao, & Gonzalez, 1998), (Asenjo, Gonzalez, & Maldonado, 2000), (Haq & Mallarino, 2000).

De hecho, la fertilización foliar no reemplaza totalmente el fertilizante aplicado con agua, pero aumenta la absorción y, por lo tanto, la eficiencia de los nutrientes aplicados al suelo. Esta técnica de aplicación es especialmente útil para micronutrientes, pero también se puede usar para nutrientes importantes como N, P y K, básicamente porque la cantidad aplicada en cualquier momento es pequeña y, por lo tanto, requiere varias aplicaciones para satisfacer las necesidades de un cultivo. La mayor eficiencia reduce la necesidad de fertilizantes aplicados con sola, reduce la lixiviación y la escorrentía de nutrientes, reduciendo el impacto en el medio ambiente de las sales de fertilizantes (Ludders & Simon, 1980), (Suwanarit & Sestapukdee, 1989), (Venugoplan , Tarhalkar, & Singh, 1995).

Hay poca información disponible sobre los efectos de la aplicación de fertilizante foliar de nitrógeno en el rendimiento y la respuesta de crecimiento del arroz aman trasplantado bajo lecho elevado sobre el método convencional. La aplicación foliar de fertilizantes nitrogenados puede ser el medio más efectivo para maximizar el rendimiento del arroz. Nuestro estudio anterior mostró que la eficiencia en el uso del agua y la producción de granos fueron mayores en el lecho elevado que el método de cultivo convencional (Bhuyan, Ferdousi, & Igbal, 2012).

Sin embargo, no se consideró para la pulverización foliar de fertilizante nitrogenado en lecho elevado que el método convencional. Por lo tanto, este estudio se realizó para determinar el efecto de la pulverización foliar de fertilizante nitrogenado en el lecho elevado sobre el método de cultivo convencional. Se planteó la hipótesis de que la pulverización de fertilizante foliar en lecho elevado recibe una mayor eficiencia de uso de fertilizante y rendimiento que el método de cultivo convencional.

DESARROLLO

Germinación de plantas

- Se colocó suelo en el semillero.
- Se sembraron 120 semillas a 1.5 cm debajo de la superficie del suelo.
- Se regaron con agua.

Trasplante de las plántulas de jitomate del semillero a macetas

- Se pidieron las macetas en de 1.5 litros con suelo compuesto por peat moss, perlita y vermiculita con una relación de 3:1:1.
- Se regaron las macetas con suficiente agua para humedecer todo el suelo que contiene las macetas.
- Se trasplantaron las plántulas de jitomate cherry que fueron extraídas exitosamente del semillero.

			Foliar												Riego a suelo								
		Control	Fúlvico			Comercial			ASM-50%			ASM-75%			ASM-50%			ASM-75%			Fúlvico y húmico		
Nivel de fertilización	100%	5	5			5			5			5			0			0			0		
	50%			5			5			5			5			5			5			5	
	25%				5			5			5			5			5			5			5

Cuadro 1 Distribución de los tratamientos

Fertilización de plantas

- Se preparo la solución nutritiva Long Ashton.

Solución Long Ashton		
Reactivos	Stock (g/500ml)	Por litro de solución (ml)
KNO_3	40,4	5.00
$MgSO_4 . 7H_2O$	36,8	5.00
$Ca(NO_3)_2 .4H_2O$	94,4	5.00
$NaH_2PO_4 .H_2O$	18,4	2.68
Elementos Traza	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	1.00
Solución de Citratos	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	5.00

Cuadro 2 Solución nutritiva Long Ashton

Stock Elementos Traza	
Reactivo	Cantidad (g/l)
$MnSO_4 .H_2O$	0.169
$CuSO_4 .5H_2O$	0.025
$ZnSO_4 .7H_2O$	0.029
H_3BO_3	0.31
NaCl	0.59
$(NH_4)_2Mo_7O_{24} .4H_2O$	0.0176
H_2O	100 ml

Cuadro 3 Elementos traza para preparar la solución Long Ashton

Stock Solución de Citrato	
Reactivo	Cantidad (g/l)
$FeC_6H_5O_7$ citrato férrico	2.49
$H_3C_6H_5O_7.H_2O$ ácido cítrico	2.49

Cuadro 4 Solución de citrato para la solución Long Ashton

- Se fertilizaron las plantas de jitomate con 100 ml de solución Long Ashton cada una dos veces por semana, lunes y viernes.

Estrés de plantas

- Se preparo la solución Long Ashton a diferentes concentraciones 25, 50 y 100%.
- Se regaron cada planta con 100ml a cada planta con la concentración designada.

Las plantas se estresaron para que los tratamientos tuvieran efectos sobre las plantas.

Medición de variables

1. **Altura de planta**
   - Se tomó una cinta métrica, se emparejo el suelo y se tomó la medida hasta la hoja más alta de la planta.
2. **Diámetro de tallo**
   - Se utilizó un vernier digital y se tomó la medida en la parte más baja del tallo para obtener una medida uniforme con todas las plantas.
3. **Área foliar**
   - Se tomó una foto a cada planta y se utilizó el programa "ImageJ" para obtener el área foliar.
4. **Fv/Fm y el índice fotosintético**
   - Se pusieron las pinzas en las hojas de las plantas, pero en las hojas que no fueran ni tan viejas y ni tan jóvenes.
   - Se dejó reposar por 20 minutos.
   - Se tomó la medida con el instrumento "Pocket PEA".
5. **Flores y frutos**
   - Se hizo el conteo de flores cada semana.
   - Se hizo el conteo de los frutos cuando se alcanzaba apreciar que ya estaba formado.

Preparación del fertilizante con el hidrolizado de semilla de aguacate

I. ASM

- Se formuló una solución nutritiva para el tomate basándome en los requerimientos para el tomate basándome del libro **Plant Analysis Handbook ll, (Mills, Harry A. and J. Benton Jones, Jr.)** y los foliares comerciales.
- Para la preparación de soluciones en stock de los hidrolizados que se usaran como foliares, se tomó en cuenta que algunos reactivos tienen a precipitarse, así que se prepararon como la solución Long Ashton, fueron 6 soluciones por cada concentración del ASH que se cómo tratamiento, a cada solución fue diluido en 40 ml de agua destilada.

		ASM-50% (g)	ASM-75% (g)
1	KNO_3	1.804	1.7
2	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	1.59	1.59
3	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	0.2915	0.29
4	$NaH_2PO_4 \cdot H_2O$	0.234	0.234

5	$MnSO_4 .H_2O$	0.0065	0.0065
	$CuSO_4 .5H_2O$	0.01	0.01
	$ZnSO_4 .7H_2O$	0.002	0.002
	H_3BO_3	0.0027	0.0027
	NaCl	0.0044	0.00435
6	$FeC_6H_5O_7$	0.0124	0.0124
	$H_3C_6H_5O_7.H_2O$	0.0124	0.0124

Cuadro 5 Elementos para complementar los hidrolizados para los tratamientos

- Para la preparación de 100ml ASM-50% se utilizó 4ml de cada una de las 6 soluciones stock y se adicionó 50 ml del hidrolizado de semilla de aguacate se ajustó el pH 5.8 con H_2SO_4, se aforo a 100ml y se le adiciono una gota de tween 20.
- Para la preparación de 100ml ASM-75% se utilizó 4ml de cada una de las 6 soluciones stock y se adicionó 50 ml del hidrolizado de semilla de aguacate se ajustó el pH 5.8 con H_2SO_4, se aforo a 100ml con agua destilada y se le adiciono una gota de tween 20.

I. Fúlvico

- Se le adiciono una 0.1ml del ácido fúlvico a 50ml de agua destilada y se aforo a 100ml con agua destilada.

II. Comercial

- Se le adiciono una 1ml del fertilizante comercial a 50ml de agua destilada y se aforo a 100ml con agua destilada.

III. Fúlvico y húmico

- Se le adiciono una 1.2ml del ácido fúlvico y húmico a 50ml de agua destilada y se aforo a 100ml con agua destilada.

Aplicación de tratamientos

1. Foliares

- A cada planta según sea su tratamiento se le adiciono 4ml con un aspersor foliar de cada solución previamente preparada.

2. Riego a suelo

- Se le adicionó 4ml con una pipeta a cada planta con la solución correcta según su tratamiento.

RESULTADOS

Los datos obtenidos a los 78 días después mostraron que el hidrolizado de semilla de aguacate obtuvo buen crecimiento en altura y diámetro de tallo, pero no obtuvo un desarrollo completo en las hojas como se muestra en la tabla 5.

Tratamiento		Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Área foliar (cm^2)	Fv/Fm	Índice fotosintético
Ninguno	Control	43.86	5.712	28.134	0.814	4.028
Foliar	Foliar 1 100%	44.8	5.574	20.482	0.808	4.548
	Foliar 2 100%	44.22	5.888	17.877	0.8	4.706
	ASH-50 100%	41.92	5.602	19.436	0.806	4.92
	ASH 75 100%	39.62	5.846	21.024	0.8	3.418
	Foliar 1 50%	41.8	5.272	17.056	0.8	2.766
	Foliar 2 50%	41.42	5.548	17.203	0.792	2.896
	ASH-50 50%	43.2	5.948	16.293	0.796	2.796
	ASH-75 50%	40.12	5.24	15.104	0.8	2.872
	Foliar 1 25%	38.5	5.634	14.236	0.79	2.274
	Foliar 2 25%	38.14	5.464	13.841	0.794	2.664
	ASH-50 25%	38.86	5.606	13.946	0.796	2.632
	ASH-75 25%	40.9	5.2675	14.794	0.78	2.2925
Riego a suelo	ASH-50 50%	41.56	5.162	23.476	0.768	1.778
	ASH-75 50%	45.16	5.61	17.377	0.786	2.228
	FyH 50%	42.06	5.422	14.162	0.796	2.8
	ASH-50 25%	37.76	5.326	19.842	0.786	1.998
	ASH-75 25%	41.08	5.536	16.184	0.782	1.71
	FyH 25%	40.12	5.392	13.799	0.776	1.892

Cuadro 6 Promedio de mediciones de plantas al día 78 después de su germinación.

TRATAMIENTOS FOLIARES

Los tratamientos foliares cada uno mostró un cambio mostraron un resultado muy notable en algunos casos, en el caso del diámetro del tallo se ve como afecto para un mejor desarrollo como se muestra en la gráfica 2. Aunque como antes se menciona los foliares afectan considerablemente el crecimiento de las hojas.

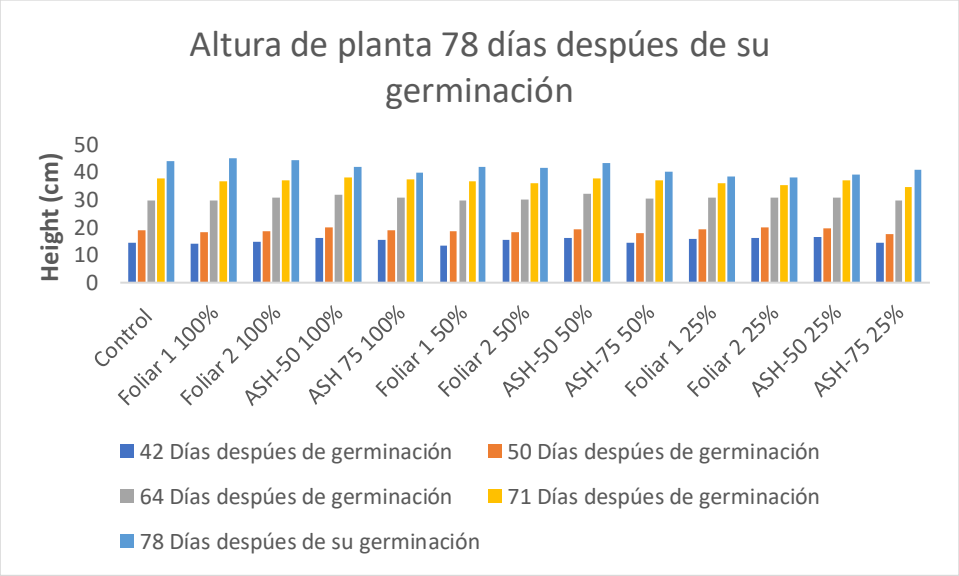

Figura 1 Altura de plantas 15 días después de aplicar los tratamientos foliares.

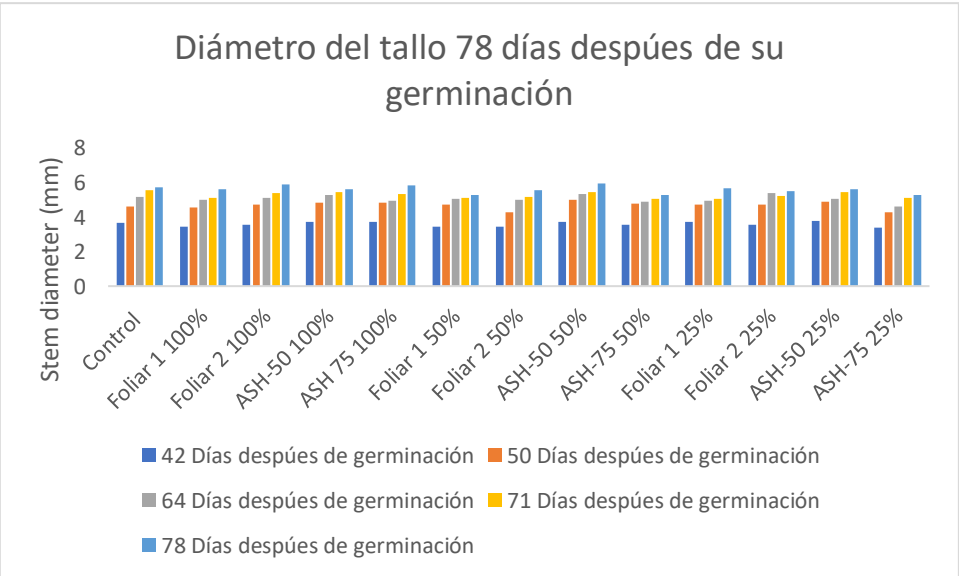

Figura 2 Diámetro de tallo 15 días después de aplicar los tratamientos foliares.

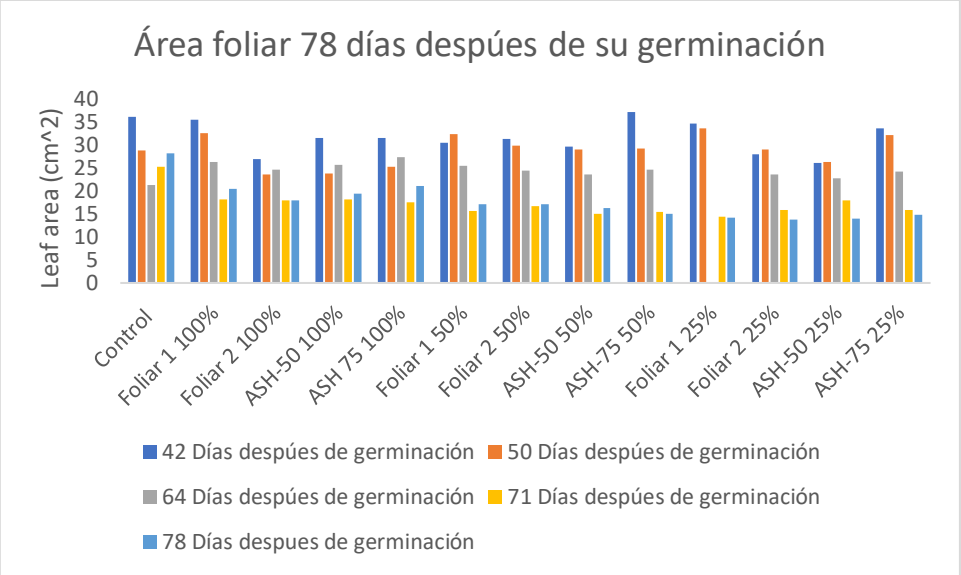

Figura 3 Área foliar 15 días después de aplicar los tratamientos foliares.

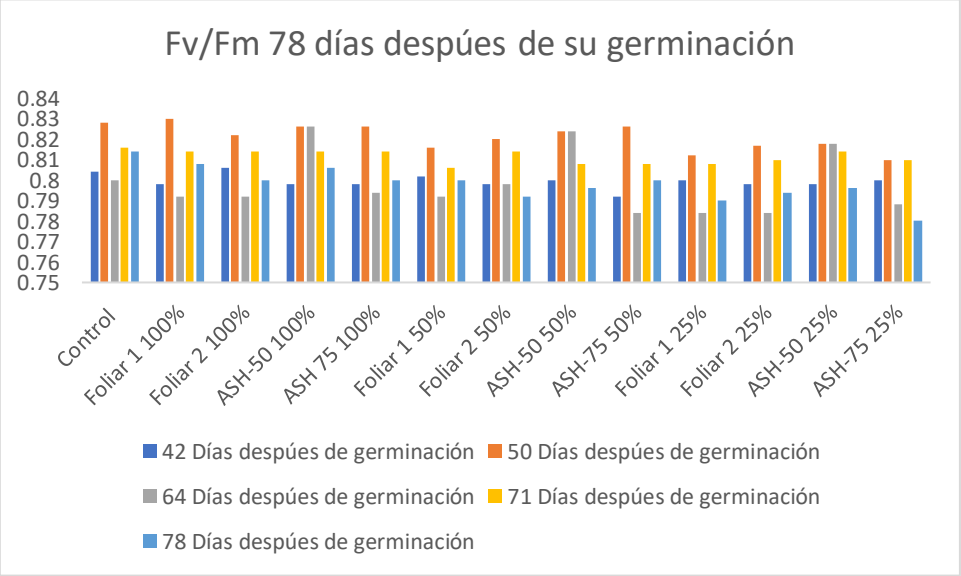

Figura 4 Fv/Fm 15 días después de aplicar los tratamientos foliares.

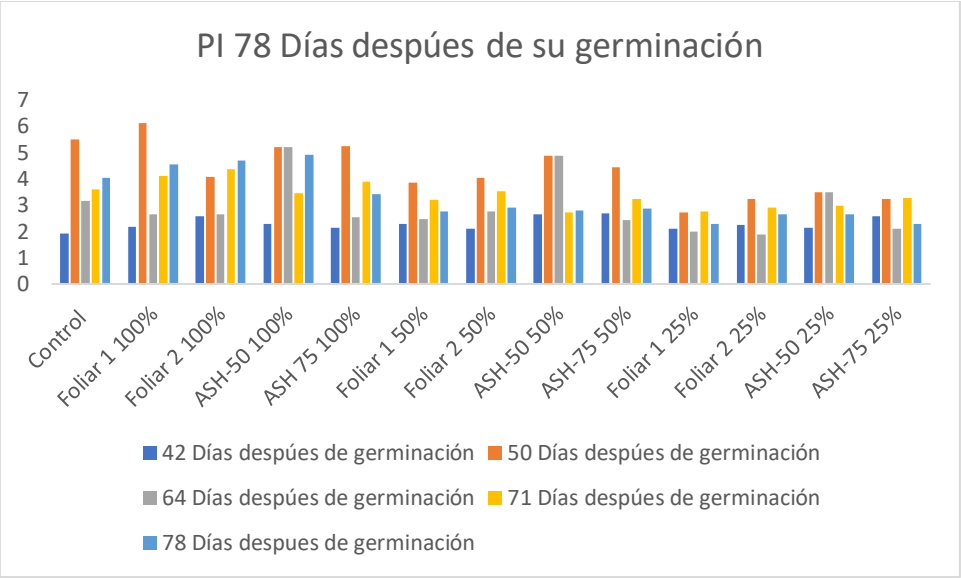

Figura 5 Índice fotosintético 15 días después de aplicar los tratamientos foliares.

TRATAMIENTO RIEGO A SUELO

Los tratamientos de riego a suelo ayudaron a mejorar en la deficiencia de nutrientes que la planta al crecimiento normal de la planta, pero eso causo que las hojas no crecieran de igual manera que en los tratamientos foliares.

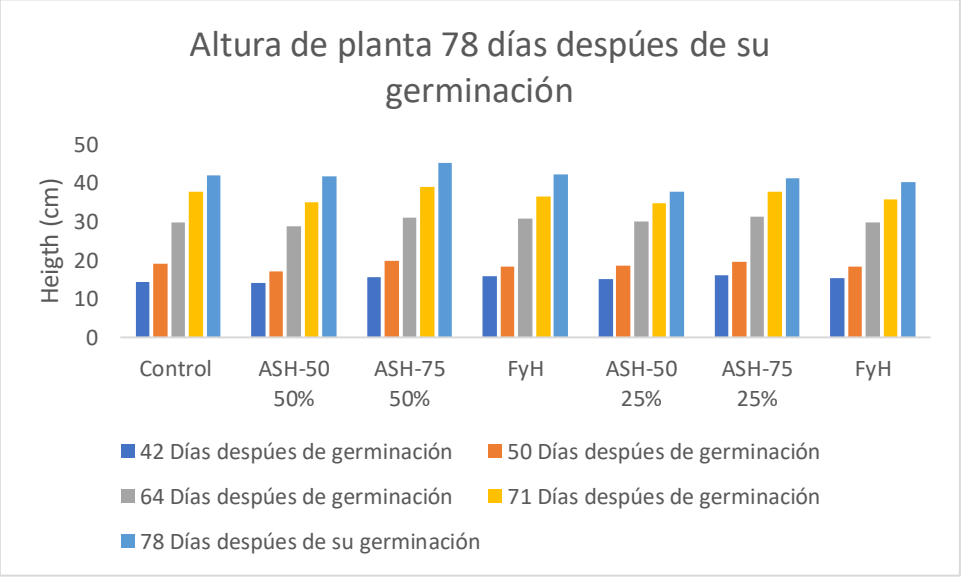

Figura 6 Altura de plantas 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo.

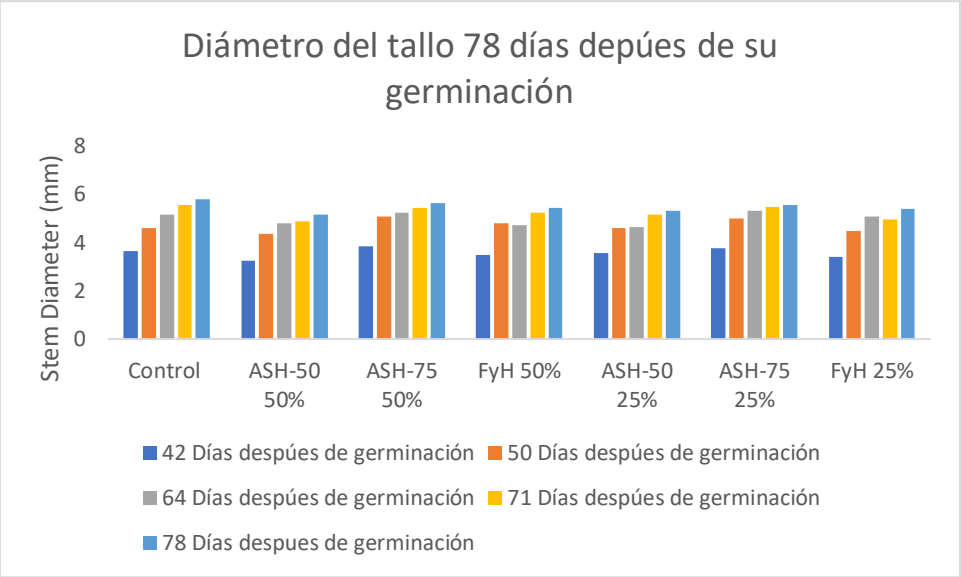

Figura 7 Diámetro de tallo 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo.

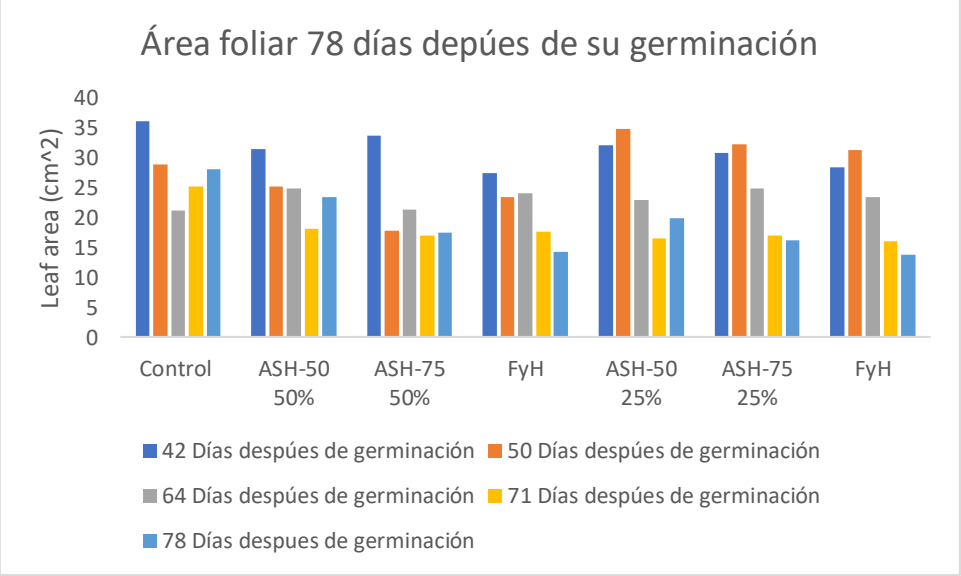

Figura 8 Área foliar 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo.

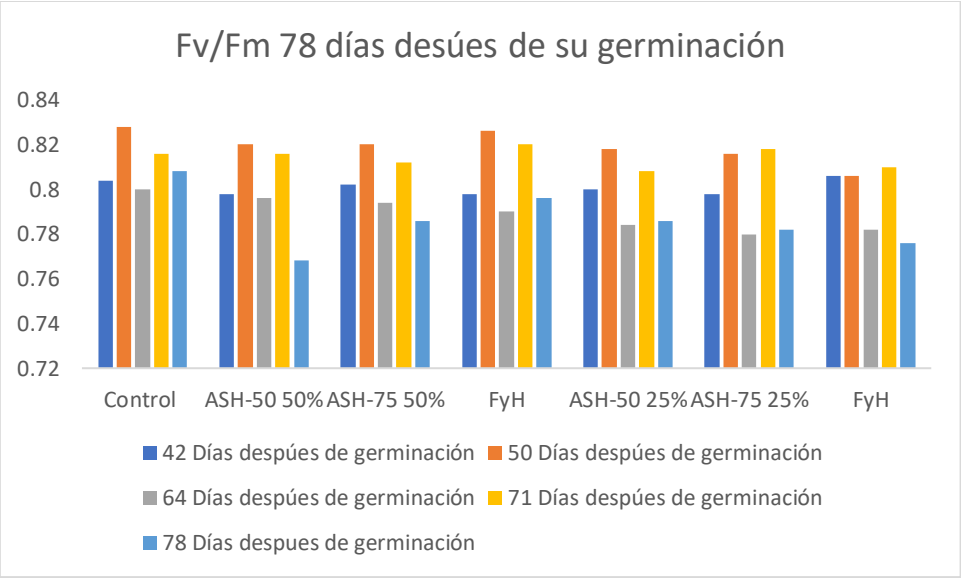

Figura 9 Área foliar 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo.

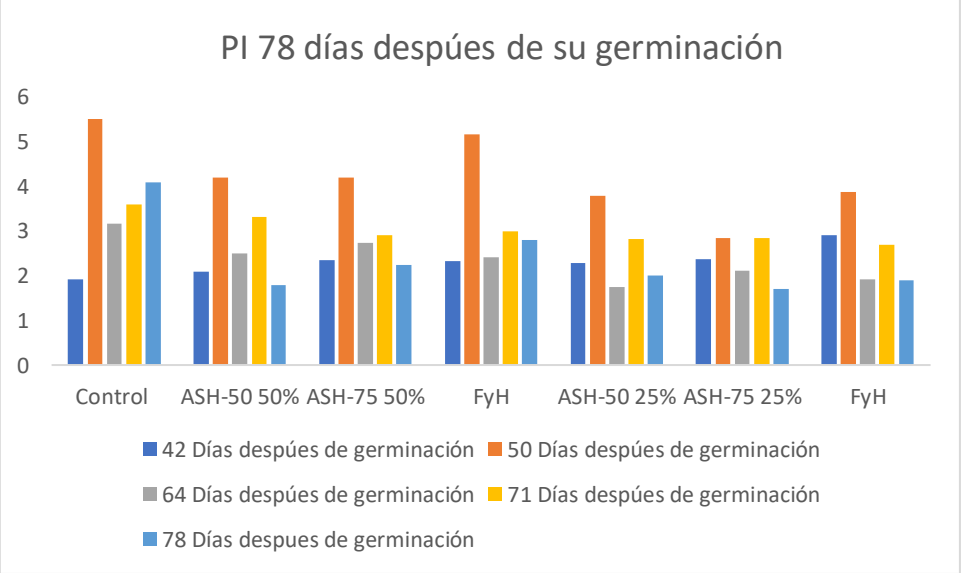

Figura 10 Área foliar 15 días después de aplicar los tratamientos de riego a suelo.

CONCLUSIONES

El hidrolizado de semilla de aguacate (ASH) sirve como un nutriente para las plantas tanto foliar como riego a suelo, no es una solución nutritiva muy completa, pero para este experimento se complementó con algunos elementos.

El ASH se comportó de la misma manera que los demás foliares a excepción de que mostró una mejor respuesta a los hongos que se presentaron de manera inesperada en las plantas.

En conclusión, el ASH funciona como una solución nutritiva tanto foliar como para riego a suelo e incluso sirve para el control de hongos.

FUENTES DE BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Ahman , R., & Jabeen, R. (2005). Foliar spray of mineral elements antagonistic to sodium a technique to induce salt tolerance in plants growing under saline conditions. *Journal of botany*.

Asenjo, M. C., Gonzalez, J. L., & Maldonado, J. M. (2000). Influence of humic extracts on germination and growth of ryegrass. *Communications in soil science an plants analysis*.

Bhuyan, M. H., Ferdousi, M. R., & Igbal, M. T. (2012). Yield and growth response to transplanted aman rice under raised bed over conventional cultivation method. *ISRN agronomy*.

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2002). The nature and properies of soils. *Upper Saddle River*.

Brasher, E. P., Wheatley, J. R., & Ogle, W. L. (1953). Foliar Nutrition Sprays on Vegetable Crops. *Agricultural Experiment Station*.

Castellanos , J. Z., & Pratt, P. F. (1981). Mineralization of manure nitrogen correlation with laboratory indexes. *Soil Sciense of American Journal* .

Chen, Y., & Avian, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth," in Humic Substances in Soil and Crop Sciences. *Madison Wis*.

Dabas, D., Shegog, R. M., Ziegler , G. R., & Lambert, J. D. (2013). Avocado (persea americana) seed as a source of bioactive phytochemicals. *Current Pharmaceutical Desing*.

Das, T. K., & Singh , D. N. (1989). Effect of soil and foliar application of nitrogen on fruiting and yield of tomato . *Orissa J. Hort.*

David, P. P., Nelson, P. V., & Sanders, D. C. (1994). A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of plant nutrition*.

Epstein, E., & Bloom, A. J. (2005). Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. *Sinauer Associates*.

Fageria , N. K., & Baligar , V. C. (2005). Nutrient availability. *D. Hillel*.

Fageria, N. K. (1992). Maximizing Crop Yields. *Marcel Dekker*.

Fageria, N. K. (2005). Soil fertility and plant nutrition research under controlled conditions: Basic principles and methodology. *Journal of plant nutrition*, 1-25.

Fageria, N. K. (2007). Soil fertility and plnat nutrition research under field conditions: basic principles and methodology. *Journal of plant nutrition*.

Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Clark, R. B. (2002). Micronutrients in crop production. *Advances in Agronom*, 185-268.

Fritz, A. (1978). Foliar fertilization a technique for improved crop prodution. *Acta horticulture*, 43-56.

Gamiz, R., Espejo, J. A., Dobao, M. M., & Gonzalez, J. L. (1998). Evolución de los contenidos de clorofilas en plantas de espárrago verde (Asparagus officinalis, L.) tras la adición de aminoácidos y ácidos húmicos. *Nutrición mineral de las plantas*.

Girma, K., Martin, K. L., Freeman, K. W., Mosali, J., Teal, R. K., Raun, W. R., . . . Arnall, D. B. (2007). Determination if oprimum rate and growth for foliar applied phosphorus in corn. *Communications in soil science and plants analysis*.

Haq, M. U., & Mallarino, A. P. (2000). Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. *Agronomy journal*.

Haq, M. U., & Mallarino, A. P. (2000). Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. *Agronomi Journal*, 16-24.

Kaya, C., Kirnak, H., & Higgs, D. (2001). Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and P in tomato cultivars grown at high NaCl salinity. *Jounal of Plant nutrition*.

Lewis , D. J., & Kettlewell, P. S. (1993). A comparison of the uptake of P from foliar applied phosphate by the leaves of eleven varieties of potato. *Aspects od applied biology*, 243-248.

Ludders, P., & Simon, P. (1980). Foliar Nutrition in Orchard. *Plant and soil*.

Malik, K. A., & Azam, F. (1985). Effect of humic acid on wheat (triticum aestivum L.) seedling growth. *Environmetal and Experimental Botany*.

Martínez, M. (1959). *Las plantas medicinales de México.* Botas.

Maurya, A. N., & Muthoo, A. K. (1986). A note on the effects of foliar spray of urea on the growth characters and yield of radish (Raphanus sativus L.). *Hayana J. Hort. Sci.* .

Mengel, K., Kirkby, E. A., Kosegarten, H., & Appel, T. (2001). Principes of plant nutrition. *Kluwer Academic Publisher* .

Nowosielski , O., Dziennik , W., Kotlinska , T., Narkiewicz Jodko, J., & Dobrzanski . (1987). The biological basis of plant protecting foliar fertilizers efficiency and their use in vegetable rpoduction . *Acta Horticulturae 222:105-117*.

Ramos Jerz, M., Villanueva, S., Deters, A., Jerz, G., & Winterhalter, P. (2013). Persea americana Mill. Seed: Fractionation, Characterization, and effects on human keratinocytes and fibroblasts. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.

Rauthan , B. S., & Schnitzer, M. (1981). Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (cucumis sativus) plants. *Plant and Soil*.

Rodriguez Carpena , J. G., Morcuende, D., & Estevez , M. (2007). Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porciene patties subjected to chilled storage. *Meat Science*.

Shegog, R. M. (2014). Food and agriculture Organization of the United Nations. *Agricultural statics*.

Suwanarit, A., & Sestapukdee, M. (1989). Stimulating effects of foliar k-fertilizer applied at the appropriate stage of development of maize: a new way to increase yield and improve quality. *Plant and soil*.

Tattini, M., Chiarini, A., Tafabi, R., & Castagneto, M. (1990). Effect of humic acids on growth and nitrogen uptake of container grown olive (Olea europea L. Maurino) . *Acta Horticulturae*.

Venugoplan , M. V., Tarhalkar, P. P., & Singh, J. (1995). M. V.Efficacy of phosphate carriers as foliar fertilizer on rainfed upland cotton (Gossypium hirsutum). *Indian journal of agricultural science*.

ANEXOS

Figura 11: 100 macetas en el invernadero

Figura 12: Aparición de las primeras hojas verdaderas a los 8 días desde su germinación.

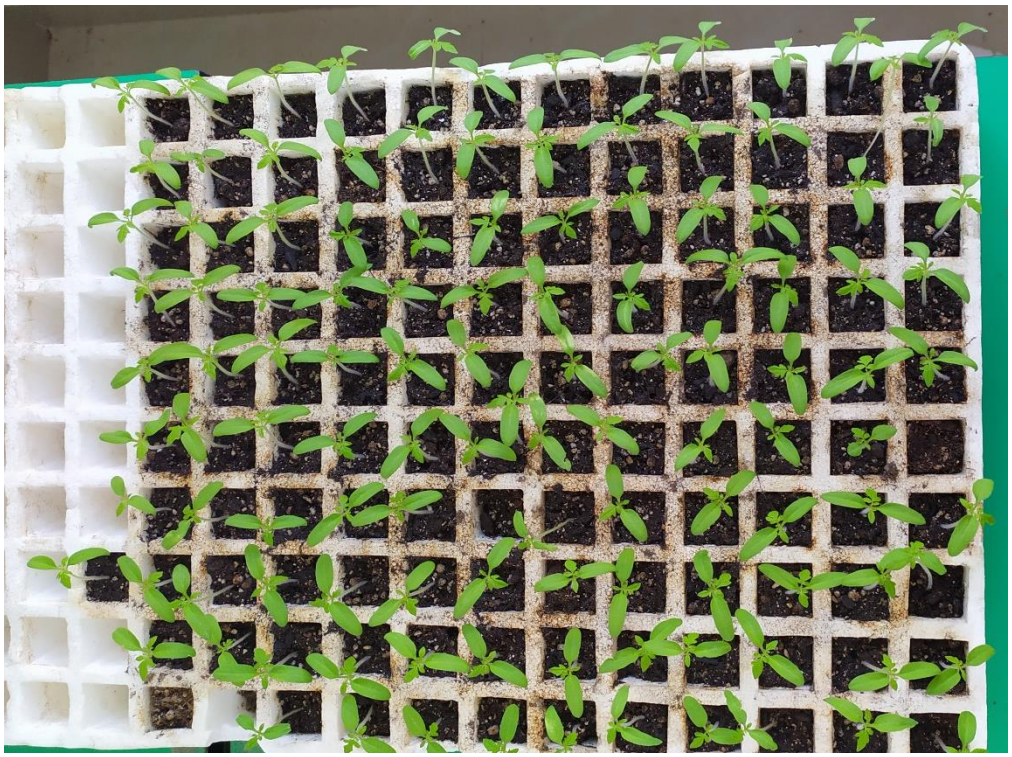

Figura 13: 12 días desde su germinación y muestras un gran crecimiento.

Figura 14: Las primeras hojas verdaderas tienen el mismo tamaño que las hojas del cotiledón.

Figura 15: Crecimiento del segundo par de hojas verdaderas.

Figura 16: El segundo par de hojas verdaderas se nota su crecimiento después de 21 días desde su germinación.

Figura 17: Las plantas muestran una gran respuesta de adaptabilidad un día después del trasplante.

Figura 18: Después de 6 días del trasplante, las plantas se han adaptado muy bien y su crecimiento es muy rápido en cuanto al grosor del tallo en más grande, son más altas y el tamaño de las hojas son mucho más grandes.

Figura 19 Día 35 desde su inicio de geminación las plantas se encuentran en buenas condiciones con su 3er par de hojas verdaderas creciendo.

Figura 20: Se muestra los instrumentos usados para la altura y el diámetro.

Figura 21: Se observa el inicio de brotes de las flores.

Figura 22: Se muestra las plantas en un buen estado.

Figura 23: Se observa la apertura de algunas flores en las plantas de tomate.

Figura 24: Las plantas se aíslan se según sea el tratamiento foliar para aplicarlo y no le caiga a otras plantas que no sea su tratamiento.

Figura 25: Las plantas de tomate tienen frutos y siguen dando flor.