

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Ácido húmico y fúlvico como bioestimulantes de pimiento (*Capsicum annumm* L.) en invernadero francés

Por:

Andrea Aylin Ibarra Cital

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Ácido húmico y fúlvico como bioestimulantes de pimiento (*Capsicum annuum* L.)
en invernadero francés.

Por:

Andrea Aylin Ibarra Cital

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:


INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:



Dr. Rubén López Salazar

Presidente



PhD. Eduardo Emilio Madero Tamargo

Vocal



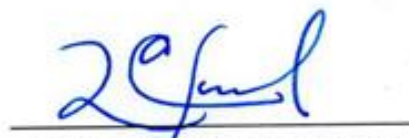
Dr. José Rafael Paredes Jácome

Vocal



Mgtr. Nora Zulema López Salazar

Vocal suplente externo



M.C. Rafael Ávila Cisneros

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Ácido húmico y fúlvico como bioestimulantes de pimiento (*Capsicum annuum* L.)
en invernadero francés

Por:

Andrea Aylin Ibarra Cital

TESIS

Aprobado por el Comité de Asesoría:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:


Dr. Rubén López Salazar


Asesor principal


PhD. Eduardo Emilio Madero Tamargo

Coasesor


Dr. José Rafael Paredes Jácome

Coasesor


Mgtr. Nora Zulema López Salazar

Coasesor Externo


M.C. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2025

DEDICATORIA

A mis padres.

Jose Luis Ibarra Esparza

Rocio Cital Barbalena

Por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y amor. Gracias por su apoyo incondicional, por enseñarme a luchar por mis sueños y por acompañarme en cada paso de este camino.

A mi hermana.

Valeria del Rocio Ibarra Cital

Gracias por ser una presencia constante en mi vida, por tu apoyo sincero y por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudaba. Tus palabras, tu comprensión y tu compañía fueron un impulso fundamental para llegar hasta aquí.

A mi familia.

Por su cariño constante y por creer en mí desde el principio. Cada una de sus palabras de ánimo fue un impulso para seguir adelante.

A mis amigos.

Quienes con su compañía, paciencia y motivación hicieron más llevadera esta etapa. Gracias por las risas, los consejos y por estar siempre cuando más los necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, mi “alma, terra, mater” por brindarme las herramientas académicas, el espacio para crecer y la oportunidad de formarme como profesional.

A Dios, por darme la fortaleza, la claridad y la perseverancia necesarias para llegar hasta este momento. Su guía ha sido fundamental en cada paso de este camino.

A mis profesores, por compartir su conocimiento, por su dedicación y por inspirarme a crecer tanto académica como personalmente. Gracias por guiarme con sabiduría y por ser parte fundamental de mi formación.

Al Dr. Rubén López Salazar por su apoyo incondicional y su tiempo, por su guía y orientación durante la realización de esta investigación, su experiencia y conocimiento han sido fundamentales en mi formación académica, agradezco su confianza, paciencia y motivación, lo que me ha permitido terminar mi investigación.

Al Dr. Eduardo Emilio Madero Tamargo, por sus valiosos consejos que enriquecieron mi enfoque de investigación y contribuyeron significativamente a la calidad de este trabajo.

Al Dr. Rafael Paredes Jácome por su orientación y aportación en este trabajo.

Al Dr. Pedro Cano Ríos, por su generosidad al brindarme apoyo en la búsqueda de recursos de investigación y por sus valiosos consejos que fortalecieron mi proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	vi
1.- Introducción.	1
2.- Objetivos.....	2
2.1 Objetivo general.....	2
3.- Hipótesis.....	2
3.1 Hipótesis alternativa.....	2
3.2 Hipótesis nula.	2
4.- Revisión de literatura.	3
4.1.- Origen.....	3
4.2.- Taxonomía.....	3
4.3.- Importancia del pimiento en México.....	4
4.4.- Importancia del pimiento a nivel mundial.	4
4.4.- Producción de pimiento.	4
4.5.- Bioestimulantes en Pimiento.....	5
4.6 Sustancias húmicas.	6
5.- Materiales y métodos.....	7
5.1.- Localización del experimento.....	7
5.2.- Diseño experimental.	7
5.3.- Actividades del experimento.	9
5.4 Plagas y enfermedades presentes en el cultivo.	17
6.- Resultados y discusión.	20
7.- Conclusiones.	27
8.- Bibliografía.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura. - 1 Superficie cultivada y producción de pimienta a nivel mundial en los principales países productores.....	4
Figura. - 2 Boli con sustrato fibra de coco.	9
Figura. - 3 Plántula con tutor de bambú.	10
Figura. - 4 Receta Nutricional y cabezal de riego.	10
Figura. - 5 Definición de orqueta.	11
Figura. - 6 Botones desechados por aclareo.	11
Figura. - 7 Colocación de anillo sujeto a la rafia.	12
Figura. - 8 Enrede de sostén.	12
Figura. -9 Fruto bien desarrollado y fruto mal desarrollado.	13
Figura. - 10 Cosecha lado A y cosecha lado B.	14
Figura. - 11 Medición altura de planta.	14
Figura. - 12 Medición diámetro de tallo.	15
Figura. - 13 Medición diámetro polar variedad Cadalora y Silverstone.	15
Figura. - 14 Medición diámetro ecuatorial variedad Cadalora y Silverstone.	16
Figura. - 15 Medición espesor del pericarpio.	16
Figura. - 16 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en altura de planta (cm) semana 35 a 40.	21
Figura. - 17 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en el diámetro de tallo(mm) semana 35 a 40.	24
Figura. - 18 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en el diámetro polar (mm).	24
Figura. - 19 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en el diámetro ecuatorial (mm).	25
Figura. - 20 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en el espesor del pericarpio semana 40(mm).	25

INDICE DE CUADROS

Cuadro. - 1 Tratamientos aplicados en planta de pimiento.....	7
Cuadro. - 2 Principales plagas del pimiento.	17
Cuadro. - 3 Principales enfermedades del pimiento.	18
Cuadro. - 4 Cuadro con productos principales utilizados para plagas y enfermedades.	19

Resumen

El pimiento morrón, además de su sabor y su importancia en la gastronomía, es altamente consumido por su aporte nutricional, el fruto es rico en vitamina C, compuestos como β - caroteno y criptoxantina componentes antioxidantes, los bioestimulantes actúan como sustancias que mejoran el desarrollo de las plantas, el ácido húmico mejora el metabolismo, el cual les permite ser más resistentes a condiciones no favorables, el objetivo del presente proyecto de investigación consistió en evaluar la respuesta de dos variedades de pimiento (*Capsicum annum* L.) las cuales fueron “Silverstone” y “Cadadora”, con manejo de solución nutritiva inorgánica dentro de un invernadero ubicado en el municipio San Francisco del Rincón, Guanajuato, con un adicional de dos ácidos orgánicos húmicos y fúlvicos, los tratamientos por evaluar T1 variedad Silverstone 120 mL.L-1 de ácido húmico, T2 Silverstone S/T, T3 variedad Cadadora 120 + 120 mL.L-1 de ácido húmico más ácido fúlvico, T4 Cadadora S/T, las variantes medidas fueron, altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), diámetro polar (mm), diámetro ecuatorial (mm) y espesor del pericarpio (mm), el resultado del estudio estadístico indica diferencia entre tratamientos, siendo el T3 Cadadora 120 +120 mL.L-1 el de mejor resultado en el total de las variables que fueron cuantificadas, logrando frutos con cualidades para la venta al mercado internacional.

Palabras clave: Chile pimiento, Sustancias húmicas, Ácidos húmicos, Producción, Bioestimulantes

1. -Introducción.

El cultivo del chile dulce (*Capsicum annuum* L.), es considerado una de las hortalizas de mayor importancia a escala mundial, su demanda aumenta continuamente y con ella, su producción y comercialización; en cuanto el punto de vista alimenticio posee alto valor nutritivo, por contener minerales, vitaminas A, B y ser rico en vitamina C, el contenido más alto de todas las especies hortícolas (Olivet y Cobas, 2021), este cultivo es uno de los priorizados para el sistema en condiciones protegidas; sin embargo, diversos factores quebrantan contra la sostenibilidad del sistema, entre ellos, la escasez de agua y su calidad, los fertilizantes minerales y los plaguicidas (Cuellas y Alconada, 2018), México se posiciono en el primer puesto en la exportación de chile, participando en un 23.9% del total de ventas de este fruto a nivel global, logró su mayor participación en el total de exportaciones en el mundo (FAO,2020), el sistema de agricultura protegida como modelo en la horticultura ha evolucionado de manera importante y ha obtenido mayor extensión desde la década de los años noventa, con ello la inquietud que existe acerca de los cultivos obligados protegidos debido a que se utiliza de manera abundante los productos químicos que deterioran de cierta manera el ecosistema y causan daños irreversibles al suelo, por lo tanto, se plantean alternativas amigables con el ambiente para el manejo de los cultivos bajo este sistema productivo y que puedan contribuir tanto a la fortificación y protección de la plantas, con el objetivo de lograr rendimientos elevados por superficie (Socarrás et al., 2018), por consecuente es que se llega a la necesidad de encontrar diferentes maneras de fertilizar, mediante el uso de biofertilizantes y bioestimulantes que llegan a cambiar la producción de las cosechas, estos bioactivos logran disminuir de cierta manera el uso de fertilizantes sintéticos además de la tolerancia al estrés (Quintero.,2018), (Du Jordi.,2015), funda a los bioestimulantes como compuestos que derivan de extractos de plantas que contienen fitohormonas o microorganismos, estos son utilizados para incrementar el rendimiento, y otros factores como estrés hídrico.

2.- Objetivos.

2.1 Objetivo general.

Evaluar la incidencia del ácido húmico y fúlvico como bioestimulante en pimiento bajo invernadero con la finalidad de mejorar el crecimiento, calidad y producción en planta y fruto.

3.- Hipótesis.

El uso de ácido húmico y fúlvico como bioestimulantes en el cultivo de chile morrón bajo invernadero mejorará de manera significativa el desarrollo vegetativo, calidad del fruto y la producción total, en comparación con plantas no tratadas.

3.1 Hipótesis alternativa.

Al menos uno de los dos ácidos como bioestimulante en pimiento bajo invernadero mejorará de manera significativa el crecimiento vegetativo, la calidad del fruto y la producción total, en comparación con plantas no tratadas.

3.2 Hipótesis nula.

Con el uso de ácido húmico y fúlvico como bioestimulante en la producción de pimiento bajo invernadero no se obtendrá mejora en el crecimiento vegetativo, la calidad del fruto y la producción total, en comparación con plantas no tratadas.

4.- Revisión de literatura.

4.1.- Origen.

El pimiento es proveniente de Perú y Bolivia, donde después se distribuyó al resto de América, es perteneciente a la familia Solanaceae, al género *Capsicum* que agrupa distintas especies entre las cuales se encuentran como producidas: *C. annuum*, *C. pubescens*, *C. baccatum*, y *C. chinense*, *C. frutescens*. (Maroto, J. V. 1992), es una excelente fuente de nutrientes bioactivos como la vitamina C, carotenoides, los compuestos fenólicos y el potasio, que definen su calidad nutrimental y su capacidad antioxidante (Flores *et al.*, 2004), los carotenoides, en particular el licopeno, son potentes antioxidantes naturales reconocidos por su eficacia al prevenir de diferentes padecimientos cardiovasculares y tipos de cáncer (Byers y Perry, 1992), estos compuestos son eficaces neutralizadores de radicales libres y se consideran importantes para la prevenir la degeneración muscular por envejecimiento y cataratas (Howard *et al.*, 2000).

4.2.- Taxonomía.

Clasificación taxonómica del pimiento morrón (Gerhardt, 1975).

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Asteridae.

Orden: Solanaceas.

Familia: *Capsicum*.

Género: *Annuum*.

Nombre científico: *Capsicum annuum*.

4.3.- Importancia del pimienta en México.

Dicho cultivo es de suma importancia para el país, ya que origina una producción total de 618,604 ton con un valor aproximado de \$8,215,271.00, los estados de Sinaloa, Sonora, Jalisco y Guanajuato encabezan la producción y es importante mencionar que se consigna a la exportación principalmente a EUA, con un valor de participación del 87 % en el mercado. (FAO, 2020).

4.4.- Importancia del pimienta a nivel mundial.

El valor de la producción mundial de chile dulce para uso en fresco es de 31,418.5 millones de USD, de los cuales, 12,930.5 millones de USD corresponden a China. El valor de este en Europa es de 1,924.9 millones de USD, el de México de 1,511.54 millones de USD, en Turquía de 918.76 millones de USD y Países bajos con 579.95 millones de USD, por mencionar la importancia económica de algunos de los principales países productores, dentro del año 2020 se produjo a nivel mundial más de 36.000 millones de Kg, en un área que estima más de dos millones de hectáreas (FAOSTAT, 2021).

Figura. - 1 Superficie cultivada y producción de pimienta a nivel mundial en los principales países productores.

País	Superficie Cultivada (Ha)	Producción (millones de kilos)	Relación con el total mundial
China	734.961	16.650,85	46.08
México	157.911	2.818,44	7.80
Indonesia	314.772	2.772,59	7.67
Turquía	91.491	2.636,90	7.30
España	21.750	1.472,85	4.07

4.4.- Producción de pimienta.

La producción de chile morrón (*Capsicum annum L.*) está adquiriendo importancia comercial en varias zonas del mundo, entre ellas Israel, España, Centroamérica y el norte de África, donde el cultivo da inicio desde el otoño hasta la primavera en invernaderos y casas con cubierta de malla, dicha producción en estructuras

protectoras comúnmente produce más de 100 t·ha⁻¹ de frutos de alta calidad periódicamente (Hartz et al., 1993), el interés del consumidor a nivel mundial con respecto a la eficacia del fruto ha aumentado en la última década (Stefanelli et al., 2010), la calidad del fruto es un asunto complejo; también son consideradas las cualidades organolépticas, el contenido de minerales y vitaminas, entre otras características (Gruda, 2005), el avance de la tecnología en la forma de producción en invernadero incrementa el rendimiento por superficie, no obstante, para extender la producción se utilizan grandes cantidades de fertilizante y productos sintéticos, así que por falta de un proyecto de irrigación, originan un mal uso de agua como también se liberan en forma de nitratos y fosfatos a las aguas del subsuelo (Klock-Moore y Broschat., 2001).

4.5.- Bioestimulantes en Pimiento.

En la última década en la agricultura surge la necesidad de búsqueda de principios alternos para el uso y manejo de manera orgánica, por mencionar la aplicación de bioestimulantes como opción de producción que da respuesta a la remisión parcial o total de los efectos por consecuencia que llegan a presentarse en el sistema de producción de manera convencional, se basa en parte al uso de fertilizantes de origen sintético (Quintero, 2018), una alternativa con la que se puede disminuir el uso de sustancias químicas sin afectar la nutrición de la planta es optimizando la absorción de nutrientes de los cultivos mediante la bioestimulación, en la nutrición de las plantas (Halpern *et al.*, 2015) un bioestimulante es una sustancia que al aplicarse a la planta mejora su eficacia en cuanto absorción y aprovechamiento de nutrientes, como tolerancia al estrés biótico y abiótico con el fin de mejorar sus características de manera general, sin importar el contenido nutricional (Du Jardi P, 2015) provee incrementos de manera adicional en el rendimiento del cultivo, promueve desde la germinación hasta la producción, también se reduce el ciclo del cultivo, se potencia la acción del fertilizante, lo que facilita reducir entre 30 % y 50 % la dosis recomendada (Díaz Medina et al., 2016), estos productos, están relacionados con la nutrición, agua, composición del suelo, pH, metales pesados (Ferrer Viva M. *et.*, al 2015), con ayuda de los bioestimulación, las plantas reciben los nutrientes que logran reducir los impactos no estimados al medio ambiente, a la vez que aseguran que los agricultores obtengan un mayor resultado en

inversiones como también el cultivo obtiene una mayor calidad, mejor sabor, color, turgencia y absorción de nutrientes, (Ormeño MA, Ovalle A. 2007), el uso sustancias húmicas se destina a entregar dosis pequeñas de compuestos orgánicos activos para el funcionamiento vegetal que ahorra de cierta manera a las plantas, gastos de energía innecesarios, así se logran mejores brotes, área foliar, extensión del sistema radicular, así las plantas que reciben la aplicación de dichas sustancias producen un alto grosor en el fruto se mejora la cantidad, rendimiento, calidad de la cosecha, también se ha reportado que acelera el ciclo biológico realizando un buen manejo (Piguave., 2008).

4.6 Sustancias húmicas.

Existen variantes en formulación de bioestimulantes, entre estos se encuentran los aminoácidos, polipéptidos, polisacáridos y oligopéptidos, algunos son elaborados a base de algas, sin embargo, en ciertas formas de combinaciones y en algunas concentraciones de rangos y no con valores de precisión (Veobides, Guridi y Vázquez, 2018), se han observado mejores resultados en el cultivo cuando se utilizan sustancias húmicas que se obtienen de vermicompost y compost que con extractos húmicos a base de leonardita (Azcona et al., 2011), y mejores resultados con ácidos húmicos en comparación con ácidos fúlvicos (Lulakis y Petsas, 1995), los compuestos húmicos se integran por ácidos húmicos, fúlvicos y huminas, las sustancias húmicas son constituyentes de la materia orgánica, procedentes de la descomposición de seres vivos y sobrantes microbianos, como también de la acción metabólica de los microbios (Rouphael, Y.; Colla, G. 2018), se ha obtenido que las aplicaciones con sustancias húmicas promueven el desarrollo del sistema radicular de las plantas, (Canellas, LP, 2002), esto se ve reflejado con una mayor absorción de nutrientes y agua, y una alta tolerancia al estrés biótico y abiótico (Florida, 2015), no se entiende ampliamente cómo las sustancias húmicas afectan de manera fisiológica a las plantas, esto se debe a la complejidad de las moléculas de dichas sustancias como al amplio rango de respuestas de las plantas por causa de su aplicación, se ha dicho de una alta relación entre propiedades del medio y la actividad de las sustancias húmicas. (Canellas, LP; Dobbss, LB; Oliveira, AL., 2012).

5.- Materiales y métodos.

Se busca evaluar el comportamiento de dos variedades de pimiento, Silverstone y Cadalora bajo invernadero, en base a la bioestimulación con dos ácidos de origen orgánico húmico y fúlvico, con el fin de mejorar las variables de importancia ambiental y económica.

5.1.- Localización del experimento.

Se llevó a cabo en la Agrícola con nombre Agrotechnologia Solanum, Rancho “El Pitayo”, ubicada en la entidad de Guanajuato, en el municipio de San Francisco del Rincón, la ubicación del área es:

Longitud: al este 101° 40´ al oeste 101° 54´ de longitud oeste.

Latitud: al norte 21° 03´ al sur 20° 48´ de latitud norte.

El municipio se ubica a 1,750 m sobre el nivel del mar.

5.2.- Diseño experimental.

Este proyecto de investigación se llevó a cabo con cuatro tratamientos, cada uno con 15 unidades experimentales, y cuatro tratamientos a evaluar los cuales consistieron en:

Cuadro. - 1 Tratamientos aplicados en planta de pimiento.

Tratamiento	Variedad	Compuesto orgánico	Cantidad
T1	Silverstone	Ácido húmico	120ml ácido húmico
T2	Silverstone	Sin tratamiento	
T3	Cadalora	Ácido fúlvico + ácido húmico.	120ml- Ácido húmico + 120ml- Ácido fúlvico.
T4	Cadalora	Sin tratamiento	

Donde la variedad Silverstone y Cadalora son la materia biológica para evaluar, se describen como;

Variedad Silverstone: Fruto de color naranja intenso y uniforme, que se caracteriza por ser un fruto ligo, fino, con puntas definidas, es una planta vigorosa y de gran equilibrio vegetativo, con entre nudos medios a largos.

Variedad Cadalora: Es una planta bien equilibrada y de alta producción, con entre nudos cortos, con color rojo brillante uniforme y forma tipo blocky, fruto característico por su sabor dulce.

Donde el tratamiento 1 (T1) es la forma tradicional de producción (FTP) adicionado con 120 mL de ácido húmico, el tratamiento 2 (T2) solo la FTP, el tratamiento 3 (T3) FTP se mezclará con 120 mL de ácido húmico y 120 mL de ácido fúlvico, tratamiento T4 FTP; la aplicación extra del ácido húmico es parte del manejo que se lleva a cabo por parte de la empresa, por lo que dicha variable se tomara como dependiente al momento de la evaluación estadística.

El ácido húmico y fúlvico están compuestos por sustancias de origen orgánico, a base de leonardita mineral, ambos productos corresponden a la lista OMRI, ya que la producción en la empresa se encuentra bajo las normas de carácter orgánico y ningún producto fuera de la lista generada por COFEPRIS puede ser utilizado, bajo las normas de producción que se manejan.

Las variables por evaluar: altura de planta tomada en centímetros con cinta métrica, diámetro de tallo medido en milímetros con vernier, tamaño de fruto medido en milímetros, diámetro polar de fruto medido en milímetros, diámetro ecuatorial del fruto medido en milímetros, espesor del pericarpio medido en milímetros.

Con diseño estadístico utilizado será un completamente al azar, analizado en el software Minitan 23.

5.3.- Actividades del experimento.

La materia biológica obtenida ya en la plántula por parte de una empresa privada, es germinada en cubos con dimensiones de 10 x 10 x 10 del material inerte lana de roca, buscando favorecer la germinación y asimilación de nutrientes, los riegos realizados para mantener la humedad son a través de piquetas de riego, a través de estos se realiza la nutrición mineral de las plántulas, que son establecidas en bolis de plástico color negro por dentro y blanco por fuera que en su interior contienen de fibra de coco de 800 gramos en peso seco y peso húmedo de 4 kilos, con un total de 6 plantas por boli, este material es proveniente de una empresa americana.



Figura. - 2 Boli con sustrato fibra de coco.

Una vez que la planta es trasplantada y colocada conforme variedad, se desinfecta de manera previa la piqueta, utilizando un desinfectante llamado virtrap a base de monopersulfato potásico, la manera en la que se coloca la piqueta es con orientación hacia las manecillas del reloj, esto con el principio del flujo natural del agua, a la planta se le coloca un tutor de bambú previamente desinfectado, esto evita que el tallo se doble o quiebre.



Figura. - 3 Plántula con tutor de bambú.

Los riegos llevados a cabo dentro del invernadero se realizaron de manera automatizada por medio de piquetas y tubería de riego, los planes de nutrición se planifican desde el inicio del ciclo de acuerdo con la etapa fenológica del cultivo.

Agrícola Santo Domingo S.A. de C.V.		
Receta nutricional "PRECULTIVO (3) INV 1 Y 3"		
	FERTILIZANTES	CANTIDAD
TINA A	NITRATO DE CALCIO	350 Kg
	FeDTPa 11 % (hierro)	5 Kg
TINA B	SULFATO DE POTASIO	70 Kg
	MKP	40 Kg
	NITRATO DE POTASIO	80 Kg
	SULFATO DE MAGNESIO	100 Kg
	NITRATO DE MAGNESIO	40 Kg
	SULFATO DE MANGANESO	0.720 Kg
	QUELATO DE ZINC	0.720 Kg
	SULFATO DE COBRE	0.070 Kg
	BORO	1.1 Kg
	MOLIBDATO DE SODIO	0.054 Kg



Figura. - 4 Receta Nutricional y cabezal de riego.

Por parte del manejo de labores culturales se llevaron actividades como definición de tallo, que consiste en seleccionar dos tallos firmes y gruesos de 0.7 a 0.9 cm de acuerdo con lo dicho en las guías de producción y podar los tallos de menor grosor, dichos tallos seleccionados llevan por nombre orqueta, este sistema de manejo utilizado es llamado tipo “holandés”.



Figura. - 5 Definición de orqueta.

Se le denomina aclareo florar a la técnica que se utiliza para eliminar brotes débiles, exceso de frutos por entrenudo, con el fin de concentrar la energía de la planta en los frutos de mejor tamaño y sin deformaciones, mejorando el desarrollo en cosecha, por lo general se realiza después de la primera bifurcación.



Figura. - 6 Botones desechados por aclareo.

El tutorado consiste en proporcionar un medio de soporte a la planta para mantenerla erguida y guiar el crecimiento vertical, en este caso se utilizó rafia de color blanco, para la parte baja de la planta se utilizó un anillo de plástico como medio de amarre de esta manera se evita que las ramas caigan al suelo, como también facilitar la cosecha.



Figura. - 7 Colocación de anillo sujeto a la rafia.

Conforme el crecimiento de la planta, se realizó una actividad llamada enrede, la cual consiste en enredar la rafia sujeta al anillo, con dirección a las manecillas del reloj, dando una media vuelta por entrenudo, para así evitar asfixiar el tallo o causar un quiebre, se sugiere realizar dicha actividad de manera constante, aun mas si la planta se encuentra en estado vegetativo.



Figura. - 8 Enrede de sostén.

Dentro de las actividades culturales también está la poda, dicha actividad consistió en eliminar hojas innecesarias y dejar solamente las hojas de mayor tamaño, ya que estas actúan directamente como medio de protección en el exceso de radiación que podría dañar el fruto, se define el número que se dejan por entre nudo con relación a la estación del año que se encuentre, debido a la incidencia solar disponible.

Dentro de la semana 28-32 se estima inicie el pico de producción, donde el fruto cumple con características físicas adecuadas para ser económicamente rentable, las labores culturales que se llevan a cabo se realizan de manera continua hasta el final del ciclo, por mencionar que el raleo se le da un seguimiento más riguroso debido a que a partir de la semana 26 la planta puede generar frutos que no cumplen con los estándares, es necesario eliminar dichos frutos para poder generar a las siguientes semanas frutos adecuados para cosecha.



Figura. -9 Fruto bien desarrollado y fruto mal desarrollado.

Dentro del plan de seguimiento de labores culturales realizadas, se divide en dos lados, lado “A” y “B”, donde un día se recolecta fruto en lado A y al día posterior el lado B y así de manera continua, esto con la intención de llevar una producción constante, como también dejar que la planta desarrolle de mejor manera el fruto.



Figura. - 10 Cosecha lado A y cosecha lado B.

Para la recolección de datos en cuanto altura de planta se basó en medir la planta con una cinta métrica de 5 m de longitud, se seleccionó el miércoles para realizar la medición semanalmente desde la semana 1 a partir del trasplante, marcando en la semana uno el crecimiento con cinta de papel y una marca de marcador, colocada en la rafia, y se iba registrando el crecimiento de la planta en centímetros.



Figura. - 11 Medición altura de planta.

Para conocer el diámetro del tallo se utilizó un vernier, realizando la medición como se muestra en la (figura 12), la medición se registraba semanalmente, y así conocer el tamaño en aumento del diámetro, la unidad de medida utilizada fueron milímetros.



Figura. - 12 Medición diámetro de tallo.

Posterior a la cosecha se seleccionaron al azar entre las capillas en las cuales fue aplicado el tratamiento y en las que se trabajó de manera tradicional algunas cajas de pimiento de las dos diferentes variedades las cuales fueron Silverstone y Cadalora. Se recolectaron datos de tamaño del fruto en diámetro polar como ecuatorial, el diámetro ecuatorial fue medido posicionando el vernier previamente desinfectado de manera vertical, en el cual las puntas del vernier debían tocar la parte superior e inferior del fruto para que la medida en milímetros fuera tomada de la manera más precisa posible.



Figura. - 13 Medición diámetro polar variedad Cadalora y Silverstone.

De igual manera, se recolecto el diámetro ecuatorial utilizando el vernier electrónico, posicionándolo de manera horizontal y procurando que sus puntas toquen por completo las paredes del fruto, para así obtener las medidas de la manera más acertada posible.



Figura. - 14 Medición diámetro ecuatorial variedad Cadalora y Silverstone.

Para obtener la medida en cuanto al espesor del pericarpio, se llevó la misma practica que con los diámetros, en este caso se dividió por la mitad cada pimiento que contenía la caja, para así obtener la medida del grosor con ayuda del vernier.



Figura. - 15 Medición espesor del pericarpio.

5.4 Plagas y enfermedades presentes en el cultivo.

Se muestran alguna las principales plagas y enfermedades que se hicieron presentes, las cuales no mostraron incidencia en la investigación, sin embargo, es importante mencionar que estuvieron presentes en el cultivo al momento de la semana de cosecha, se presentan en el cuadro a continuación, en el cual también se explica el daño que podría presentarse en el cultivo. Cuadro 3 (Fabio, D., Lozoya-Gloria, A., & Santos-Olivera, D. (s/f).)

Cuadro. - 2 Principales plagas del pimiento.

Nombre común	Nombre científico	Daños en la planta
Pulgón	(<i>Aphis spp.</i>)	Estos insectos se alimentan de la savia de las plantas, causando que estas se enrollen y se vuelvan amarillas. Además, producen una melaza que atrae a hongos, y estos pueden producir patologías como la fumagina.
Mosca Blanca	(<i>Bemisia tabaco spp.</i>)	La mosca blanca en el pimiento causa daños al succionar la savia, lo que provoca el debilitamiento de la planta, amarillamiento y retraso en el crecimiento. El mayor peligro de esta mosca es su capacidad para transmitir una gran cantidad de virus.
Araña Roja	(<i>Tetranychus urticae</i>)	Esta plaga del pimiento puede detectarse por el moteado que produce en sus hojas, junto a una decoloración. Estas plagas pueden terminar por completo con nuestro cultivo, por lo que debemos aplicar acaricidas para mermar la población de estos insectos.
Trips	(<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Son insectos alargados de color marrón y al igual que los pulgones se alimentan de la savia de la planta para debilitarla. Pueden llegar a transmitir el Virus TSWV (el bronceado del tomate) que forma manchas circulares que acaban destruyendo el tejido de hojas, flores y frutos.
Picudo del chile	(<i>Anthonomus eugenii</i>)	Se alimentan de botones florales y frutos inmaduros, debilitando la planta y reduciendo la

		producción. Pueden llegar a causar una merma en la producción de entre el 30% y el 90 % o incluso pérdidas totales.
Gusano del fruto	<i>(Heliothis gelotopoeon)</i>	Actúan como cogollero y defoliador. Las larvas prefieren frutos verdes disminuyendo considerablemente la producción.

Cuadro. - 3 Principales enfermedades del pimiento. (Fabio, D., Lozoya-Gloria, A., & Santos-Olivera, D. (s/f).)

Nombre común	Nombre científico	Daños en la planta
Tizón temprano	<i>(Alternaria solani)</i>	El tizón temprano es causado por un hongo que produce manchas circulares marrones con anillos concéntricos en las hojas, tallos y frutos. Estas manchas pueden provocar defoliación prematura y reducir la fotosíntesis, afectando gravemente la producción.
Fusarium	<i>(Fusarium oxysporum)</i>	Es una de las enfermedades del chile pimiento que provoca el marchitamiento de las plantas debido a la obstrucción de los vasos del xilema. Los síntomas incluyen el amarillamiento y marchitamiento de las hojas, especialmente en un solo lado de la planta, y la decoloración de los vasos en el tallo.
Oídio	<i>(Oidium spp.)</i>	Causado por <i>Leveillula taurica</i> en chile pimiento, es una enfermedad fúngica que se manifiesta como manchas amarillas en las hojas, que con el tiempo se cubren con un polvo blanco o grisáceo. Esta enfermedad puede reducir significativamente la capacidad fotosintética de la planta.
Marchitamiento Bacteriano	<i>(Ralstonia solanacearum).</i>	Esta enfermedad provoca un marchitamiento súbito de las plantas sin amarillamiento previo. Al cortar el tallo, se observa una decoloración marrón y la salida de un exudado bacteriano.
Virus del mosaico del tabaco	<i>(Tobamovirus tabaco).</i>	Puede infectar al chile pimiento, provocando mosaicos de color

		verde claro y oscuro en las hojas, distorsión del crecimiento y reducción en la calidad de los frutos.
Antracnosis	(<i>Colletotrichum spp.</i>)	Afecta a los frutos, hojas y tallos del chile pimiento, causando manchas hundidas de color marrón oscuro a negro con bordes definidos. Las condiciones de alta humedad y temperaturas cálidas favorecen el desarrollo de este patógeno.

El manejo que se realizó para dichas plagas y enfermedades fue en base a los productos que se presentan en el (Cuadro 5.) los cuales tienen que estar dentro de la lista permitida por COFEPRIS.

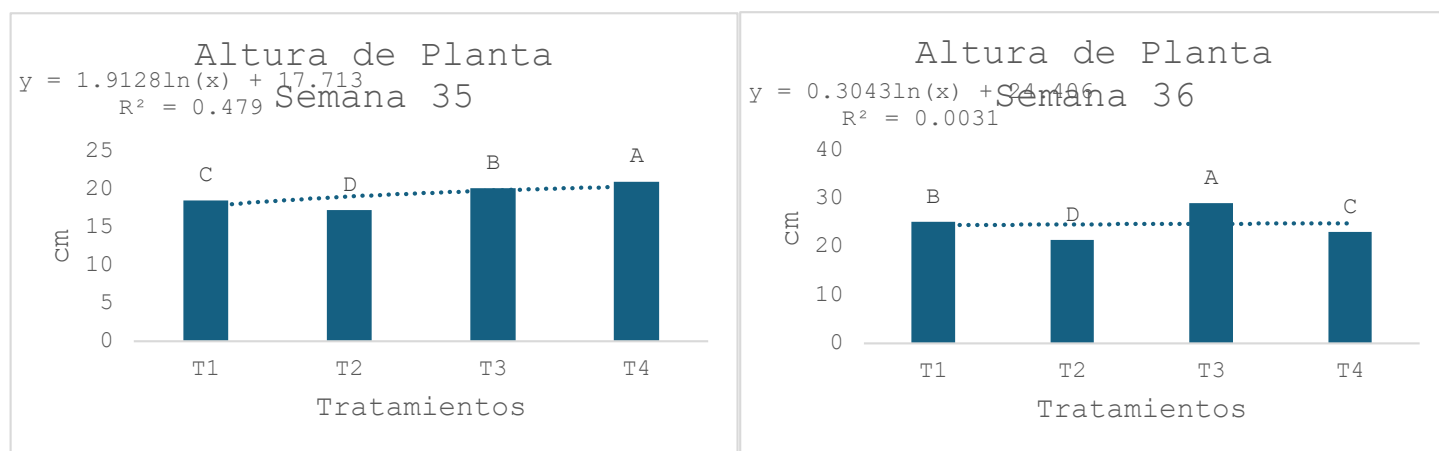
Cuadro. - 4 Cuadro con productos principales utilizados para plagas y enfermedades.

Producto		Ingrediente activo y función.
Beleaf	Pulgón (<i>Aphis spp.</i>)	Formulado a base de Flonicamid, ingrediente activo de diferente clase química que cuenta con un mecanismo de acción y que combina la baja toxicidad a mamíferos, insectos benéficos y polinizadores, con un excelente efecto antialimentario contra pulgones.
Cryolita	Picudo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i>).	Es un insecticida mineral, con un modo de acción único debido a que es un insecticida estomacal, el cual debe ser ingerido para ser efectivo. Está compuesto por Aluminio fluoruro de sodio que posee un amplio espectro sobre insectos masticadores,
Actara	Picudo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i>).	Es un insecticida del grupo químico Neonicotinoide, que actúa en el sistema nervioso de los insectos, tiene acción sistémica y de contacto, es absorbido y distribuido por el follaje y las raíces y traslocado en toda la planta, lo que permite controlar a los insectos cuando succionan la savia.
Accem	Fungus (<i>Bradysia impatiens</i>).	Es un producto de origen natural elaborado a base de extracto oleoso de neem, potencializado con aceite esencial de canela.

		Tiene acción de contacto, efecto repelente y antialimentario. Es fuertemente irritante contra ácaros e insectos de cuerpo blando..
Score	<i>Cenicilla (Leveillula taurica.)</i>	Es un fungicida a base de Difeconazole actúa como sistémico que penetra en el tejido de la hoja y que genera una distribución durable y uniforme en las hojas tratadas

6.- Resultados y discusión.

Los resultados se obtuvieron de la semana 35 a la semana 40, ya que la aplicación de los tratamientos se realizó dentro de dichas semanas, en este lapso de semanas las variantes analizadas son, altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), se tomó como referencia el punto máximo de crecimiento en la planta, el cual fue marcado semana a semana para tomar la referencia en cuanto a crecimiento, en la semana 40 se evaluaron los diámetros polar y ecuatorial del fruto, como también espesor del pericarpio, no se utilizó el acumulado ya que por norma de la empresa todas las mediciones son por semana, esto nos genera una visión más alta del efecto que el tratamiento tuvo en la variable.



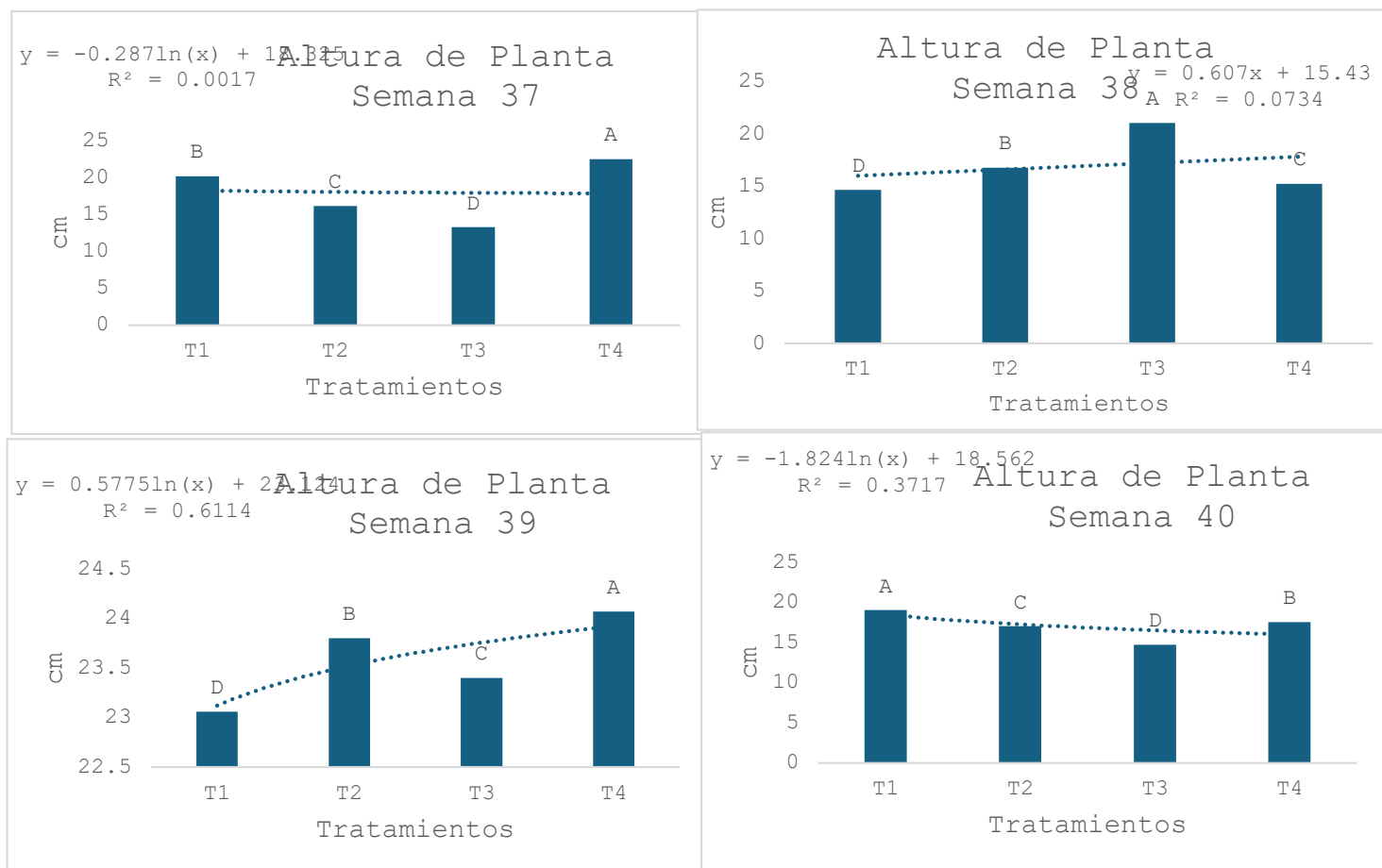
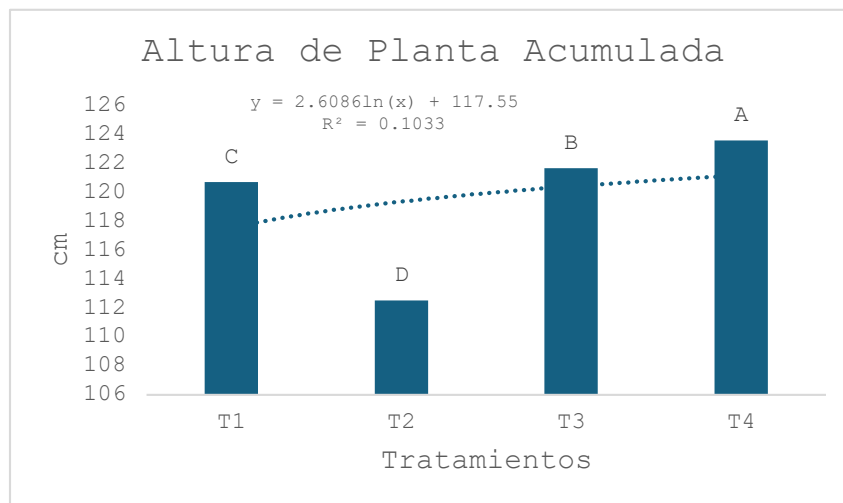
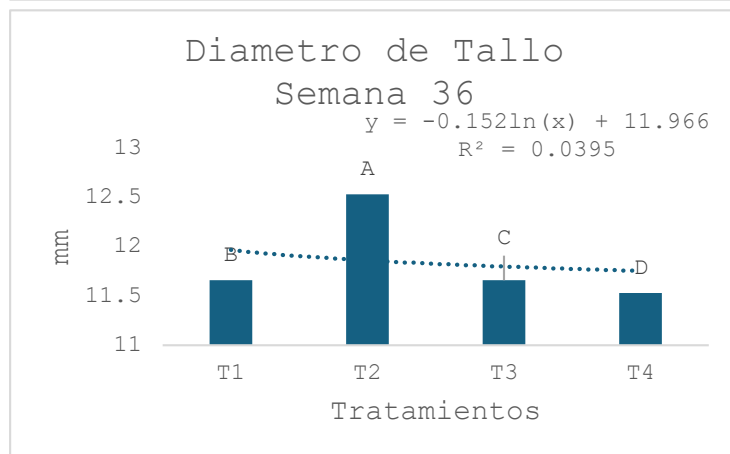
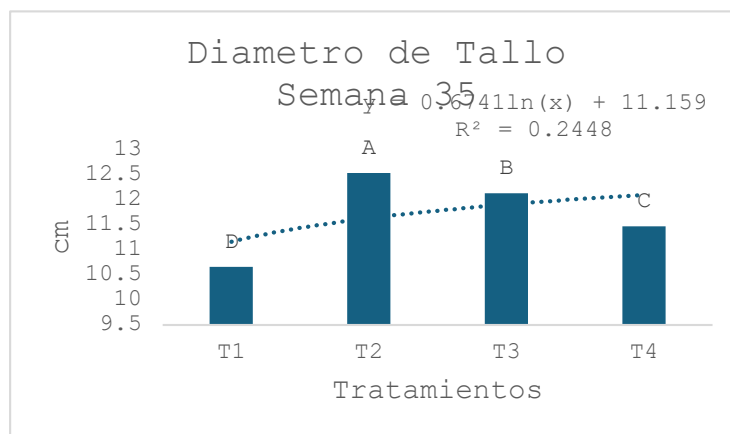


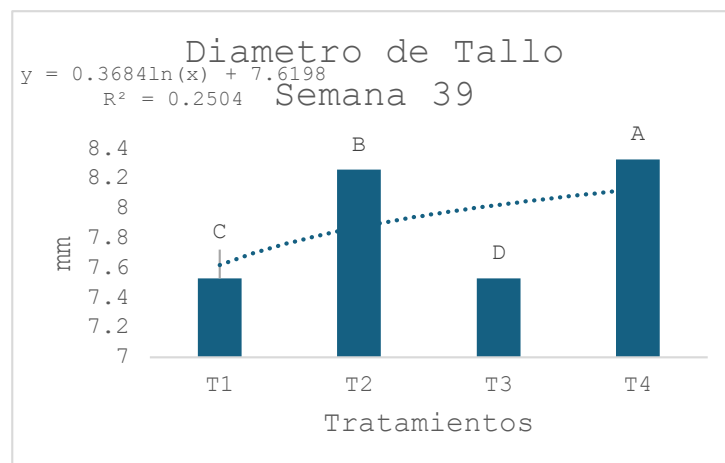
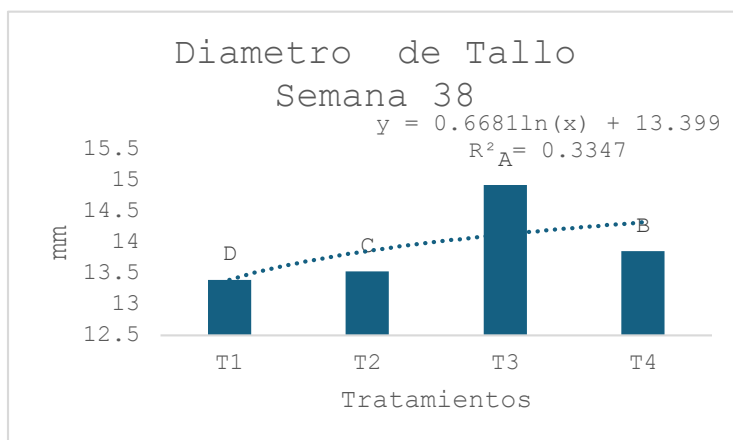
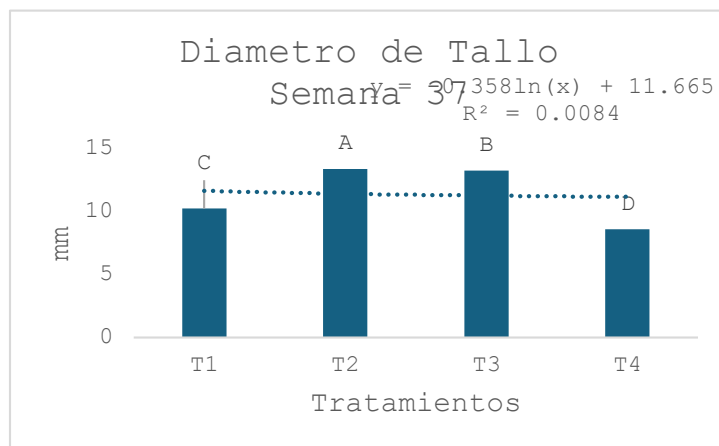
Figura. - 16 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en altura de planta (cm) semana 35 a 40.

En la gráfica 1 se conoce la incidencia de los tratamientos en la variable altura de planta, dentro de las semanas 35 y 36 se muestra que el tratamiento superior fue el T3 (Variedad Cadalora con compuestos húmicos), en la semana 37 el T4 (Variedad Cadalora sin compuestos húmicos), en la semana 38 T3 (Variedad Cadalora con compuestos húmicos) y en la semana 39 T4 (Variedad Cadalora sin compuestos húmicos) por último en la semana 40 el T1 (Variedad Silverstone con compuestos húmicos) fue el de mayor porcentaje.



En los resultados de la comparativa de altura de planta acumulada se muestra que T4 fue superior a T3 seguido de T1 que mostro notable diferencia en cuanto T2, demostrando que en la variedad Cadalora la respuesta en cuanto a la aplicación no mostro diferencia, a comparación de la variedad Silverstone.





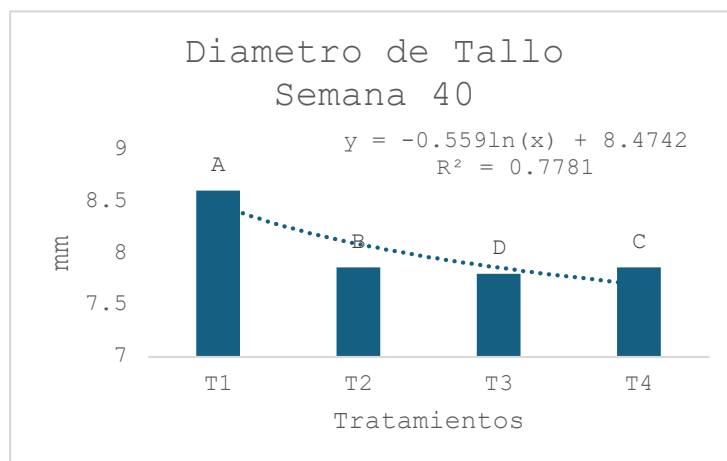


Figura. - 17 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en el diámetro de tallo (mm) semana 35 a 40.

En las gráficas de diámetro de tallo el porcentaje superior fue SDTs (T2 Silverstone sin compuestos húmicos), seguido de CDT (T3 Cadalora con compuestos húmicos), por último, SDT y CDTs (T1 Silverstone con compuestos húmicos y T4 Cadalora sin compuestos húmicos).

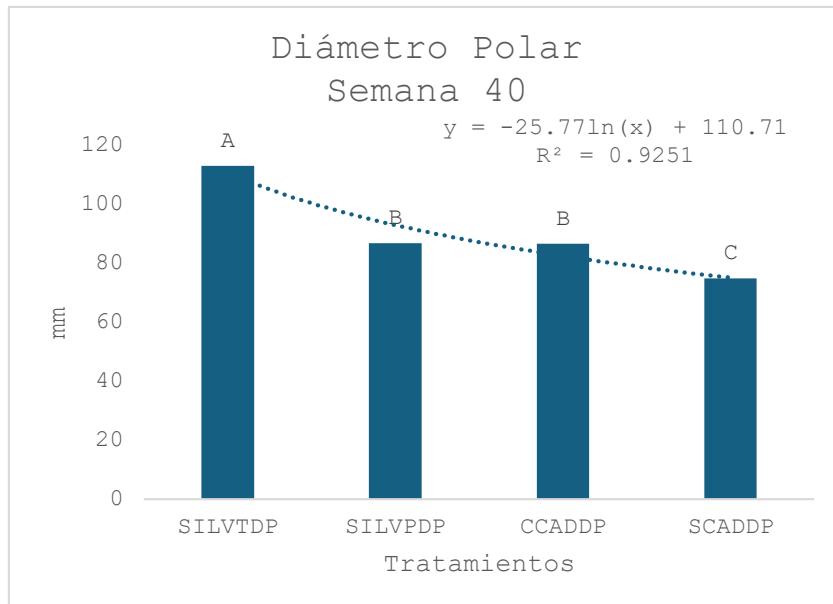


Figura. - 18 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en el diámetro polar (mm).

En la gráfica se observan las variables con respecto al diámetro polar, se obtuvo que el tratamiento T1 (Silverstone con compuestos húmicos), resultó superior con

un 50.95% más que T4 (Cadalora sin compuestos húmicos), seguido de T2 (Silverstone sin compuestos húmicos) con 16.03% y T3 (Cadalora con compuestos húmicos), con 15.63%.

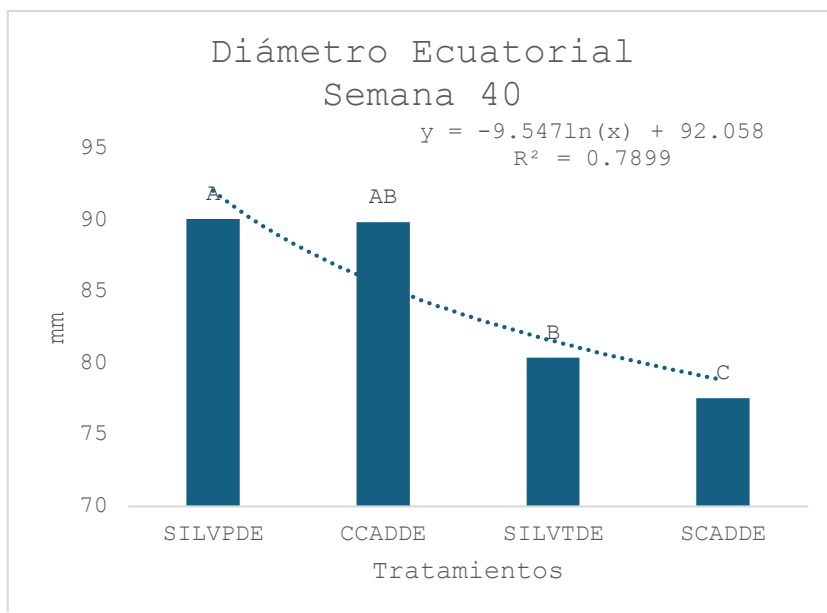


Figura. - 19 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en el diámetro ecuatorial (mm).

En el gráfico de variables respecto al diámetro ecuatorial, se observa que el tratamiento T2 (Silverstone sin compuestos húmicos) resultó superior con un 16.16% más que T4 (Cadalora sin compuestos húmicos), seguido de T3 (Cadalora con compuestos húmicos) con un 15.84% y T1 (Silverstone con compuestos húmicos) con 3.63%.

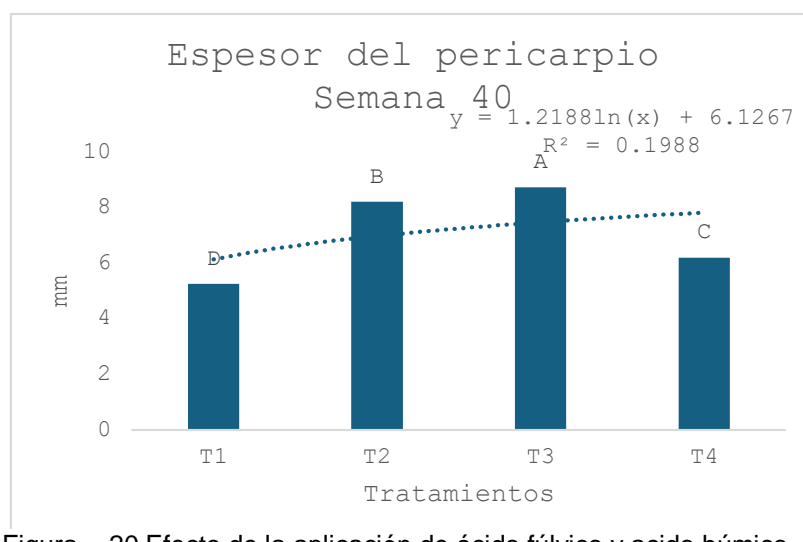


Figura. - 20 Efecto de la aplicación de ácido fúlvico y ácido húmico en el espesor del pericarpio semana 40 (mm).

En la gráfica de la variable espesor del pericarpio, el tratamiento superior fue T3 (Cadallora con compuestos húmicos) con un 66.28 más que T1 (Silverstone con compuestos húmicos), seguido del tratamiento T2 (Silverstone sin compuestos húmicos) con un 56.1% y T4 (Cadallora sin compuestos húmicos) con un 18.09% respectivamente.

El ciclo dura cuatro meses, si la fruta se recolecta con el color final, después del trasplante de las plántulas de 60 días de desarrollo y tres meses si se corta en verde (Reséndiz *et al.*, 2010), esto demuestra que en un ambiente con optimas condiciones, como dentro de un invernadero con buena estructura y bien equipado, se podrían lograr tres o cuatro ciclos por año, considerando una rentabilidad por ciclo de (6.4 kg m⁻²), parecido al rendimiento en invernaderos de alta tecnología que utilizan ciclos largos (Paschold y Zengerle, 2000) (Jovicich *et al.*, 2004), dichos sistemas de ciclo corto pueden admitir la producción en regiones que presenten clima extremo la mayor parte del año, ya que se puede disponer de un ciclo de cultivo que se adecue con la época del año con condiciones climáticas más favorable, con el uso de ácidos húmicos se busca evitar el gasto en cuanto a calefacción o enfriamiento de los invernaderos, disminuiría el costo de producción, se obtendrían frutos más inocuos sin presencia de enfermedades y reduciría el manejo de productos químicos aplicados, la producción y rendimiento en invernadero es 80 t ha⁻¹ sembrando de 9 a 10 plantas x m⁻² (Maroto, 1989), en Europa la producción con 44 híbridos fue aproximadamente 41.5 t ha⁻¹ cuando se cortó en verde, y 36.3 t ha⁻¹ cuando se recolecto en estado maduro, el corte en verde suscita y estimula la floración así como el amarre de frutos, también cuando éstos se cosechan completamente maduros, se favorece la senescencia de hojas, aminorando su actividad (Miccolis *et al.*, 1999), la planta puede adaptarse a una extensa diversidad de suelos que contengan buen drenaje, ya que esta planta es susceptible a estrangulación del sistema radicular, debido a esto un suelo con superficie elevada, aireado, con buen drenado y alto en materia orgánica obtiene mejores propiedades para un buen desarrollo general (Valdés, 2011), al emplear sustancias orgánicas en la agricultura se obtienen diversos beneficios directos e indirectos en las plantas, los indirectos se basan en que las sustancias húmicas que

se encuentran en el subsuelo y se aplican a las superficies agrícolas, mejoran la fertilidad del suelo, esto incrementa de alguna manera la actividad microbiana, los nutrimentos disponibles, también se modifican de manera favorable los caracteres físicos y químicos del suelo (Veobides *et al.*, 2018).

7.- Conclusiones.

Se observó que en el comportamiento de las plantas los tratamientos presentan una influencia discontinua en la semana 35 a 40, debido a que las variables superiores donde no fueron aplicados los compuestos orgánicos; en altura de planta el tratamiento T3 Cadalora con compuestos húmicos fue superior, en la variable diámetro de tallo el T2 Silverstone sin compuestos orgánicos mostro un comportamiento inadecuado, lo que denota que los compuestos orgánicos no son efectivos en cierta etapa fenológica de la planta.

En las variables de calidad, diámetro polar, ecuatorial y espesor del pericarpio en la semana 40, el tratamiento T1 Silverstone con compuestos húmicos, en cuanto a diámetro ecuatorial y polar resulto sobresaliente, en la variable espesor del pericarpio y diámetro ecuatorial, el tratamiento T3 resulto superior, los tratamientos T1 y T3 mostraron similitud ya que se mantuvieron constantes en las tres variables.

Los resultados muestran que el uso de dos ácidos orgánicos, húmicos y fúlvicos pueden ser utilizados como un método favorable para la mejora en calidad del cultivo en chile pimiento.

8.- Bibliografía.

- 1.** Cuellas, M. y Aleonada, M.M. (2018). *La nutrición del cultivo de pimiento protegido con prácticas de drenaje*. Revista de la Facultad de Agronomía, 117(1), 117-125.
- 2.** Du Jardin, P. (2015). *Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation*. Scientia Horticulturae, 196, 3-14.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- 3.** Fabio, D., Lozoya-Gloria, A., & Santos-Olivera, D. (s/f). *Producción y manejo de cultivo*. Aecid.es.
- 4.** FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2020). *Estadísticas de países productores y comercializadores de productos agrícolas*. FAOSTAT. Informe Estadístico.
- 5.** Flores, P., Navarro, J.M., Garrido, C., Ribio, J.S., & Martínez, V. (2004). *Influencia de la fertilización con Ca^{2+} , K^{+} y NO_3^{-} en la calidad nutricional del pimiento*. J. Sci. Food Agr., 84, 569–574.
- 6.** Gruda, N. (2005). *Impacto de los factores ambientales en la calidad de los productos hortícolas de invernadero para consumo fresco*. Crit. Rev. Plant Sci., 24, 227–247.
- 7.** Halpern, M.; Bar-Tal, A.; Ofek, M.; Minz, D.; Muller, T.; & Yermiyahu, U. (2015). *The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake*. In D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy*, Vol. 129, Elsevier Inc., Netherlands, 141–174.
- 8.** Hartz, T.K., Lestrangle, M., & May, D.M. (1993). *Necesidades de nitrógeno del pimiento regado por goteo*. HortScience, 28, 1097–1099.
- 9.** Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H., & Villalon, B. (2000). *Cambios en la actividad fitoquímica y antioxidante de cultivares de pimiento seleccionados según la influencia de la madurez*. J. Agr. Food Chem., 48, 1713–1720.
- 10.** Klock-Moore, K. A., & Broschat, T. K. (2001). *Effect of four growing substrates on growth of ornamental plants in two irrigation systems*. HortTechnology, 11(3), 456–460.
- 11.** Libro "El Rincón de mis Recuerdos". Autores: Ing. J. Jesús Verdín y Prof. Jesús Zamor.
- 12.** Maroto, B. J. V. (1989). *Horticultura. Herbácea Especial*. Ed. MundiPrensa. Madrid. 566 p.

- 13.** Maroto, J. V. (1992). *Horticultura Herbácea Especial*. 3° edición. Editorial Mundi-Prensa. España.
- 14.** Miccolis, V., Candido, V., & Marano, V. (1999). *Influence of harvest time on yield of some sweet pepper cultivars grown in greenhouses*. Acta Hort., 491, 205–208.
- 15.** Olivet, Y.E. y Cobas, D. (2021). *Influencia de diferentes marcos de siembra en el desarrollo del pimiento (Capsicum annuum L.) híbrido ‘Carleza’ bajo cultivo protegido*. Cultivos Tropicales, 42(3), e15.
- 16.** PASCHOLD, P. J., & ZENGERLE, K. H. (2000). *Sweet pepper production in a closed system in mound culture with special consideration to irrigation scheduling*. Acta Horticulturae, 554, 329–333.
- 17.** Quintero, E., Calero, A., Pérez, Y., & Enríquez, L. (2018). *Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común*. Centro Agrícola, 45(3), 73–80.
- 18.** Reséndiz, M. R. C., Moreno, E. del C., Sánchez, F. del C., Rodríguez, J. E. P., & Peña, A. L. (2010). *Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población*. Rev. Chapingo Ser. Hortic., 16, 223–229.
- 19.** Socarrás, Y., Terry, E., Sánchez Iznaga, A.L., & Díaz Peña, M. (2018). *Mejoras tecnológicas para las producciones más limpias de tomate (Solanum lycopersicum L.) en tecnología de cultivo protegido*. Agroecosistemas, 6(1), 54–61.
- 20.** Stefanelli, D., Goodwin, I., & Jones, R. (2010). *Uso mínimo de nitrógeno y agua en horticultura: Efecto sobre la calidad y el contenido de nutrientes seleccionados*. Food Res. Intl., 43, 1833–1843.
- 21.** Veobides, H., Guridi, F., & Vázquez, V. (2018). *Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental*. Cultivos Tropicales, 39, 102–109.
- 22.** <https://blog.cambiagro.com/chile-pimiento/enfermedades-del-chile-pimiento/enfermedades-del-chile-pimiento/>.