

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**Fertilización orgánico-mineral con fulvato de potasio y humato de
zinc en zanahoria (*Daucus Carota*)**

POR

NITZIA PAOLA CHAIREZ CASTILLO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

TORREON, COAHUILA

DICIEMBRE 2022

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

Fertilización orgánico mineral con fulvato de potasio y humato de zinc en zanahoria
(*Daucus Carota*)

Por:

NITZIA PAOLA CHAIREZ CASTILLO

TESIS

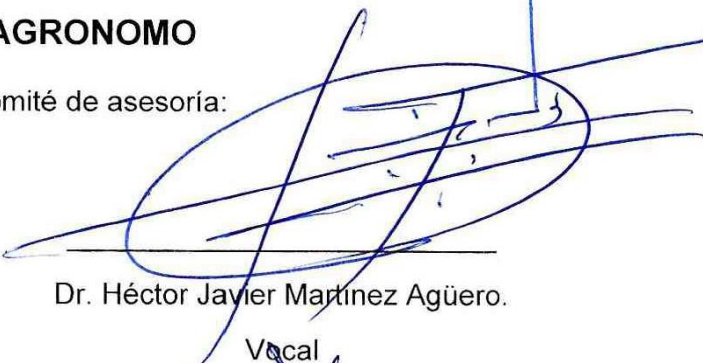
Que se somete a la consideración de H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO

Aprobada por el comité de asesoría:



Dr. Rubén López Salazar.
Presidente



Dr. Héctor Javier Martínez Agüero.
Vocal



M. C. Francisca Sánchez Bernal.
Vocal



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza.
Vocal suplente



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza

Coordinador de la división de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONOMICAS**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

Fertilización orgánico mineral con fulvato de potasio y humato de zinc en zanahoria
(*Daucus Carota*)

Por:

NITZIA PAOLA CHAIREZ CASTILLO

TESIS

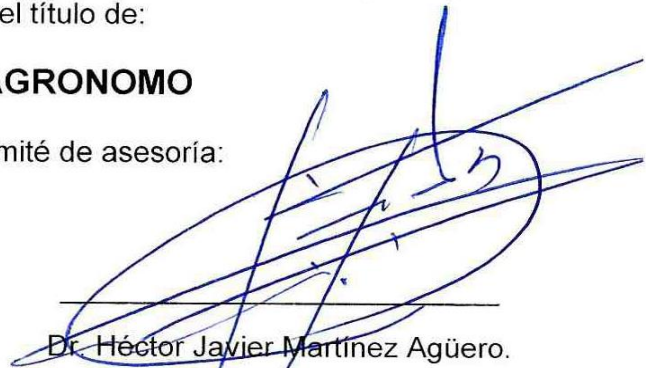
Que se somete a la consideración de H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO

Aprobada por el comité de asesoría:



Dr. Rubén López Salazar.
Asesor principal



Dr. Héctor Javier Martínez Agüero.
Asesor



M. C. Francisca Sánchez Bernal.
Asesor



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza.
Asesor suplente
Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza
Coordinador de la división de Carreras Agronómicas
Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2022



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

AGRADECIMIENTOS

A Dios

por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con mis metas.

A mis papás; Meztli Y. Castillo Soto y José N. Cháirez De la fuente

Que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

A mis abuelos; José De la Paz Castillo Gloria (†), y María Teresa Soto Perea

Por ser parte fundamental en mi crianza, por guiarme y apoyarme en mi camino.

A mis hermanas; Sara, Mayte, Jessica

Por estar siempre presentes acompañándome, por el apoyo moral que me han brindaron y las experiencias adquiridas a lo largo de mi vida y por todo el cariño que me dan.

A Darío Sánchez Moreno;

En el camino encuentras personas que iluminan tu vida y se vuelven importantes para concluir una meta, eres parte fundamental en ella pues haz estado conmigo haciendo mancuerna con amor, apoyo, consejos y experiencias.

A mi familia;

Porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y me acompañan en mis metas.

A mis compañeros, amigos

Que he conocido a lo largo de mi vida por compartir sus conocimientos y experiencias que suman en mí.

A mi alma mater;

Por abrirme las puertas para poder concluir esta meta en mi vida, por las experiencias adquiridas a lo largo de mi preparación, y por las personas que conocí.

A mi asesor, Dr. Rubén López Salazar;

Por su orientación y atención a mis consultas, por sus conocimientos para la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

A mi mamá; Meztli Y. Castillo Soto

Porque con tu ejemplo me enseñas a tener fortaleza para lograr lo que me proponga así se presenten adversidades en el camino. Te dedico con mucho cariño este trabajo el cual representa el termino de una de nuestras metas. Gracias por apoyarme incondicionalmente por que, mediante tu paciencia, tus valores y consejos ayudas a trazar mi camino, eres mi inspiración y mi respaldo por nuestra historia; nuestra unión. Eres mi roble.

A mi papá; José Natividad Chairez De la fuente

Por enseñarme a tener fortaleza ante las situaciones que se presenten en la vida, por las experiencias vividas, tus cuidados, por impulsarme a siempre ser mejor y por tu cariño.

A mis segundos papás que desde bebe han cuidado de mí y me han guiado, mis abuelos;

Mayte Soto Perea, mi segunda mamá que desde bebé haz cuidado de mí, me has mimado y me has guiado con tus consejos y regaños.

En memoria de mi abuelo José De La paz Castillo Gloria (†)

Quien fue un padre para mí, me encamino con su amor, experiencias y consejos pues sus canas eran sinónimo de sabiduría. Por hacer siempre que diera lo mejor de mi haciendo las cosas bien, a ser firme, afrontar ser como soy, a llorar, reír, ganar, perder, viajar, disfrutar y seguir hasta el final a mi manera.

A mis hermanas;

Porque por mucho tiempo las soñé, siempre estaré para poder guiarlas en su camino. Deseo de corazón que en su futuro no encuentren limite y logren sus metas siendo muy felices, aquí estaré siempre.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
INDICE	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE GRAFICAS	vi
RESUMEN	vii
I INTRODUCCION	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2 OBJETIVO ESPECIFICO	2
1.3 HIPOTESIS	2
II REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Importancia de la zanahoria mundial	3
2.2 Importancia económica de la zanahoria en México	4
2.3 Importancia sobre el uso de la hoja de la zanahoria	6
2.4 Importancia de biomasa de la zanahoria	7
2.5 Uso del Potasio en la biomasa de la zanahoria	9
2.6 Uso del Ácido fúlvico como bioestimulante	11
2.7 Propiedades Fisicoquímicas de los Ácidos Fúlvicos	13
2.8 Acido fúlvico mezclado con Potasio	16
2.9 Fertilización orgánico mineral	17
2.10 Uso del zinc en la biomasa de la zanahoria	21
2.11 Uso del Ácido húmico como bioestimulante	22
2.12 Acido húmico mezclado con zinc	24
2.13 Propiedades Fisicoquímicas de los Ácidos Húmicos	24
Materiales y métodos	27
3.1 Ubicación del experimento	27
3.2 Diseño experimental	27
3.3 Metodología	28
RESULTADOS Y DISCUSION	30
V. CONCLUSIONES	43
VI. Bibliografía	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de Zanahoria por países en 2014.	3
Cuadro 2. Producción nacional de zanahoria por entidad en 2015.....	5
Cuadro 3. Datos obtenidos en el análisis de hojas de zanahoria (<i>Daucus Carota</i>).....	30
Cuadro 4. Resultados en hojas de zanahoria con potasio por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	31
Cuadro 5. Datos obtenidos en el análisis de hojas de zanahoria (<i>Daucus Carota</i>).....	31
Cuadro 6. Resultados en hojas de zanahoria con potasio por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	32
Cuadro 7. Resultados de nitrógeno (N) en hojas de zanahoria con zic (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	33
Cuadro 8. Resultados de nitrógeno (N) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	33
Cuadro 9. Resultados de Fosforo (P) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).	34
Cuadro 10. Resultados de Fosforo(P) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	34
Cuadro 11. Resultados de Potasio (K) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	35
Cuadro 12. Resultados de Potasio (K) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	35
Cuadro 13. Resultados de Calcio (Ca) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	36
Cuadro 14. Resultados de Calcio (Ca) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	36
Cuadro 15. Resultados de Magnesio (Mg) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	37
Cuadro 16. Resultados de Magnesio (Mg) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	37
Cuadro 17. Resultados de Fierro (Fe) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	38
Cuadro 18. Resultados de Fierro (Fe) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	38

Cuadro 19. Resultados de Cobre (Cu) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	39
Cuadro 20. Resultados de Cobre (Cu) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	39
Cuadro 21. Resultados de Zinc (Zn) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	40
Cuadro 22. Resultados de Zinc (Zn) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	40
Cuadro 23. Resultados de Manganeso (Mn) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	41
Cuadro 24. Resultados de Manganeso (Mn) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	41
Cuadro 25. Orden de limitación de elementos por el método de Desviación Optimo Porcentual en muestras con Zinc (Zn).....	42
Cuadro 26. Orden de limitación de elementos por el método de Desviación Optimo Porcentual en muestras con Potasio(K).....	42

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Nitrógeno en hojas de zanahoria con Zinc.....	33
Grafica 2. Nitrógeno en hojas de zanahoria con Potasio.....	33
Grafica 3. Potasio en hojas de zanahoria con Zinc.....	34
Grafica 4. Fosforo en hojas de zanahoria con Potasio.....	34
Grafica 5. Potasio en hojas de zanahoria con Zinc.....	35
Grafica 6. Potasio en hojas de zanahoria con Potasio.....	35
Grafica 7. Calcio en hojas de zanahoria con Zinc.....	36
Grafica 8. Calcio en hojas de zanahoria con potasio.....	36
Grafica 9. Magnesio en hojas de zanahoria con Zinc.....	37
Grafica 10. Magnesio en hojas de zanahoria con Potasio.....	37
Grafica 11. Fierro en hojas de zanahoria con Zinc.....	38
Grafica 12. Fierro en hojas de zanahoria con Potasio.....	38
Grafica 13. Cobre en hojas de zanahoria con Zinc.....	39
Grafica 14. Cobre en hojas de zanahoria con Potasio.....	39
Grafica 15. Zinc en hojas de zanahoria con Zinc.....	40
Grafica 16. Zinc en hojas de zanahoria con Potasio.....	40
Grafica 17. Manganeso en hojas de zanahoria con Zinc.....	41
Grafica 18. Manganeso en hojas de zanahoria con Potasio.....	41

RESUMEN

La zanahoria (*Daucus carota L.*) es una de las hortalizas de mayor importancia y difusión en el mundo. Los consumidores la valorizan nutricionalmente por ser una excelente fuente de vitaminas y minerales. La calidad nutricional e higiénico-sanitaria de esta hortaliza depende de las prácticas agronómicas como la fertilización. El rendimiento y la calidad de las raíces en cultivos de zanahorias están muy influenciados tanto por las condiciones climáticas como por el manejo del cultivo, que determinan el ambiente y permiten, o no, la expresión del potencial genético de cada variedad en particular.

El presente trabajo se realizó en el área experimental de los invernaderos de horticultura en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. En este experimento se evaluó la semilla de zanahoria donde se evaluaron dos fertilizaciones orgánico mineral, una con fulvato de potasio y otra con humato de zinc. Se evaluaron 8 tratamientos; 4 a base de potasio y otros 4 a base de zinc en los cuales se aplicaron diferentes dosis a cada uno y un testigo sin tratamiento a la semilla. Evaluado mediante el método de Desviación Optimo Porcentual (DOP), para determinar la posición de los elementos en la hoja, organizando los resultados de mayor a menor concentración.

Palabras clave: Zinc, potasio, fertilización, fulvato, humato.

I. INTRODUCCION

El cultivo de la zanahoria experimenta un importante crecimiento en los últimos años tanto en superficies, como en producción, ya que se trata de una de las hortalizas de mayor con mayor demanda a nivel mundial. Asia es el mayor productor seguida por Europa y E.E.U.U, este cultivo que ha aumentado considerablemente su consumo se debe a su alto valor nutricional.

La zanahoria es un producto muy apetecido tanto por su alto contenido de betacaroteno, el precursor de la vitamina A, así como también ser una fuente de vitaminas y minerales. Sin embargo, con el aumento de la población mundial, la agricultura moderna enfrenta grandes problemas económicos y medio ambientales, provocados por el uso irracional de los recursos naturales y productos químicos. En ese sentido, el objetivo principal de la agricultura es el de satisfacer de alimentos y fibras a los seres humanos. Sin embargo, estas necesidades son mayores a medida que aumenta la población mundial, la cual se espera que para el año 2025 alcance de 6,5 a 8,5 mil millones de habitantes (FAO, 2015).

Los ácidos húmicos y fúlvicos comparten en gran medida los efectos en el suelo y en el vegetal, su estructura diferente y propiedades fisicoquímicas hacen que sean aún más eficaces que otras en diferentes funciones; se obtienen durante el proceso de humificación de la materia orgánica (Meléndez, 2003), sin embargo, pueden obtenerse también de materiales orgánicos fosilizados, como turbas y lignitos provenientes de minas de carbón (Rivero et al., 2004).

Las sustancias húmicas tienen profundos efectos físicos, químicos y biológicos sobre el suelo, con un efecto estimulante para el crecimiento de las plantas. Estas sustancias influyen en la movilidad de compuestos orgánicos no iónicos como pesticidas y contaminantes, removiéndolos de las soluciones acuosas. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de los ácidos húmicos sobre la morfometría de plantas de zanahoria, las cuales se sometieron a la aplicación de ácidos húmicos a 10 mg/L y un tratamiento control. El estudio se desarrolló en una estructura tipo invernadero con sombra del 40%. Se midió la longitud de la raíz, biomasa fresca de la raíz, longitud de las hojas, biomasa fresca de las hojas y diámetro superior. Los resultados mostraron que los ácidos húmicos aplicados favorecieron el desarrollo de las variables morfométricas en plantas de zanahoria con valores de largo de la raíz de 20 cm y biomasa de 102 g, significativamente superiores al tratamiento control. Se discute la respuesta entre las plantas de zanahoria y la aplicación de ácidos húmicos.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos sobre las plantas de zanahoria, evaluar el rendimiento en la zanahoria con diferentes dosis de fertilización foliar.

1.2 OBJETIVO ESPECIFICO

Medir el efecto que genera la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en el crecimiento vegetativo en semillas de zanahoria (*Daucus carota L.*).

1.3 HIPOTESIS

Es posible reducir el uso de fertilizantes químicos con fertilización orgánica foliar y obtener buenos rendimientos en la producción de zanahoria.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia de la zanahoria mundial

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura) 2014, este cultivo ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, tanto en superficie, como en producción, ya que se trata de una de las hortalizas más producidas en el mundo. Asia es el mayor productor seguida por Europa y las Américas. Tan solo, esas tres regiones producen el 93.9% de la producción mundial. La producción mundial total en toneladas de Zanahoria para ese año fue de 38, 835,235 en un área de 1, 368, 358 hectáreas. (Crispin, 2017) .

A continuación, una tabla de la producción de zanahorias por país.

Cuadro 1. Producción de Zanahoria por países en 2014.

Producción	
País	Toneladas
China Continental	17,311,975.00
Uzbekistán	1,791,540.00
Federación de Rusia	1,662,098.00
Estados Unidos de América	1,443,120.00
Ucrania	890,710.00
Polonia	822,602.00
Reino Unido	754,697.00
Japón	633,200.00
Alemania	609,353.00
Turquía	557,977.00

Fuente: FAOSTAT, 2014.

2.2 Importancia económica de la zanahoria en México

La producción total de Zanahoria en México fue de 331, 069 toneladas en una superficie de 12, 582 hectáreas (FAOSTAT, 2014).

En el 2015, de acuerdo con los datos oficiales del SIAP, la producción de Zanahoria en México fue de 318, 365.81 toneladas, con una superficie cosechada de 11, 657.42 hectáreas, donde Puebla (29.96%), Guanajuato (28.52%), Zacatecas (13.89%), Edo. de México (11.02%) y Querétaro (3.4%) contribuyeron con el 86.88% de la producción nacional durante este año.

A esto es importante agregar que es una de las verduras de mayor demanda comercial en nuestro país y el resto del mundo, a continuación, una tabla de producción de Zanahoria por Estado. (Crispin, 2017)

Cuadro 2. Producción nacional de zanahoria por entidad en 2015

Producción	
Estado	Toneladas
Puebla	78,701.94
Guanajuato	77,701.12
Zacatecas	45,035.24
Edo. México	38,706.52
Querétaro	25,468.90
Tlaxcala	12,484.50
Michoacán	8,551.20
Veracruz	6,936.00

Fuente: SIAP, 2015

La zanahoria (*Daucus Carota*) es una hortaliza perteneciente a la familia *Apiaceae*. Es una planta bianual que durante el primer año forma escasas hojas y raíces. La parte comestible de este vegetal es la raíz principal o tubérculo.

Crece en cualquier tipo de suelo sin requerir de muchos nutrientes; sin embargo, sus raíces no se desarrollan en terrenos rocosos o muy compactos.

Prefiere los climas templados, la temperatura mínima de crecimiento oscila entre 16 y 18 °C; soporta heladas ligeras. Los meses de mayor disponibilidad de zanahoria son de agosto a noviembre.

De acuerdo con cifras 2017, publicadas por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción nacional de zanahoria fue de 334,013 toneladas, obtenidas en una superficie cosechada de 11,504 hectáreas.

Los principales estados productores fueron Guanajuato, Puebla y Zacatecas, con 80.0, 73.0 y 64.7 mil toneladas, en ese orden. En conjunto, estas tres entidades aportaron 65.2% del volumen total nacional.

En el ciclo primavera-verano 2017 se obtuvo 60.8% de la producción del año agrícola, mientras que en el otoño-invierno 2016-17, el 39.2% restante. (Pesquera, 2018)

La producción de zanahoria en promedio es mayor en el ciclo primavera-verano con 62%, mientras que el 38% restante se genera en el otoño-invierno. Siete entidades federativas producen 67% de la producción nacional, entre las que destacan: Sinaloa con 19%, Jalisco 10%, Zacatecas 9% y México 8 por ciento. La zanahoria se produce todo el año, pero en los meses mayo, agosto septiembre y octubre se genera 46% de la producción nacional. (SAGARPA, 2015)

2.3 Importancia sobre el uso de la hoja de la zanahoria

Los rendimientos del cultivo de zanahoria son bastante variables y dependen mucho del destino del cultivo. Los cultivos para procesamiento tienen mayor rendimiento, pero también mayores poblaciones.

El contenido de materia seca es uno de los parámetros más importantes para la agroindustria, puesto que refleja en gran parte el rendimiento industrial esperado de la zanahoria cosechada. (Real, 2010)

Las raíces de zanahoria no tienen un estado de madurez definido comparado con otros cultivos donde los órganos muestran características específicas de maduración o de cosecha. La determinación del índice de cosecha apropiado en este cultivo varía de acuerdo al cultivar, el uso del producto (consumo fresco, deshidratado, jugo, conserva, o procesamiento de otro tipo), condiciones de mercado y otros factores. Por lo tanto, la mayoría de la zanahoria es cosechada antes de lograr su tamaño potencial, peso o rendimiento máximo comercial. (Mellado, Zanahoria , 2010)

En general, el retraso de la cosecha produce un incremento de tamaño y peso del producto, pero a expensas de la calidad. Zanahorias que sobrepasan el tamaño comercial, generalmente tienen un desarrollo de tejidos fibrosos. Un retraso en cosecha también trae como consecuencia la pérdida potencial de sabor y textura, pero además un incremento de aparición de enfermedades y floración.

2.4 Importancia de biomasa de la zanahoria

Harold Barrientos menciona que; El rendimiento de un cultivo viene dado por la capacidad de acumular biomasa como materia fresca y seca en los órganos que se destinan a la cosecha y un incremento proporcional de la biomasa destinada a estos órganos garantiza un incremento del rendimiento. De esta manera la distribución de materia seca entre los diferentes órganos de la planta tiene un papel fundamental en la producción de un cultivo. (Llanos, 2015)

Los asimilados o asimilatos (glúcidos, proteínas, lípidos y carbohidratos) producidos por la fotosíntesis en los órganos “fuente” (principalmente las hojas), pueden ser almacenados o distribuidos vía floema entre los diferentes órganos “sumideros” de una planta. Entonces para lograr un rápido crecimiento inicial de las plantas jóvenes, es importante incrementar substancialmente de la superficie foliar en esta fase, debido a que gran parte de la radiación solar incidente no es interceptada. Por lo tanto, en esta fase, una gran parte de los asimilados deben ser destinados a la formación de las hojas (Challa et al., 1995).

El balance apropiado entre el aporte y la demanda de asimilados de una planta tiene una gran importancia para optimizar la producción y la calidad, y se puede obtener a través de una adecuada relación fuente/sumidero. Sin embargo, frecuentemente, este balance no es el óptimo en los cultivos protegidos de crecimiento indeterminado, pudiendo darse las siguientes situaciones: períodos en que una muy pequeña fracción de asimilados es destinada a los frutos; períodos con una

producción de muy baja calidad (frutos muy pequeños o deformes); o períodos durante los cuales hay una baja capacidad de producción (Peil y Gálvez, 2005).

La distribución de materia seca entre los diferentes órganos de una planta es el resultado final de un conjunto ordenado de procesos metabólicos y de transporte que gobiernan el flujo de asimilados a través de un sistema fuente/sumidero. Las actividades involucradas en este proceso no son estáticas y pueden cambiar diariamente y a lo largo del período de desarrollo de la planta (Patrick, 1988).

La acumulación y distribución de biomasa en los vegetales son características genotípicas fácilmente afectadas por el ambiente y su interacción. (Gutierrez, 2015)

Así, la proporción de biomasa asignada a hojas, tallos y raíces en cada momento del desarrollo depende de la cinética de crecimiento y de la tasa de distribución, que están gobernadas por el área foliar, clima y disponibilidad de nutrimentos (Heemst, 1986).

2.5 Uso del Potasio en la biomasa de la zanahoria

El potasio (K) se caracteriza por la gran movilidad y solubilidad en el interior de los tejidos, ejerce una gran influencia en la permeabilidad de las membranas celulares y en la hidratación de los tejidos. Interviene en la economía hídrica de la planta, regulando la absorción y la pérdida por transpiración. La deficiencia de K es poco visible en las hojas, produce fundamentalmente una reducción del tamaño de los frutos con corteza más fina y lisa, y se lo asocia con el agrietamiento de la corteza.

El potasio (K) es un nutriente vegetal esencial que juega un papel muy importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Su papel está bien documentado en la fotosíntesis, aumentando la actividad enzimática, mejorando la síntesis de proteínas, carbohidratos y grasas, translocación de la fotosíntesis, permitiendo su capacidad para resistir plagas y enfermedades. Además, el potasio se considera como un importante catión osmóticamente activo de la célula vegetal donde mejora la absorción de agua y la permeabilidad de las raíces y actúa como un controlador de la célula protectora, además de su papel en el aumento de la eficiencia del uso del agua (H, 2004)

Se ha establecido en varios estudios de investigación que las hojas de las plantas y otras partes aéreas son capaces de absorber sustancias químicas y nutrientes. La absorción de nutrientes por las plantas no es una función limitada al sistema radicular. La nutrición foliar está idealmente diseñada para proporcionar muchos elementos a un cultivo que pueden estar limitando la producción en un momento en que la absorción de nutrientes del suelo es ineficiente o inexistente (B, 1998).

El potasio y el nitrógeno son dos nutrientes importantes en la producción de cultivos, ya que la deficiencia de uno o ambos nutrientes provoca pérdidas de rendimiento. En el cultivo de hortalizas, ambos nutrientes también juegan un papel clave en los parámetros de calidad. Los métodos de aplicación pueden mejorar la absorción de algunos elementos o pueden corregir deficiencias en situaciones particulares. Al igual que para otros cultivos de campo, una fertilización equilibrada

con N x K mejora el crecimiento y mejora la absorción de ambos nutrientes, lo que a su vez reduce las pérdidas de nitratos durante y después de la temporada de cultivo. La calidad del rendimiento también depende de la relación N / K y los grados de fertilizante. (Dkhil, 2011)

El potasio está presente en cantidades relativamente considerables en las plantas. No está en forma constitucional en ninguna molécula orgánica y no se conocen todas sus funciones en las plantas. Neutraliza los ácidos radicales que se producen en forma continuada y abundantemente en los procesos metabólicos de la planta. El potasio tiene un rol en la economía del agua y en la mantención del potencial de la solución en el floema y en las células en general. También regula la apertura y el cierre de las estomas, activa numerosos sistemas enzimáticos y participa en el transporte de los hidratos de carbono y en la síntesis de las proteínas. El potasio es móvil en la planta; la extensión de sus movimientos es proporcional a la movilidad de los solutos en general. (Anac, 1999).

El rol del potasio se relaciona directamente con la calidad y producción. El aumento de los niveles de potasio mejora el comportamiento de la planta.

Los roles esenciales del potasio se encuentran en la síntesis de la proteína, los procesos fotosintéticos y el transporte de azúcares de las hojas a las frutas. Un buen suministro de potasio sustentará, por consiguiente, desde el principio la función de la hoja en el crecimiento de la fruta y contribuirá al efecto positivo del potasio en el rendimiento y en el alto contenido de sólidos solubles (más azúcares) en la fruta en el momento de la cosecha. Aproximadamente entre 60-66% de potasio absorbido por la planta, se encuentra en la fruta (Rodríguez, 2017)

La acción del potasio en la síntesis de la proteína refuerza la conversión del nitrato absorbido en proteínas, contribuyendo a una mejor eficiencia del fertilizante nitrogenado proporcionado. El potasio es un catión que está involucrado en el mantenimiento del potencial osmótico de la planta (turgencia de la célula), una implicación de esto es el movimiento del estoma, la apertura estomática permite a

las plantas intercambiar gas y agua con la atmósfera (B, 1998). Esto permite a las plantas mantener un estado adecuado de hidratación bajo las condiciones de stress como salinidad o escasez de agua. Además, el potasio está involucrado en procesos de maduración de la fruta tal como la síntesis del pigmento licopeno, que es responsable del color rojo del tomate. El potasio promueve un contenido alto de ácido, lo cual es esencial para un buen sabor de la fruta.

2.6 Uso del Ácido fúlvico como bioestimulante

El ácido fúlvico es un regulador del crecimiento de las plantas extraído del humus natural, que puede disolverse en ácido, álcali y agua. Su peso molecular es pequeño y es fácil de absorber por plantas con alta actividad química y biológica. Se utiliza mucho en la agricultura y tiene buenos efectos (Stevenson, 1994; Justiet al., 2019). El ácido fúlvico tiene las características de aumentar la utilización de fertilizantes, mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, promover el crecimiento de los cultivos y mejorar la resistencia a la sequía. (Huaijuan, 2020)

El ácido fúlvico es la parte más activa del humus, es soluble en medio ácido, neutro y alcalino, a diferencia del ácido húmico que no es soluble en pH ácido. Esto ocasiona, por ejemplo, que el calcio se precipite en presencia de ácido húmico, mientras que se mantiene en solución, en presencia de ácido fúlvico. En zonas con alta concentración de carbonatos de calcio, el ácido fúlvico evita que se precipite el fósforo y otros elementos, lo que es benéfico para plantas porque reciben más nutrientes y además evita que se tapen las boquillas de los sistemas.

En un suelo pobre en materia orgánica la aplicación de ácidos fúlvicos permite multiplicar la flora microbiana en dos mil veces en sólo dos semanas, lo cual le da una fertilidad extra, con la aplicación de tres o cuatro kilos por hectárea. Cada vez crece más el uso de los ácidos fúlvicos mezclado con fertilizantes foliares, radiculares y en los diferentes sistemas de riego, donde con la adición de ácidos

fúlvicos se obtienen resultados sorprendentes, es un producto indispensable en cualquier práctica agrícola, esto debido a los contundentes beneficios que se obtienen con su aplicación. Con la aplicación de los ácidos fúlvicos se han obtenido incrementos de producción mejorando la calidad de cultivos, como en papa, donde mejora la distribución de los almidones y el tamaño de esta es más uniforme; en trigo aumenta los contenidos de proteínas; en el tomate, chile y otras hortalizas aumenta el porcentaje de fruto de exportación. Se incrementa la resistencia al ataque de enfermedades, las plantas soportan mejor cualquier tipo de estrés (sequía, heladas, inundaciones, sobredosis de producto, por ejemplo). La recuperación de cultivos es más eficaz con aplicaciones repetitivas de ácidos fúlvicos. El ácido fúlvico es un producto que estimula el crecimiento de las plantas, aumentando su vigor, estimula la absorción y promueve la penetración y transporte activo de los nutrientes a nivel membrana fundamental de células foliares y radicales, que actúa como promotor de crecimiento vegetal y agente quelatante.

En las plantas, el ácido fúlvico estimula el metabolismo, provee respiración, aumenta el metabolismo de proteínas y la actividad de múltiples enzimas, incrementa la permeabilidad de las membranas celulares, la división celular y su elongación, colabora con la síntesis de la clorofila, tolera la sequía, beneficia las cosechas, estabiliza el pH del suelo, asiste la nitrificación por las bacterias fijadoras, contribuye al balance electroquímico tanto como donante o como receptor, descompone la sílice para liberar los nutrientes minerales esenciales, desintoxica los agentes contaminantes tales como pesticidas y herbicidas.

2.7 Propiedades Fisicoquímicas de los Ácidos Fúlvicos

Los Ácidos Fúlvicos, favorezcan el crecimiento de la planta ya sea que éstos sean suministrados radicularmente o foliarmente donde de una manera más directa se aumenta la absorción de los nutrientes o productos con los cuales sea combinado (como plaguicidas sistémicos) donde actúa como sinergia, lográndose una mayor eficiencia de los productos aplicados.

Los ácidos fúlvicos promueven además la penetración y transporte activo a nivel membrana fundamental de la célula, son moléculas, extremadamente complejas de bajo peso molecular, solubles en agua en PH Acido y Alcalino. Químicamente están constituidos principalmente por polisacáridos, compuestos fenólicos y aminoácidos.

El Humus es la fracción de la materia orgánica que ejerce en el suelo una serie de acciones físicas, químicas y biológicas que mejoran su fertilidad, al pasar por una fase de transformación genera un número elevado de ácidos orgánicos que, por sus características, se agrupan en ácidos húmicos y fúlvicos. Las sustancias húmicas incluyen una serie de productos de biosíntesis que se encuentran ampliamente distribuidas en el suelo. Estas sustancias son de color oscuro, de naturaleza mayoritariamente hidrofílica, con propiedades de superficie y carga variable y con pesos moleculares elevados. Aproximadamente la mitad de la materia orgánica del suelo se encuentra en forma de sustancias húmicas que constituyen la mayor reserva de carbono de la biosfera

Los ácidos fúlvicos son moléculas de bajo peso molecular, extremadamente complejas, solubles en agua, ya sea a pH ácido o básico. Estos ácidos reflejan la naturaleza de las plantas y especies de los microorganismos que les dieron origen durante el proceso de humificación, por ello, el color amarillo rojizo o amarillo marrón que los caracteriza. Los ácidos fúlvicos, así como los ácidos húmicos actúan de manera similar en el suelo, ya que ambos incrementan la velocidad de germinación de las semillas y estimulan la proliferación de la microflora presente en el suelo(FERTILAB, 2017).

El deterioro de los recursos naturales en regiones áridas y semiáridas, resultado de prácticas de producción agrícola intensiva, ha llevado a la implementación de alternativas de manejo para un uso sustentable del ecosistema (DeFries et al, 2004; Arroita et al., 2013).

Los AF se obtienen durante el proceso de humificación de la materia orgánica (Meléndez, 2003) y también se han obtenido de materiales orgánicos fosilizados, como turbas y lignitos provenientes de minas de carbón (Rivero et al., 2004)

La importancia de los AF en el suelo radica en el mantenimiento de cationes en forma disponible para las plantas, además de favorecer su transporte hacia la raíz (Bongiovanni y Lobartini, 2009). Dan estabilidad a los agregados del suelo (Lao et al., 2005; López et al., 2006; Abiven et al., 2009; Boon, 2012); sin embargo, su acción estabilizante depende de la naturaleza del material de origen (Zhang et al., 2013), la composición química de los AF y los grupos funcionales que presenten en su estructura molecular (Zhang et al., 2012), así como del clima (Spaccini et al., 2002). Los agregados o peds son unidades secundarias de diferentes tamaños, productos del ordenamiento de los granos minerales individuales (arena, limo y arcilla) y la materia orgánica, definidos como estructura del suelo (Porta et al., 2010).

La agregación del suelo se inicia con la formación de complejos órgano-minerales, por la unión de arcillas con grupos funcionales del humus mediante cationes bi- o polivalentes que actúan como puentes o agentes cementantes entre los compuestos inorgánicos y orgánicos (López et al., 2006) de tal manera que la presencia o ausencia de los AF es importante para la formación y estabilidad de los agregados (Ramírez y Zapata, 2010). Al tener agregados estables en el suelo se favorece a la retención de humedad y aireación (Bronick y Lal, 2005) lo que conlleva al desarrollo de la raíz de las plantas (Gutschick y Simonneau, 2002) y a su vez el desarrollo de los cultivos. Por ello, la raíz puede ser un indicador de las características que tiene el ambiente en el que se desarrolla la planta, ya sea de la disponibilidad de nutrimentos o la humedad (Serrano, 2015)

Los ácidos fúlvicos tienen moléculas más pequeñas que los ácidos húmicos (peso molecular de 5 000 a 10 000 Da, con cientos de anillos de carbono), son solubles

en agua en todos los niveles de pH y tienen un contenido de oxígeno más alto que los ácidos húmicos. Debido a su tamaño molecular relativamente pequeño, los ácidos fúlvicos pueden ingresar fácilmente en las raíces de las plantas, tallos y hojas, transportando oligoelementos directamente a los sitios metabólicos en las células vegetales. (Cooper, 2017)

Los ácidos fúlvicos (AF) es la fracción de sustancias solubles en medios alcalinos y no se precipita en medios ácidos (J, 2003). Del 75 - 90 por ciento de los restos orgánicos están constituidos por agua. Una fracción pequeña de materia orgánica, está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etc. (Melendez, 2003). Continúa al decir que los (AF) se distinguen de los AH por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono (menos del 55 %) y por su buena solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales. Los ácidos fúlvicos el contenido de carbono que presentan varia de 40.7 a 50.6% y el oxígeno de 39.7 a 49.8%, (Stevenson, 1994).

Los efectos que ejercen las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal pueden intervenir de manera directa e indirecta en el desarrollo de las plantas, por tanto se consideran efectos indirectos aquellos que actúan sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas que determinan la fertilidad de los suelos y efectos directos a los que actúan sobre el vegetal en diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que estimulan su crecimiento y la toma de nutrientes (Izquierdo, 1990). Estos efectos pueden variar en función: del origen, el contenido de grupos funcionales y concentración de las sustancias húmicas, así como de la especie vegetal, edad y estado nutricional de la misma.

Las sustancias húmicas pueden ejercer efectos directos e indirectos sobre el crecimiento de las plantas. El efecto indirecto se relaciona con la capacidad de las sustancias húmicas de regular el flujo de nutrientes por su alta capacidad de intercambio catiónico; solubilización de microelementos como el Fe, Zn, Mn, Cu y algunos y algunos macroelementos como el K, Ca, P. Además, pueden reducir los niveles activos de elementos tóxicos y formar complejos orgánicos con herbicidas,

fungicidas, insecticidas y reguladores de crecimiento potencializando el efecto de estos, por lo que su eficiencia y rango de acción se incrementa (Vazquez, 2013).

Se menciona que los AF se distinguen de los AH por su coloración mas clara, contenido bajo carbono (menos del 50%) y por su buena solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales. Los AF pertenecen al grupo de los ácidos hidroxicarboxílicos y en la hidrolisis acida forman sustancias reductoras, tienen alta capacidad de cambio, actúan destructivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos R_2O_3 que poseen gran movilidad, por lo tanto no existen dudas sobre los AF como grupos independientes de materiales húmicos con propiedades distintas a la de los AH. (Velazquez, 2014)

Contiene nuestra mayor concentración de ácido fúlvico (90%). Es un bioestimulante de plantas con diversas sustancias para mejorar el crecimiento de las plantas.

Los ácidos fúlvicos son solubles tanto en medios alcalinos como ácidos y tienen un bajo peso molecular. Eso les permite pasar a través de los microporos de las membranas biológicas.

Tienen una acidez total mayor, un mayor número de grupos carboxilos y una mayor capacidad de absorción e intercambio catiónico. Los ácidos fúlvicos quelan los nutrientes como el hierro y los mueven, junto con otros micronutrientes, a través de las membranas. (mycsainc, 2021)

2.8 Acido fúlvico mezclado con Potasio

El Fulvato de Potasio en polvo. Se presenta en polvo y es totalmente soluble, la solución es estable y no se presenta precipitación ni separación de ninguno de sus componentes. Aumenta notablemente el rendimiento y mejora el aspecto de los productos, al absorberse por las hojas en aplicación foliar, proporciona a la planta una protección uniforme.

El fulvato de potasio en polvo puede ser utilizado como fertilizante y materia prima de fertilizantes foliares y fertilizantes químicos. Puede prevenir las enfermedades de las plantas y mejorar la lucha contra las inundaciones. También se puede utilizar

para prevenir enfermedades de las plantas, tales como marchitez de algodón por verticillium, pudrición de la raíz de batata, entre otras.

El fulvato de potasio en polvo tiene como función principal de fertilizar y fungicida, y tiene más actividades para plantas gracias a su alto contenido de oxígeno y abundante grupo de carboxilo. Penetra fácilmente dentro de las raíces de la planta, tallos y hojas.

Aumenta notablemente el rendimiento y mejora el aspecto de los productos, al absorberse por las hojas en aplicación foliar, proporciona a la planta una protección uniforme. Es un quelato natural que facilita a la planta a tomar del suelo y/o fertilizantes agregados por vía foliar los nutrientes necesarios para un buen desarrollo. Mejora notablemente los productos en su aspecto, tamaño, color y sabor. En los frutales fortalece las cáscaras y da mayor consistencia a la pulpa. Proporciona una mejor inmunidad contra enfermedades y muerte prematura. Ayuda a evitar y tolerar el stress por bajas temperaturas y otras causas. Actúa como regulador balanceando el contenido y penetración de agua, nutrientes y azúcares en el tejido de la planta. Facilita y ayuda a un mayor y más rápido crecimiento. Fortalece los tallos débiles por deficiencias en la estructura de las células. Ayuda a utilizar toda el agua disponible, especialmente en lugares de poca disponibilidad de la misma. Ayuda a la absorción de Nitrógeno. Es compatible con la gran mayoría de pesticidas, insecticidas, fungicidas y otros productos con los que se desee mezclarlo, sin embargo y como siempre, se recomienda una pequeña prueba de compatibilidad cuando no hay experiencia previa.

2.9 Fertilización orgánico mineral

Una buena combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales puede permitir una reducción en el uso de agroquímicos, en beneficio del ambiente y de la salud de los consumidores, al obtenerse cosechas y productos inocuos y con menor contenido de residuos químicos.

El uso excesivo de agroquímicos en la agricultura preocupa a los consumidores a nivel mundial, debido al alto grado de contaminantes que los frutos pudieran contener; además, de los problemas ambientales que estos pueden generar en los suelos agrícolas y aguas (superficiales y subterráneas) del planeta. Para reducir el impacto negativo de los agroquímicos en el medio ambiente y en la inocuidad de los diferentes cultivos, se recomiendan sistemas de producción orgánica u orgánicamineral que supriman o reduzcan el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, etc. Entre los abonos orgánicos de origen animal o vegetal, la vermicomposta, los biofertilizantes y los ácidos fúlvicos, entre otros, son buenas opciones para complementar la nutrición de los cultivos y así reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos y los costos de producción (Planes et al., 2004; Armenta-Bojorquez et al., 2010) (Osvaldo, 2012)

Un abono organomineral es un producto cuya función principal es aportar nutrientes para las plantas, los cuales son de origen orgánico y mineral, y se obtiene por mezcla o combinación química de abonos inorgánicos con abonos orgánicos o turba.

Los organominerales son productos fertilizantes y, como tales, son objeto de regulación (Real Decreto 824/2005 de 8 de julio de 2005) para: tipificarlos, poder inscribir los productos y permitir así su comercialización y, además, para que se utilicen adecuadamente y evitar que causen impactos medioambientales.

La definición que recoge el decreto mencionado expone que un abono organomineral es un producto cuya función principal es aportar nutrientes para las plantas, los cuales son de origen orgánico y mineral, y se obtiene por mezcla o combinación química de abonos inorgánicos con abonos orgánicos o turba. Este decreto clasifica estos abonos en las tipologías:

- Nitrogenados (sólidos, en solución o en suspensión)
- NPK sólidos
- NPK líquidos
- Combinaciones binarias (NP, NK, PK)

Los fertilizantes organominerales integran las ventajas de los abonos orgánicos y los minerales. Por una parte, tienen altos porcentajes de material orgánico que mejora las características de los suelos; por la otra, la adición de fertilizantes minerales asegura un suministro de nutrientes altamente disponibles para las plantas que compensa la falta de disponibilidad inmediata de nutrientes de los abonos orgánicos.

Normalmente, el producto orgánico al que se añaden los fertilizantes minerales son abonos orgánicos o turba; es interesante evitar el uso de la turba y sustituirla por compost ya que la turba es un recurso no renovable. Además, muchos composts suelen contener proporciones apreciables de nutrientes. Este aspecto es de especial importancia, particularmente en la actualidad en que los precios de los fertilizantes se han incrementado ostensiblemente. No obstante, el subproducto que actúa como abono orgánico tiene que presentar una calidad suficiente para ser utilizado en agricultura; si no fuese así, se comprometería gravemente la calidad del suelo sobre el que se aplica a medio o largo plazo.

El N que contienen los abonos orgánicos está mayoritariamente en forma orgánica; esto es, ligado a los complejos orgánicos estables. Este N se mineralizará progresivamente y será, así, fácilmente asimilable por las plantas. (IRTA, 2008)

En los últimos años, se ha recomendado el uso de abono orgánico o vermicompost en el sistema de manejo integrado de nutrientes (INM) en cultivos de hortalizas. El abono orgánico se está volviendo importante en el contexto mundial.

Los fertilizantes orgánicos liberan nutrientes lentamente para el crecimiento saludable de las plantas y los fertilizantes inorgánicos aprovechan los nutrientes rápidamente para satisfacer la demanda inmediata de nutrientes de los cultivos. Se ha informado que los fertilizantes inorgánicos en combinación con abonos orgánicos también aumentan el rendimiento de zanahorias (Oliveira et al., 2001)

El objetivo principal de esta combinación es reducir la cantidad de fertilizante inorgánico para mejorar la calidad del suelo y reducir el costo de producción

mediante la reducción de la cantidad de fertilizante inorgánico con la suplementación de fertilizante orgánico.

La zanahoria es la más sensible al estrés por humedad durante el agrandamiento de las raíces. Se informa que el estrés hídrico causa raíces pequeñas, leñosas y de mal sabor y también causa grietas en el crecimiento. La zanahoria es la más propensa a partirse. La división de las raíces es un trastorno, generalmente causado por niveles de humedad que fluctúan mucho durante la temporada de crecimiento, lo que deteriora la calidad de la zanahoria. Ocasionalmente, pueden ocurrir grietas o rajaduras en el momento de la cosecha si las raíces han absorbido recientemente un exceso repentino de agua después de un período de sequía o debido a la falta de humedad. El riego adecuado es necesario desde la siembra de semillas de zanahoria hasta la cosecha para la maduración de las raíces. El crecimiento de los brotes y raíces, la expansión de las hojas, el agrandamiento de los órganos y las funciones estomáticas están controladas por el agua (Swiader et al, 1994; Hamma et al, 2012)

La agricultura convencional utiliza grandes cantidades de fertilizantes sintéticos y pesticidas para controlar enfermedades y aportar nutrientes a los cultivos. Estas prácticas pueden haber conducido a una disminución del contenido de materia orgánica y, por lo tanto, a una disminución de la calidad del suelo. La fertilización orgánica es uno de los métodos más antiguos de cultivo del suelo. Cada tipo posible de abono orgánico tiene una importancia vital para la preservación de la fertilidad del suelo (Petróczki, 2004). Los fertilizantes orgánicos son componentes importantes de la agricultura orgánica, que ofrecen un medio económicamente atractivo y ecológicamente racional para reducir los insumos externos y mejorar los recursos internos. Los materiales orgánicos juegan un papel clave en términos de mantener o mejorar la fertilidad del suelo, la materia orgánica del suelo y la nutrición de las plantas a través de los efectos directos e indirectos sobre la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes (Kovacs, Efectos de los fertilizantes orgánicos y minerales sobre el rendimiento y el contenido mineral de la zanahoria , 2012)

Una alternativa para eficientar los nutrimentos a los cultivos consiste en la combinación con compuestos inorgánicos. La aplicación de SH como una enmienda orgánica del suelo en combinación con otros materiales, resulta en un aumento significativo en el crecimiento de la planta y rendimiento de los cultivos, mediante la mejora de las propiedades hidrofísicas y disponibilidad de nutrimentos de los suelos. Los complejos orgánico-minerales permiten a las plantas superar los efectos adversos de la salinidad del suelo, mejoran la agregación, aireación, permeabilidad, capacidad de retención de agua, absorción de micronutrientes, disponibilidad y finalmente la disminución en la absorción de algunos elementos tóxicos (Ryabova, 2010).

2.10 Uso del zinc en la biomasa de la zanahoria

Los elementos esenciales para las plantas son aquellos que desempeñan funciones específicas y que no pueden ser reemplazados por otro elemento. Las deficiencias de nutrientes esenciales son el resultado de un inadecuado nivel del elemento en el suelo o de factores ambientales que limitan su disponibilidad para las plantas. Contrariamente, la toxicidad es causada cuando una excesiva cantidad de nutriente es absorbida por la planta. Para evitar estas condiciones, se debe prestar atención a factores de suelo tales como textura, pH, nivel de humedad del suelo, y mantener el equilibrio de los nutrientes en el suelo, ya presentes o agregados con la fertilización

El zinc (Zn) juega un papel importante en la síntesis de cloroplastos, almidón y auxinas. El primer síntoma es la aparición de amarillamiento internerval en hojas jóvenes de umbelíferas, seguido por un crecimiento reducido del tallo.

Las deficiencias son comunes en suelos gruesos ácidos y lavados. Altos contenidos de materia orgánica y fertilizaciones exageradas de P incrementan las posibilidades de deficiencias de Zn. La mayoría de las umbelíferas tienen requerimientos bastante bajos en Zn (Gaviola, SD)

El zinc es el micronutriente más deficiente en los frutales (Curetti, 2015) y es medianamente móvil (Marshner, 1995 y Epstein, 2005), sin embargo desempeña un

papel importante en la expansión temprana de las hojas. Lindsay, (1979) encontró que en los suelos este micronutriente se encuentra en una concentración de 0.005 por ciento aproximadamente; en las plantas actúa como metal componente y cofactor de la estructura de las enzimas y fundamentalmente en la síntesis del triptófano, que es precursor en la producción de auxinas (Rodríguez, 2014), además es un componente importante de la enzima deshidrogenasa glutámica, que cataliza el paso de ácido α -iminocetoglutarico a glutámico (Navarro, 2003)

2.11 Uso del Ácido húmico como bioestimulante

Las sustancias húmicas son complejos de cadenas grandes de carbono orgánico que además contienen oxígeno, hidrógeno, nitrógeno (Cooper, 2017), azufre y fósforo (Navarro, 2003) permiten la formación de complejos iónicos y micronutrientes como hierro y zinc (Veobides, 2018), posibilitan la interacción con minerales del suelo, la capacidad de adsorción y complejación de iones, lo que se refleja en reacciones de interés agronómico- productivo (Veobides, 2018).

Gracias a sus efectos bioestimulantes contribuyentes en el crecimiento y desarrollo de las plantas, se observa incremento de longitud del tallo, raíz, hojas, tamaño y calidad de los frutos; reflejado en el aumento del rendimiento en la cosecha (Trevisan S., 2010), esto debido a la eficacia de diferentes procesos en la planta, como la respiración, la fotosíntesis, síntesis de proteínas (Hernández, 2013) y actividades enzimáticas (Canellas, 2013). Sus aplicaciones pueden programarse para activar el crecimiento vegetativo, la floración, llenado y maduración del fruto (Cooper 2017).

Las sustancias húmicas actúan como agentes oxidantes o reductores, dependiendo de las condiciones ambientales (Stevenson, 1994); se trata de polímeros condensados a partir de compuestos aromáticos y alifáticos producidos por la transformación de la lignina de las plantas, los polifenoles de las células y la síntesis microbial (Bendeck, 1996). Generalmente son de color oscuro, además son sustancias amorfas con peso molecular que varía de dos mil a 300 mil g/mol(Weil, 1996).

Nebbioso (2012) y Calderín (2014), revelaron que las sustancias húmicas presentan una organización estructural supramolecular con estructuras hidrofóbicas grandes e hidrofílicas pequeñas. Las primeras están compuestas de fracciones húmicas de cadenas lineales alifáticas y anillos aromáticos condensados y las hidrofílicas están compuestas de fracciones húmicas irregulares.

La aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes influyen en varias respuestas fisiológicas de los cultivos, con ello se puede potencializar la calidad de las cosechas. Por lo cual la utilización de dichos productos puede minimizar la fertilización sintética, al mismo tiempo de incrementar la tolerancia al estrés biótico en el agroecosistema.

Las sustancias húmicas tienen profundos efectos físicos, químicos y biológicos sobre el suelo, con un efecto estimulante para el crecimiento de las plantas. Estas sustancias influyen en la movilidad de compuestos orgánicos no iónicos como pesticidas y contaminantes, removiéndolos de las soluciones acuosas

Las sustancias húmicas influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando el crecimiento radicular ya que la elongación y la formación de los primeros pelos radicales son afectados por los materiales húmicos, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo (Sánchez - Andréu, et al. 1994).

Chen y Abiad (1990) encontraron que los estudios de los efectos de las sustancias húmicas en el desarrollo vegetal muestran efectos positivos sobre la acumulación de biomasa en la planta. Permite la absorción de nutrimentos como Fe, Cu y Zn es mejorable en el cultivo de maíz, y en trigo (Mackowiak et al. 2001).

2.12 Acido húmico mezclado con zinc

El zinc es el micronutriente más deficiente en los frutales (Curetti, 2015) y es medianamente móvil (Marshner, 1995 y Epstein, 2005), sin embargo desempeña un papel importante en la expansión temprana de las hojas. Lindsay, (1979) encontró que en los suelos este micronutriente se encuentra en una concentración de 0.005 por ciento aproximadamente; en las plantas actúa como metal componente y cofactor de la estructura de las enzimas y fundamentalmente en la síntesis del triptófano, que es precursor en la producción de auxinas (Rodríguez, 2014), además es un componente importante de la enzima deshidrogenasa glutámica, que cataliza el paso de ácido α -iminocetoglutárico a glutámico (Navarro, 2003)

2.13 Propiedades Fisicoquímicas de los Ácidos Húmicos

De acuerdo con (Stevenson F. J., 1994), la materia orgánica de suelo está conformada por la totalidad de las sustancias de tipo orgánico presentes en los suelos, incluyendo los restos de tejidos vegetales y animales inalterados, sus productos de descomposición parcial, la biomasa del suelo que algunos autores (Drozd, J, 1996) excluyen de la totalidad de la materia orgánica: La fracción orgánica soluble en agua y la materia orgánica estabilizada: “el humus”.

(Schnitzer, 1978), divide la materia orgánica en dos grupos: Las SH y las S no H, y varios autores (Schnitzer, M.; H. R., Schulten, 1995) concuerdan con él, en que las sustancias como los carbohidratos, proteínas, grasas, ceras, resinas, pigmentos y compuestos de bajo peso molecular, se transforman y producen las sustancias húmicas, las cuales son una muestra heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química compleja, distinta y más estable que su forma original.

Las SH, son compuestos de color que van de amarillento a negro, amorfos, muy polimerizados, con peso molecular muy elevado, tienen naturaleza coloidal, presentan núcleos de carácter aromático y propiedades refractarias (Aiken, 1985). Las principales sustancias húmicas son: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y hematmelánicos (fracción del ácido húmico soluble en alcohol), que poseen grupos

funcionales, energía y nutrimentos que al aplicarse al suelo y a las plantas estimulan el crecimiento vegetal interviniendo directamente en mecanismos como la formación de raíces adventicias, en la síntesis de proteínas y la división celular dentro de las plantas (Narro, 1996).

De acuerdo a (Chen & Aviad , 1990) las sustancias húmicas aplicadas vía foliar tienen mejores resultados debido a que la adsorción es de manera inmediata. Al aplicar productos que tengan sustancias húmicas se logra incrementar el desarrollo de meristemas apicales, debido a que influyen en algunos procesos bioquímicos en la pared celular.

Es sin duda la genética, la principal protagonista de la mejora productiva de muchas especies vegetales, empero, no puede considerarse como la principal responsable de dicho éxito. Es ayudada por las sustancias húmicas, debido a que permiten la capacidad de absorción y traslocación de nutrimentos en las plantas, de tal forma que cada proceso de biosíntesis se ve optimizado con beneficios productivos y cualitativos (Dubbin, 1995)

Debido a que la estructura química de las SH es realmente complicada (por sus efectos sobre las plantas), es posible realizar un fraccionamiento de la misma: Por lo cual, Aiken et al, 1985, la define como: Ácidos Húmicos (AH): Fracción insoluble en agua en condiciones ácidas ($\text{pH} < 2$) pero soluble a valores mayores de pH.

El AH, es un material de origen biológico natural, producto de la degradación biológica de la materia orgánica; no es tóxico para los humanos y animales de sangre caliente. Este también puede obtenerse de materiales inorgánicos como el ya mencionado: mineral Leonardita. Se le conoce también, como un complejo de compuestos orgánicos de color marrón, pardo y amarillo, que se extrae del suelo por soluciones de álcalis, sales neutras o disolventes orgánicos, llevan el nombre de sustancias húmicas. (M., 1981)

Comenta que los AH en terrenos arcillosos, ayudan a mejorar la estructura del suelo, consiguiendo mejorar la permeabilidad del terreno y aumentar la aireación a nivel radicular de la planta. En los suelos arenosos, que suelen tener bajos niveles de

materia, ayudan a incrementar el intercambio catiónico de los macro y micronutrientes, mejoran la capacidad de retención de agua y por lo tanto se evita una pérdida de nutrientes por lixiviación. (Lopez, 2014)

3 Materiales y métodos

3.1 Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en el interior de la institución en los invernaderos correspondientes del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se ubica en periférico carretera Santa Fe, municipio de Torreón, Coahuila, México.

3.2 Diseño experimental

Para la realización del experimento se utilizaron semillas de zanahoria sembradas en sustrato de 50% arena y 50% peat moss, bajo condiciones de invernadero bolsas de polietileno.

El diseño experimental que se utilizó en este trabajo de investigación fue bloques completamente al azar. En el cual constan de 5 diferentes niveles de aplicación. Fueron utilizados 4 tratamientos de un compuesto orgánico-mineral a base de potasio y los otros 4 tratamientos de un compuesto orgánico mineral a base de zinc, cada compuesto conto con un testigo.

3.3 Metodología

Se aplicaron diferentes cantidades por cada tratamiento. Antes de iniciar el experimento para aplicar los tratamientos el día 10 de marzo la semilla de zanahoria se dejó reposar en agua oxigenada por 24 horas para acelerar la germinación. Al cabo de las 24 horas se extrajeron las semillas del agua oxigenada para ahora si sembrarlas.

Se utilizaron bolsas de polietileno las cuales se llenaron 50% arena y 50% Peat Moss, dejando una altura de 10 cm para realizar los riegos. El 11 de marzo se llevó a cabo la siembra del material vegetativo realizando un riego de pre-siembra, se colocaron alrededor de 50 gramos de semilla al boleó a una profundidad de 1 cm.

Para el día 19 de marzo comenzó la emergencia de las semillas y para el 23 de marzo ya estaba en un 80% de germinación. Los primeros riegos fueron a base de agua. El 26 de marzo se preparó el compuesto orgánico.mineral con el que se empezó el mismo día a aplicar el tratamiento en diferentes dosis.

Los tratamientos se llevaron a cabo cada tres días a partir del 26 de marzo hasta el 11 de junio. Las aplicaciones se realizaron por aspersion donde se incorporó 1 litro de agua y la dosis respectiva de cada tratamiento orgánico – mineral.

Después de la última aplicación, el día 14 de junio se realizó la extracción de las plantas de zanahoria de las bolsas cuidadosamente.

Al finalizar de remover el suelo de la raíz de las plantas se introdujeron en bolsas de papel canela etiquetadas con sus respectivos tratamientos para identificarlas y posteriormente ser trasladadas al laboratorio para pesarlas y tomar los datos de los parámetros requeridos. Luego de pesar las muestras se llevaron hacia el horno de secado para dejarlas 72 horas y después obtener los datos de materia seca.

Posteriormente ya teniendo los datos de materia seca los resultados fueron analizados por el método DOP (Desviación Optimo Porcentual) el cual se determina excesos y déficit nutrimental de las joyas, para su cálculo se aplica la siguiente formula:

$$DOP = \frac{A - a}{A} - 100$$

Donde:

A= Es concentración foliar del elemento de la muestra analizada (porcentaje de materia seca).

a= Es el porcentaje optimo del elemento definido en las mismas condiciones que la muestra.

Los resultados que se obtuvieron mediante la formula fueron ordenados de mayor a menor donde los datos negativos indican la deficiencia, los datos positivos excesos y los datos en ceros representan que la cantidad es óptima.

Los elementos acomodados de mayor a menor indican la posición de los nutrientes en la hoja, dando a conocer el nivel de fertilización que se a llevado a cabo monitoreando si cumple con las necesidades de la planta para así saber si se sigue con la fertilización o se corrige.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos obtenidos de los análisis foliares en las hojas de zanahoria (*Daucus Carota*) y evaluados por el método de Desviación Optimo Porcentual (DOP)

	Nutriente	Momento de muestreo
	%	Madurez
	N	1.5
	P	0.18
	K	1.4
	Ca	1
	Mg	0.4
ppm	Fe	20
	Cu	4
	Zn	20
	Mn	30

Cuadro 3. Datos obtenidos en el análisis de hojas de zanahoria (*Daucus Carota*).

		MUESTRAS DE HOJAS DE ZANAHORIA EN ZINC				
IDENTIFICACION		T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
N° control interno		P- 66780	P- 66781	P- 66782	P- 66783	P- 66784
	Unidades					
Nitrógeno	%	2.18	2.32	2.24	2.21	2.37
Fosforo	%	0.44	0.306	0.241	0.235	2.37
Potasio	%	1.23	1.42	1.69	1.07	1.7
Calcio	%	1.64	1.81	1.6	1.63	2.21
Magnesio	%	0.61	0.53	0.53	0.49	0.49
Fierro	ppm	78.4	73.9	76.1	44.3	75.4
Cobre	ppm	14.88	9.4	11.32	11.45	18.86
Zinc	ppm	52.08	79.03	76.53	81.83	74.6
Manganeso	ppm	51.81	48.74	75.83	69.71	67.71

Cuadro 4. Resultados en hojas de zanahoria con potasio por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

NUTRIENTE	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
N	45.33	54.67	49.33	47.33	58.00
P	144.44	70.00	33.89	30.56	1216.67
K	-12.14	1.43	20.71	-23.57	21.43
Ca	64.00	81.00	60.00	63.00	121.00
Mg	52.50	32.50	32.50	22.50	22.50
Fe	292.00	269.50	280.50	121.50	277.00
Cu	272.00	135.00	183.00	186.25	371.50
Zn	160.40	295.15	282.65	309.15	273.00
Mn	72.70	62.47	152.77	132.37	125.70

Cuadro 5. Datos obtenidos en el análisis de hojas de zanahoria (*Daucus Carota*).

		MUESTRAS DE HOJAS DE ZANAHORIA EN POTASIO				
		T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
IDENTIFICACION						
N° control interno		P-66785	P-66786	P-66787	P-66788	P-66789
	Unidades					
Nitrógeno	%	2.3	2.13	2.52	2.16	2.02
Fosforo	%	0.313	0.268	0.348	0.234	0.181
Potasio	%	3.47	1.78	4.38	1.9	3.4
Calcio	%	1.66	1.87	1.89	1.61	1.67
Magnesio	%	0.63	0.31	0.75	0.56	0.65
Sodio	%	0.75	0.93	0.7	0.53	0.64
Fierro	ppm	86.5	88.8	72.3	81.3	74.3
Cobre	ppm	11.66	9.57	9.72	11.13	13.08
Zinc	ppm	77.26	50.9	54.09	45.67	70.32
Manganeso	ppm	65.02	60.23	63.27	74.79	68.86

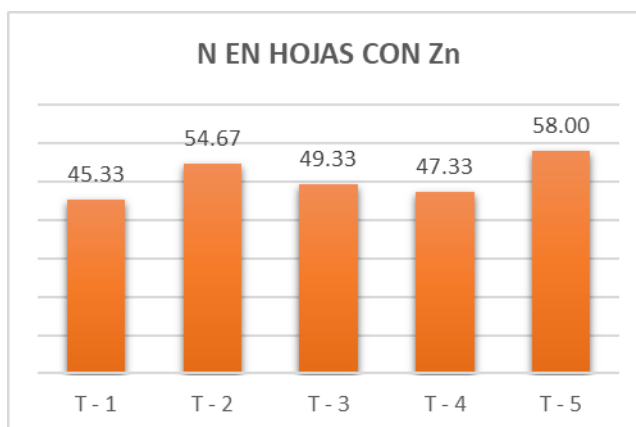
Cuadro 6. Resultados en hojas de zanahoria con potasio por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
N	53.33	42.00	68.00	44.00	34.67
P	73.89	48.89	93.33	30.00	0.56
K	147.86	27.14	212.86	35.71	142.86
Ca	66.00	87.00	89.00	61.00	67.00
Mg	57.50	-22.50	87.50	40.00	62.50
Fe	332.50	344.00	261.50	306.50	271.50
Cu	191.50	139.25	143.00	178.25	227.00
Zn	286.30	154.50	170.45	128.35	251.60
Mn	116.73	100.77	110.90	149.30	129.53

Resultados en hojas de zanahoria por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

Cuadro 7. Resultados de nitrógeno (N) en hojas de zanahoria con zinc (Zn) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

N	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	45.33	54.67	49.33	47.33	58.00



Grafica 1. Nitrógeno en hojas de zanahoria con Zinc.

Resultados de nitrógeno (N) en hojas de zanahoria con Potasio (K) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

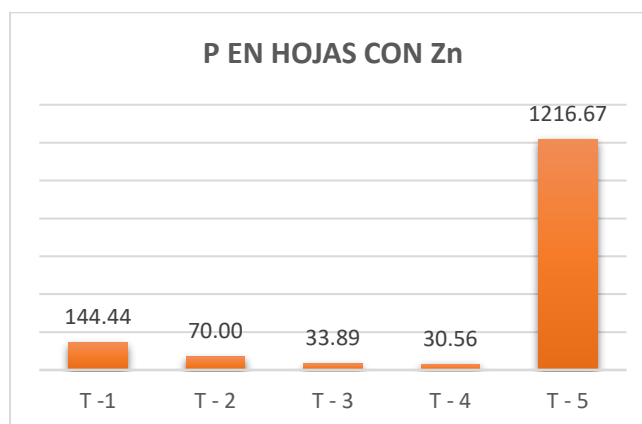
N	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	53.33	42.00	68.00	44.00	34.67



Grafica 2. Nitrógeno en hojas de zanahoria con Potasio.

Cuadro 9. Resultados de Fosforo (P) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

P	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
		144.44	70.00	33.89	30.56



Grafica 3. Potasio en hojas de zanahoria con Zinc.

Cuadro 10. Resultados de Fosforo(P) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

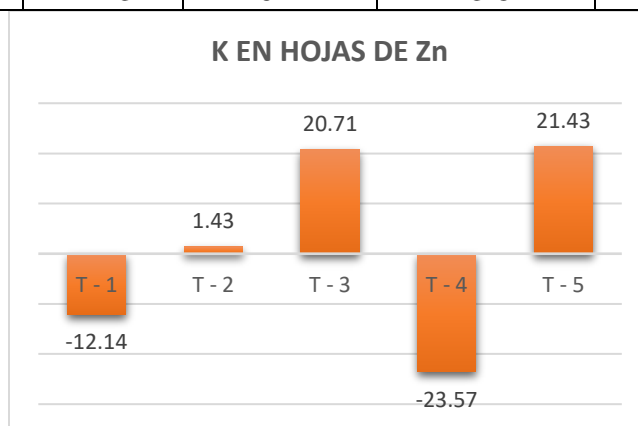
P	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
		73.89	48.89	93.33	30.00



Grafica 4. Fosforo en hojas de zanahoria con Potasio.

Cuadro 11. Resultados de Potasio (K) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

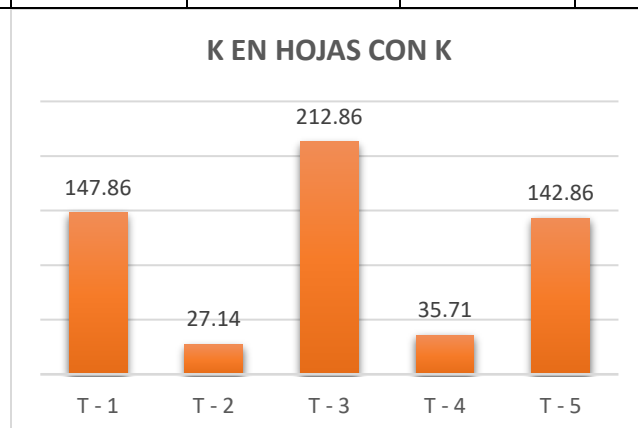
K	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	-12.14	1.43	20.71	-23.57	21.43



Grafica 5. Potasio en hojas de zanahoria con Zinc.

Cuadro 12. Resultados de Potasio (K) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

K	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	147.86	27.14	212.86	35.71	142.86



Grafica 6. Potasio en hojas de zanahoria con Potasio.

Cuadro 13. Resultados de Calcio (Ca) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

Ca	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	64.00	81.00	60.00	63.00	121.00



Grafica 7. Calcio en hojas de zanahoria con Zinc.

Cuadro 14. Resultados de Calcio (Ca) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

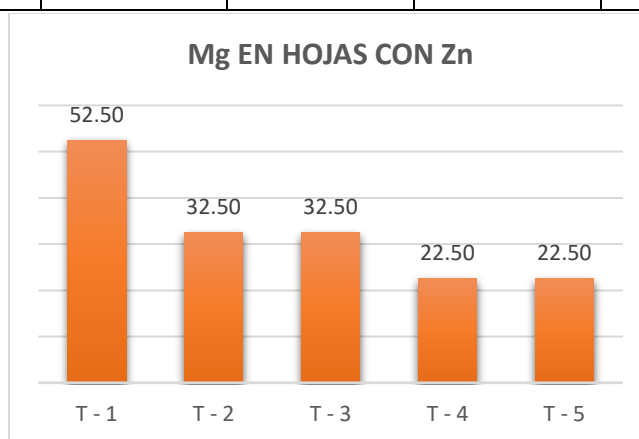
Ca	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	66.00	87.00	89.00	61.00	67.00



Grafica 8. Calcio en hojas de zanahoria con potasio.

Cuadro 15. Resultados de Magnesio (Mg) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

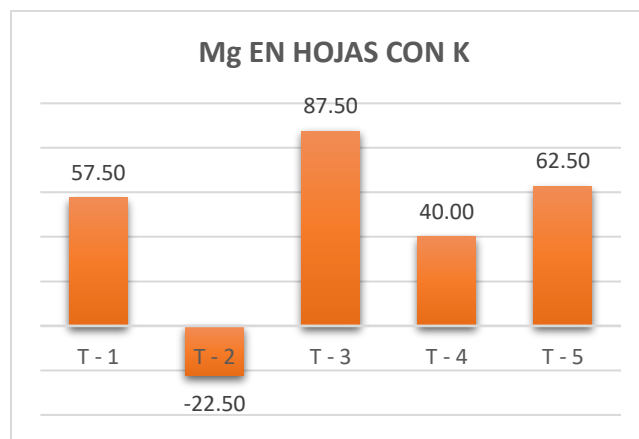
Mg	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
		52.50	32.50	32.50	22.50



Grafica 9. Magnesio en hojas de zanahoria con Zinc.

Cuadro 16. Resultados de Magnesio (Mg) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

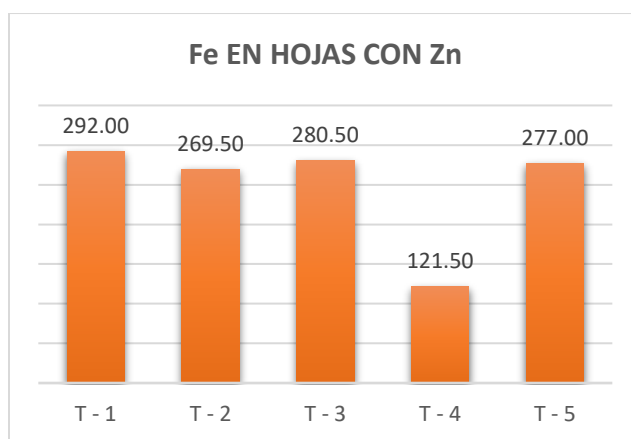
Mg	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
		57.50	-22.50	87.50	40.00



Grafica 10. Magnesio en hojas de zanahoria con Potasio.

Cuadro 17. Resultados de Fierro (Fe) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

Fe	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
		292.00	269.50	280.50	121.50



Grafica 11. Fierro en hojas de zanahoria con Zinc.

Cuadro 18. Resultados de Fierro (Fe) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

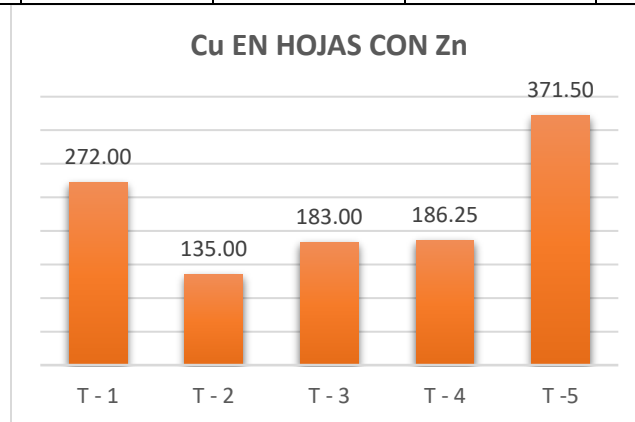
Fe	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
		332.50	344.00	261.50	306.50



Grafica 12. Fierro en hojas de zanahoria con Potasio.

Cuadro 19. Resultados de Cobre (Cu) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

Cu	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	272.00	135.00	183.00	186.25	371.50



Grafica 13. Cobre en hojas de zanahoria con Zinc.

Cuadro 20. Resultados de Cobre (Cu) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

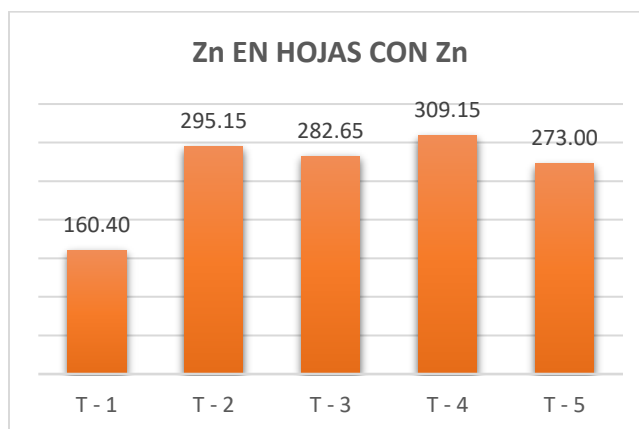
Cu	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	191.50	139.25	143.00	178.25	227.00



Grafica 14. Cobre en hojas de zanahoria con Potasio.

Cuadro 21. Resultados de Zinc (Zn) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

Zn	T - 1	T - 2	T - 3		T - 4	T -5
	160.40	295.15	282.65	309.15	273.00	



Grafica 15. Zinc en hojas de zanahoria con Zinc.

Cuadro 22. Resultados de Zinc (Zn) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

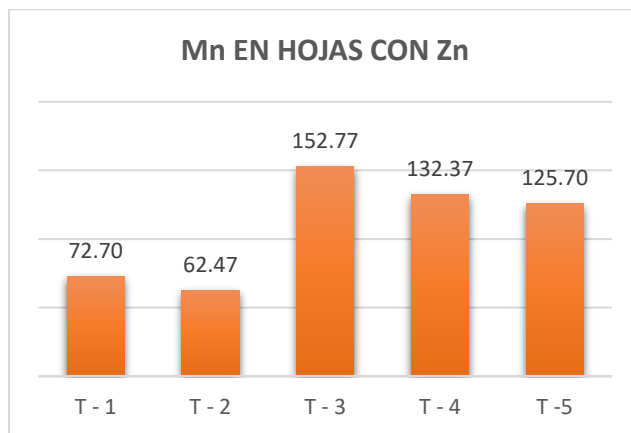
Zn	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	286.30	154.50	170.45	128.35	251.60



Grafica 16. Zinc en hojas de zanahoria con Potasio.

Cuadro 23. Resultados de Manganese (Mn) en hojas de zanahoria con Zinc (Zn) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

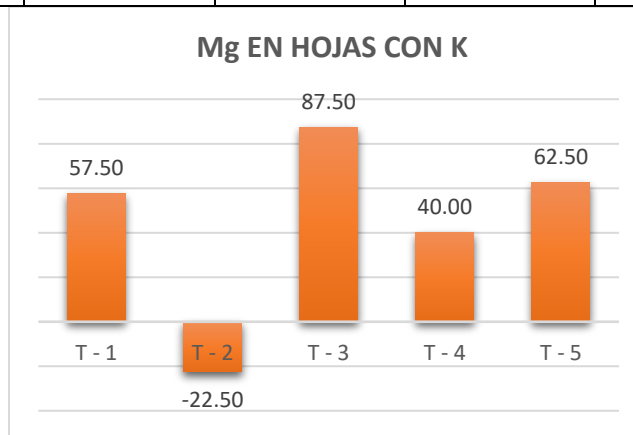
Mn	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	72.70	62.47	152.77	132.37	125.70



Grafica 17. Manganese en hojas de zanahoria con Zinc.

Cuadro 24. Resultados de Manganese (Mn) en hojas de zanahoria con Potasio (K) de por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

Mn	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5
	116.73	100.77	110.90	149.30	129.53



Grafica 18. Manganese en hojas de zanahoria con Potasio.

Cuadro 25. Orden de limitación de elementos por el método de Desviación Óptimo Porcentual en muestras con Zinc (Zn).	
Tratamiento 1	Fe>Cu>Zn>P>Mn>Ca>Mg>N>K
Tratamiento 2	Zn>Fe>Cu>Ca>P>Mn>N>Mg>K
Tratamiento 3	Zn>Fe>Cu>Mn>Ca>N>Mg>P>k
Tratamiento 4	Zn>Cu>Mn>Fe>Ca>N>P>Mg>K
Tratamiento 5	P>Cu>Fe>Zn>Mn>Ca>N>Mg>K

Cuadro 26. Orden de limitación de elementos por el método de Desviación Óptimo Porcentual en muestras con Potasio(K).	
Tratamiento 1	Fe>Zn>K>Mn>P>Ca>Mg>N>Cu
Tratamiento 2	Fe>Zn>Mn>Ca>P>N>K>Cu>Mg
Tratamiento 3	Fe>K>Zn>Mn>Ca>Mg>N>P>Cu
Tratamiento 4	Fe>Mn>Zn>Ca>N>Mg>K>P>Cu
Tratamiento 5	Fe>Zn>K>Mn>Ca>Mg>N>P>Cu

V. CONCLUSIONES

La aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en el suelo contribuyen al desbloqueo de los nutrientes y actúan como agentes complejantes naturales, facilitando la asimilación de estos en la planta. En los resultados obtenidos de la investigación antes realizada se demostró que se alcanzó un efecto positivo en las aplicaciones de los tratamientos de Zinc en plantas de zanahoria, ya que en los resultados de los muestreos (T2, T3, T4) el elemento se mostró positivamente asimilado por la planta. Por otra parte, los resultados obtenidos en las aplicaciones de los tratamientos de Potasio se demostraron que tuvo un efecto negativo (T2, T4, T5), dando un resultado bajo de asimilación del elemento en la planta.

Los ácidos húmicos tuvieron un desempeño positivo en el incremento radicular, por tanto, una mayor absorción de elementos nutritivos; un mayor desarrollo vegetativo; favorecen los procesos fisiológicos y contribuyen a un mayor rendimiento del cultivo.

VI. Bibliografía

Aiken, G. R. (1985). *Introduction to humic substances in soil*. New York: SD.

Anac, D. (1999). Mejora de la calidad de los cultivos mediante el manejo de nutrientes . En M. Marchand, *Mejora de la calidad de los cultivos mediante el manejo de nutriente* (pág. SD). SD: Facultad de agricultura, departamento de ciencias del suelo.

B, W. (1998). *El potasio foliar aumenta los rendimientos en cultivos* . California: SD.

Chen, Y. a., & Aviad , T. (1990). *Effect of humic Substances on plant growth*. Wisconsin: SD.

Cooper, L. (2017). El valor de las sustancias humicas y fulvicas en el ciclo de vida del carbon de los cultivos. *Agropages*, 1-8.

Crispin, A. L. (2017). *Eficacia de abamectina en tratamiento a semillas de zanahoria para el control de Meloidogyne incognita* . Torreon, Coahuila: SD.

Dkhil, B. B. (16 de Julio de 2011). *Revista Internacional de Investigacion Agricola* . Obtenido de <https://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2011.593.600>

Drozd, J. (1996). *The role of humic substances in the ecosystem and in enviromental protection*. SD: SD.

Dubbini, G. (1995). *Intereses de los bioestimulantes*. SD: Revistas JDC.

FERTILAB. (SD de SD de 2017). *FERTILAB*. Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/acidos-humicos-y-fulvicos.pdf>

Gaviola, J. C. (SD). *Manual de Produccionn de zanahoria* . SD: SD.

Gutierrez, C. R. (2015). *Analisis de crecimiento funcional, acumulacion de biomasa y traslocacion de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero* . La paz : Revista de insvestigacion e inovacion agropecuaria y de recursos naturales.

H, M. (2004). *Potasio en sistemas de fertirrigacion*. SD: 5° curso en fertirrigacion.

Huaijuan, X. (2020). *Efectos del acido fulvico de potasio y DA-6 sobre el crecimiento y rendimiento del tomate cultivado con lana de roca* . Haikou, China: Facultad de horticultura, Universidad Agricola de Henan.

IRTA. (17 de Junio de 2008). *3TRES*. Obtenido de https://www.3tres3.com/es-mx/articulos/los-organominerales-y-su-interes-en-el-mundo-de-la-fertilizacion_1432/

Izquierdo, C. G. (1990). *Estudio del compostaje de residuos organicos*. España: Universidad de Murcia.

J, M. M. (2003). *Efecto de la aplicacion de sustancias humicas en el cultvio de liliium*. Mexico : Universidas Autoonoma Chapingo.

Kovacs, A. B. (2012). *Efectos de los fertilizantes orgánicos y minerales sobre el rendimiento y el contenido mineral de la zanahoria* . SD: Revista Internacional de ciencias Horticolas.

Kovacs, A. B. (2012). *Revista Internacional de Ciencias Horticulas* . SD: Universidad de Debrecen .

- Llanos, H. B. (2015). *Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y traslocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero*. La paz: Repositorio institucional RI-UMSA.
- Lopez, R. A. (2014). *Comportamiento de potasio y magnesio vía foliar en la calidad de tomate cherry*. Saltillo, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- M., C. (1981). *Materia Orgánica del suelo, su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Barcelona, España: Oikos.
- Melendez. (2003). *Taller de abonos orgánicos*. SD: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Mellado, E. K. (2010). Zanahoria. En E. K. Mellado, *Zanahoria* (pág. 11). SD: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA.
- Mellado, E. K. (2010). Zanahoria. En E. K. Mellado. SD: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA.
- mycsainc. (2021). *Ácido fulvico*. sd: Mycsainc.
- Narro, F. (1996). *Sustancias Húmicas en la agricultura*. La paz: Universidad de Baja California Sur.
- Oswaldo, C. (2012). *FERTILIZACIÓN ORGÁNICA – MINERAL Y ORGÁNICA*. El fuerte, México: Universidad Autónoma Indígena de México.
- Pesquera, S. d. (06 de Junio de 2018). *SIAP*. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/articulos/zanahoria-antioxidante-a-la-vista?idiom=es>

Real, G. S. (2010). *Zanahoria* . SD: Boletia INIAN N°411.

Rodriguez, V. A. (2017). *Fertilizacion foliar con potasio, calcio y boro* . SD: Instituto Nacional de Ciencias Agricolas .

SAGARPA. (Marzo de 2015). *Margenes fe comercializacion* . SD: SAGARPA.
Obtenido de
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/71250/MargenesComer_Zanahoria_Marzo2015.pdf

Schnitzer, M. (1978). *Humic substances: chemistry and reactions*. Amsterdam: sd.

Schnitzer, M.; H. R., Schulten. (1995). *Analysus of organic matter in soil extracts and whole soils*. SD: D. L. Speaks. Advances in agronomy.

Serrano, R. (2015). *Influencia de los acidos fulvicos sobre la estabilidad de agregados y la raiz*. Caracas, Venezuela: Asociacion Interciencia.

Stevenson, F. (1994). *Humus Chemistry*. New York: Genesis, composition, reactions 2a ed.

Stevenson, F. J. (1994). *Humus chemistry*. New York : SD.

Vazquez, P. E. (2013). *Uso en la agricultura de sustancias humicas* . Saltillo, Coahuila: Centro de investigacion en quimica aplicada .

Velazquez, C. G. (2014). *Comportamiento de un fulvato de potasio y Magnesio en la calidad del Tomate Cherry* . Saltillo, Coahuila: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro .