

**.UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA**



**Producción de zanahoria (*Daucus carota L.*) con dos sistemas de fertilización en campo**

**Por:**

**ENRIQUE OSIEL MORALES BRAVO**

**TESIS:**

**Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**Torreón, Coahuila, México**

**DICIEMBRE, 2021**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Producción de zanahoria (*Daucus carota L.*) con dos sistemas de fertilización en campo

Por:

ENRIQUE OSIEL MORALES BRAVO

TESIS:

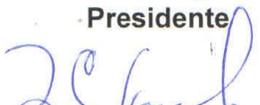
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

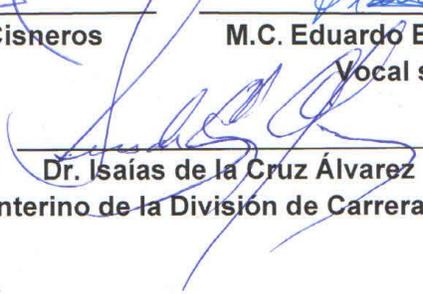
Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Norma Rodríguez Dimas  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jesús Vásquez Arroyo  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Rafael Ávila Cisneros  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Eduardo Blanco Contreras  
Vocal suplente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Isaías de la Cruz Álvarez  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

DICIEMBRE, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Producción de zanahoria (*Daucus carota L.*) con dos sistemas de fertilización en campo

Por:

ENRIQUE OSIEL MORALES BRAVO

TESIS:

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

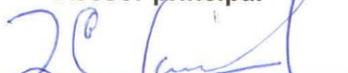
Aprobada por:



Dra. Norma Rodríguez Dimas  
Asesor principal



Dr. Jesús Vázquez Arroyo  
Coasesor



M.C. Rafael Avila Cisneros  
Coasesor



M.C. Eduardo Blanco Contreras  
Coasesor



Dr. Isaías de la Cruz Álvarez  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

DICIEMBRE, 2021

## AGRADECIMIENTOS

**Principalmente agradezco a Dios**, por darme salud para realizar mis actividades durante mi carrera profesional, amigos que estuvieron en todo momento apoyándome, y lograr mis sueños.

**A mí “Alma Terra Mater”** por brindarme hospedaje, comida, y darme los conocimientos necesarios para ser un ingeniero en agroecología. Sin olvidar los valores que durante este ciclo me enseñaron los instructores que nos brindaron.

**A los profesores del departamento de agroecología**, que compartieron experiencias valiosas adquiridas en el campo y que con su dedicación al trabajo lograron formar un ser con esperanzas.

**A mis compañeros de generación**, por ayudarme y brindarme su apoyo para salir adelante.

**A la Dra. Norma Rodríguez Dimas**, por brindarme sus conocimientos, esfuerzo y dedicación para ser posible este proyecto.

**Al Dr. Jesús Vásquez Arroyo**, por darme esperanza y motivación durante mi carrera y ser posible lograr mis sueños

**Al M.C. Rafael Ávila Cisneros**, gracias por el gran apoyo que me brindo y tiempo para la realización y culminación de este proyecto de investigación.

**Al M.C. Eduardo Blanco Contreras**, por haber apoyarme durante mi proyecto de investigación

**Al Ing. Fortino Domínguez Pérez (†)**, por ser pieza fundamental en este proyecto, apoyándonos y guiándonos para la realización del mismo

**A mi tutor M.Sc. Emilio Duarte Ayala**, por ser un motivador durante la carrera y ser amigo en momentos difíciles.

**A mis amigos. Wiliam Antonio, Sebastián Moshan, Ecker Martínez**, por impulsarme durante mi carrera profesional.

## DEDICATORIAS

**A mis padres; Pedro Morales Velázquez y Oralia Bravo Díaz**, por todo el apoyo, confianza, amor, durante los momentos buenos y difíciles durante la carrera, de lo contrario no fuera de mí un hombre con principios y valores, al enseñarme a ganarme la vida de manera decente y respeto al prójimo.

**A mis hermanos; Ereydi Norma, Miguel Ángel, Eduardo Iván, María Del Carmen, Pedro Emanuel, y Yelmi Yaeni**, a quienes agradezco su especial compañía y comprensión, cuando los necesite durante mis estudios.

**A mis abuelos; Agapito y Filomena**, por sus sabias palabras que con mucho afecto me transmitieron.

**En especial a mis abuelos; Rufino y Enriqueta**, por el amor, cariño que siempre me brindaron, (+).

**A mis primos**, que me brindaron un poco de sus tiempos para divertirnos y compartir momentos de armonía y felicidad.

## RESUMEN

El proyecto de investigación se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2020 en la unidad productiva agroecológica sustentable del departamento de agroecología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos de fertilización de la zanahoria con compost y sintética (química). Las variables evaluadas fueron: altura de planta utilizando una regla milimétrica, longitud de la raíz, altura de peciolo, número de hojas foliolos, peso verde de planta, peso de la raíz, peso de la planta sin raíz, diámetro de la raíz, sólidos solubles (Brix %) y rendimiento total. Se encontró que el empleo de compost favoreció en el crecimiento de la planta y la calidad de la raíz. El tratamiento con compost superó a la fertilización química en altura de planta con 7.9 %; longitud de raíz 15%; peso verde con 34.4%; peso de la raíz con 23% y el rendimiento con 23% mientras que el testigo promedió 8.14 t ha<sup>-1</sup>. Es decir en todas las variables la fertilización con compost supero al químico.

**PALABRAS CLAVES.** Zanahoria, Fertilización, Compost, Rendimiento, Hortícola

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>viii</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>Objetivo e Hipótesis</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Objetivo</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Hipótesis</b>	<b>2</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
<i>2.1 Descripción del cultivo</i>	<i>3</i>
<i>2.2 Importancia económica</i>	<i>3</i>
<i>2.3. Producción Mundial</i>	<i>3</i>
<i>2.4. Producción nacional</i>	<i>4</i>
<i>2.5. Clasificación taxonómica</i>	<i>5</i>
<i>2.6. Características botánicas de la planta de zanahoria</i>	<i>5</i>
<i>2.6.1. Tallo</i>	<i>5</i>
<i>2.6.2. Hojas</i>	<i>6</i>
<i>2.6.3. Flores</i>	<i>6</i>
<i>2.6.4. Raíz</i>	<i>6</i>
<i>2.6.5. Semilla</i>	<i>6</i>
<i>2.7. Valor nutricional</i>	<i>7</i>
<i>2.8. Usos principales</i>	<i>7</i>
<i>2.9. Propiedades de la zanahoria</i>	<i>7</i>

2.10. Etapas fenológicas del cultivo de zanahoria	8
2.11. Ecofisiología del cultivo	9
2.12. Requerimientos climáticos y edáficos	9
2.12.1. Clima	9
2.12.2. PH	10
2.12.3. Suelo	10
2.12.4. Necesidades hídricas	10
2.12.5. Humedad	11
2.13. Variedades sembradas en México	11
2.13.1. Zanahoria Chantenay	11
2.13.2. Zanahoria Brasilia	11
2.13.3. Zanahoria Danvers	12
2.13.4. Zanahoria Nantes	12
2.13.5. Zanahoria Bangor	12
2.14. Siembra	12
2.15. Formas de siembra.	13
2.16. Época de siembra.	13
2.17. Cosecha	13
2.18. Principales plagas y enfermedades	14
2.18.1. Plagas	14
2.18.1.1. Pulgones ( <i>Cavariella aegopodii</i> . <i>Aphis spp.</i> )	14
2.18.1.2. Diabrotica ( <i>Diabrotica sp.</i> )	14
2.18.1.3. Gallina Ciega ( <i>Pyllophaga sp.</i> )	14
2.18.2. Enfermedades.	14
2.18.2.1. Mancha foliar ( <i>Alternaria sp.</i> )	14
2.18.2.2. Mildéu polvoso	15
2.19. Definición de agricultura convencional	15
2.20. Características de la agricultura convencional	15
2.21. La agricultura convencional en el mundo	16
2.22. Definición de agricultura orgánica	16

2.23. Antecedentes de la agricultura orgánica	16
2.24. Importancia de la agricultura orgánica	17
2.25. Agricultura orgánica como sistema de producción	17
2.26. Agricultura orgánica en el mundo	17
2.27. Principales países productores orgánicos	18
2.28. Agricultura orgánica en México	18
2.29. Principales estados productores	19
2.30. Fertilización	20
2.31. Fertilización orgánica	20
2.32. Compost	20
2.33. La fertilización inorgánica	20
2.34. Nitrato de amonio	21
2.35. Manejo orgánico de cultivos hortícolas	21
2.36. Nutrición mineral de las plantas	22
2.37. Importancia de la nutrición vegetal	22
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
3. 1 Localización del área de estudio	23
3.2. Descripción del sitio de investigación.	24
3.3 Condiciones climatológicos	24
3.3.1. Precipitación pluvial	24
3.3.2. Clima	25
3.3.3. Evaporación.	25
3.3.4. Temperatura	25
3.3.5. Heladas	25
3.3.6. Viento	26
3.3.7. Suelo.	26
3.4. Labores culturales.	26
3.4.1. Preparación del terreno	26
3.4.2. Instalación del equipo de riego.	27
3.5. Diseño experimental.	27
3.6. Tratamientos.	28
3.7. Manejo del cultivo	28
3.7.1. Densidad de siembra.	28
3.7.2. Cama	28

3.7.3. Siembra.	28
3.7.4. Control de maleza.	28
3.7.5. Riego	29
3.7.6. Aclareo	29
3.7.7. Aporque.	29
3.7.8. Plagas y enfermedades	29
3.7.9. Fertilización	30
3.7.10. Compost	30
3.7.11. Nitrato de amonio	31
3.7.12 Cosecha	31
3.8. Variables evaluadas	32
3.8.1. Altura de planta	32
3.8.2. Longitud de la raíz	32
3.8.3. Altura del peciolo	32
3.8.4. Numero de hojas (foliolos)	32
3.8.5. Peso verde de planta	32
3.8.6. Peso de la raíz	33
3.8.7. Peso de la planta sin raíz	33
3.8.8. Diámetro de fruto	33
3.8.9. Azúcares totales	33
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>34</b>
4.1. Altura de la planta	34
4.2. Longitud de la raíz	34
4.3. Longitud del peciolo	35
4.4. Numero de foliolos.	36
4.5. Peso verde de la planta	37
4.6. Peso de la raíz	38
4.7. Peso verde sin raíz	39
4.8. Diámetro ecuatorial de la raíz	40
4.9 Solidos solubles	41
4.10. Rendimiento (t ha-1)	42
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>44</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA</b>	<b>45</b>
<b>APENDICES</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales países productoras de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L).....	4
Figura 2. Fenología del cultivo de zanahoria .....	9
Figura 3. Distribución de tierras agrícolas orgánicas por país.....	18
Figura 4. Entidades con mayor superficie de producción orgánica .....	19
Figura 5. Localización de la comarca lagunera.....	23
Figura 6. Localización del sitio experimental .....	24
Figura 7. Preparación del terreno .....	27
Figura 8. Altura de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.....	34
Figura 9. Longitud de la raíz de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.....	35
Figura 10. Longitud del peciolo de la planta de cultivo de zanahoria desarrollad con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAA-UL.....	36
Figura 11. Numero de foliolos de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL. ....	37
Figura 12. Peso verde de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.....	38
Figura 13. Peso de la raíz de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL. ....	39
Figura 14. Peso verde sin raíz de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL. ....	40
Figura 15. Diámetro ecuatorial de la raíz de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL. ...	41
Figura 16. Solidos solubles de la raíz de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.....	42
Figura 17. Efecto de los tratamientos en el rendimiento t ha de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL. ....	43

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales estados productoras de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.).....	4
Cuadro 2. Propiedades de la zanahoria .....	8
Cuadro 3. Composición química de la composta.....	30
Cuadro 4. Composición química de nitrato de amonio .....	31

## INTRODUCCION

El cultivo de zanahoria, (*Daucus carota L.*) es una hortaliza de la familia umbeliferae, originaria del Asia central, específicamente de Afganistán. Pertenece al grupo de vegetales con raíces tuberosas, generalmente de color naranja, forma cónica o cilíndrica y de longitud variada (Enciso y Zaracho, 2011)

La zanahoria es una raíz que se conoce y cultiva alrededor del mundo. Esta es conocida debido a ser un alimento funcional muy importante, La variedad que cubre la mayoría de cultivos es Chantanay, ésta es muy común en los agricultores tradicionales por el bajo costo de la semilla (López, 2011)

En el 2015, de acuerdo a los datos oficiales del SIAP, (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 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%) que contribuyeron con el 86.88 % de la producción nacional durante ese año (López, 2017).

En el 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 (SIAP, 2018)

Existen diversos problemas que se presentan en el suelo uno de ellos es la baja producción por deficiencia de nutrientes. La aplicación de lixiviados, materia orgánica y compostas son un medio viable para fertilizar la planta y aumentar la producción, favoreciendo el crecimiento y rendimiento (Morales, 2019).

De esta hortaliza la parte útil es la raíz, ya que se puede consumir cruda en ensalada, licuada o en jugos o bien puede cocinarse o industrializarse. La calidad nutritiva radica especialmente por su elevado contenido en beta-caroteno, pues cada molécula de beta-caroteno que se consume es convertida en dos moléculas

de vitamina A. en general se caracteriza por su elevado contenido en agua y bajo contenido en lípidos y proteínas (Madrigal, 2003).

En virtud se realizó el presente trabajo de investigación para evaluar el rendimiento del cultivo de zanahoria bajo dos niveles de fertilización compost y químico.

## **Objetivo e Hipótesis**

### **1.1 Objetivo**

Determinar el efecto del compost sobre la calidad y rendimiento del cultivo de la zanahoria en campo.

### **1.2 Hipótesis**

Es posible producir zanahoria con aplicación de compost como fuente de fertilización en campo

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Descripción del cultivo

El origen botánico de la zanahoria parece situarse en Asia menor, donde aún se puede encontrar en estado espontáneo. De esa forma original y gracias a las selecciones realizadas desde el siglo XVII proceden los distintos tipos que conocemos actualmente.

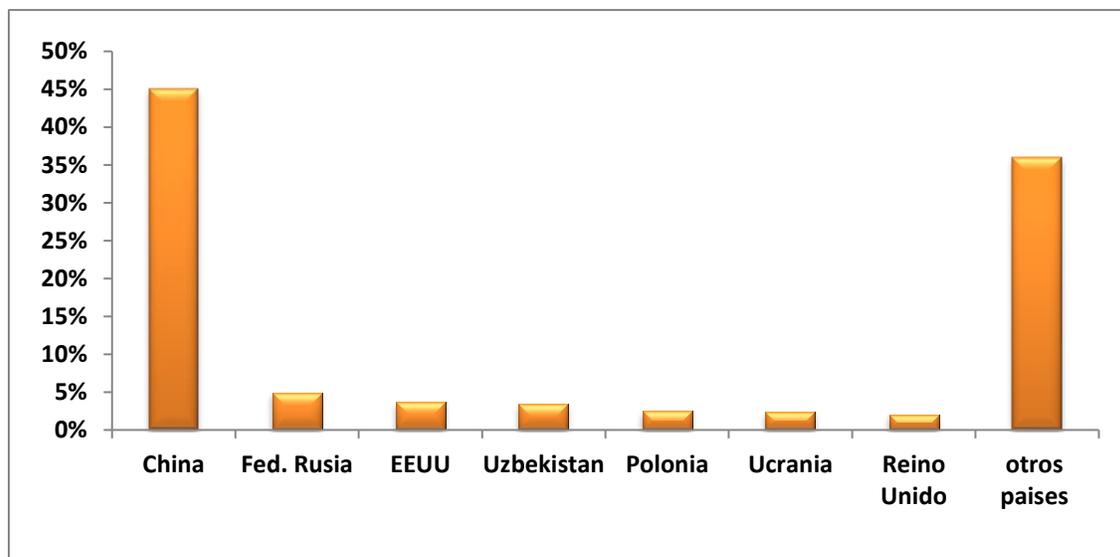
La zanahoria ha sido cultivada desde hace 2,000 años o más ya que fue mencionada por Plinio 300 años A.C. Su uso comenzó con la agricultura primitiva y puede ser encontrada en abundancia en su forma natural, además se encuentra a todo lo largo del territorio de Norteamérica y en muchos lugares es considerada una mala hierba. Todas las variedades cultivadas se consideran derivadas de la forma salvaje (Roque, 2015).

### 2.2 Importancia económica

La importancia del cultivo de zanahoria está dada por la gran demanda que tiene durante todo el año y la gran superficie que ocupa, así como por ser la más importante de las hortalizas de raíz; reportándose para el 30 septiembre de 2012 una superficie cosechada de cerca de 4,338 hectáreas de 16 estados productores con una producción de 107,539 toneladas obtenidas, siendo los principales estados productores en nuestro país Guanajuato, Querétaro, Puebla y Zacatecas, cultivándose principalmente en la región central del país (Vidal,2013).

### 2.3. Producción Mundial

La Zanahoria se coloca en el sexto lugar a nivel mundial, produciéndose un total de 40, 000,934.0 ton y sembrándose 1,131, 160 ha; el principal productor es: China, encontrándose también países como Rusia, Estados Unidos y Ucrania. En 2018 México produjo 336,616.0 ton, rendimiento que ha mostrado disminución en los últimos años, destacando su mayor producción en 2011 cuando se obtuvieron 404,726.0 ton; desde ese año no se han presentado aumentos (CEDRSSA, 2020).



**Figura 1.** Principales países productoras de zanahoria (*Daucus carota* L.).

Fuente: Marcela et al., 2017.

#### 2.4. Producción nacional

La zanahoria se produce todo el año, pero en los meses mayo, agosto, septiembre y octubre se genera 46% de la producción nacional. A nivel nacional la mayor producción de zanahoria es la de Puebla (SAGARPA, 2015).

**Cuadro 1.** Principales estados productoras de zanahoria (*Daucus carota* L.).

Entidad	superficie sembrada	Produccion (Ton)	%
Puebla	11266.2	336616.2	100
Guanajuato	2960.3	82872.5	24.6
Zacatecas	1811.8	60477.7	23.4
Mexico	1002.6	30826.1	18
Queretaro	654	21524.4	6.4

Fuente: CEDRSSA, 2020.

## 2.5. Clasificación taxonómica

La zanahoria regularmente son plantas herbáceas bianuales o anuales, según el propósito del cultivo, ya sea para obtener raíces en el primer año y que son carnosas y de sabor agradable, o para obtener semilla en el segundo año del ciclo vegetativo (Fonseca, 2015).

Guerrero, 2017. Explica la clasificación taxonómica de la zanahoria.

**Reino:** Vegetal

**Clase:** Angiospermar

**Subclase:** Dicotyledoneae

**Orden:** Umbelliflorae

**Familia:** Umbelliflorae

**Género:** Daucus

**Especie:** D. carota.

**Descubridor:** Linneo

**Variedad:** Chantanay

## 2.6. Características botánicas de la planta de zanahoria

La zanahoria es una planta bianual de estación fría con un crecimiento óptimo entre los 15 °C y los 25 °C de temperatura, durante el primer período de crecimiento, o etapa vegetativa, la planta produce un tallo muy comprimido al ras de suelo y una roseta de hojas, acumulando reservas carbonadas en su raíz hipertrofiada y de comienza la etapa reproductiva, en la misma se produce la elongación del tallo y la floración, para lo cual la planta utiliza las reservas acumuladas en la raíz (Castillo, 2014).

### 2.6.1. Tallo

El tallo es muy rudimentario, erecto, estriado y está muy ramificado alcanza una longitud de 1.0 a 2.5 cm; sin embargo, el tallo floral llega a medir de 0.5 a 1.0 m de altura (Tiu, 2017).

### **2.6.2. Hojas**

Son pubescentes, de color verde, con segmentos lobulados. Los peciolo son largos y expandidos en la base. Aparecen de 10 a 15 días después de la germinación, Tiene de tres a siete pares de foliolos por segmento, más uno terminal (vega, 2010).

### **2.6.3. Flores**

Generalmente las flores de zanahoria son hermafroditas, pequeñas, blancas con tonalidades verdes o púrpuras. Cada flor tiene 5 pequeños sépalos) verdes, 5 pétalos, 5 estambres (órganos masculinos portadores del polen) y un ovario bilocular con dos estilos (Tiu, 2017).

### **2.6.4. Raíz**

La radícula origina una raíz principal típica y pivotante, de la cual surgen raíces secundarias para la absorción de nutrientes y agua (Vega, 2010).

La zanahoria tiene caracteres según las variedades, se pueden agrupar según el color de la raíz en blancas, amarillas y rojas. El sistema radicular consiste en una raíz primaria pivotante engrosada que, incluyendo parte del hipocotíleo, constituye el órgano de consumo de la especie. Está rodeada por numerosas raíces secundarias, ramificadas y finas, que se forman a partir de la mitad inferior de la raíz principal y que alcanzan una profundidad de hasta 1 m en el suelo (Morales, 1995).

### **2.6.5. Semilla**

Las semillas son pequeñas, de color verde oscuro y con dos caras asimétricas, una plana y otra convexa, provista en sus extremos de uno agujijones curvados con capacidad germinativa de tres años (Vega,2010).

## **2.7. Valor nutricional**

La zanahoria forma parte importante de la alimentación moderna actual, por su contenido vitamínico A, B y C siendo muy apreciado principalmente por su contenido en caroteno y vitamina A. El componente más abundante en la zanahoria, al igual que en el resto de verduras y hortalizas, es el agua, seguido de los hidratos de carbono que aportan energía al organismo. Además contienen vitaminas y minerales, por lo que son un excelente alimento debido a sus propiedades para la salud (Jiménez, 2011).

## **2.8. Usos principales**

Las zanahorias se pueden consumir de muy diversas formas. Se suelen trocear, y se consumen crudas, cocidas, fritas o al vapor y se cocinan en sopas, guisos, ensaladas, pasteles, así como en comidas preparadas para bebés y animales domésticos (Marcela, 2017).

## **2.9. Propiedades de la zanahoria**

La zanahoria es una verdura muy saludable. Además de brindar algunos beneficios para la salud es un alimento con un alto contenido de vitaminas, minerales, fibras, azúcares, calcio, zinc y carbohidratos que son esenciales para nuestro organismo. Las propiedades nutritivas de la zanahoria se completan con el aporte de hidratos de carbono y de agua de esta verdura, que además se puede preparar de muchísimas formas distintas, dulce o salada y tiene un sabor especial (Carmen y Valdivia, 2015).

La hortaliza de la zanahoria, es una fuente muy importante para la salud humana con un alto contenido de vitaminas (Almeida y Zambrano, 2007).

**Cuadro 2.** Propiedades de la zanahoria

Propiedades	Zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.)
Agua	87,7 gr
Energía Kcal.	43 Kcal
Grasas	0,19 gr
Hidratos de carbono	10,14 gr
Fibra	3 gr
Potasio	323 mg
Fosforo	44 mg
Sodio	35 mg
Calcio	27 mg
Magnesio	15 mg
Vitamina C	9,3 mg
Vitamina A	2.000-12.000
Vitamina B	0,14 mg
Ácido fólico	14 mg

Fuente: Almeida y Zambrano, 2007.

### 2.10. Etapas fenológicas del cultivo de zanahoria

La germinación, emergencia y establecimiento de las plántulas de zanahoria tarda entre 22 y 32 días.

En La etapa I de crecimiento, de 39 a 60 días, se dan los primeros estados de desarrollo de la parte aérea y la raíz; en las primeras semanas la raíz crece en longitud y el desarrollo foliar es lento.

En la etapa II de crecimiento, de 61 a 97 días, hay un aumento constante en el diámetro de la raíz y en el número de hojas.

En la etapa III de crecimiento, de 98 a 123 días, la tasa de crecimiento se desacelera.

Finalmente, en la etapa IV, a partir de los 124 días, el tamaño de las raíces y el follaje tiende a estabilizarse previo a la cosecha (Zhañay, 2016).

SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	...	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43												
ETAPAS DE DESARROLLO																																											
	EMERGENCIA	DESARROLLO DE LAS HOJAS						DESARROLLO DE PARTES VEGETATIVAS COSECHABLES						MADUREZ COMERCIAL	VERNALIZACIÓN	FLORACIÓN	FORMACIÓN DE FRUTO	MADURACIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS	SENESCENCIA																								
LABORES	SIEMBRA	APLICACIÓN DE COMPOSTA												COSECHA											COSECHA DE SEMILLA																		
		DESHIERBES																																									
PLAGAS Y ENFERMEDADES																																											
CONTROL	APLICACIÓN DE AJO, CEBOLLA Y JABÓN.																																										

**Figura 2.** Fenología del cultivo de zanahoria

Fuente: (Vega et al., 2011).

## 2.11. Ecofisiología del cultivo

El cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L.) Requiere de condiciones ecológicas óptimas para su mayor desarrollo: como temperatura, humedad, luz son determinantes para el crecimiento de la raíz. Muchos autores indican que con aumento en la cantidad o intensidad de luz diaria la planta incrementa su peso, siempre y cuando la temperatura ni humedad sea una limitante, por lo tanto es necesario tener información de estos factores para determinar la época más apropiada en el desarrollo óptimo de nuestros cultivos (Rosas, 2011).

## 2.12. Requerimientos climáticos y edáficos

### 2.12.1. Clima

La zanahoria es relativamente sensible a altas temperaturas del suelo. La zanahoria cultivada en zonas cálidas, tiende a producir raíces cortas, de color pálido y de consecuente inferior calidad. Par a zonas tropical es se requiere una altitud de por lo menos 500 metros sobre el nivel del mar, y par a obtener buenos.

Rendimientos comerciales y raíces de color atractivo y de calidad, solo requiere cultivar en altitudes mayores a 1000 metros sobre el nivel de mar (Van, 1996).

El Clima de la zona está caracterizada por tres tipos de climas: semiseco templado en las partes de mayor altura, las porciones correspondientes a las sierras bajas se encuentran dominadas por un clima seco templado y la mayor extensión la ocupa el valle donde se encuentra un clima, muy seco y semi-cálido (CONAGUA, 2008).

### **2.12.2. PH**

Este cultivo requiere terrenos neutros o ligeramente alcalinos no soporta los suelos ácidos. El pH óptimo está comprendido entre 5,8 y 7. Es considerada como una planta sensible a la salinidad. Acuña, 1998).

### **2.12.3. Suelo**

Prefiere el suelo franco-arenoso y/o arcillo-arenoso, aireado y fresco, rico en materia orgánica bien descompuesta y en potasio, con pH comprendido entre 5.5 y 6.8. Los terrenos compactos y pesados originan raíces fibrosas, de menor peso, calibre y longitud, incrementándose más el riesgo de podredumbres. Los suelos pedregosos origina raíces deformes o bifurcadas y los suelos con excesivos residuos dan lugar a raíces acorchadas (Enríquez, 2015).

### **2.12.4. Necesidades hídricas**

Tiene grandes requerimientos en humedad y en caso de sufrir un estrés hídrico, la raíz adquiere un aspecto menos cilíndrico y más fibroso que deprecia su calidad comercial, requiere un mínimo entre 400 y 800 mm al año. Progresivamente conforme se desarrolla el cultivo, hasta llegar a un máximo, que suele coincidir con la mayor velocidad de crecimiento, floración o fructificación (Tapia, 2021).

### **2.12.5. Humedad**

La zanahoria constituye un cultivo que requiere humedad constante en el suelo para lograr raíces con forma y calidad apreciables por el mercado. En relación a este factor lo más importante es mantener un régimen de 70 al 80%. Constante, ya que una irregularidad en el suministro de la misma, provoca generalmente rajaduras en la raíz y un déficit da lugar a la formación de raíces más largas y decoloradas (Alanoca, 2005).

### **2.13. Variedades sembradas en México**

Hoy en día, a parte del tradicional color naranja de la zanahoria con su pigmento Beta caroteno, existen diferentes variedades como: rojas, púrpuras, amarillas, blancas, y otras con mezcla de colores, y variedades con pigmentos de xantofilas, las cuales están localizadas en las raíces de color amarillo (Maldonado et al., 2021).

#### **2.13.1. Zanahoria Chantenay**

El cultivar Chantenay posee raíces de corona ancha de 5 y 6 cm de diámetro, de forma tónica y con un peso que oscila de 200 a 250 gr. Este cultivar se divide en 2 tipos: Chantenay Corazón Rojo, que posee un ciclo de vida de 70 días hasta que se llegue a cosechar, las zanahorias son delgadas en la parte de abajo y gruesas en la parte de arriba con una productividad elevada; el tipo Real Chantenay se caracteriza por su abundante color anaranjado ya que es más brillante a diferencia de la anteriormente mencionada y son resistentes a suelos pesados y superficiales (Maldonado et al., 2021).

#### **2.13.2. Zanahoria Brasilia**

Este cultivo se destaca por su intenso follaje que es de color verde oscuro con alturas de hasta 35 cm, posee raíces de forma cilíndrica de color naranja y en pocos casos de color verde o púrpura, con dimensiones medias que pueden llegar

a tener hasta 22 cm de largo y 4 cm de grosor. El ciclo de vida de este cultivar es de 85 a 100 hasta la cosecha (Maldonado et al., 2021).

### **2.13.3. Zanahoria Danvers**

Poseen una raíz de 15 a 17 cm de longitud y un diámetro de 5 a 6 cm. Son muy resistentes al calor, con un buen follaje y una madurez mediana. El ciclo fenológico de este cultivar es de 120 a 150 días luego de transcurrida la siembra. (Maldonado et al., 2021).

### **2.13.4. Zanahoria Nantes**

Es un híbrido que tiene raíces que miden de 16.5 a 19 de largo con un diámetro de 3.8 a 4.4 cm. Al momento de que las raíces comienzan a madurar toman una forma cilíndrica su follaje es muy vigoroso, de color verde que puede llegar a medir de 43 a 48 cm de alto, con raíces de color anaranjado. Este cultivar tiene una maduración rápida, de buen rendimiento y uniformidad. El ciclo de vida es de 90 a 100 días (Maldonado et al., 2021).

### **2.13.5. Zanahoria Bangor**

Híbrido tipo Berlicum, de forma cilíndrica gruesa de 18 a 30 cm de largo y con un diámetro de 4,5 cm. El peso de esté híbrido es de 250 a 450 g, de color naranja intenso (Maldonado et al., 2021).

## **2.14. Siembra**

La siembra es manual, aunque también se puede usar sembradora normalmente se hace un surco de unos tres centímetros de profundidad, se coloca la semilla y se procede a tapar con algún material que no se compacte y guarde humedad (Lardizábal y Theodora, 2007).

### **2.15. Formas de siembra.**

Barrionuevo (2010), describe las siguientes formas de siembra del cultivo

- Al voleo, con la mano lo dispersamos por la cama, camellón o tablón.
- De Chorrillo, con el azadón u objeto abrimos un surco. Ponemos las semillas en la mano y dejamos caer un chorrillo de semillas en el surco entre el pulgar y el índice.
- De precisión con la ayuda de una rueda de siembra se va sembrando a una distancia de 10 cm entre planta y planta (Barrionuevo, 2010).

### **2.16. Época de siembra.**

El cultivo de la zanahoria puede sembrarse todo el año, En otoño-invierno Los mayores volúmenes de zanahoria, coincidentemente con el período de cosecha y comercialización de las zanahorias anuales, y en el periodo primavera-verano se produce una menor oferta de zanahoria que en el resto del año, lo que se corresponde con las siembras de verano y las dificultades productivas en esa estación. Esa situación provoca el aumento de los precios y del volumen de las importaciones en ese momento (Souza et al., 2012).

### **2.17. Cosecha**

A los 90 días de la germinación de la semilla, se debe realizarse cuando este alcance su madures de consumo, si se pasa su punto ideal, esta comienza a envejecer y se pone leñosa, especialmente su corazón, o bien se pueden producir rajaduras, haciéndolas no comerciales con las pérdidas económicas que esto significa (Pérez, 2013).

## **2.18. Principales plagas y enfermedades**

### **2.18.1. Plagas**

#### **2.18.1.1. Pulgones (*Cavariella aegopodii*. *Aphis spp.*)**

Esta plaga se alimenta picando la epidermis por lo que produce fuertes abarquillamientos en las hojas que toman un color amarillento, los pulgones son vectores de enfermedades viroticas lo que les hace doblemente peligrosas, para esto utilizaremos control biológico la mariquita o trampas amarillas (Martínez, 2000).

#### **2.18.1.2. Diabrotica (*Diabrotica sp.*)**

El daño por este tipo de insectos es más importante en las primeras etapas de crecimiento del cultivo por ser un masticador puede en su proceso de alimentación destruir la planta y como son pequeñas las plantas puede consumir varias al día, por lo que un adecuado muestreo es muy importante, su control es mantener libres de arvenses, muestreo dos veces por semana (Lardizábal, 2005).

#### **2.18.1.3. Gallina Ciega (*Pylophaga sp.*)**

Esta plaga es de mucha importancia no solo en zanahoria, sino en casi todos los cultivos. Su daño lo causa por el hábito de alimentación de la larva, lo que daña sensiblemente la zanahoria impidiendo su comercialización. El control de esta plaga es mantener libre de arvenses las camas del cultivo y a su alrededor, realizar muestreo de suelo antes y durante el cultivo por lo menos dos veces al mes (Lardizábal y Theodoracopoulos, 2007).

### **2.18.2. Enfermedades.**

#### **2.18.2.1. Mancha foliar (*Alternaria sp.*)**

Esta enfermedad comienza generalmente en los bordes de las hojas, con lesiones pequeñas e irregulares rodeadas de tejido amarillento. Al avanzar la enfermedad las manchas se unen y la hoja va perdiendo cada vez más área

activa. El hongo puede invadir la semilla, por lo que la enfermedad se propaga a través de ésta; por lo tanto, se debe asegurar el uso de semilla sana. La salpicadura de la lluvia y el viento son factores importantes en la dispersión de la enfermedad. Se recomienda evitar el exceso de humedad a nivel de campo con un control del riego y siembra en terrenos con buen drenaje (Castillo, 2014).

#### **2.18.2.2. Mildéu polvoso**

Otras de las enfermedades presentes en el cultivo es el oídio, causado por el hongo Mildéu Polvoso que se manifiesta por alta humedad relativa y temperatura altas, se caracteriza por el aspecto del polvo blanco sobre la superficie de las hojas, su daño puede ser alto ya que cubre por completo el área foliar impidiendo la fotosíntesis, con la consecuente reducción, un control específico es si se tiene riego por aspersión este tiende ayudar a disminuir la severidad de esta enfermedad (Saavedra, 2000).

#### **2.19. Definición de agricultura convencional**

Es un sistema de producción agrícola convencional que involucra el uso excesivo de fertilizantes sintéticos y plaguicidas, herbicidas, maquinaria agrícola y fertilizantes químicos (Gonzales et al., 2021).

#### **2.20. Características de la agricultura convencional**

Landini y Beramendi (2020) describe las siguientes características

- Uso de variedades con alto potencial de rendimiento (híbridas o transgénicas) para soportar plagas y enfermedades.
- Labranza mínima y monocultivos.
- Uso intensivo de insumos agrícolas externos (semillas, fertilizantes y agroquímicos para el control de plagas, enfermedades y malezas.

### **2.21. La agricultura convencional en el mundo**

La agricultura convencional es un sistema de producción agrícola más extendido en el planeta. Debido a los grandes avances tecnológicos que ha tenido un gran auge en la agricultura, todo esto, es para aumentar la productividad en agricultura convencional y consecuencias ecológicas, son la labranza mínima, uso intensivo de maquinaria agrícola o el tratamiento químico. Producción de animal intensa, plaguicidas fertilizantes y los grandes monocultivos de los sistemas de la agricultura convencional que limitan los hábitats de todos los ecosistemas (Bernal, 2011)

### **2.22. Definición de agricultura orgánica**

La agricultura orgánica es un sistema de protección, de las reservas biológicas, cuidado de bosques y selvas, proteger la fauna y el respeto a los diferentes hábitats; hacer uso de la rotación de cultivos, compost, lombricomposta y conservación de suelo, abonos verdes, combinar la agricultura con la ganadería, evitar el monocultivo, que el cultivo interactúe con los ciclos naturales de todo organismo vivo de una forma constructiva y que promueva la vida, respete los ciclos biológicos, y que promueva el mejoramiento de la fertilidad del suelo promoviendo la remineralización de los campos de cultivo, su desintoxicación y el incremento de la microflora y microfauna en donde habita y cuide la calidad y uso del agua (Salazar et al., 2003).

### **2.23. Antecedentes de la agricultura orgánica**

La Agricultura Orgánica ha presentado un crecimiento importante para el mundo, que es practicada por bases ecológicas, por pobladores y a nivel social que adoptaron oficialmente este tipo de manejo de agricultura, En América Latina, lo pueblos prehispánicos producían bajo técnicas agrícolas que permitieron mantener la sustentabilidad del hábitat y la seguridad alimentaria de los habitantes de cada pueblo (García y Santiago. 2011).

#### **2.24. Importancia de la agricultura orgánica**

La agricultura orgánica incluso puede ir más allá al facilitar la micro producción familiar en azoteas y patios verdes, donde se puede experimentar el cultivo orgánico de las variedades agrícolas comestibles de cada localidad o región, contribuyendo a mejorar la dieta alimentaria de la población y a abaratar el abasto de alimentos familiar, así como recuperar en la población la capacidad de generar sus propios alimentos en una situación de modernización. Puede ser acompañada del uso intenso y extenso de la jardinería y forestaría familiar para ayudar con la expansión de las áreas verdes a reducir la saturación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, resultado de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que la modernización ha traído con el uso de tecnologías agresivas con el medio ambiente (Salinas, 2014).

#### **2.25. Agricultura orgánica como sistema de producción**

La agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos, tales como composta, fermento, lombricomposta, entre otros, el suelo, sino conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno, el querer creer y cambiar. Agricultura Orgánica. (Félix et al., 2008).

Este movimiento está regido por cuatro principios básicos.

1. Maximizar los recursos que el ente posee
2. Buscar al máximo la dependencia de insumos externos
3. Provocar el menor impacto posible dentro de las modificaciones que se hagan al lugar y al entorno y
4. No poner en riesgo la salud del productor ni del consumidor

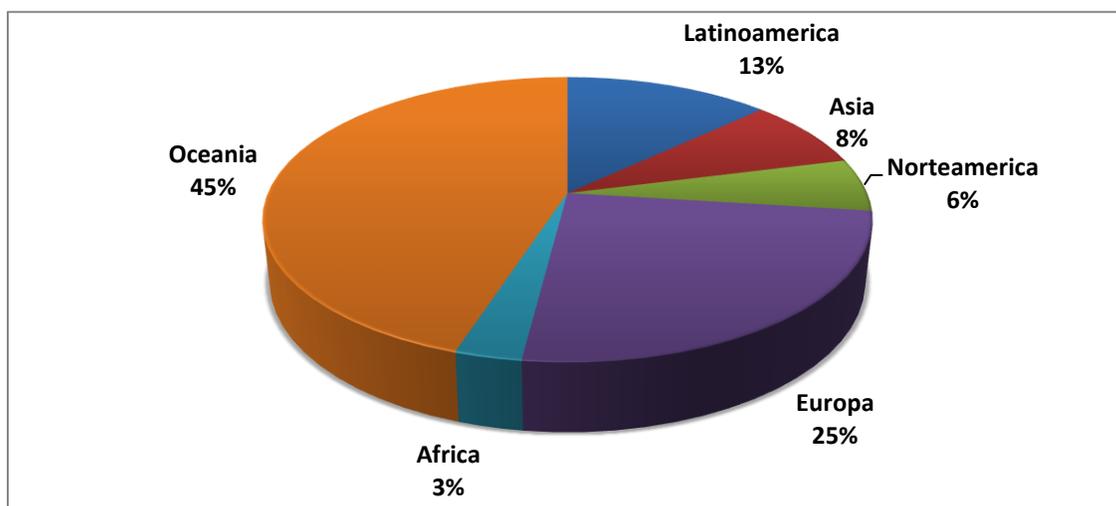
#### **2.26. Agricultura orgánica en el mundo**

Los productos orgánicos conquistan cada vez más rápido las estructuras de mercado de alimentos a nivel mundial como son los alimentos, frutas etiquetadas para el cuidado de la salud y la protección del medio ambiente son los principales

motivos por los cuales los consumidores están eligiendo los productos orgánicos (Gómez y Ángel. 2003).

### 2.27. Principales países productores orgánicos

La mayor cantidad de tierras bajo manejos orgánicos se encuentran en Oceanía que cuenta con 12,14 millones de hectáreas seguida de Europa con 10 millones de hectáreas y Latino América con 8.4 millones de hectáreas. Por su parte los países con mayor superficie orgánica son Australia con 12 millones de hectáreas, Argentina con 4,2 millones y USA con 1,9 millones. El crecimiento en superficie de la Agricultura Orgánica ha sido constante en los últimos años, aunque tal como se aprecia en los datos a continuación Oceanía se ha estancado y otros continentes han seguido creciendo como Europa y América, especialmente lo que se refiere a Latino América, que ha ido aumentando su superficie orgánica (Narea, 2013).



**Figura 3.** Distribución de tierras agrícolas orgánicas por país

Fuente: FIBL, 2017.

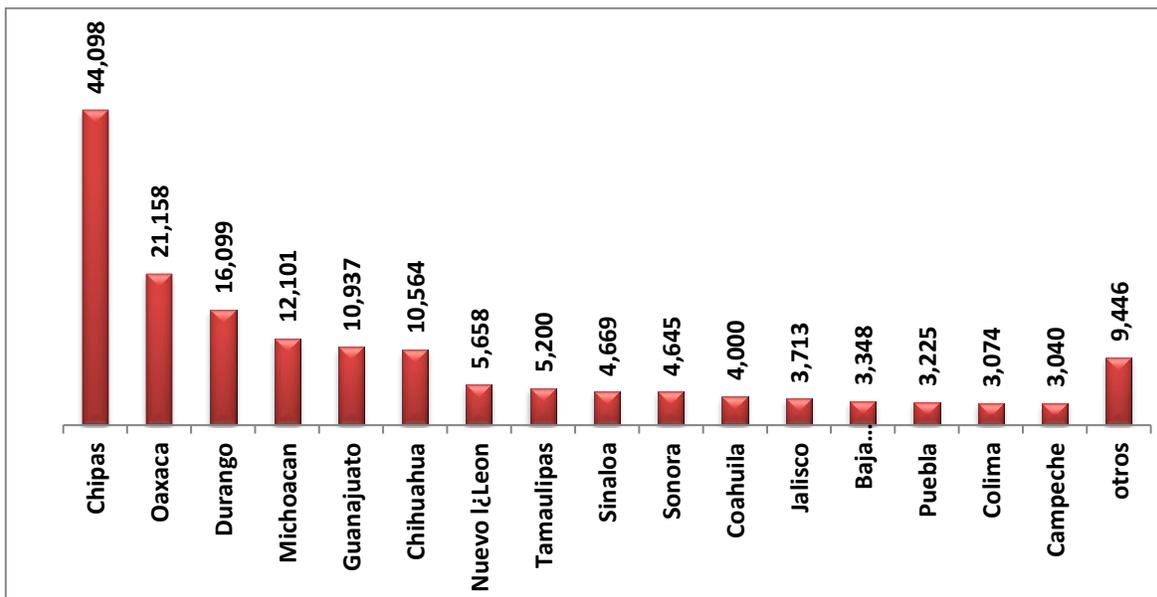
### 2.28. Agricultura orgánica en México

La producción orgánica en México es relativamente nueva, sin embargo, el sistema de producción de alimentos de nuestros antepasados era agricultura

orgánica. La producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional (Márquez et al., 2010)

### 2.29. Principales estados productores

Los principales estados productores de alimentos orgánicos son Chiapas y Oaxaca y Durango son los dos estados que cuenta con la mayor superficie de producto orgánicos, aportado un 44 % y un 21 %, 16 % casi un 70 % a nivel nacional Chiapas es el estado con mayor producción de productos orgánicos dentro de estos productos se encuentran el café en grano o molido, la carne de bovino, porcino, pollo, plátano, cacao, chayote, chile, tomate, ciruela, miel, mango, limón, también se reflejan los estados que le siguen dada la importancia como son: Michoacán, Guanajuato, Chihuahua, (Ochoa, 2010).



**Figura 4.** Entidades con mayor superficie de producción orgánica

Fuente: SIAP, 2017.

### **2.30. Fertilización**

Los fertilizantes inorgánicos o químicos son sustancias naturales o sintéticas de origen inorgánico, es decir que no son de origen animal o vegetales. . Los fertilizantes sintéticos son aquellos elaborados artificialmente y están compuestos principalmente por sales minerales de nitrógeno, fósforo y potasio; cuando contienen uno solo de estos elementos se les conoce como simples y cuando contienen más de uno se les conoce como compuestos con el fin de mejorar su capacidad productiva (Guzman,2018).

### **2.31. Fertilización orgánica**

Es un conjunto de residuos vegetales y animales de toda clase, en diferentes grados de descomposición y transformación por acciones de los microorganismo como: hongos, bacterias, actinomicetos, lombrices, esto depende de varios factores: clima (humedad, temperatura), propiedades físicas y químicas del suelo (PH, salinidad), y en particular la composición química de los residuos, a este proceso se llama humificación (Pacheco, 2012).

### **2.32. Compost**

El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Este proceso se identifica como lombricomposta cuando participan diversas especies de lombrices. Existe la creencia de que ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos orgánicos, pero que, en el caso del lombricomposta, el material obtenido está enriquecido química y biológicamente (Cruz, 2021).

### **2.33. La fertilización inorgánica**

Es comúnmente empleada en beneficio de las plantas debido al aumento en la disponibilidad de nutrientes que alimenta a las plantas directamente mediante su abastecimiento con sustancias nutritivas químico-sintéticas solubles

en agua por medio de la osmosis forzosa que produce. (Wagner-Riddle et al., 2007).

#### **2.34. Nitrato de amonio**

Es un fertilizante popular, ya que proporciona la mitad del N en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amonio. Como Nitrato, con la disponibilidad de absorción inmediata. Como Amonio, con la disponibilidad más lenta, ya que se fija en las partículas coloidales, inorgánicas (humus) del suelo. Esto garantiza un suministro de nitrógeno más prolongado al cultivo. La fracción de amonio es absorbida por las raíces o es convertida gradualmente en nitrato por los microorganismos del suelo. La presencia de elementos sintéticos en la planta constituye un criterio de necesidad para su crecimiento. Sin embargo, es necesario encargarse de que absorba solo lo necesario, de lo contrario serán potencialmente perjudiciales (Caicedo y Sonó, 2014).

#### **2.35. Manejo orgánico de cultivos hortícolas**

En todos los sistemas orgánicos hortícolas, el manejo del suelo es relevante ya que influye no sólo sobre la nutrición del cultivo, sino también sobre su sanidad, una de las practicas orgánicas son: Manejar los requerimientos de nutrientes de los cultivos y fertilidad del suelo por medio de rotaciones, asociaciones de cultivos, cultivos de cobertura o aplicación de material vegetal, animal, microbiológico o mineral (SAGARPA, 2017).

Como parte del sistema productivo orgánico, la producción hortícola cobra gran importancia ya que además de diversificarlo, en el tiempo y espacio, permite mantener las malezas controladas, mejora la calidad del suelo con la continua incorporación de abono orgánico, aporta residuos para ser utilizados en la elaboración de compost y, en particular, la producción de especies anuales asegura un ingreso en el corto plaza (Benzing, 2001).

### **2.36. Nutrición mineral de las plantas**

Los nutrientes minerales esenciales para la planta son aquellos: Necesarios para la ocurrencia de un ciclo de vida completo, las plantas elaboran su propia biomasa usando agua, dióxido de carbono el cual es obtenido del aire, energía solar y los nutrientes que son extraídos del suelo y del agua a través de las raíces o las hojas. Las plantas son organismos autótrofos que utilizan la energía solar (fotoautótrofos) para sintetizar sus componentes a partir de dióxido de carbono, agua y elementos minerales. El 90-95% del peso seco de las plantas está constituido por C, H y O, que obtienen del CO<sub>2</sub> y del agua. El 5-10% restante es muy diverso y constituye la fracción mineral (Pérez, 2017).

Las plantas elaboran su biomasa usando agua, dióxido de carbono el cual es obtenido del aire, energía solar y los nutrientes que son extraídos del suelo y del agua a través de las raíces o las hojas, Estos nutrientes, son aquellos elementos químicos que en mayor o menor proporción son necesarios para el desarrollo de las plantas, ya que los nutrientes minerales tienen funciones específicas y esenciales en el metabolismo de la planta (Marín, 2011).

### **2.37. Importancia de la nutrición vegetal**

La nutrición vegetal es una de las vías más efectivas para influir sobre la productividad de los cultivos, esta misma contempla procesos, mecanismos y factores que determinan la disponibilidad del suelo o sustrato, el suplemento, absorción y utilización de elementos esenciales para las plantas cultivadas, en relación con la cantidad y calidad de la producción. Para obtener buenos resultados en base a la nutrición vegetal se debe diseñar un plan de fertilización (orgánica y/o inorgánica) acorde a las condiciones y necesidades del cultivo; considerando el producir de manera sustentable, productos agrícolas inocuos que cumplan con los parámetros de calidad del mercado nacional e internacional (Mengel y Kirkby 1987).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área de estudio

La Comarca Lagunera, es una región ubicada en el centro-norte de México, está conformada por los estados de Coahuila y Durango y debe su nombre a los cuerpos de agua que se formaban alimentados por dos ríos el Nazas y el Aguanaval, hasta antes de la construcción de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, que en la actualidad regulan su afluente. Se localiza entre las coordenadas geográficas 103°26'33" longitud oeste y 25°32'40" latitud norte, a una altura de 1,200 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte y al este con el municipio de Matamoros; al sur y al oeste con el estado de Durango. Se localiza a una distancia aproximada de la capital del estado (INEGI, 2018).



**Figura 5.** Localización de la comarca lagunera

Fuente: INEGI, 2018.

### 3.2. Descripción del sitio de investigación.

El presente trabajo de investigación fue realizado durante el ciclo otoño-invierno en el año del 2020, en la Unidad Productora Agroecológica Sustentable (UPAS) ubicada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna Regional. La cual se ubica al oriente de la ciudad de Torreón, Coahuila en las coordenadas geográficas  $103^{\circ}22'13''$  de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y  $25^{\circ}33'15''$  de latitud norte con una altura de 1.121 msnm.



**Figura 6.** Localización del sitio experimental

Fuente: Google Earth Pro, 2021.

### 3.3 Condiciones climatológicas

#### 3.3.1. Precipitación pluvial

La lluvia es escasa y se presenta anualmente en la Comarca Lagunera del municipio de Torreón Coahuila, La precipitación media anual es de 260 mm/año; en general el período de lluvias, se presenta de junio a octubre, siendo julio, agosto y septiembre los meses más lluviosos, ubicada en la Sierra Madre Occidental, que es donde ocurren las precipitaciones más significativas las cuales

generan escurrimientos superficiales que se utilizan para la sustentabilidad del riego agrícola en la Comarca Lagunera (Martínez et al., 2008).

### **3.3.2. Clima**

El Clima de la zona está caracterizada por tres tipos de climas: semiseco templado en las partes de mayor altura, las porciones correspondientes a las sierras bajas se encuentran dominadas por un clima seco templado y la mayor extensión la ocupa el valle donde se encuentra un clima, muy seco y semi-cálido (CONAGUA, 2015).

### **3.3.3. Evaporación.**

La evaporación potencial media anual es del orden de 2 500 mm. Las corrientes hídricas superficiales de mayor importancia son los Ríos Aguanaval y Nazas, aunque existen otras corrientes secundarias que en la época de lluvia pueden drenar sus aguas hacia la zona del acuífero (López et al., 2006).

### **3.3.4. Temperatura**

La temperatura media anual oscila entre los 20° y 22°C, alcanzando las más altas durante el mes de junio (superiores a los 30°C) y las mínimas durante enero (por abajo de los 12°C). Asimismo, existen grandes variaciones de temperatura, la diferencia entre los promedios del mes más frío y el más caliente, es superior a los 14°C. (INEGI, 1989).

### **3.3.5. Heladas**

La probabilidad promedio de presentación de heladas del período de septiembre a diciembre proporciona un indicador del riesgo de presentación de la primera helada, la cual puede dañar a siembras tardías o a variedades de ciclo largo que se hayan establecido al inicio de la primavera. La última helada se considera la que se presenta durante el primer semestre del año y suele tener

efectos destructivos en cultivos que inician su desarrollo a principios de primavera, como el caso de algunos frutales (Martínez et al., 2008).

### **3.3.6. Viento**

El viento es aire en movimiento, como consecuencia de las diferencias de presión y temperatura entre zonas. La dirección está influida por la diferencia de presión atmosférica fluyendo desde las bajas a las altas presiones, el viento tiene dos direcciones principales: en invierno, va del norte al sureste y el resto del año va del noreste al suroeste predominantemente. El viento ventolina sopla de norte con velocidad de 4-7 km/h (Martínez et al., 2008).

### **3.3.7. Suelo.**

El suelo es un cuerpo natural tridimensional, viviente y dinámico, formado por la progresiva alteración física y química de un material original o roca madre a lo largo del tiempo, para considerarse ideal, éste debe contener cuatro componentes en proporciones bien definidas: material mineral (45%) que es producto de la meteorización del material parental, materia orgánica (5%) que son los materiales orgánicos que caen en la superficie, aire (25%), agua (25%) (Martínez, 2018).

## **3.4. Labores culturales.**

### **3.4.1. Preparación del terreno**

Diez días antes de la siembra se realizó un barbecho con un arado de discos a una profundidad de 30 cm, con la finalidad de romper el suelo compactado. Una semana después se llevó a cabo el rastreo, azadones con el fin de destruir los terrones, dejando el suelo drenado y completamente parejo facilitando la preparación de camas.



**Figura 7.** Preparación del terreno

Fuente: UAAAN-UL. 2021.

### **3.4.2. Instalación del equipo de riego.**

Se colocó cintilla en la cama , marca toro, calibre 6000, diámetro interior de 17 mm, rollo de 34 metros y caudal de 1 l/hr para distribuir de manera equitativa la humedad en ambos lados de la cama., dicha cintilla tiene un espacio de 10 cm entre emisores o goteros. Es necesario que el suelo permanezca con adecuada humedad constante en los primeros centímetros del suelo, con ello se logra mantener a la planta sin interrupción de crecimiento por estrés hídrico durante su ciclo de desarrollo del cultivo.

### **3.5. Diseño experimental.**

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar. El cultivo se sembró en camas de 34 m de largo x 1.80 m de ancho, la planta se colocó una distancia 10 cm. entre planta a doble hilera y 20 cm entre hilera teniendo una densidad de 1,224 plantas en 61.2 m<sup>2</sup>. 111000 plantas por hectárea.

### **3.6. Tratamientos.**

Los tratamientos que se evaluaron fueron Compost, Químico y Testigo (sin fertilizar).

### **3.7. Manejo del cultivo**

#### **3.7.1. Densidad de siembra.**

El cultivo se sembró en camas de 34 m de largo x 1.80 m de ancho, la planta se colocó una distancia 10 cm. entre planta a doble hilera y 20 cm entre hilera teniendo una densidad 111000 plantas por hectárea.

#### **3.7.2. Cama**

Para la siembra de este cultivo, se establecieron camas melonera, dado a la facilidad que esta proporciona en el control de malezas, así como también el buen manejo de la humedad del suelo para que la planta no tenga déficit de producción por estrés hídrico.

#### **3.7.3. Siembra.**

La siembra se realizó de forma directa el 29 de agosto del 2020 en la parcela sustentable del departamento de Agroecología, la cual fue manual. Se utilizó la variedad de Chantanay, estas Comenzando a germinar a los 12 a 15 días después de la siembra.

#### **3.7.4. Control de maleza.**

Esta actividad es de suma importancia en el cultivo de la zanahoria a fin de evitar la competencia de luz, agua y nutrientes principalmente, así mismo estas causan mayor incidencia y diseminación de plagas y enfermedades. El control de maleza arvenses se efectuó manualmente cada 12 días después de la siembra los materiales a utilizar fueron rastrillo, azadones, carreta, a partir de esa fecha se

realizaban deshierbes cada 12 días, el periodo comprendido de esta actividad fue desde el inicio hasta el final del ciclo fenológico del cultivo.

### **3.7.5. Riego**

Se utilizó un sistema de riego por goteo con cintilla. En base a la fenología del cultivo el primer mes se realizaron los riegos cada tercer día, posteriormente se regó dependiendo de la capacidad de retención de humedad del suelo y en base a la necesidad del cultivo.

### **3.7.6. Aclareo**

La zanahoria generalmente necesita de un aclareo, esto permite el aumento de tamaño de las raíces; el aclareo se efectúa cuando la planta tiene de 10 a 15 centímetros de altura y el terreno se encuentra húmedo, se recomienda dejar las plantas a una distancia de 5 centímetros.

### **3.7.7. Aporque.**

Se realizó manualmente dos aporques el primero a los 32 días después de la siembra con el fin de aflojar los surcos y mantener libre de malezas el cultivo, el aporque es una técnica agrícola que consiste en acumular tierra en la base del tronco o tallo de una planta como la zanahoria, para evitar el acame (con el fin de que quede protegida del viento y/o otros); incluso ayuda a facilitar el riego e impide el exceso de humedad.

### **3.7.8. Plagas y enfermedades**

El cultivo de Zanahoria, no presentó problemas de plagas ni enfermedades durante todo su ciclo fenológico, por lo tanto, no fue necesario la aplicación de ningún producto químico o controlador biológico.

### 3.7.9. Fertilización

Para esta investigación se utilizaron dos tipos de fertilizaciones, una fue orgánica (compost) y química (nitrato de amonio), estas fueron aplicadas al voleo en el área determinada del cultivo. En base también a las necesidades que el cultivo requiere de los elementos necesarios para tener un óptimo desarrollo fisiológico.

### 3.7.10. Compost

El compost se aplicó a los 30 dds colocando 1kg por metro, la compost es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Existe la creencia que es un proceso biotecnológico excelente para elaborar abonos orgánicos, los cuales son incorporados al suelo para enriquecer el mismo de materia orgánica, nutrientes esenciales para el desarrollo de la planta y activar los microorganismos del suelo (Cruz, 2021).

**Cuadro 3.** Composición química de la composta

Descripción de la muestra		Compost
Materia orgánica	%	24.13
Nitrógeno total	%	2.54
Fosforo	%	23
Potasio	%	34
Calcio	%	64
Magnesio	%	8.1
Cobre	ppm	2
zinc	ppm	185
Fierro	ppm	390
Manganeso	ppm	185

Fuente: Hernández, 2008.

### 3.7.11. Nitrato de amonio

Es un fertilizante popular, ya que proporciona la mitad del N en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amonio. Como Nitrato, con la disponibilidad de absorción inmediata. Como Amonio, con la disponibilidad más lenta, ya que se fija en las partículas coloidales, inorgánicas (humus) del suelo. Esto garantiza un suministro de nitrógeno más prolongado al cultivo. La fracción de amonio es absorbida por las raíces o es convertida gradualmente en nitrato por los microorganismos del suelo. La presencia de elementos sintéticos en la planta constituye un criterio de necesidad para su crecimiento. Sin embargo, es necesario encargarse de que absorba solo lo necesario, de lo contrario serán potencialmente perjudiciales (Caicedo y Sonó, 2014).

**Cuadro 4.** Composición química de nitrato de amonio

Descripción de la muestra		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Materia orgánica	%	0
Nitrógeno total	%	34
Fosforo	ppm	234.2
Potasio	meq/100 g	3.5
Calcio	meq/L	3.8

Fuente: Cruz, 2021.

### 3.7.12 Cosecha

La cosecha se realizó manualmente de 60 – 90 días después de la siembra, antes de que el cultivo llegase a la etapa de floración, ya que nos interesa la producción de semilla del cultivo para siguiente ciclo. Según, Cuaran (2009) la recolección se efectúa antes de que la raíz alcance su completo desarrollo (hasta 5 cm. de diámetro según sean destinadas para conserva, o para su consumo en fresco).

### **3.8. Variables evaluadas**

#### **3.8.1. Altura de planta**

Se realizó midiendo la altura de 5 plantas dentro de la parcela experimental de la superficie de la raíz hasta el punto más alto del tallo por lo cual se utilizó una regla milimétrica de 30 cm.

#### **3.8.2. Longitud de la raíz**

De igual manera se midieron 5 frutos de cada tratamiento desde la superficie de la raíz hasta el punto más alto de dicha raíz utilizando una regla milimétrica de 30 cm dentro la parcela sustentable del departamento de agroecología.

#### **3.8.3. Altura del peciolo**

Para determinar la altura del peciolo, se fue midiendo 5 plantas de cada tratamiento por ello se utilizó una regla milimétrica de 30 cm dentro de la parcela experimental del departamento de agroecología.

#### **3.8.4. Numero de hojas (foliolos)**

Para determinar el número foliolos, se realizó un conteo de 5 plantas por cada tratamiento de la parcela experimental del departamento de agroecología.

#### **3.8.5. Peso verde de planta**

Para sacar el peso verde de planta, se pesó de 5 plantas de cada tratamiento para ello se utilizó una báscula Vinson Vins-40 Kg. En el departamento de agroecología.

**3.8.6. Peso de la raíz**

Para determinar el peso de la raíz, se pesó de 5 plantas de cada tratamiento para ello se utilizó una báscula Vinson Vins-40 Kg. En el departamento de agroecología.

**3.8.7. Peso de la planta sin raíz**

Para determinar el peso de la raíz, se pesó de 5 plantas de cada tratamiento para ello se utilizó una báscula Vinson Vins-40 Kg. En el departamento de agroecología.

**3.8.8. Diámetro de fruto**

El diámetro se determinó en todos los frutos de 5 plantas de cada tratamiento utilizando un vernier calibre 15 cm.

**3.8.9. Azúcares totales**

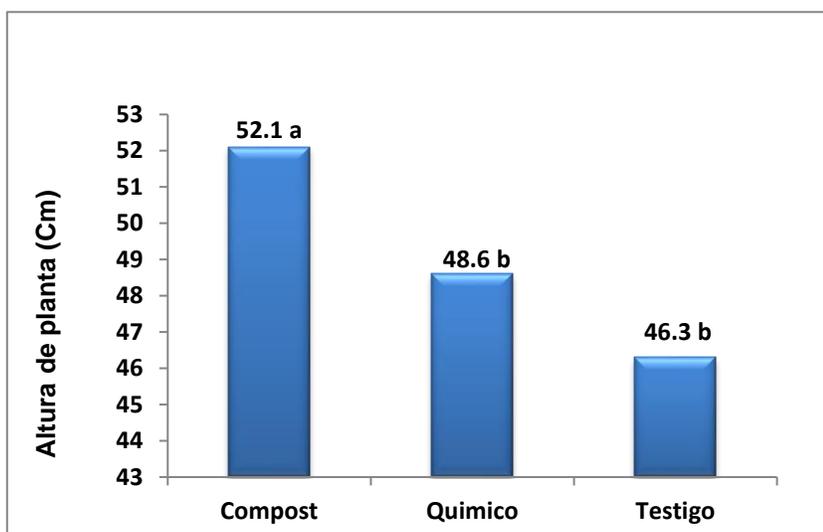
Los grados Brix se determinaron con el uso del refractómetro en la raíz obtenidos de la parcela experimental de (5 plantas) en cada tratamiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Altura de la planta

Para esta variable de la altura de la planta se presenta en la **Figura 8**. El análisis no encontró diferencias significativas ( $p < 0.005$ ) con una media de 49 cm, con un coeficiente de variación de 14.4, se observó que la fertilización de compost, presento el más alto valor con 52.1 cm. Mientras el más bajo fue el testigo con un valor de 46.3 cm.

Estos resultados fueron superiores a lo reportado y fueron inferiores a lo reportado por Cruz et al., (2018) quien presento un valor 32.14 cm.

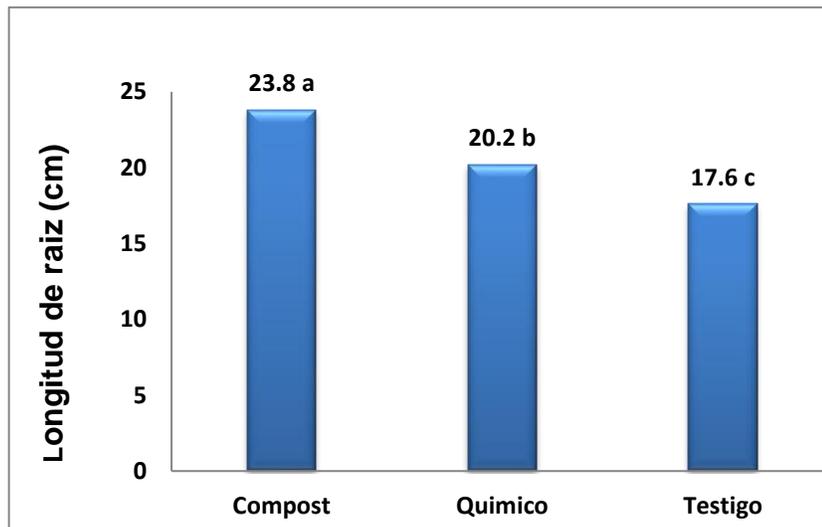


**Figura 8.** Altura de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.

### 4.2. Longitud de la raíz

En esta variable de la longitud del fruto se presenta en la **Figura 9**. El análisis estadístico encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) con una media de 20.06 cm, con un coeficiente de variación de 20.6 cm, observando que la fertilización con compost presento el más alto valor con 23.8 cm, mientras que el valor más bajo lo mostro el testigo con valor de 17.6 cm.

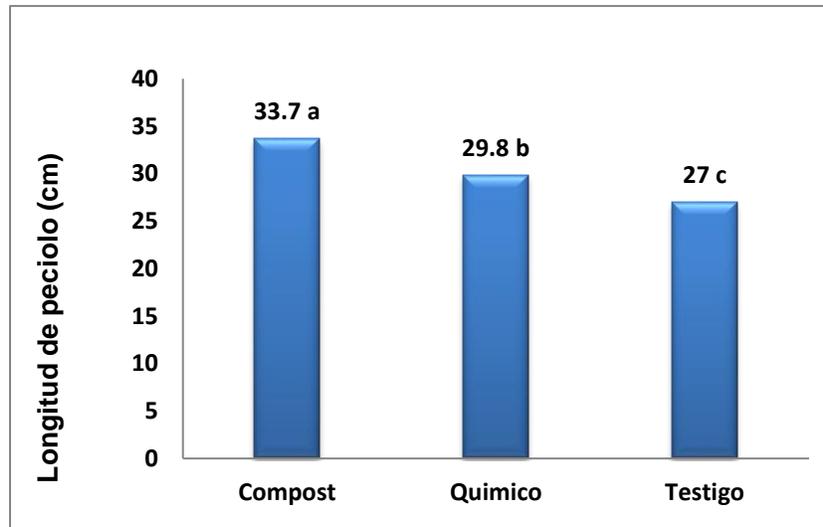
Estos resultados fueron superiores a los reportados por Cruz-Tovar et al (2018) reportan 14.8 cm de longitud polar y a lo reportado por Alejo (2020) reporta 13.5 cm. La variable de la longitud de la raíz se obtuvo una media de 20.6 cm mientras que Acosta (2019) obtuvo una media inferior con 11,11 cm.



**Figura 9.** Longitud de la raíz de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.

#### 4.3. Longitud del peciolo

Para la tercera variable altura del peciolo se encuentra en la **Figura 10**. El análisis estadístico encontró diferencia altamente significativa ( $p < 0.001$ ) con una media de 30.1 cm, con coeficiente de variación de 9.89 cm, observando que la fertilización con compost presenta el más alto valor con 33.7 cm, mientras que el más bajo altura lo mostro el testigo con valor de 27 cm.

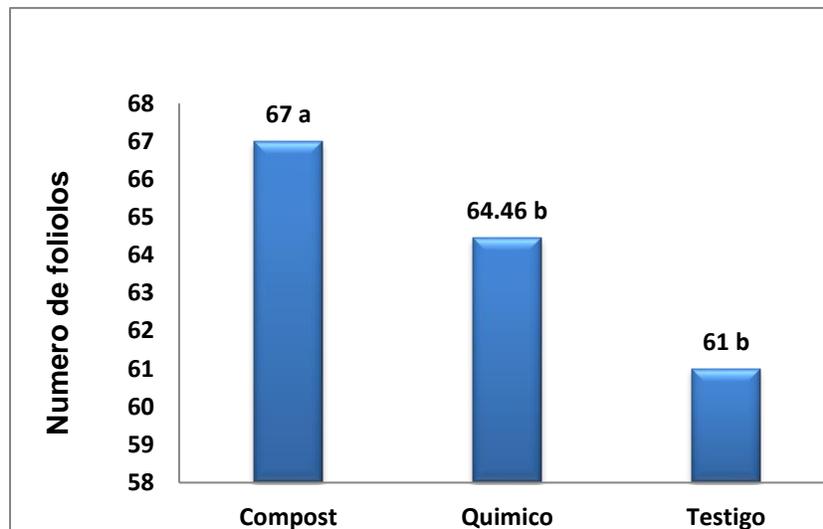


**Figura 10.** Longitud del peciolo de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAA-UL.

#### 4.4. Numero de foliolo.

Para la siguiente variable del número de foliolo se presenta en la siguiente **Figura 11**. El análisis estadístico presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con una media de 65.80, con un coeficiente de variación de 14.21 números de foliolo, observándose que la fertilización con compost presentó el más alto valor con 67, mientras que el más bajo valor lo presentó el testigo con valor de 61.

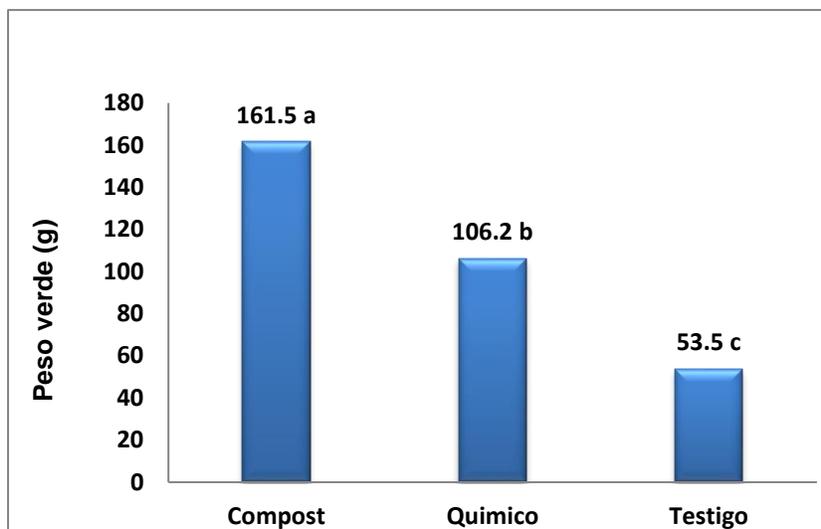
Estos resultados obtenidos fueron superiores a lo observado por Fernández y Murillo (2015) quien presentó un valor de 14.7 números de hojas.



**Figura 11.** Numero de foliolos de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.

#### 4.5. Peso verde de la planta

El análisis estadístico de esta variable del peso verde de la planta se encuentra en la siguiente **Figura 12**. Se encontró diferencias significativo ( $p < 0.05$ ) con una media de 107.1 gr. Con un coeficiente de variación de 15.69 gr. Posteriormente se observaron que la fertilización con compost presento el más alto valor con 161.5 gr. Mientras que el más bajo valor lo presento el testigo con 53.5 gr.

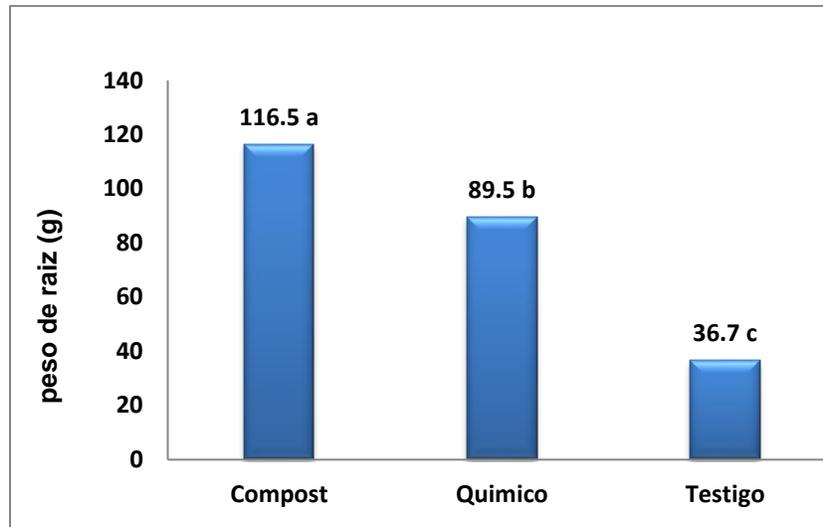


**Figura 12.** Peso verde de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL

#### 4.6. Peso de la raíz

Para esta variable del peso de la raíz se encuentra en la siguiente **Figura 13**. El análisis se encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) con una media de 80.9 gr. Con un coeficiente de variación de 16.6, observando que la fertilización con compost presenta el más alto valor con 116.6 gr. Mientras que el más bajo peso lo mostro el testigo.

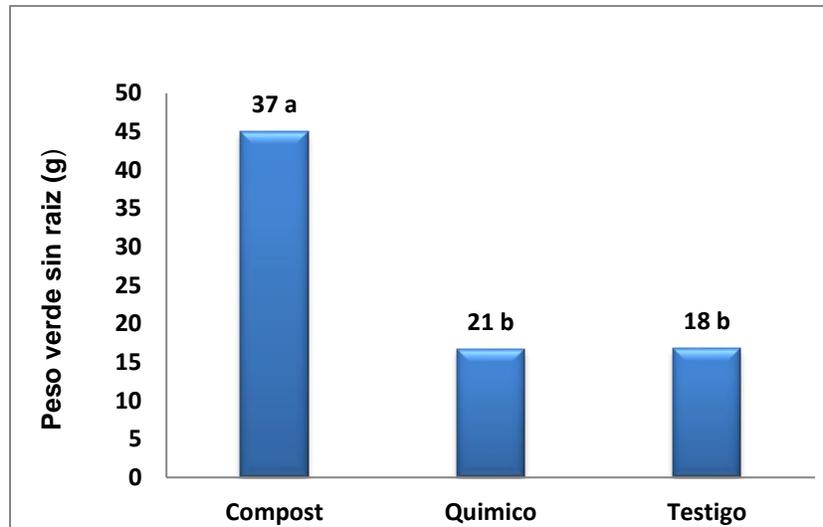
Estos resultados fueron inferiores a lo reportado por Rojas et al. (2017) y fueron superiores a lo reportado por Silva (2013) quien presento un valor de 44.5 gr. Y Alejo (2020) evaluando zanahoria en invernadero y campo reporta un peso de 43.9 gramos.



**Figura 13.** Peso de la raíz de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.

#### 4.7. Peso verde sin raíz

Para esta variable el peso de la planta sin raíz se encuentra en la siguiente **Figura 14**. El análisis estadístico de esta varianza encontró altamente significativo ( $p < 0.001$ ) con una media de 25,7 gr. Y con coeficiente de variación de 16.64 gr. Observándose que la fertilización con compost presenta el más alto valor con 37.7 gr. Mientras que el más bajo peso lo mostró el testigo con un valor de 18 gr.

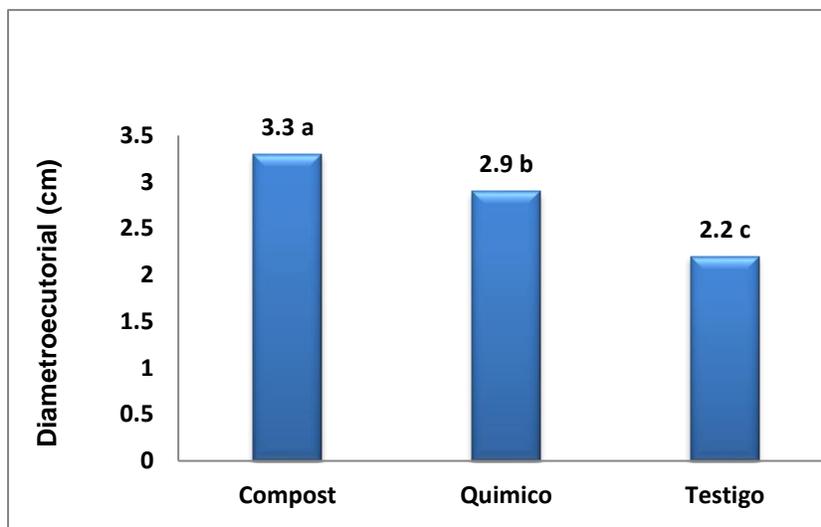


**Figura 14.** Peso verde sin raíz de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.

#### 4.8. Diámetro ecuatorial de la raíz

Para esta variable del diámetro de la raíz se encuentra en la siguiente **Figura 15**. El análisis estadístico encontró diferencia altamente significativa ( $p < 0.001$ ) con una media de 2.8 cm, con un coeficiente de variación de 12.16 %, observándose que la fertilización con composta presentó el más alto valor con 3.3 cm mientras que el grosor más bajo lo presentó el testigo con 2.2 cm.

Estos resultados obtenidos fueron superiores a lo reportado por Noruega et al, (2013) quien presentó un rango de 2.59 cm y Alejo (2020) reportan un diámetro de 2.8 cm.

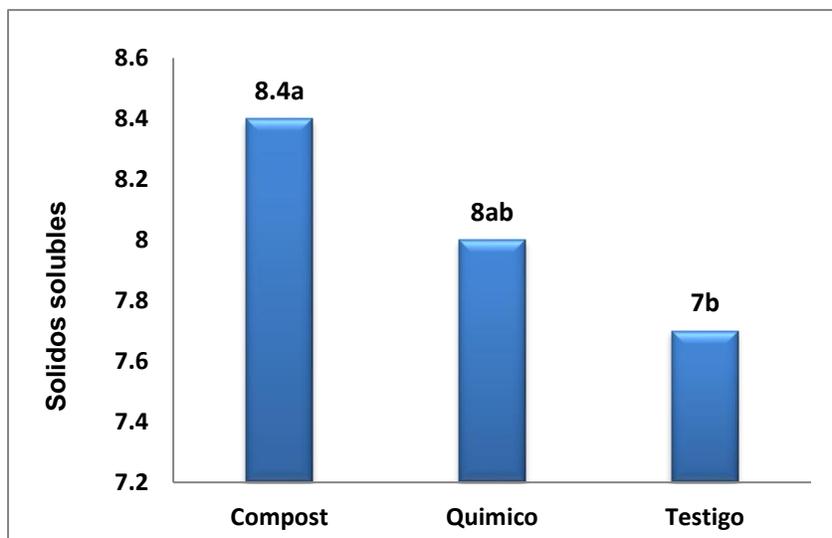


**Figura 15.** Diámetro ecuatorial de la raíz de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.

#### 4.9 Sólidos solubles

Para esta variable de los sólidos solubles se encuentra en la **Figura 16**. El análisis estadístico encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0.05$ ) con una media de 7.9 grados de solubles y con un coeficiente de variación de 12.19 grados de solubles, observándose que la fertilización de más alto valor con 8.4 grados(%) de solubilidad, mientras que el más bajo lo mostró el testigo con promedio de 7.7 grados de solubilidad.

Nuestros resultados obtenidos fueron superiores a lo reportado por Tiu (2017) con un valor promedio de 7.4 de sólidos solubles.

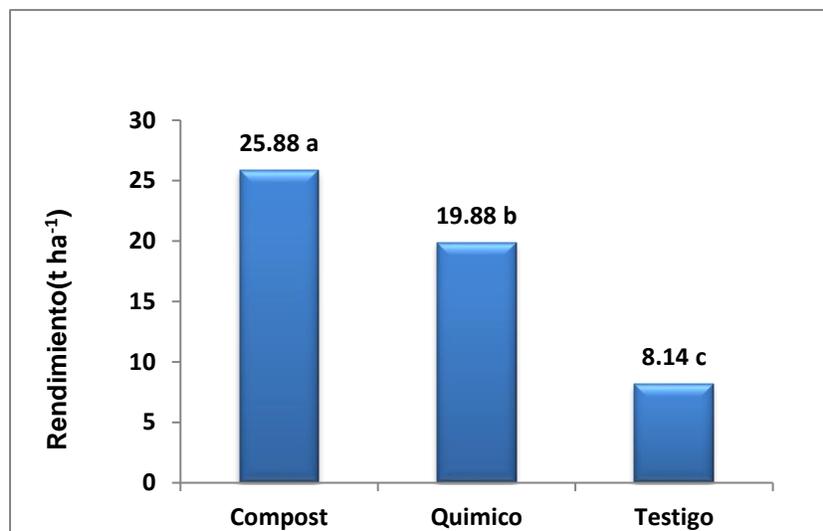


**Figura 16.** Solidos solubles de la raíz de la planta de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.

#### 4.10. Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)

La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable rendimiento t/ha se encuentra en la siguiente **Figura 17**. El analisis estadistico encontro diferencia altamente significativo ( $p < 0.001$ ) con una media de 18 T/ha, con un coeficiente de variacion de 18 , observando que ls fertilizacion con composta presento el mas alto valor con 25.88 t/ha 23% mas que la fertilización química, mientras que mas bajo rendimiento lo mostro el testigo con un valor de 8.14 t ha<sup>-1</sup>.

Nuestros resultados fueron inferiores a lo reportado por Ortiz et al., (2007) quienes reportaron valores promedio de 28.64 t ha<sup>-1</sup>, pero superiores a lo reportado por Cofre y Saltos, (2018) con un valor de 17.81 t ha<sup>-1</sup>.



**Figura 17.** Efecto de los tratamientos en el rendimiento t ha<sup>-1</sup> de cultivo de zanahoria desarrollada con tres formas de fertilización, durante el periodo de agosto-noviembre 2021 UAAAN-UL.

## V. CONCLUSIONES

En el presente experimento la fertilización con compost destaco en altura de planta 52.1 cm; longitud de la raíz, número de foliolos, peso verde, peso de la raíz, diámetro ecuatorial, contenido de solidos solubles y rendimiento. En este experimento se concluye que el empleo de los abonos orgánicos compost favoreció en el crecimiento de la planta y calidad de la raíz de zanahoria debido a que no se utilizó fertilizantes químicos y a que las plantas alcanzaron su ciclo vegetativo. Por lo que se confirma que los abonos orgánicos poseen la capacidad para soportar el desarrollo de los cultivos hortícolas, debido a sus características físicas, químicas y biológicas.

Cabe resaltar que el empleo de compost superó a la fertilización química en altura de planta con 7.9 %; en longitud de raíz con 15%; en peso verde con 34.4%; peso de la raíz con 23%. En Rendimiento la fertilizacion con composta presento el mas alto valor con 25.88 t/ha es decir 23% mas que la fertilización química, mientras que mas bajo rendimiento lo mostro el testigo con un valor de 8.14 t/ha. Es decir en todas las variables la fertilización con compost supero al químico.

Zacatecas es uno de los productores más importantes de zanahoria a nivel nacional. Esto lo dio a conocer el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Con un rendimiento obtenido de 36.48 toneladas por hectárea y un total de mil 503 hectáreas de superficie sembradas.

## VI. LITERATURA CITADA

- Acuña, J. 1998. Guía para la producción de hortalizas de hoja para la industria. Perejil (*Petroselinum hortense*), cilantro (*Coriandrum sativum*). Guía para la producción de hortalizas. Ediciones ASIAVA. p. 116-118. Cali. Colombia.
- Alanoca, J. 2005. Producción de zanahoria (*Daucus carota L.*), bajo riego por cintas de aspersión, con tres niveles de humedad y dos niveles de fertilización (comunidad mantecani, provincia aroma). Requerimientos de humedad. P. 6. Universidad Mayor de San Andrés. LA Paz Bolivia.
- Alejo Nina D. 2020. Evaluación de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota L.*) en invernadero y campo en el imperio de la "Paz. Tesis de maestría Universidad de San Andrés. La Paz Bolivia
- Acosta, M. F. 2019. Rendimiento y calidad de raíces de variedades de zanahoria (*Daucus carota L.*) con diferentes dosis de biol. Revista científica de la juventud. Págs. 121-136. Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.
- Almeida, P. A. y Zambrano, M. N. 2007. Elaboración de jugo, pasta y polvo de zanahoria. Características técnicas del cultivo de la zanahoria. p. 2. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Barrionuevo, M. 2010. Estudio bioagronómico de 12 cultivares de zanahoria (*Daucus carota L.*) tipo Nantes, a realizarse en la época, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Siembra. p. 9. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Bernal, E. 2011. Comparación socioeconómica de las empresas agrarias de producción ecológica y convencional en Aragón, España. Problemas y

oportunidades. p. 17. Dpto. Dirección y Organización de Empresas. Universidad de Zaragoza.

Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina, p. 682. Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Germany.

Caicedo, W. y Sonó, F. 2014. Fertilización química en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var.). Con tres fuentes nitrogenadas más el micronutriente boro precursores de carotenos y la vitamina (a). Fundamentos de los fertilizantes nitrogenados. p. 47. Tesis. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador.

Cofre, F. y Saltos, R. D. 2018. Evaluación del rendimiento y la calidad de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en dos sistemas de producción orgánico y convencional. Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad. Vol. 1 No. 1. p. 05-16. DOI: <https://doi.org/10.46380/rias.v1i1.11>. ISSN: 2697-3510 Universidad Estatal Amazónica, Ecuador,

Cuaran, N. 2009. "Identificación de las propiedades fisico-químicas de la zanahoria amarilla (*Daucus carota* L.) Variedad Chantenay, en dos estados de madurez (inmaduro-maduro) proveniente de Antonio ante-imbabura.". Cosecha. p. 14. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.

Carmen, C. y Valdivia, C. 2015. Hábitos de consumo de zanahoria y remolacha en la población estudiantil del octavo grado del Instituto Nacional San Isidro, departamento de Matagalpa. Nutrientes de la zanahoria. p. 18. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Estelí-Nicaragua.

- CONAGUA, 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero principal- región lagunera (0523), Estado de Coahuila. Clima. p.15. Publicado en el diario Oficial de la Federación, Coahuila.
- Castillo, V. 2014. Abonamiento orgánico en base de 4 niveles de humus de lombriz y dos sistemas de siembra en el cultivo de zanahorias (*Daucus carota* L.) Var. Chantenay en condiciones de zonas áridas. Plagas y enfermedades. p. 19. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.
- CEDRSSA, 2020. Análisis de la producción y consumo de hortalizas. p. 22. México.
- Cruz, E. 2021. Producción de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en campo con dos fuentes de fertilizantes nitrogenados. Compost. p. 21. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila México.
- CONAGUA. 2008. (Comisión Nacional del Agua). Disponible en [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EA\\_M\\_.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EA_M_.pdf).
- Cruz-Tobar, E. Vega, J. Gutiérrez. González, M. Saltos, R. y González, V. 2018. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de zanahoria (*Daucus carota* L.). Revista de Investigación Talentos Volumen V. (2). p. 26,35, ISSN Digital: 2631-2476. Universidad Técnica de Ambato. Tungurahua, Ecuador.
- Enríquez, A. 2015. Evaluación de fertilizantes orgánicos (materia orgánica, enraizado y foliar) en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.), suelo. p. 6. Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de: Ingeniero

Agrícola y Ambiental. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.

Fernández, K. y Murillo, E. 2015. Evaluación de la calidad nutricional y desarrollo vegetativo de zanahoria (*Daucus carota* L) y lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas con técnicas de agricultura limpia en la región de chapetón-municipio de Ibagué. Revista de Investigaciones U.G.C. // Año 1 Edición No. 1, ISSN: 1794-8932. p. 11-20. Universidad La Gran Colombia, Colombia.

Félix, H. A. Sañudo. R. Rojo. E. Martínez y V. Olalde. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. 4 (1): 5.

FIBL, 2017. Distribución de tierras agrícolas por región a nivel mundial. p. 7. Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica.

Fonseca, L. 2015. Manual de zanahoria. Descripción botánica y morfológica. p. 12. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial, Cámara de Comercio de Bogotá.

García, D. y Santiago, M. 2011. Alimentos ecológicos, alimentación sana, Antecedentes. p. 7.

Gómez, L. y Ángel, T. 2003. La agricultura orgánica en México: un ejemplo de incorporación y resistencia a la globalización. La agricultura orgánica en el mundo. p. 2. Universidad Autónoma Chapingo. México – Texcoco.

González, J.A. Lozano, C.J. Preciado, P. Troyo, E. Rojas, A. y Rodríguez, J.C. 2021. Fertilización orgánica contra convencional en el rendimiento, atributos morfológicos y calidad de fruto de tomate uva en un sistema de subirrigación no recirculante. p. 2. Departamento de Fitomejoramiento.

Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista. Saltillo, Coahuila, México.

Guerrero, D. 2017. “Aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota L.*) “.Clasificación taxonómica de la zanahoria. p. 4. Universidad Técnica de Babahoy.

Guzmán. 2018. Fertilizantes químicos y biofertilizantes en México. Fertilizantes químicos. p. 5. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA) San Lázaro.

INEGI, 1998. Cuaderno de Información Básica para la Planeación Municipal. Características Climatológicas. p. 13. Gobierno del estado de Coahuila, México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía México). 2018. Anuario estadístico y geográfico de Coahuila de Zaragoza.

Jiménez, S. 2011. Caracterización y evaluación morfológica de zanahoria variedad altiplano (*Daucus carota L.*) frente a una variedad local en diferentes pisos ecológicos, propiedades nutritivas de la salud. p. 28. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia.

Jara Silva, N. 2013. Efecto de diferentes dosis de gallinaza en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*). p. 37. Tesis como requisito parcial para obtener el grado de: Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad San Carlos.

Landini, F. y Beramendi, M. 2020. Agroecología o agricultura convencional moderna? Posicionamientos de extensionistas rurales argentinos.p.2.

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Barrufaldi.  
Universidad de la Cuenca del Plata. Argentina.

Lardizábal, R, 2005. Manual de Producción de Zanahoria. Plagas y enfermedades.  
p. 6. Programa de Diversificación Económica Rural (USAID- RED). EEUU.

Lardizábal, R. y Theodoracopoulos, M. 2007. Manual de producción de zanahoria.  
Plagas y enfermedades, p: 6. EDA (Entrenamiento y Desarrollo de  
Agricultores). Honduras.

López, A. 2011. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de la  
zanahoria (*Daucus carota L*), híbrido Cupar, en el Chaupi, provincia de  
Pichincha. p. 11. Universidad San Francisco de Quito.

López, A. 2017. Eficacia de abamectina en tratamiento a semillas de zanahoria  
(*Daucus carota L.*), para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y  
White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel. p.13. Presentada como  
requisitos parcial para obtener el título de: Ingeniero agrónomo parasitólogo.  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.

Madrigal, O. 2003 La Fertilización Complementaria en el Cultivo de Zanahoria  
(*Daucus carota L.*). p. 1. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,  
Torreón, Coahuila, México.

Marcela, A. Bougardt, F. y Nocera, P. 2017. Perfil del mercado de zanahoria,  
producción mundial. p. 2.  
[https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/hortalizas/archivos/000030\\_Informes/000996\\_Perfil%20del%20Mercado%20de%20Zanahoria%202017.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/archivos/000030_Informes/000996_Perfil%20del%20Mercado%20de%20Zanahoria%202017.pdf).

- López, D.J. Avalo, A. Martínez, E. Valdez, R. y Salazar, E. 2006. Características físicas del suelo y rendimiento de maíz forrajero evaluadas con labranza y fertilización orgánica-inorgánica. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Vol. 24, núm. 3. p. 417-422. Chapingo, México
- Márquez, H. P. Cano. J. García. N. Rodríguez. P. Preciado. A. Moreno. E. Salazar. G. Castañeda. Y E. De la Cruz. 2010. Agricultura orgánica: el caso de México. p. 2. Universidad Juárez del Estado de Durango. Gómez palacio. Dgo. México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- UL. Torreón. Coahuila. México. Instituto tecnológico de Torreón. Torreón Coahuila. México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Martínez, K. 2018. Efectividad del quitosano para la quelatación de arsénico (as) de dos fluvisoles provenientes de la comarca lagunera de Coahuila. Suelo. p. 7. Tesis cómo requisito parcial para obtener el grado de: Maestra en ciencias en suelos. Tecnológico Nacional de México, Torreón, Coahuila, México.
- Martínez, M. 2000. Plagas que afectan al cultivo de zanahoria. Plagas. p. 2. Artículo. España.
- Mengel, K. y Kirkby, E. A. 1987. Principios de nutrición vegetal. Los nutrientes de las plantas. p. 11. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.
- Martínez, O. Cano, A. Berlanga, C. A. 2008. La medición del clima y sus aplicaciones en las actividades agrícolas del estado de Coahuila. Descripción y aplicaciones de las variables climáticas monitoreadas. P. 25. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Saltillo, México

- Marín, G. 2011. Sistemas de producción vegetal II. Nutrición mineral de las plantas. p. 18. Universidad en el Campo”, Universidad de Caldas - Unión Europea.
- Morales. 1995. Cultivo de zanahoria. Fundación de desarrollo agropecuario, INC. p. 3. República Dominicana.
- Morales, M. 2019. Producción de calabacita (*cucúrbita pepo*) bajo distintas dosis de lixiviado en la comarca lagunera. p. 1. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México.
- Narea, G. 2013. Agricultura orgánica nacional. Agricultura orgánica a nivel mundial. p. 17. División de protección de recursos naturales renovables. Universidad de Concepción. Inglaterra.
- Noguera, L. Gómez, A. Cea, M. Llanes, V. 2013. Comparación de profundidades de Labranza Reducida y Siembra Directa con y sin humus de lombriz en el cultivo de la zanahoria. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. ISSN - 1010-2760, RNPS-01111, Vol. 22, No. 3. p. 42-45. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso, La Habana, Cuba.
- Ochoa, R. 2010. Agricultura orgánica. Distribución de agricultura orgánica. p. 21. Distribción de agricultura orgánica. Monografía presentada como requisito parcial para obtener el título de: ingeniero agrónomo en desarrollo rural Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ortiz, w. Garay, E. y Arevalos, R. 2007. Comparación del rendimiento de cinco variedades de zanahoria. Tesis de grado presentada a la facultad de ciencias agrarias como requisito para la obtención del título de: Ingeniero

agronomo. Vol. 9. p.4. Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay,

Pacheco, T. 2012. Respuesta de la calabacita (*Cucúrbita pepo* L) a la aplicación de fertilizantes granulados y organominerales. Materia orgánica. p. 6. Tesis presentada como requisitos parcial para obtener el título de Ingeniero agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Pérez, R. 2013. Comparación de profundidades de Labranza Reducida y Siembra Directa con y sin humus de lombriz en el cultivo de la zanahoria. p. 3. Revista. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso. Habana, Cuba.

Pérez, F. 2017. Fisiología vegetal, nutrición mineral. Universidad Técnica en Berlín. P.5.

Rojas, A. Britos, U. y Barrios, O. 2017. Respuestas del cultivo de zanahoria a la aplicación de dos abonos orgánicos al suelo. ASAHO Asociación Argentina de Horticultura. p. 36-91. ISSN de la edición on line 1851- 9342. Universidad San Carlos Paraguay.

Rosas. V. 2011. Evaluación del potencial productivo de tres cultivares de Zanahoria (*Daucus carota* L.) en Valdivia. Factores ambientales. p. 9. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile.

Roque, A. 2015. Evaluación de fertilizantes orgánicos (materia orgánica, enraizador, y foliar,) en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*), origen e historia. p. 17. Tesis presentad como requisito parcial para obtener el título de: Ingeniero Agrícola Ambiental, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Saavedra, 2000. Zanahoria (*Daucus carota L.*). p. 97. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA / Ministerio de Agricultura. Carillanca.

SAGARPA, 2015. Márgenes de comercialización, Origen y destino de la producción y comercialización de la zanahoria. p. 3.

SAGARPA, 2017. Guía para la producción agrícola orgánica. Prácticas orientadas a la nutrición de cultivos y fertilidad de suelos, p: 21. Dirección de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera.

Salazar, E. Fortis, M. Vázquez, A. y Vázquez, C. 2003. Agricultura orgánica. La agricultura orgánica, el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano. p. 13. Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Gómez Palacio, México.

Salinas, E. 2014. La agricultura orgánica como modelo alternativo. p. 15. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Distrito Federal. México.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. <https://www.gob.mx/siap/articulos/zanahoria-antioxidante-a-la-vista?idiom=es>.

Sousa, G. Bruno, R. Alicia, G. Guillermo, G. Alejandra, B. y Fernanda, Z. 2012. Comportamiento agronómico y calidad de poblaciones locales de zanahoria en el sur del Uruguay. p. 7. Departamento Producción Vegetal. Universidad de la República. Uruguay.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. p.3. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564356/2020\\_Utilidad\\_de\\_Fronte\\_ra\\_Agricola\\_en\\_el\\_estado\\_de\\_Chihuahua.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564356/2020_Utilidad_de_Fronte_ra_Agricola_en_el_estado_de_Chihuahua.pdf).

- Tapia, J. 2021. Respuesta del cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*) a diferentes láminas de riego en el valle de Cajamarca. Necesidades hídricas del cultivo. p. 6. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Tiu, D. 2017. Evaluación del efecto de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles (grados Brix) en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*) para exportación, en la finca la hacienda, ubicada en Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala. p. 26. Universidad de san Carlos de Guatemala.
- Taoquiza M. y Vega L. 2011. Evaluación de seis abonos orgánicos sólidos con diferentes dosis en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*) Durante la época de sequía de Quevedo. 62 p. <https://repositorio.Utg.edu.ec/handle/43000/2691>.
- Van, J. 1976. Cultivo comercial de zanahoria. Clima. p. 4 Sena. Bogotá.
- Vega, T. 2010. Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de cinco híbridos de Zanahoria (*Daucus carota L.*), crecimiento de la raíz. p. 16. Universidad de Costa Rica
- Vega, T. y Méndez, C. y Rodríguez, W. 2011. Análisis del crecimiento de cinco híbridos de zanahoria (*Daucus carota L.*) mediante la metodología del análisis funcional. p. 34. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- Vidal, C. 2013. "Elaboración de un pan dulce a base de harina de trigo integral adicionado con harina de zanahoria (*Daucus carota L.*) con características nutricionales y funcionales", La zanahoria y su importancia en el consumo humano. p. 19 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Wagner-Riddle, C., A. Furon, N. L. McLaughlin, I. Lee, J. Barbeau, S. Jayasundara, G. Parkin. p. von Bertoldi, and J. Warland. 2007. Intensive measurement of nitrous oxide emissions from a corn-soybean-wheat rotation under two contrasting management systems over 5 years. *Global Change Biol.*13: 1722-1736.

Zhañay, W. 2016. "Evaluación de dosis de aplicación de un biol optimizado en el cultivo de Zanahoria (*Daucus carota L.*)".Etapas fenológicas en el cultivo de zanahoria. p. 23. Universidad de Cuenca. Ecuador.

## **APENDICES**

**Cuadro A.1** Análisis de varianza altura de planta en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021.

FV	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	FC	Pr>F
Tratamiento	2	257.9	128.9	2.57	0.09 NS
bloque	2	105.4	52.6	1.06	0.36 NS
error	36	1804.2	50.1		
C Total	44	2301.2			
CV	14.4				
Media	49				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.2.** Análisis de varianza longitud de la planta en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021.

FV	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	FC	Pr>F
Tratamiento	2	287.2	143.6	16.46	<.0001*
Bloque	2	10.2	5.1	0.5	NS
Error	36	314.2	8.7		
C. Total	44	615.3			
CV	14.4				
Media	20.6				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.3.** Altura del peciolo en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021

FV	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	FC	Pr>F
Tratamiento	2	343.2	171.6	19.3	<.0001**
Bloque	2	45.4	22.7	2.6	NS
Error	36	320.8	8.9		
C. Total	44	716.6			
CV	9.9				
Media	30.1				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.4.** Numero de foliolos en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021.

FV	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	FC	Pr>F
Tratamiento	2	568.8	284.4	3.25	0.05 *
Bloque	2	650.8	325.4	3.72	0.03*
Error	36	3152.4	87.6		
C. Total	44	4756.6			
CV	14.2				
Media	65.8				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.5.** Peso verde en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F.C.	Pr> F
fertilizante	2	87603.2	438801.6	155.3	<.0001**
Bloque	2	29.9	15	0.05	0.94 NS
Error	36	10157.2	282.1		
Corrección total	44	101775			
C. de variación	15.7				
Media	107.1				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.6.** Peso de la Raíz en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F.C.	Pr> F
tratamiento	2	49424.4	24712.2	136.38	<.0001**
Bloque	2	66.53	33.27	0.18	0.83 NS
Error	36	6523.6	181.2		
Corrección total	44	580443.2			
C. de variación	16.65				
Media	80.9				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.7.** Peso verde sin raíz en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F.C.	Pr> F
tratamiento	2	3328.85	1664.42	65.13	<.0001**
Bloque	2	100.05	50.02	1.97	0.15 **
Error	36	920	25.56		
Corrección total	44	4479.65			
C. de variación	19.68				
Media	25.69				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.8.** Variable del diámetro de la raíz en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN.UL 2021.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F.C.	Pr> F
tratamiento	2	9.47	4.73	40.91	<.0001**
Bloque	2	0.245	0.122	1.06	0.35 **
Error	36	4.164	0.115		
Corrección total	44	14.66			
C. de variación	12.16				
Media	2.8				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.9.** Variable sólidos solubles en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F.C.	Pr> F
tratamiento	2	1.19	0.383	4.43	0.057*
Bloque	2	2.13	1.06	12.36	0.0075
Error	36	0.518	0.086		
Corrección total	44	3.8			
C. de variación	3.7				
Media	7.9				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo

**Cuadro A.10** Análisis de varianza (ANOVA) para la variable rendimiento en el cultivo de zanahoria desarrollado con compost como fertilizante en la comarca lagunera. UAAAN-UL 2021.

FV	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	FC	Pr>F
Tratamiento	2	2440.7	1220.3	115.6	<.0001 **
Bloque	2	3.28	1.64	0.16	0.85 NS
Error	36	422.3	10.5		
C. Total	44	2866.3			
CV	18				
Media	18				

\* Significativo al 5% \*\* altamente significativo al 1% NS no significativo