



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFEECTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL EN PARÁMETROS  
MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS DE LA ZANAHORIA (DAUCUS  
CAROTA) EN LA GRANJA SANTA INÉS

TINOCO AZANZA VICTOR ALFONSO  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL EN PARÁMETROS  
MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS DE LA ZANAHORIA  
(DAUCUS CAROTA) EN LA GRANJA SANTA INÉS

TINOCO AZANZA VICTOR ALFONSO  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EFFECTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL EN PARÁMETROS MORFOLÓGICOS  
Y AGRONÓMICOS DE LA ZANAHORIA (DAUCUS CAROTA) EN LA GRANJA  
SANTA INÉS

TINOCO AZANZA VICTOR ALFONSO  
INGENIERO AGRÓNOMO

RODRIGUEZ DELGADO IRAN

MACHALA, 22 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA  
2020

# Cultivo de zanahoria

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE  
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[text-id.123dok.com](http://text-id.123dok.com)

Fuente de Internet

2%

2

[deltax.ciando.com](http://deltax.ciando.com)

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Nacional Micaela  
Bastidas de Apurimac

Trabajo del estudiante

1%

4

Submitted to Universidad de Cádiz

Trabajo del estudiante

1%

5

[repositorio.utmachala.edu.ec](http://repositorio.utmachala.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

6

[docplayer.es](http://docplayer.es)

Fuente de Internet

1%

7

[www.zacatecas.inifap.gob.mx](http://www.zacatecas.inifap.gob.mx)

Fuente de Internet

1%

8

200.13.202.26

Fuente de Internet

1%

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, TINOCO AZANZA VICTOR ALFONSO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL EN PARÁMETROS MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS DE LA ZANAHORIA (DAUCUS CAROTA) EN LA GRANJA SANTA INÉS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.


El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 22 de diciembre de 2020



TINOCO AZANZA VICTOR ALFONSO  
0705109304

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

Este trabajo se lo dedico con mucho cariño a Eugenia Azanza y Homero Tinoco de quienes me siento muy orgulloso por haberme apoyado en toda mi vida con mucho esfuerzo, ellos forjaron valores muy buenos en mi vida.

### **A mis hermanos**

A Naun Tinoco y José Tinoco quienes estuvieron incondicionalmente apoyándome de forma moral y económicamente desde que empecé la carrera sin ellos no lo hubiese logrado.

### **A mi esposa**

A Angélica Gallegos quien me ha demostrado su amor y apoyo moral desde que inicie la carrera Agronómica.

### **A mi hijo**

A Lukas Tinoco quien es el motorcito que me impulsa a seguir adelante y esforzándome día a día.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco muy eternamente al Ing. Irán Rodríguez por la acogida en este trabajo de titulación y forjar conocimientos que me han servido para actuar de forma profesional en la vida.

A Luis Gallegos y Margarita Lunas quienes me brindaron su apoyo económico y moral en los momentos más difíciles que pase en el transcurso de la carrera.

A mis amigos Ing. Stefano Vélez, Ing. Jesús Montaleza, Ing. Michael Amaya, Luis Loayza, Carlos Tacuri y Jefferson Carrión, quienes compartieron su apoyo y su amistad dentro y fuera de las aulas.

# **EFECTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL EN PARÁMETROS MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS DE LA ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN LA GRANJA SANTA INÉS**

**Autor**

Victor Alfonso Tinoco Azanza

**Tutor**

Ing. Agr. Irán Rodríguez Delgado

## **RESUMEN**

La zanahoria (*Daucus carota* L.), es un cultivo de importancia económica y alimentaria a nivel mundial por su contribución nutricional para el ser humano, como betacarotenos, vitaminas y fibra. Es originaria del continente Europeo y Asiático. Los principales productores a nivel mundial son Estados Unidos, Polonia, China, Japón y Reino Unido. En Ecuador las principales provincias productoras son Cotopaxi, Bolívar, Pichincha y Chimborazo. El manejo agronómico empieza desde la selección de terreno, con suelos franco arcillosos, con poca o nada compactación para obtener una excelente producción. La siembra se la realiza de forma directa, a chorrillo o a voleo, el distanciamiento entre planta se lo ejecuta el momento de raleo previo a la emergencia de las plantas, Las atenciones del cultivo deben ser muy puntuales como el riego de agua, control de arvenses, control de plagas, y fertilización. El tema distancia de siembra es de mucha importancia, esto influye en el rendimiento total de raíces. El objetivo del trabajo fue evidenciar el efecto de diferentes densidades de población en parámetros morfológicos, agronómicos y productivos del cultivo de la zanahoria en la granja Santa Inés, para lo cual se realizó un ensayo de campo en el área experimental Facultad de Ciencias Agropecuarias, perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, en los meses comprendidos entre agosto y noviembre del presente año. Se aplicó un diseño cuadrado latino simple, que abarcó un área de 64 m<sup>2</sup> y un área neta de 24 m<sup>2</sup> ubicadas en 16 unidades experimentales. El factor de estudio manipulado fue la distancia de siembra (20 cm x 5 cm, 20 cm x 8 cm, 20 cm x 12 cm y 20 cm x 15 cm), y fueron minimizados los efectos de los factores no controlados pendiente del terreno y fertilidad del suelo en las variables medidas mediante la técnica de doble bloqueo para lo que se conformaron columnas e hileras. Se tomaron datos de 10 plantas en cada unidad experimental en las cuales se midieron la altura de planta (cm) desde el suelo hasta la punta del follaje a los 30, 60 días y momento de cosecha, además el número de hojas activas a los 30, 60 días y



momento de cosecha, se realizó el conteo de hojas de manera visual. El peso de las hojas (kg) en la cosecha se realizó mediante balanza electrónica. El diámetro de raíz (cm) se midió con el empleo de pie de rey. La longitud de la raíz (cm), se midió desde la base del falso tallo hasta la punta de raíz. El peso (kg) de la biomasa de raíces de cada unidad experimental se midió mediante una balanza electrónica. Para descubrir diferencias estadísticas entre las densidades de siembra en función de las variables de estudio se empleó ANOVA factorial intergrupos siempre que se efectuaron los supuestos de normalidad de datos, independencia de homogeneidad y observaciones de varianzas. Si existen diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan, con el fin de conocer entre qué distancias de siembra se encuentran las diferencias a través de los subconjuntos homogéneos. Los resultados en altura de planta a los 30 días (18,5 cm), 60 días (58,6 cm) y momento de cosecha (62,7 cm), indican que el tratamiento a distancia de siembra 20 cm x 5 cm fue superior a los demás tratamientos. El número de hojas activas a los 30 días (5 a 6 hojas), no presentaron diferencias significativas, pero a los 60 días (9 hojas), el tratamiento 20 cm x 12 cm, fue superior a los demás tratamientos en ese día, y el último resultado de número de hojas activas fue al momento de cosecha (13 hojas), el tratamiento 20 cm x 15 cm supero a los demás tratamientos. El peso de las hojas (0,1 kg), longitud de raíz (15,8 cm) y diámetro de raíz (2,5 cm), el tratamiento distancia de siembra 20 cm x 15 cm destacó entre los demás tratamientos en mencionadas variables. En cuanto al rendimiento (28,1 t ha<sup>-1</sup>) el tratamiento 20 cm x 5 cm supera al resto de distancias de siembra de acuerdo al peso obtenido bajo las condiciones climáticas en ese sitio experimental.

**Palabras clave:** *Daucus carota*, distancias de siembra, parámetros morfológicos, agronómicos, componentes de rendimiento.

# **EFFECT OF POPULATION DENSITY ON MORPHOLOGICAL AND AGRONOMIC PARAMETERS OF THE CARROT (*Daucus carota* L.) IN THE SANTA INÉS FARM**

**Author**

Victor Alfonso Tinoco Azanza

**Tutor**

Ing. Agr. Iran Rodríguez Delgado

## **ABSTRACT.**

The carrot (*Daucus carota* L.), is a crop of economic and food importance worldwide for its nutritional contribution to humans, such as beta-carotene, vitamins and fiber. It is native to the European and Asian continent. The main producers worldwide are the United States, Poland, China, Japan and the United Kingdom. In Ecuador the main producing provinces are Cotopaxi, Bolívar, Pichincha and Chimborazo. The agronomic management begins from the selection of land, with clay loam soils, with little or no compaction to obtain an excellent production. The sowing is carried out directly, by stream or broadcast, the distance between plants is executed at the time of thinning prior to the emergence of the plants, The cultivation care must be very punctual such as water irrigation, weed control , pest control, and fertilization. The issue of planting distance is very important, this influences the total yield of roots. The objective of the work was to demonstrate the effect of different population densities on morphological, agronomic and productive parameters of the carrot crop in the Santa Inés farm, for which a field trial was carried out in the experimental area Faculty of Agricultural Sciences, belonging to the Technical University of Machala, in the months between August and November of this year. A simple Latin square design was applied, covering an area of 64 m<sup>2</sup> and a net area of 24 m<sup>2</sup> located in 16 experimental units. The manipulated study factor was the planting distance (20 cm x 5 cm, 20 cm x 8 cm, 20 cm x 12 cm and 20 cm x 15 cm), and the effects of the uncontrolled factors, slope of the terrain and soil fertility in the variables measured by the double blocking technique, for which columns and rows were formed. Data were taken from 10 plants in each experimental unit in which the plant height (cm) from the ground to the tip of the foliage was measured at 30, 60 days and at harvest time, in addition to the number of active leaves at 30 , 60 days and harvest time, the leaves were counted visually. The weight of the leaves (kg) at harvest was performed using an electronic scale. The root diameter (cm) was measured using the vernier caliper. Root length (cm) was measured from the base of the false stem to the root tip. The weight (kg) of the root biomass of each experimental unit was measured by means of an electronic balance. To discover statistical differences between the planting densities as a function of the study variables, intergroup factorial ANOVA was used whenever the assumptions of data normality, independence of homogeneity and observations of variances were made. If there are statistical differences between treatments, Duncan's test of ranges and multiple comparisons was used, in order to know between what distances from sowing to sowing the differences are found through the homogeneous subsets. The results in plant height at 30 days (18.5 cm), 60 days (58.6 cm) and harvest time (62.7 cm), indicate that the 20 cm x 5 cm sowing distance treatment was superior to other treatments. The number of active

leaves at 30 days (5 to 6 leaves) did not show significant differences, but at 60 days (9 leaves), the 20 cm x 12 cm treatment was higher than the other treatments on that day, and the last result of number of active leaves was at harvest time (13 leaves), the treatment 20 cm x 15 cm surpassed the other treatments. The weight of the leaves (0.1 kg), root length (15.8 cm) and root diameter (2.5 cm), the planting distance treatment 20 cm x 15 cm stood out among the other treatments in mentioned variables . Regarding the yield (28.1 t ha<sup>-1</sup>), the 20 cm x 5 cm treatment exceeds the rest of the sowing distances according to the weight obtained under the climatic conditions in that experimental site.

**Keywords:** *Daucus carota*, planting distances, morphological and agronomic parameters, yield components.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	14
2.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	17
2.1.	Origen e historia .....	17
2.2.	Importancia .....	17
2.3.	Valor nutritivo .....	18
2.4.	Producción mundial y nacional .....	18
2.4.1.	Producción mundial .....	18
2.4.2.	Producción nacional .....	19
2.5.	Taxonomía .....	20
2.6.	Morfología.....	21
2.6.1.	Sistema radicular.....	21
2.6.2.	Tallo.....	21
2.6.3.	Hoja .....	22
2.6.4.	Inflorescencia y fruto (semilla) .....	23
2.7.	Fenología.....	24
2.8.	Requerimientos edafoclimáticos.....	24
2.8.1.	Latitud y longitud .....	24
2.8.2.	Altitud.....	24
2.8.3.	Suelo .....	24
2.8.4.	Clima .....	25
2.9.	Diversidad genética .....	25
2.9.1.	Zanahoria Chantenay.....	25
2.9.2.	Zanahoria Nantes .....	25
2.9.3.	Zanahoria Brasilia .....	25
2.9.4.	Zanahoria Imperator .....	26
2.9.5.	Zanahoria Danvers .....	26
2.10.	Siembra .....	26
2.10.1.	Época.....	26
2.10.2.	Densidad de siembra .....	26
2.10.3.	Métodos de siembra.....	27
2.11.	Manejo agronómico del cultivo .....	27
2.11.1.	Selección del terreno.....	27
2.11.2.	Preparación del suelo .....	27
2.11.3.	Fertilización .....	27
2.11.4.	Control de arvenses .....	28
2.11.5.	Riego de agua.....	28
2.11.6.	Plagas.....	29

2.11.6.1.	Mosca de zanahoria o mosca de óxido de zanahoria ( <i>Psylla rosae</i> ).....	29
2.11.6.2.	Minador de la hoja ( <i>Liriomyza trifolii</i> “Burgess” & <i>Liriomyza huidobrensis</i> “Blanchard”) .....	29
2.11.6.3.	Nematodos que forman agallas ( <i>Meloidogyne</i> spp.) .....	30
2.12.	Cosecha .....	30
2.13.	Comercialización .....	30
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
3.1	Ubicación y caracterización del área experimental .....	31
3.1.1	Ubicación del lugar .....	31
3.1.2	Características de suelo .....	31
3.1.3	Clima .....	32
3.2	Diseño experimental .....	32
3.2.1	Croquis del experimento .....	32
3.2.2.	Variedad utilizada .....	33
3.2.3.	Especificidades del diseño .....	34
3.2.4.	Modelo matemático .....	34
3.3	Manejo del experimento.....	34
3.3.1	Preparación y siembra en semillero .....	34
3.3.2	Selección y limpieza de terreno.....	35
3.3.3	Preparación del suelo .....	36
3.3.4	Formación de las unidades experimentales .....	37
3.3.5	Instalación de riego.....	38
3.3.6	Trasplante de zanahoria.....	39
3.3.7	Riego de agua.....	40
3.3.8	Control de arvenses .....	41
3.3.9	Cosecha.....	42
3.4	Variables a medir .....	44
3.4.1	Altura de planta.....	44
3.4.2	Número de hojas activas .....	44
3.4.3	Peso de las hojas .....	44
3.4.4	Longitud de raíz.....	44
3.4.5	Diámetro de raíz .....	44
3.4.6	Peso de las unidades experimentales .....	44
3.5	Procedimiento estadístico.....	44
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46
4.1.	Altura de planta a los 30 días .....	46
4.2.	Número de hojas activas a los 30 días .....	47
4.3.	Altura de planta a los 60 días .....	48

<b>4.4.</b>	<b>Número de hojas activas a los 60 días .....</b>	<b>49</b>
<b>4.5.</b>	<b>Altura de planta en la cosecha.....</b>	<b>50</b>
<b>4.6.</b>	<b>Número de hojas activas en la cosecha .....</b>	<b>51</b>
<b>4.7.</b>	<b>Peso de las hojas en la cosecha.....</b>	<b>52</b>
<b>4.8.</b>	<b>Longitud de raíz en cosecha.....</b>	<b>54</b>
<b>4.9.</b>	<b>Diámetro de raíz en cosecha .....</b>	<b>55</b>
<b>4.10.</b>	<b>Rendimiento de la zanahoria .....</b>	<b>56</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>60</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Contenido nutricional de la zanahoria por cada 100 g de producto comestible. .....	18
<b>Tabla 2.</b> Clasificación taxonómica del cultivo de la zanahoria.....	20
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos (distancias de siembra) que forman parte del factor de estudio en la investigación. ....	32
<b>Tabla 5.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos en altura de planta a los 30 días en las diferentes distancias de siembra. ....	46
<b>Tabla 6.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para el número de hojas activas a los 30 días en las diferentes distancias de siembra. ....	47
<b>Tabla 7.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos en altura de planta a los 60 días en las diferentes distancias de siembra. ....	48
<b>Tabla 8.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para el número de hojas activas a los 60 días en las diferentes distancias de siembra. ....	49
<b>Tabla 9.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos en altura de planta en la cosecha en las diferentes distancias de siembra. ....	50
<b>Tabla 10.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para el número de hojas activas en la cosecha en las diferentes distancias de siembra. ....	51
<b>Tabla 11.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para el peso de hojas en la cosecha en las diferentes distancias de siembra. ....	53
<b>Tabla 12.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para la longitud de raíz en la cosecha en las diferentes distancias de siembra. ....	54
<b>Tabla 13.</b> Pruebas de efectos inter-sujetos para el diámetro de raíz en la cosecha en las diferentes distancias de siembra. ....	55
<b>Tabla 14.</b> Análisis de ANOVA de un factor en el rendimiento de la zanahoria.....	56

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Porcentaje de producción de zanahorias por regiones a nivel mundial (Promedio 1994-2018).....	19
<b>Figura 2.</b> Área cosechada y producción obtenida de zanahoria en el mundo en el periodo 1994-2018. ....	19
<b>Figura 3.</b> Área cosechada y producción obtenida de zanahoria en el Ecuador en el periodo 1994-2018.....	20
<b>Figura 4.</b> Raíz de la zanahoria: (a) vista longitudinal y (b) vista en cortes transversales y longitudinales.....	21
<b>Figura 5.</b> Falso tallo de la planta zanahoria. ....	22
<b>Figura 6.</b> Hojas de la planta de zanahoria.....	22
<b>Figura 7.</b> Umbelas de zanahoria, compuesta por varias umbélulas y cada una por varias flores. Vista superior y lateral.....	23
<b>Figura 8.</b> Fruto de la planta de zanahoria. ....	23
<b>Figura 9.</b> Plano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (punto rosa se encuentra el área de estudio). ....	31
<b>Figura 10.</b> Esquema del croquis del experimento representado por tratamientos (T), columnas (C) e hileras (H).....	33
<b>Figura 3.</b> Semillas de zanahoria variedad chantenay red core. ....	33
<b>Figura 11.</b> Llenado del semillero con el sustrato.....	35
<b>Figura 12.</b> Semilleros puestos en el pallet hasta tener un óptimo desarrollo.....	35
<b>Figura 13.</b> Delimitación del terreno por en la FCA. ....	36
<b>Figura 14.</b> Limpieza de arvenses con machete y rastrillo.....	36
<b>Figura 15.</b> Área Experimental.....	37
<b>Figura 16.</b> Área experimental con el suelo preparado y lista para realizar el replanteo del experimento. ....	37
<b>Figura 17.</b> Colocación de estacas en cada unidad experimental, alineadas con las estacas guías. ....	38
<b>Figura 18.</b> Unidades experimentales listas para el trasplante de las plántulas de la zanahoria.....	38
<b>Figura 19.</b> Instalación de las tuberías para el sistema de riego por aspersión. ....	39
<b>Figura 20.</b> Prueba de riego en las unidades experimentales. ....	39



<b>Figura 21.</b> Plántulas listas para el trasplante, 33 días de crecimiento en semillero. ....	39
<b>Figura 22.</b> Extracción de las plantas del semillero, limpieza y colocadas en un vaso con agua. ....	40
<b>Figura 23.</b> Trasplante de la zanahoria en las unidades experimentales previa a la distribución aleatoria de los tratamientos. ....	40
<b>Figura 24.</b> Riego del cultivo de zanahoria. ....	41
<b>Figura 25.</b> Se aprecia el suelo húmedo después de una hora de riego uniformemente. ....	41
<b>Figura 26.</b> Limpieza del contorno de la parcela de forma manual. ....	42
<b>Figura 27.</b> Toda la parcela limpia de arvenses con herramientas de machete. ....	42
<b>Figura 28.</b> Zanahorias listas para ser extraídas del suelo. ....	43
<b>Figura 29.</b> Midiendo el diámetro de raíz con la herramienta pie de rey. ....	43
<b>Figura 30.</b> Cosecha de zanahoria por unidades experimentales. ....	43
<b>Figura 33.</b> Efecto de la distancia de siembra en la altura de la planta de zanahoria a los 30 días de sembrada. ....	46
<b>Figura 34.</b> Efecto de la distancia de siembra en número de hojas activas de zanahoria a los 30 días de sembrada. ....	47
<b>Figura 35.</b> Efecto de la distancia de siembra en la altura de la planta de zanahoria a los 60 días de sembrada. ....	48
<b>Figura 36.</b> Efecto de la distancia de siembra en número de hojas activas de zanahoria a los 60 días de sembrada. ....	49
<b>Figura 37.</b> Efecto de la distancia de siembra en la altura de la planta de zanahoria en momento de cosecha. ....	51
<b>Figura 38.</b> Efecto de la distancia de siembra en número de hojas activas de zanahoria en momento de cosecha. ....	52
<b>Figura 39.</b> Efecto de la distancia de siembra en el peso de las hojas de zanahoria en el momento de cosecha. ....	53
<b>Figura 40.</b> Efecto de la distancia de siembra en la longitud de raíz de la zanahoria en el momento de cosecha. ....	54
<b>Figura 41.</b> Efecto de la distancia de siembra en el diámetro de raíz de la zanahoria en momento de cosecha. ....	55
<b>Figura 42.</b> Efecto del rendimiento de la zanahoria en las distintas densidades poblacionales. ....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Identificación de las plantas a los 30 días de ver efectuado el trasplante. ....	64
<b>Anexo 2.</b> Medición de altura de planta a los 30 días con una regla (cm).....	64
<b>Anexo 3.</b> Cultivo de zanahoria establecido 30 días en campo. ....	65
<b>Anexo 4.</b> Toma de datos a los 60 días de ver efectuado el trasplante. ....	65
<b>Anexo 5.</b> Cultivo de zanahoria establecido 60 días en campo. ....	66
<b>Anexo 6.</b> Flor de zanahoria tipo umbela compuestas por varia umbelúlas. ....	66
<b>Anexo 7.</b> Medición de altura de planta en la cosecha, longitud y diámetro de zanahoria con sus respectivas herramientas de medición metro y pie de rey (cm). ....	67
<b>Anexo 8.</b> Cosecha de zanahorias. ....	67
<b>Anexo 9.</b> Peso de zanahorias por cada unidad experimental.....	68
<b>Anexo 10.</b> Herramientas utilizadas en las mediciones de variables de estudio.....	68
<b>Anexo 11.</b> Libreta de campo y croquis del sitio experimental. ....	69
<b>Anexo 12.</b> Matriz de datos con las variables de medición. ....	69
<b>Anexo 13.</b> Matriz de datos con peso de unidad experimental y rendimiento.....	70
<b>Anexo 14.</b> Análisis de ANOVA de un factor de las variables de estudio .....	70
<b>Anexo 15.</b> Efecto de peso de raíz en las unidades experimentales de la zanahoria en las distintas densidades poblacionales.....	71

## 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura fue descubierta desde la edad neolítica, surgiendo grandes desarrollos agronómicos y culturas de antigüedad. Desde hace diez mil años fueron mejorando las técnicas de campo en cada civilización, de hecho, se alcanzó un desarrollo agrícola capaz de alimentar a los siete millones de habitantes del mundo con superficies y recursos hídricos cada vez más insuficientes (Leiva, 2014). El hombre ha generado cambios reveladores en el planeta en los últimos doscientos a doscientos-cincuenta años, provocando cambios en el paisaje y alterando los ecosistemas para adquirir progresos rápidos, generando alimentos para la población (Palacios & Escobar, 2016). La agronomía es muy importante porque es la fuente productora de alimentos que consumen todas las nacionalidades, crea empleos y da valor agregado al Producto Interno Bruto (PIB), con el fin dar un avance de crecimiento económico a los países (Gómez & Turčeková, 2017).

Dentro de las raíces la zanahoria tiene una gran familia representada por 2500 a 3700 especies que se encuentran distribuidas en todo el planeta. De manera morfológica es una especie muy variable, se encuentra distribuida en diferentes ambientes de maneras asilvestradas y silvestres. La taxonomía definida es muy diversa porque es una familia muy compleja en floras. Su caracterización reveló que es un cultivar con alta diversidad genética, se puede optimizar con el fitomejoramiento por el alto potencial de su eficiencia en campo (Tavares et al., 2014). La contribución en la nutrición humana es de gran importancia, es el principal cultivar en aportar un muy alto contenido de betacarotenos, vitaminas, contenido de fibra y molibdeno de manera cruda o cocida (Gaviria et al., 2018).

En el mundo la zanahoria, está entre las raíces constantemente cultivadas y cocinadas, su producción se extiende a las zonas climáticas de nuestro ambiente. Es una raíz comestible, que es originaria de Europa (pero que también existe en Asia, principalmente en Afganistán, y se menciona en Siria en el siglo IV), fue recogida y utilizada habitualmente en su totalidad (raíz, tallo y semillas) para los caldos de verduras, se conoce desde siempre. Apreciada por los griegos y los romanos, no por su sabor, puesto que su gusto resultaba insípido y su consistencia dura y fibrosa, quebradizo y de color blanquinoso, sino por su valor terapéutico, especialmente por su efecto sobre el ingenio visual (Rosamel, 2019).

En el Ecuador la zanahoria se la cultiva desde hace unos quinientos años de forma tradicional. La semilla más cultivada en este país es la chantenay, la más tradicional de los agricultores por el bajo costo, el rendimiento promedio es de  $10 \text{ t ha}^{-1}$ . En la actualidad las casas comerciales tratan de buscar la manera que los agricultores se cambien a nuevos híbridos por la simple razón de sus innumerables ventajas (López, 2011). El presente cultivo ocupa un espacio que supera las cuatro mil hectáreas sembradas, las principales provincias que producen zanahoria son: Cotopaxi (446 ha), Bolívar (480 ha), Pichincha (870 ha) y Chimborazo (1350 ha). Actualmente El Oro no registra datos históricos a pesar de tener climas aptos (Díaz et al., 2018).

El manejo agronómico de la zanahoria se empieza desde una buena selección de terreno, con suelos franco arcillosos, evitar la compactación para obtener una excelente producción. Las hileras deben ser de 20 a 25 cm entre surco, la siembra se la realiza de forma directa, a chorrillo o a voleo, el distanciamiento entre planta se lo ejecuta el momento de raleo previo a la emergencia de las plantas. Las atenciones del cultivo deben ser muy puntuales como el riego de agua, control de arvenses, control de plagas, y fertilización (La Esperanza, 2004).

Una de las variedades más utilizadas es la chantenay por su óptimo desarrollo y calidad de producción, pero de forma general no existe el conocimiento previo de este cultivar y su comportamiento dentro de la provincia de El Oro bajo las condiciones edafoclimáticas del cantón Machala. Dentro del manejo agronómico existe un gran grupo de atenciones culturales como la selección de terreno, preparación de suelo, riego de agua, control de arvenses y fertilización, se hace la densidad de población que es muy importante. Por tal motivo se eligió el tema de investigación, evaluando a la zanahoria en diferentes distancias de siembra dentro de la Granja Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala bajo sus respectivas condiciones climáticas durante todo el proceso desde la siembra hasta la cosecha.

### **Objetivo general**

Evidenciar el efecto de diferentes densidades de población en parámetros morfológicos, agronómicos y productivos del cultivo de la zanahoria en la granja Santa Inés, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTMACH.

### **Objetivos específicos**

1. Conocer la influencia de las distancias de siembra en la altura de la planta a los 30, 60 días y momento de cosecha después de ser efectuada la siembra, así como hojas activas y producción de biomasa aérea en el cultivo de zanahoria.
2. Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el diámetro, longitud y el rendimiento total de raíces en el cultivo de zanahoria.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Origen e historia**

En el mundo la zanahoria, está entre las raíces constantemente cultivadas y cocinadas, su producción se extiende a las zonas climáticas de nuestro ambiente. Es una raíz comestible, que es originaria de Europa (pero que también existe en Asia, principalmente en Afganistán, y se menciona en Siria en el siglo IV), fue recogida y utilizada habitualmente en su totalidad (raíz, tallo y semillas) para los caldos de verduras, se conoce desde siempre. Apreciada por los griegos y los romanos, no por su sabor, puesto que su gusto resultaba insípido y su consistencia dura y fibrosa, quebradizo y de color blanquinoso, sino por su valor terapéutico, especialmente por su efecto sobre el ingenio visual (Rosamel, 2019).

### **2.2. Importancia**

Según Tirador (2011) citado por Lang, Alessandro & Ermini (2014), la zanahoria a nivel mundial es muy importante porque los consumidores la califican nutricionalmente por sus excelentes fuentes de vitaminas y minerales, además por poseer un alto contenido de betacarotenos o vitaminas “A” de ellos también se puede distinguir vitaminas del grupo “B” y vitaminas “E”, este cultivo hortícola en los últimos treinta años se incrementó a un ritmo elevado al crecimiento poblacional.

La zanahoria es un cultivo muy popular por sus fuentes ricas de carotenoides y fenólicos. Este cultivo comestible del cual se consume sus raíces tiene una abundante concentración de estructuras carotenoides vegetales. La zanahoria es un cultivo único que tiene sustancias provitamina “A” y que se puede cultivar en regiones tanto templadas como tropicales del mundo (Haq et al., 2015).

En Ecuador la zanahoria no se ha registrado datos considerables de exportación por el motivo que toda la producción de zanahorias es destinada solo para consumo interno, pero una pequeña cantidad se la comercializa internacionalmente tanto como en estado fresco o congelado (Rosero, 2013). El presente cultivo ocupa un espacio que supera las cuatro mil hectáreas sembradas, las principales provincias que producen zanahoria son: Cotopaxi (446 ha), Bolívar (480 ha), Pichincha (870 ha) y Chimborazo (1350 ha). Actualmente El Oro no registra datos históricos a pesar de tener climas aptos (Díaz et al., 2018).

### 2.3. Valor nutritivo

El valor nutritivo de la raíz de la zanahoria es sumamente importante por el contenido de betacarotenos (vitamina A), contribuye con un aporte de (12 mg a 20 mg). El betacaroteno tiene propiedades inmunológicas, foto protectora, antioxidante y antimutagénicas, así como también efectos que benefician la vista y la piel (Ventrera et al., 2013).

La zanahoria gracias a sus propiedades de excelente fuente de betacarotenos ayuda a prevenir el cáncer con sus contenidos de vitamina “A”, vitamina “C”, Vitamina “B6”, tiamina, magnesio, potasio, ácido fólico y contiene pectina reductora del colesterol (Aghbashlo et al., 2011).

La zanahoria tiene un alto contenido de carotenos, en especial de vitamina “A”. El 90% de su peso es agua. Es un tubérculo hipocalórico que le puede aportar a una dieta normal hasta el 40% de calorías (Tabla 1) (Bórquez & Kehr, 2010).

**Tabla 1.** Contenido nutricional de la zanahoria por cada 100 g de producto comestible.

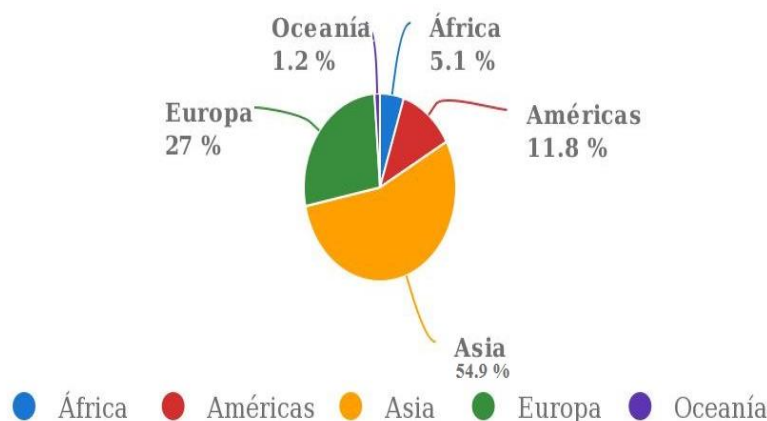
Componente	Contenido	Componente	Contenido
Agua	88,9 g	Fósforo	2,8 mg
Calcio	33 g	Ácido málico	295 mg
Proteína	0,7 g	Ácido ascórbico	3,0 mg
Grasa	0,1 g	Niacina	0,4 mg
Carbohidratos	8,4 g	Riboflavina	0,04 mg
Fibra	1,1 g	Tiamina	0,04 mg
Ácido linoleico	10 mg	Hierro	0,6 mg
Ácido salicílico	230 mg		

**Fuente:** Bórquez & Kehr (2010).

### 2.4. Producción mundial y nacional

#### 2.4.1. Producción mundial

En el mundo la producción de zanahoria resalta los 14 millones de toneladas, de los cuales proceden de Estados Unidos, Polonia, China, Japón y Reino Unido con un 52% (Richmond & Mendez, 2010). A diferencia de las demás hortalizas es un cultivo es escasa producción y consumo, lo cual justifica los pocos datos estadísticos en todas las regiones (Figura 1).

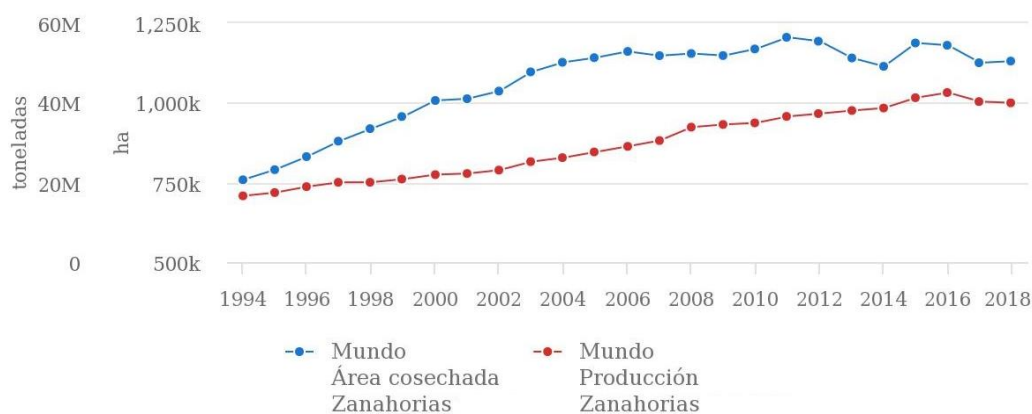


Source: FAOSTAT (ago. 04, 2020)

**Figura 1.** Porcentaje de producción de zanahorias por regiones a nivel mundial (Promedio 1994-2018).

**Fuente:** FAOSTAT (2020).

El área cosechada y la producción obtenida de zanahoria a nivel mundial muestra una tendencia al incremento sostenido desde 1994 al 2018, se visualiza como el área de cosecha se eleva por encima de la producción (Figura 2).



Source: FAOSTAT (ago. 04, 2020)

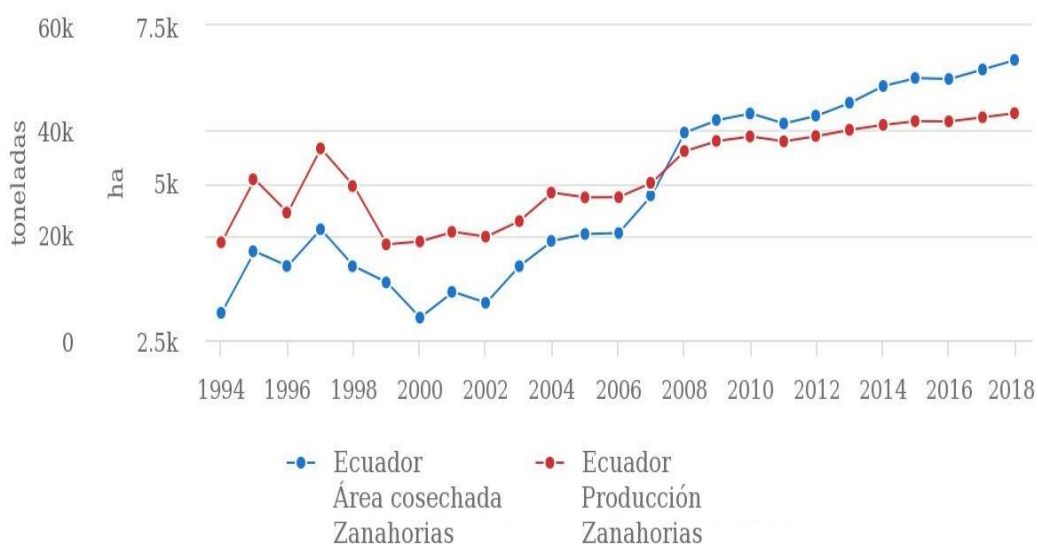
**Figura 2.** Área cosechada y producción obtenida de zanahoria en el mundo en el periodo 1994-2018.

**Fuente:** FAOSTAT (2020).

#### 2.4.2. Producción nacional

La producción anual en Ecuador es de 38.193,00 toneladas métricas en alrededor de 2.932 hectáreas cultivadas, con un rendimiento de 8.470,30 kilogramos por hectárea. Las zonas con superficies de zanahoria cultivadas con mayor producción son: Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar, Pichincha, Chimborazo y en pequeña escala abarca toda la región sierra del país (Figura 3) (Soldado et al., 2018).





Source: FAOSTAT (ago. 04, 2020)

**Figura 3.** Área cosechada y producción obtenida de zanahoria en el Ecuador en el periodo 1994-2018

**Fuente:** FAOSTAT (2020).

## 2.5. Taxonomía

Taxonómicamente la zanahoria se ha modificado en la función del razonamiento de los diferentes autores, entre los siglos XVIII y XIX se les destina como el rango de especie, pero actualmente se consideran con el rango de variedad o subespecie (Tabla 2) (Cabrera et al., 2011).

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica del cultivo de la zanahoria.

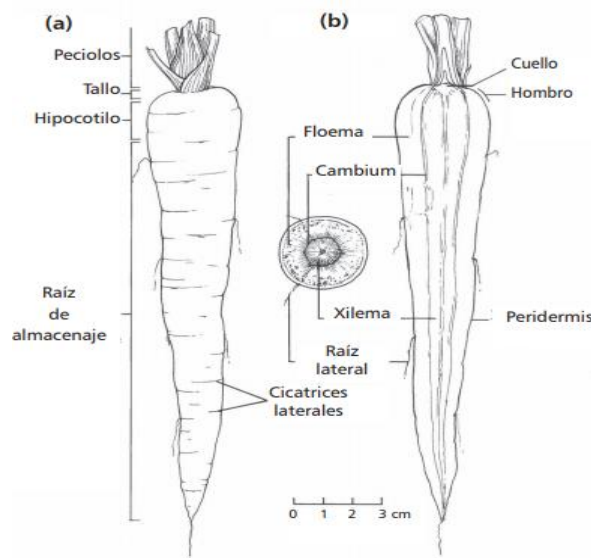
Parámetro	Características
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Umbelliflorae
Familia	Umbelliferae
Género	<i>Daucus</i>
Especie	<i>D. carota</i> L.
Nombre científico	<i>Daucus carota</i> L.
Nombre común	Zanahoria

**Fuente:** Chamorro (2017).

## 2.6. Morfología

### 2.6.1. Sistema radicular

La raíz se forma por el floema que es la parte externa y el xilema u corazón que está en la parte central. Las raíces de alta calidad son las que tienen un muy alto contenido de floema pero con poco xilema, o se podría decir que poseen un pequeño corazón, por la simple razón que tiene gran capacidad para poder acumular sus azúcares y carotenos. Morfológicamente las raíces tienen formas redondas o cilíndricas, pueden ser de diversas formas arbitrarias. El diámetro en la parte superior puede variar desde 1-2 cm, en algunas variedades puede ser hasta 10 cm. La longitud (largo) se puede extender de entre los 5 y 50 cm, pero en general la mayoría de variedades comprendidas fluctúan entre los 10 y 25 cm. Se conocen diversos colores que el hombre le da uso entre ellos están naranjas, rojas, blancas, púrpuras y amarillas se diferencian entre ellas por la pigmentación (Figura 4) (Matas et al., 2016).



**Figura 4.** Raíz de la zanahoria: (a) vista longitudinal y (b) vista en cortes transversales y longitudinales.

**Fuente:** Alessandro (2013).

### 2.6.2. Tallo

En su ciclo vegetativo los tallos pueden encontrarse comprimidos en el ras del suelo, los entrenudos no son visibles. La parte de los nudos están ubicadas en las yemas donde se origina la roseta de hojas. El progreso de la inflorescencia primaria se da cuando en la etapa de la reproducción los entrenudos del tallo comienzan alargarse. Una planta logra

tener uno o muchos tallos florales y su altura de tallo podría variar entre los 60 y 200 cm de longitud (Figura 5) (Matas et al., 2016).



**Figura 5.** Falso tallo de la planta zanahoria.

**Fuente:** Alessandro (2013).

### **2.6.3. Hoja**

La hoja verdadera emerge de una o dos semanas después de la debida germinación. Dichas hojas son pubescentes, tienen dos a tres pinnatisectas, con segmentos lobulados o pinnatífidos y sus peciolo son de forma larga, con su base expandidas (Figura 6) (Matas et al., 2016).



**Figura 6.** Hojas de la planta de zanahoria.

**Fuente:** Alessandro (2013).

#### 2.6.4. Inflorescencia y fruto (semilla)

La inflorescencia se compone por umbelas que surgen en posición terminal. Respecto al tallo principal cada planta tiene una umbela de primer orden. Las ramificaciones sucesivas del tallo generan umbelas de segundo, tercera y hasta séptimo orden. Una umbela de primer orden posee hasta 50 umbelas, y cada umbela puede poseer hasta 50 flores. Las flores de zanahorias son hermafroditas de color blanco y pequeñas, o blancas con coloraciones verdes o purpuras. Cada flor posee 5 sépalos verdes pequeños, 5 pétalos, 5 estambres (son órganos masculinos que contienen el polen) y un ovario con dos estilos. La floración de cada umbela dura de entre 7 y 10 días, la floración incluye un periodo de entre 30 y 50 días, esto dependería de la cantidad de umbelas por planta. La polinización se produce por medio de insectos polinizadores (Figura 7). El fruto se compone por dos aquinos unidos que normalmente se lo denomina semilla, respecto al peso fluctúa con un rango de 0,8 y 3 g cada 1.000 semillas (Figura 8) (Matas et al., 2016).



**Figura 7.** Umbelas de zanahoria, compuesta por varias umbélulas y cada una por varias flores. Vista superior y lateral.

**Fuente:** Alessandro (2013).



**Figura 8.** Fruto de la planta de zanahoria.

**Fuente:** Alessandro (2013).

## **2.7. Fenología**

La zanahoria consta de tres etapas fenológicas. La etapa uno tiene un crecimiento lento en los primeros estadios de desarrollo vegetativo, desde su germinación hasta obtener tres hojas verdaderas con su diámetro de raíz (0.5 mm). En la etapa dos se obtienen ocho hojas verdaderas y al final la raíz alcanza un diámetro superior del 60%. Y la etapa tres la planta termina con diez hojas, su raíz promedio tiene un diámetro superior (5.9 cm) y un peso promedio (250 g) (Forrero et al., 2015).

Las raíces de las zanahorias tienen un crecimiento fenológico que se produce en dos etapas. La primera que se produce es de la división celular se forman un crecimiento de manera longitudinal, en ella se genera una producción y uso de hidratos de carbono. Y la segunda es de elongación celular (engrosamiento), en esta fase se crea acumulación de componentes como son los hidratos de carbono y agua (Mayorga et al., 2014).

## **2.8. Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.8.1. Latitud y longitud**

En Ecuador se da desde 1°28'N y 5°01' S de latitud y los 75°11' y 81°00'W de longitud (FAO, 2016).

### **2.8.2. Altitud**

Es un cultivo que tiene la facilidad de adaptarse en altitudes desde el nivel del mar hasta los 3.200 msnm, para un óptimo rendimiento los parámetros son de 2.200 a 3.000 msnm. Además se han observado parcelas de zanahorias en altitudes mayores a 3200 m.s.n.m., pero su ciclo vegetativo se tiende a alargarse provocando que el llenado de su raíz disminuya (FAO, 2006).

### **2.8.3. Suelo**

Suelos ricos y profundos, de textura ligera o media bien drenados, preferencia de arenosos a arcillosos. Los terrenos pesados con más del 35% de arcilla, tienden a compactarse provocando fibrosidades en las raíces y se desarrollan enfermedades. El pH óptimo es de 5,5 a 6,0. Y se debe evitar el exceso de alcalinidad, preferible la acidez porque moderadamente la zanahoria tolera superficies ácidas (Allemann & Young, 2005).

Además, se determinaron otros factores de suelos con mucho contenido de arcilla y con poca estructura que son superficies compactas, variación de temperatura, fertilizantes

nitrogenados muy elevados y variación de humedad incitan a la desviación de la raíz y muy corto alargamiento (Zerga, 2019).

#### **2.8.4. Clima**

La adaptación de la zanahoria es en climas templados semisecos con temperatura óptima de 17 °C, para lo que se requiere una precipitación promedio de 574 mm anuales distribuidos en todas su fases fenológica de la planta (Mendieta et al., 2019).

La zanahoria requiere temperaturas mínimas de 9°C y óptimas de 16 a 18 °C, soportando heladas ligeras de hasta -5 °C. En cuanto a las temperaturas elevadas soporta a más de 28 °C, pero tiende a provocar una aceleración en los procesos de envejecimiento de la raíz y pérdida de coloración. Por último se requiere una humedad relativa media de 70 a 90% y una precipitación de entre 690 a 800 mm/año (Cotto, 2016).

### **2.9. Diversidad genética**

#### **2.9.1. Zanahoria Chantenay**

Las raíces son cortas y anchas de entre 5 y 6 cm de diámetro, tipo cónica, peso entre 200-250 g y de color anaranjado fuerte. Es el más sembrado por los agricultores en muchas regiones porque soporta malos tratos durante el lavado y transporte. De este grupo existen dos tipos: Chantenay corazón rojo con un ciclo de vida de 70-80 días, excelente sabor y alta productividad. Y real chantenay se diferencia del anterior por su color es mucho más brillante y soporta superficies pesadas o compactas (Ávila, 2015).

#### **2.9.2. Zanahoria Nantes**

Este cultivar es un híbrido cuya raíz es de 16,5 a 19 cm de longitud por 3,8 a 4,4 cm de diámetro. La forma de la raíz es cilíndrica al momento de su madurez, su coloración es naranja oscuro y su follaje es muy vigoroso aproximadamente de 43 a 48 cm de alto. Se destaca en el mercado por tener un alto rendimiento muy uniforme, se cosecha a los 90 a 100 días y es muy resistente a quebraduras (Acosta, 2018).

#### **2.9.3. Zanahoria Brasilia**

Se destaca por tener un abundante follaje, de color verde oscura y de 25 a 35 cm de altura, la forma de la raíz es cilíndrica, color naranja clara y en el hombro tiene un tono verde o púrpura, su dimensión es de 15 a 22 cm de longitud por 3 a 4 cm de diámetro, por ultimo su ciclo fenológico desde la siembra hasta la cosecha es de 85 a 100 días (Acosta, 2018).

#### **2.9.4. Zanahoria Imperator**

Se consideran de muy buena calidad por su follaje abundante, raíz muy engrosada y alargada de 20 a 25 cm, la corona es pequeña de 4 cm de diámetro, tiene forma cónica y puntiaguda. Es muy exigente a suelos profundos y bien mullidos por su tamaño alargado. El ciclo fenológico hasta la cosecha es de aproximadamente de 75 días. De este grupo existen seis tipos: Imperator (lisas, largas, gordas arriba y estrechas abajo). Avenger (raíz de 23 a 25 cm de largo, cuello grueso, punta poco larga y redonda). Oro Pak (zanahorias de 20 cm de longitud, 8,9 cm de diámetro, suaves y dulces). Leyenda (excelente producción, llana, 23 a 27 cm de longitud, 3,5 de grosor en el cuello, muy resistente a quebraduras). Suave Dulzura (color anaranjado enérgico, dulce, cuello gordo y punta delgada). Oro de Orlando (forma larga y delgada, color anaranjado fuerte y excelente sabor con 30 por ciento carecidamente de caroteno) (Ávila, 2015).

#### **2.9.5. Zanahoria Danvers**

La raíz tiene una longitud de 15 a 17 cm, el diámetro es de 5 a 6 cm, se caracteriza por tener un color naranja intenso, el follaje es grande y fuerte. El ciclo de vida de este cultivar es de 120 a 150 días desde su siembra hasta la cosecha. Comercialmente existen dos tipos: Danvers media larga (raíz de 17 a 20 cm, gorda en la corona y delgada en la punta, pueden ser de punta fina o puntas redondas, son suaves y dulces). Danvers 126 (produce mucho más que las media larga, son lisas y sus hojas son tolerantes al calor) (Ávila, 2015).

### **2.10. Siembra**

#### **2.10.1. Época**

En general este cultivo se adapta muy bien en regiones templadas pudiendo sembrar todo el año sin tener problema alguno, pero mientras en tierras tropicales y subtropicales favorece la siembra en los meses de septiembre a noviembre (Benamor et al., 2020).

#### **2.10.2. Densidad de siembra**

Para una mejor producción es recomendable sembrar con un máximo de 3 hileras con densidades de 20 cm entre surcos y 5 cm entre planta, para los callejones se deja un espaciamiento de 0,5 m a 1,0 m, el largo de hileras es a criterio de cada productor. Los datos obtenidos varían de 1,2 a 1,8 millones de plantas por hectárea sembrada (Tomita & Arrúa, 2018).

### **2.10.3. Métodos de siembra**

Agronómicamente se siembra de manera manual al voleo y a chorrillo, pero estos métodos utilizan bastantes semillas, lo cual genera muchos gastos, mayor tiempo de inversión y requiere sobre esfuerzo de la persona cuando emergen las plantas se debe hacer el respectivo raleo. Por otro lado en un procedimiento más tecnificado y puesta en funcionamiento es el uso de maquinaria, evita desperdicio de semillas, ayuda a economizar al productor y evita raleos optimizando la distribución de semillas a la distancia de siembra empleada (Chiriboga & Arias, 2015).

## **2.11. Manejo agronómico del cultivo**

### **2.11.1. Selección del terreno**

La superficie para la producción debe ser óptima, el suelo no debe ser muy pesado o compacto de lo contrario se producirán zanahorias de forma redondas que alargadas. Debe ser de buena profundidad (20 a 30 cm) para que las raíces crezcan sin problema, picar los terrones o eliminarlos y si existe rocas deben ser retiradas de la parcela. Para mejorar el terreno se adiciona materia orgánica, esto ayuda a obtener una buena fertilidad con el aumento de intercambio catiónico, la capacidad de infiltración, retención de agua y propiedades del suelo (Castro et al., 2010).

### **2.11.2. Preparación del suelo**

Esta es una labor de importancia, para obtener un óptimo desarrollo la disposición del suelo debe ser muy buena. La labranza en suelos especialmente de zanahoria debe ser muy profunda, utilizando discos de arado se invierten los primeros 20 a 30 cm. El terreno para la siembra debe estar bien preparado, no debe existir o evitar terrones o bloques de suelo que impiden el buen crecimiento de la raíz en la profundidad. La parcela debe estar bien nivelada con pendiente hacia el canal de drenaje para evitar acumulación de agua efectuada por el riego o lluvias excesivas. Finalmente se siembra en surcos de 0.90 m, facilitando labores culturales mientras que el cultivo sigue su desarrollo (Cardenal et al., 2016).

### **2.11.3. Fertilización**

Los requerimientos en nutrientes para la zanahoria son moderados comparados con otras hortalizas. Los fertilizantes ayudan al crecimiento masivo tanto las hojas como raíces.



Pero, en la mayor parte de los agricultores obtienen bajos rendimientos y de poca calidad. La fertilización es empleada orgánicamente con estiércol de pollo o compostajes hechos con residuos de verduras, porque es más accesible que los fertilizantes inorgánicos. La mayor parte de nutrientes la extraen del mismo suelo fértil donde se sembró, permitiéndole un crecimiento normal de plantas (Mbatha et al., 2014).

#### **2.11.4. Control de arvenses**

En general las arvenses o vulgarmente como se las conoce malezas, son un problema en el rendimiento de cualquier cultivo hortícola en especial de la zanahoria. Es necesario conocer qué tan problemáticas son estas especies en el cultivo sembrado, obteniendo información que pueda servir para obtener mejoras con el rendimiento en la actividad reproductiva. Es importante tener un manejo integrado de las malas hierbas, determinando el periodo crítico de competencia (PCC), refiriéndonos en que momento actuar para un control preventivo de estas familias y evitar pérdidas económicas (Dotor et al., 2018).

Técnicamente en campo el control de arvenses se lo efectuaría de dos maneras, la primera de forma manual (intervención del hombre) y la segunda que es menos decisiva por la contaminación ambiental de forma química (uso de herbicidas) con utilización de máquinas para su respectiva aplicación en la parcela. El control manual consiste en generar una condición limitante sobre la producción de maleza en el terreno, evitando que compita por luz, agua y nutrientes, esta labor debe hacerse semanalmente (Dotor & Cabezas, 2015).

#### **2.11.5. Riego de agua**

El riego en el cultivo de zanahoria es muy importante, pero en los últimos años la escasez de agua es mayor en muchas regiones del planeta, limitando las cantidades hídricas que son aplicadas para la agricultura. La práctica de riego en diversos cultivares es señalado como las principales causas del uso irracional del agua, por eso la agronomía debe mejorar la utilización del agua de riego para dar origen a recursos hídricos para fines agrícolas. En general un buen manejo de riego obtiene mejores rendimientos de cultivo, que se puede lograr a partir de un buen diseño de diferentes componentes como aspersión, micro-aspersión y goteo (Aguilar et al., 2012).

Los intervalos de agua en el cultivo que demanda durante todo su ciclo son muy diferentes en cada fase de crecimiento. El período de germinación la necesidad hídrica es indispensable, requiere frecuencias elevadas, con volúmenes bajo de agua. En la fase de alargamiento, la frecuencia es baja pero con volumen medio de agua, para obligar a la raíz a alargarse. Y a los 35 a 40 días después de su desarrollo se debe aplicar frecuencia mediana con volumen elevado de agua, para conseguir un buen calibre en las raíces (Mola et al., 2019).

#### **2.11.6. Plagas.**

##### **2.11.6.1. Mosca de zanahoria o mosca de óxido de zanahoria (*Psylla rosae*)**

Esta plaga encabeza como una de las más importantes tanto en zanahorias como en otros cultivos hortícolas. Los huevos son depositados por las hembras alrededor de la corona, al eclosionar a los diez a doce días las larvas se transportan hasta la raíz para nutrirse. El adulto mide 4,5 mm, cabeza color parda y su abdomen es alargado de tono negro. Las larvas miden de 7 a 8 mm de longitud de coloración blanco amarillento con aspecto brillante. El daño lo ocasiona en la cepa haciendo galerías o túneles en toda la parte exterior, generando pudriciones que ocasionan pérdidas de valor comerciales por la reducción de calidad que el rendimiento. El control de esta mosca es muy puntual, se debe hacer desinfección del suelo y semillas. Se aplican productos como foxim y clorpirifos (Toit et al., 2019).

##### **2.11.6.2. Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii* “Burgess” & *Liriomyza huidobrensis* “Blanchard”)**

Es una plaga que se alimenta de las mayores especies vegetales hortícolas, estos minadores de hoja son registrados como unos de los desastres más importantes por su impacto perjudicial en la producción del cultivo. En estado larval se nutre del tejido parenquimático y el adulto de las hojas. Son muy rápidos en dispersión y colonización en diferentes entornos. Los adultos (mosquitas) miden 2 mm de largo, color amarillo y el dorso oscuro. Las larvas son de color amarillo, y es la que ocasiona el daño al cultivo haciendo galerías o túneles. Tanto las hembras como las larvas son vectores de enfermedades que transmiten a la planta al momento que se alimentan. Para el control mecánico se pueden hacer trampas de cintas amarillas con pegamentos. Los insecticidas naturales como el rotenona, neem y piretrina controlan muy bien a la plaga (Fernandes et al., 2017).

### **2.11.6.3. Nematodos que forman agallas (*Meloidogyne* spp.)**

Los fitonematodos (*Phylum Nematoda*) son una especie de gusanos cilíndricos y microscópicos que habitan en el suelo afectando las raíces de las zanahorias, dejándolas en forma de tenedor, distorsionada o deformada por la entrada de patógenos como hongos y bacterias. El follaje se amarilla reduciendo el desarrollo de la planta y provocando la marchitez. *Meloidogyne* causa mayor impacto en la producción agrícola, causando agallas en las raíces lo cual genera un bloqueo de absorción de agua y nutrientes. El control de esta especie es muy difícil por lo que se requiere una rotación de cultivo por dos a tres años con cultivos de pastos y cereales (exceptuado el sorgo). La aplicación de vermicomposta en el suelo ayuda a reducir poblaciones de nematodos agalladores (Mosquera, 2016).

### **2.12. Cosecha**

En definitiva se debe cosechar cuando las raíces obtengan un diámetro de 12 a 15 mm y una longitud de 6 a 7 cm aproximadamente. Normalmente a partir de los 75 a 80 días después de su germinación este cultivo alcanza su tamaño óptimo y está listo para ser recolectado dependiendo del tipo de variedad. Las instrucciones en campo son mojar el suelo, la extracción, la limpieza, el corte de las hojas y la recolección. Es muy importante la humedad en el terreno para facilitar el arrancado y evita que las raíces sufran lesiones. Por último la recolección se puede hacer de manera manual, los arados o cuchillos encorvados facilitan la labor pasando debajo de las raíces removiendo toda la superficie y luego se las desprende. En cuanto a la post cosecha son llevadas al almacén donde pasan el proceso manual de limpieza y selección, las zanahorias dañadas son separadas y desechadas, las de buena calidad son embolsadas para la posterior comercialización al mercado o empresa (Ávila et al., 2010).

### **2.13. Comercialización**

La zanahoria tiene un fin de comercialización como producto seco con un valor añadido. Se puede distribuir a países en desarrollo como una potencial alternativa de vitamina “A” para las personas adultas o niños en general. La raíz puede ser consumida cruda o cocida, de forma fresca, enlatada y bebible. Ya se han utilizado para preparar sopas, pasteles, vino, mermeladas y entre otros derivados que se pueda aprovechar (Haq & Prasad, 2015).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación y caracterización del área experimental

##### 3.1.1 Ubicación del lugar

La dirección donde se encuentra situada el área experimental donde se desarrolló el ensayo es en Granja “Santa Inés” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en km 5,5 vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro. Presenta las siguientes coordenadas geográficas, Longitud: 79°54'05'' W, Latitud: 03°17'16''S y se encuentra a una altitud de 5 msnm) (Figura 9).



**Figura 9.** Plano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (punto rosa se encuentra el área de estudio).

##### 3.1.2 Características de suelo

El área del experimento se caracteriza por tener suelos aluviales pertenecientes al orden Inceptisol (zonas de mayor elevación a nivel del mar), las clases texturales predominantes son Franco arenosas y Franco arcillo-arenosa. Presentan un contenido bajo de materia orgánica y pH de 6,8 (Villaseñor et al., 2015).

### 3.1.3 Clima

El área correspondiente tiene un clima tropical megatérmico seco a semi-húmedo. Los parámetros climáticos que caracterizan el periodo en que se desarrolló la investigación (agosto-noviembre) fueron los siguientes:

- ✓ Temperaturas: máxima de 26,9 °C y mínima de 21,1 °C.
- ✓ Velocidad del viento: 1,4 km/h.
- ✓ Precipitación: 13,6 mm.
- ✓ Horas luz: 1,5 horas luz en promedio.
- ✓ Humedad relativa: 84 %

### 3.2 Diseño experimental

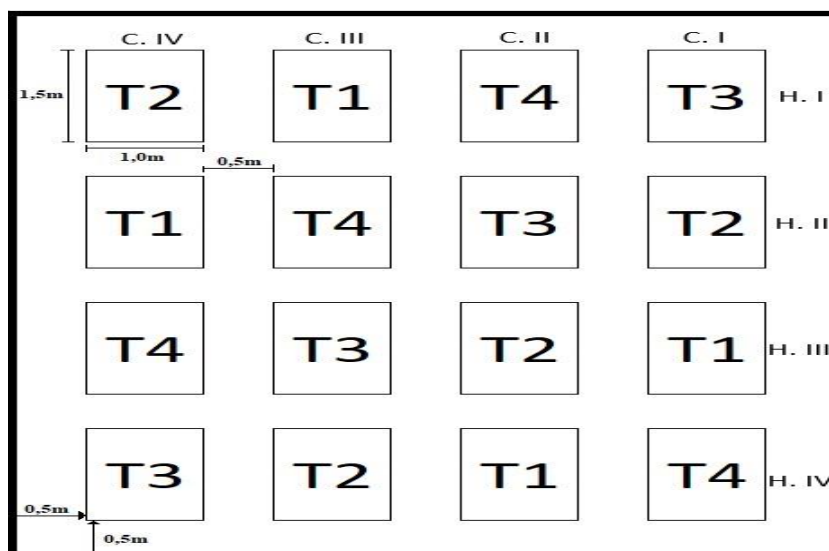
Referente al desarrollo del estudio se manejó un diseño cuadrado latino simple, debido a que se manipuló el factor de estudio densidad poblacional con cuatro diferentes distancias de siembra, presentando dos factores no controlados, los cuales fueron bloqueados mediante hileras e columnas con el fin de minimizar su efecto en las variables de estudio (Tabla 3).

**Tabla 3.** Tratamientos (distancias de siembra) que forman parte del factor de estudio en la investigación.

Tratamientos del factor de estudio	Distancia de siembra
Tratamiento 1 (T1)	20 cm entre hileras x 5 cm entre plantas
Tratamiento 2 (T2)	20 cm entre hileras x 8 cm entre plantas
Tratamiento 3 (T3)	20 cm entre hileras x 12 cm entre plantas
Tratamiento 4 (T4)	20 cm entre hileras x 15 cm entre plantas

#### 3.2.1 Croquis del experimento

El croquis del experimento (diseño cuadrado latino simple) tiene un área bruta de 64 m<sup>2</sup> con 16 experimentales cuyas áreas netas son de 24 m<sup>2</sup>, los parámetros de las unidades experimentales son de (1 m x 1,50 m), el espaciamiento entre unidades es de (0,50 m). Está representado por tratamientos cuyo número refiere a las distintas distancias de siembra (Tratamiento 1, Tratamiento 2, Tratamiento 3, Tratamiento 4), y sus bloques representados por columnas (Columna I, Columna II, Columna III, Columna IV) e hileras (Hilera I, Hilera II, Hilera III, Hilera IV) (Figura 10).



**Figura 10.** Esquema del croquis del experimento representado por tratamientos (T), columnas (C) e hileras (H).

### 3.2.2. Variedad utilizada

La variedad de semilla que se utilizó es la chantenay red cored porque presenta unas características esenciales para el estudio como el follaje vigoroso, raíces de 16 a 18 cm de longitud y 5 a 6 cm de diámetro. El tiempo promedio de cosecha es de 110 a 150 días (Figura 32).



**Figura 11.** Semillas de zanahoria variedad chantenay red cored.

### 3.2.3. Especificidades del diseño

- ✓ Número de unidades experimentales: 16
- ✓ Número de réplicas: 4
- ✓ Número de tratamientos: 4
- ✓ Área bruta del experimento: 64 m<sup>2</sup>
- ✓ Área neta del experimento: 24 m<sup>2</sup>
- ✓ Área de la unidad experimental: 1,5 m<sup>2</sup>
- ✓ Número de plantas totales: 1140
- ✓ Distancias entre planta de cada unidad experimental: 5 cm, 8 cm, 12 cm y 15 cm
- ✓ Número de surcos por cada unidad experimental: 4
- ✓ Distanciamiento entre surco: 20cm

### 3.2.4. Modelo matemático

$$Y_{ijh} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_h + \varepsilon_{ijh}$$

Donde:

- $Y_{ijh}$ : Observación obtenida en el i-ésimo tratamiento, en el j-ésimo columna y la h-ésima hilera (VD estudiada).
- $\mu$ : Media general de la variable respuesta.
- $\tau_i$ : Efecto del i-ésimo tratamiento, o sea, es el efecto de los niveles o versiones del factor de estudio.
- $\beta_j$ : Efecto de la j-ésima columna
- $\gamma_h$ : Efecto de la h-ésima hilera.
- $\varepsilon_{ijh}$ : Error experimental asociado con la desviación en el i-ésimo tratamiento, en la j-ésima columna y en la h-ésima hilera (error aleatorio asociado a la respuesta  $Y_{ijh}$ ).

## 3.3 Manejo del experimento

### 3.3.1 Preparación y siembra en semillero

Se realizó la siembra en semillero, el compost fue adquirido en una casa comercial, es un suelo bien mullido con hojas rasca para el fácil sacado de las plántulas (Figura 11).





**Figura 12.** Llenado del semillero con el sustrato.

Se utilizaron cubetas de huevo, se colocó de cuatro a cinco semillas por hoyo, al final fueron colocadas en un pallet hasta su emergencia y crecimiento (Figura 12).



**Figura 13.** Semilleros puestos en el pallet hasta tener un óptimo desarrollo.

### **3.3.2 Selección y limpieza de terreno**

Se delimitó el terreno con una cinta métrica para trabajar en el tema investigativo (Figura 13), se utilizaron machetes y rastrillos para limpiar el sitio, el área bruta que se necesitó es de 8,0 m x 8,0 m (Figura 14).





**Figura 14.** Delimitación del terreno por en la FCA.



**Figura 15.** Limpieza de arvenses con machete y rastrillo.

### **3.3.3 Preparación del suelo**

En la preparación se elaboró con la rotura del suelo cuyas herramientas fueron el azadón y pico (Figura 15), a una profundidad de 30 cm, además se utilizó una lampilla para triturar los terrones dejando al terreno apto para la siembra (Figura 16).



**Figura 16.** Área Experimental.



**Figura 17.** Área experimental con el suelo preparado y lista para realizar el replanteo del experimento.

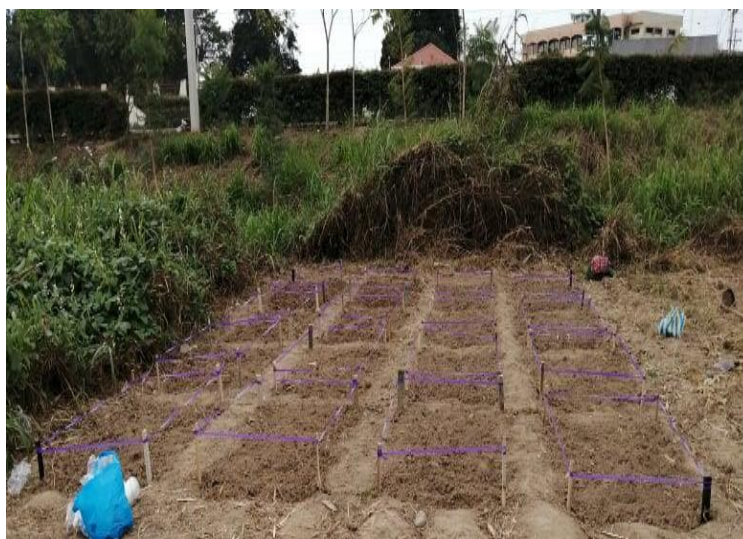
### **3.3.4 Formación de las unidades experimentales**

Las dimensiones de las 16 unidades experimentales fueron de 1,0 x 1,5 metros, para efectuarlas se requirió de 64 estacas, en cada unidad experimental se usó 4 estacas tomando forma de un rectángulo para luego ser encerradas con cinta de color morado (Figura 17). La herramienta que se manejó para insertar las estacas al suelo fue un martillo, además se situó estacas guías con una piola para poder estar alineado con todas las estacas. Como último proceso se estableció 4 surcos a 20 cm entre hilera, se los efectuó con una pala (Figura 18).





**Figura 18.** Colocación de estacas en cada unidad experimental, alineadas con las estacas guías.



**Figura 19.** Unidades experimentales listas para el trasplante de las plántulas de la zanahoria.

### **3.3.5 Instalación de riego**

El riego es muy importante en el proceso de crecimiento del cultivo de zanahoria por lo que se tuvo la necesidad de instalar un sistema de riego por aspersión por el motivo de que el canal de riego está muy lejos (Figura 19). Se colocaron 12 tubos pvc de 63 milímetros, 3 tubos pvc de 25 milímetros, una reducción de 63 a 25 milímetros, un codo de 25 milímetros, una boquilla de 25 milímetros, 4 metros de poli tubo, un choque y un aspersor. Para pegar las tuberías se manejó kali-pega (Figura 20).



**Figura 20.** Instalación de las tuberías para el sistema de riego por aspersión.



**Figura 21.** Prueba de riego en las unidades experimentales.

### 3.3.6 Trasplante de zanahoria

El trasplante de la zanahoria se efectuó a los 33 días previos a la siembra en los semilleros, momento en el cual las plántulas miden 5 cm de longitud y con sus 2 hojas verdaderas en crecimiento (Figura 21).



**Figura 22.** Plántulas listas para el trasplante, 33 días de crecimiento en semillero.



El proceso consistió en extraer las plantas de cada orificio del semillero para ser colocadas en un vaso con agua para mantener su viabilidad, fueron llevadas a las parcelas para el debido trasplante (Figura 22). En el sitio se colocó los letreros a cada unidad experimental con su número de tratamiento, cada método contiene distintas distancias de siembra (5, 8, 12 y 15 cm). Antes del trasplante el suelo debe estar bien húmedo para facilitar el trabajo (Figura 23).



**Figura 23.** Extracción de las las plantas del semillero, limpieza y colocadas en un vaso con agua.



**Figura 24.** Trasplante de la zanahoria en las unidades experimentales previa a la distribución aleatoria de los tratamientos.

### 3.3.7 Riego de agua

El riego de agua se realizó con una frecuencia de dos o tres veces por semana y se buscó no aplicar agua en exceso para evitar afectaciones futuras por agentes patógenos a la

plantación. El sistema de riego por aspersión se efectuó con una bomba a gasolina en el borde del canal de riego para impulsar el agua por medio de las tuberías hasta llegar al aspersor y efectuar el riego.



**Figura 25.** Riego del cultivo de zanahoria.



**Figura 26.** Se aprecia el suelo húmedo después de una hora de riego uniformemente.

### **3.3.8 Control de arvenses**

El control de arvenses se efectuó de forma sistemática con el empleo de machete para los para las áreas colindantes y lo interno con azadón o con una lampilla (Figura 26). La limpieza es de suma importancia para el desarrollo del cultivo, se la realiza con bastante puntualidad de dos veces por semana cuando las plantas de zanahoria estén entre las etapas uno y dos de crecimiento, y una vez por semana cuando el cultivo esté en la etapa tres (final) de su crecimiento (Figura 27).



**Figura 27.** Limpieza del contorno de la parcela de forma manual.



**Figura 28.** Toda la parcela limpia de arvenses con herramientas de machete.

### **3.3.9 Cosecha**

La cosecha se efectuó a los 110 días desde la siembra de forma manual (Figura 28), de forma previa se aplicó el día antes un riego ligero para facilitar la extracción de las plantas de zanahorias. Las raíces de las plantas por cada unidad experimental fueron arrancadas de su follaje para ser medidas tanto el diámetro como su longitud (Figura 29), luego se procedió a medir su peso para obtener la producción total de cada unidad experimental (Figura 30).





**Figura 29.** Zanahorias listas para ser extraídas del suelo.



**Figura 30.** Midiendo el diámetro de raíz con la herramienta pie de rey.



**Figura 31.** Cosecha de zanahoria por unidades experimentales.



### **3.4 Variables a medir**

#### **3.4.1 Altura de planta**

La medición de la altura de planta se efectuó a los 30, 60 días previos al trasplante y al momento de cosecha, para ello se utilizó la regla y la unidad de medida fue en cm. Las plantas seleccionadas fueron medidas desde la base del suelo hasta la punta de las hojas

#### **3.4.2 Número de hojas activas**

El número de hojas activas se realiza el conteo de forma visual, este proceso tiene una frecuencia de tres veces a los 30, 60 días y momento de cosecha, previo a su trasplante.

#### **3.4.3 Peso de las hojas**

El peso de las hojas se la ejecuta al momento de la cosecha, cortándolas de la raíz con una tijera de podar e introduciendo todo el follaje en una funda tal cual es pesado con una balanza electrónica, la unidad de peso es en kg.

#### **3.4.4 Longitud de raíz**

La longitud de raíz se ejecutó al momento de la cosecha, se mide con un metro desde la base del falso tallo hasta la punta de la raíz, la unidad de medición es en “cm”.

#### **3.4.5 Diámetro de raíz**

El diámetro se ejecutó al momento de la cosecha, se mide con un pie de rey todo el perímetro de la base del falso tallo de la raíz, la unidad de diámetro es en “cm”.

#### **3.4.6 Peso de las unidades experimentales**

El pesaje de la cosecha en cada unidad experimental se realizó introduciendo todas las zanahorias recolectadas sin follaje en un saco para ser pesadas con una balanza electrónica (kg).

### **3.5 Procedimiento estadístico**

La descripción estadística de las variables objeto de estudio se ejecutó mediante el cálculo de las medidas resumen de datos, entre las que se encuentran las medidas de tendencia central (media, mediana y moda), medidas de dispersión (rango, varianza, desviación típica o estándar, error típico o estándar de media y coeficiente de variación de Pearson), medidas de posición (cuartiles y percentiles).

Se utilizó el ANOVA factorial intergrupos para determinar si se presentan o no diferencias significativas entre las distintas distancias de siembra en función de las variables de interés, previo cumplimiento de los supuestos de independencia de errores, normalidad de datos y homogeneidad de varianzas. Los supuestos de Aditividad entre tratamiento del factor de estudio y las columnas e hileras conformadas para minimizar el efecto de variabilidad que pueda producir la pendiente del terreno y la fertilidad del suelo fueron verificados mediante el ANOVA factorial intergrupos. En el caso de que estadísticamente se presenten diferencias significativas entre los tratamientos se aplicaron pruebas de rango y comparaciones múltiples (pruebas Post hoc) con el fin de comparar que tratamientos tienen discrepancias o semejanzas. Además, se realizaron gráficos de barras para conocer la tendencia de los tratamientos (distancias de siembra) en relación con altura de planta a los 30, 60 días después del trasplante y al momento de cosecha, número de hojas activas a los 30, 60 días y momento de cosecha, peso de hojas en la cosecha, longitud de raíz, diámetro de raíz y peso de biomasa de raíz en las unidades experimentales. Los gráficos de barras serán generados por cada variables de estudio, en ellos se colocaran letras para establecer las discrepancias o semejanzas entre los tratamientos. Todo el proceso estadístico se realizó con el software estadístico SPSS versión 24 de prueba de Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95 % (alfa =0,05).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Altura de planta a los 30 días

La prueba de efectos inter-sujetos en altura de planta a los 30 días de las cuatro distancias de siembra, se aprecia diferencias significativas entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 5).

**Tabla 4.** Pruebas de efectos inter-sujetos en altura de planta a los 30 días en las diferentes distancias de siembra.

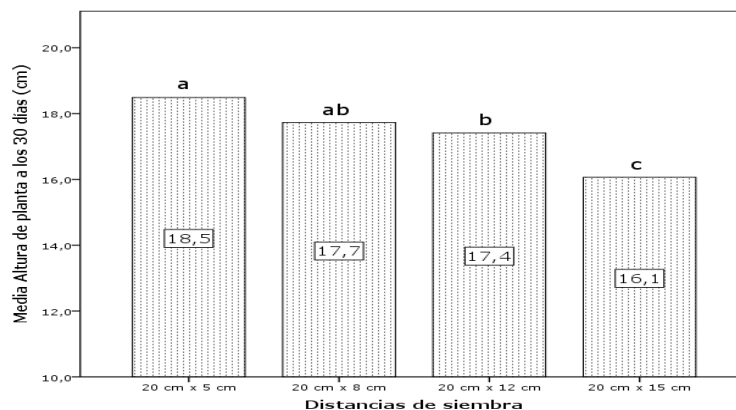
**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Altura de planta a los 30 días (cm)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	416,314 <sup>a</sup>	9	46,257	9,352	,000
Interceptación	48563,48	1	48563,48	9817,952	,000
Distancias	123,017	3	41,006	8,290	,000
Columna	83,755	3	27,918	5,644	,001
Hilera	209,542	3	69,847	14,121	,000
Error	741,959	150	4,946		
Total	49721,75	160			
Total corregido	1158,273	159			

a. R al cuadrado = ,359 (R al cuadrado ajustada = ,321)

En la variable altura de planta a los 30 días, el tratamiento (20 cm x 5 cm) presentó mayor altitud en comparación a los demás tratamientos, mostró una diferencia estadística de (18,5 cm), sin embargo el tratamiento (20 cm x 8 cm) estadísticamente con (17,5 cm) de longitud tiene homogeneidad con el tratamiento (20 cm x 5 cm). El tratamiento (20 cm x 15 cm) con (16,1 cm) de longitud obtuvo la menor altura en comparación a los demás tratamiento (Figura 33).



**Figura 32.** Efecto de la distancia de siembra en la altura de la planta de zanahoria a los 30 días de sembrada.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

Según Forrero et al. (2015), reveló que en la distancia de siembra (20 cm x 15 cm) en su experimentación obtuvo una altura de planta de (6,4 cm) a los 30 días de ver efectuado la siembra bajo las respectivas condiciones climáticas en Colombia.

#### 4.2. Número de hojas activas a los 30 días

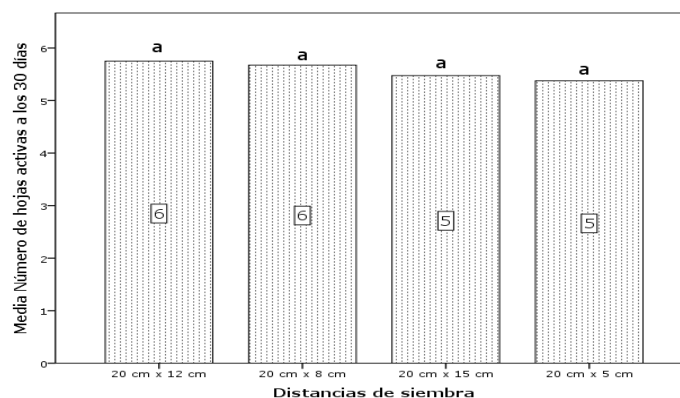
La prueba de efectos inter-sujetos en la variable número de hojas a los 30 días de las cuatro distancias de siembra, se aprecia homogeneidad entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 6).

**Tabla 5.** Pruebas de efectos inter-sujetos para el número de hojas activas a los 30 días en las diferentes distancias de siembra.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Número de hojas activas a los 30 días					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	10,556 <sup>a</sup>	9	1,173	1,649	,106
Interceptación	4961,756	1	4961,756	6976,107	,000
Distancias	3,619	3	1,206	1,696	,170
Columna	3,419	3	1,140	1,602	,191
Hilera	3,519	3	1,173	1,649	,181
Error	106,688	150	,711		
Total	5079,000	160			
Total corregido	117,244	159			

a. R al cuadrado = ,090 (R al cuadrado ajustada = ,035)

En la variable de estudio número de hojas activas a los 30 días se aprecia estadísticamente un rango de (5 a 6 hojas) no existen diferencias significativas en todos los tratamientos (Figura 34).



**Figura 33.** Efecto de la distancia de siembra en número de hojas activas de zanahoria a los 30 días de sembrada.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

### 4.3. Altura de planta a los 60 días

La prueba de efectos inter-sujetos en altura de planta a los 60 días de las cuatro distancias de siembra, se aprecia diferencias significativas entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 7).

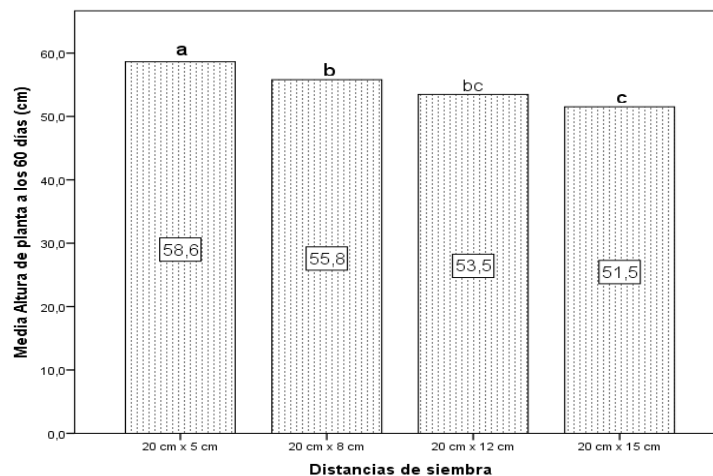
**Tabla 6.** Pruebas de efectos inter-sujetos en altura de planta a los 60 días en las diferentes distancias de siembra.

**Pruebas de efectos inter-sujetos**  
Variable dependiente: Altura de planta a los 60 días (cm)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	3810,39 <sup>a</sup>	9	423,377	10,985	,000
Interceptación	481528,2	1	481528,2	12493,82	,000
Distancias	1127,742	3	375,914	9,754	,000
Columna	2240,017	3	746,672	19,373	,000
Hilera	442,630	3	147,543	3,828	,011
Error	5781,197	150	38,541		
Total	491119,8	160			
Total corregido	9591,586	159			

a. R al cuadrado = ,397 (R al cuadrado ajustada = ,361)

En la variable altura de planta a los 60 días, el tratamiento (20 cm x 5 cm) presentó mayor altitud en comparación a los demás tratamientos, mostró una diferencia estadística de (58,6 cm), sin embargo los tratamientos (20 cm x 8 cm y 20 cm x 12 cm) estadísticamente con (55,8 cm y 53,5 cm) de longitud no presentan diferencias significativas. El tratamiento (20 cm x 15 cm) con (51,5 cm) de longitud obtuvo la menor altura en comparación a los tratamiento (20 cm x 5 cm y 20 cm x 8 cm) y homogeneidad con el tratamiento (20 cm x 12 cm) (Figura 35).



**Figura 34.** Efecto de la distancia de siembra en la altura de la planta de zanahoria a los 60 días de sembrada.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

Según Ferrero et al. (2015), en sus resultados de su experimentación muestra que en la distancia de siembra (20 cm x 15 cm) obtuvo una altura de planta (33,5 cm) de longitud a los 60 días de ver efectuada la siembra bajo las condiciones respectivas climáticas en Colombia.

#### 4.4. Número de hojas activas a los 60 días

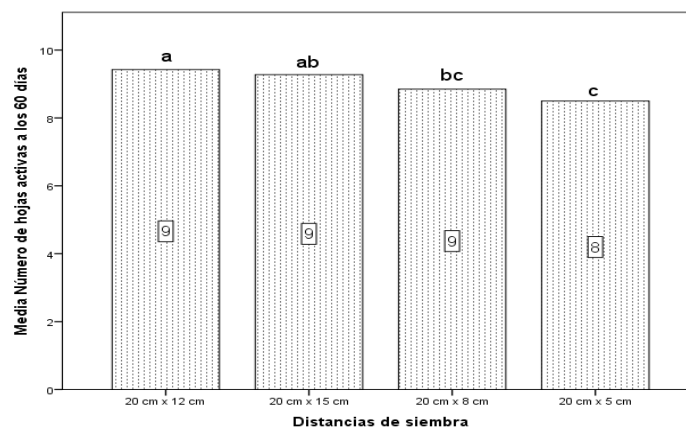
La prueba de efectos inter-sujetos para la el número de hojas activas a los 60 días de las cuatro distancias de siembra, se aprecia diferencias significativas entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 8).

**Tabla 7.** Pruebas de efectos inter-sujetos para el número de hojas activas a los 60 días en las diferentes distancias de siembra.

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>					
Variable dependiente: Número de hojas activas a los 60 días					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	39,075 <sup>a</sup>	9	4,342	3,088	,002
Interceptación	12996,03	1	12996,03	9243,261	,000
Distancias	21,125	3	7,042	5,008	,002
Columna	13,925	3	4,642	3,301	,022
Hilera	4,025	3	1,342	,954	,416
Error	210,900	150	1,406		
Total	13246,00	160			
Total corregido	249,975	159			

a. R al cuadrado = ,156 (R al cuadrado ajustada = ,106)

En la variable número de hojas activas a los 60 días, los tratamientos (20 cm x 12 cm, 20 cm x 15 cm y 20 x 8 cm) estadísticamente presentaron similitud en número de hojas activas (9 hojas), sin embargo, discriminadamente son superiores al tratamiento (20 cm x 5 cm) (Figura 36).



**Figura 35.** Efecto de la distancia de siembra en número de hojas activas de zanahoria a los 60 días de sembrada.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

El número de hojas activas es similar a los resultados obtenidos por Forrero *et al.*, (2015), demostró en su experimento con distancia de siembra (20 cm x 15 cm) adquirió valores de hojas promedio de (8 hojas) en las condiciones climáticas en Colombia.

#### 4.5. Altura de planta en la cosecha

La prueba de efectos inter-sujetos en altura de planta en la cosecha de las cuatro distancias de siembra, se aprecia diferencias significativas entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 9).

**Tabla 8.** Pruebas de efectos inter-sujetos en altura de planta en la cosecha en las diferentes distancias de siembra.

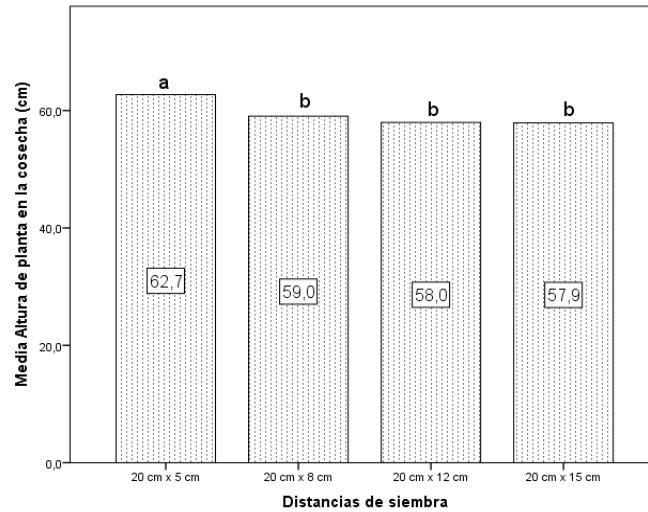
**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Altura de planta en la cosecha (cm)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	4765,31 <sup>a</sup>	9	529,478	11,073	,000
Interceptación	564656,4	1	564656,4	11808,30	,000
Distancias	615,381	3	205,127	4,290	,006
Columna	3753,519	3	1251,173	26,165	,000
Hilera	396,406	3	132,135	2,763	,044
Error	7172,787	150	47,819		
Total	576594,5	160			
Total corregido	11938,09	159			

a. R al cuadrado = ,399 (R al cuadrado ajustada = ,363)

En la variable altura de planta en el momento de cosecha, el tratamiento (20 cm x 5 cm) presentó diferencias significativas con mayor altitud en comparación a los demás tratamientos, mostró una diferencia estadística de (62,7 cm), sin embargo los tratamientos (20 cm x 8 cm, 20 cm x 12 cm y 20 cm x 15 cm) estadísticamente con valores (59,0 cm, 58,0 cm y 57,9 cm) no mostraron diferencias significativas (Figura 37).



**Figura 36.** Efecto de la distancia de siembra en la altura de la planta de zanahoria en momento de cosecha.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

Los resultados de altura en todos los tratamientos superan discriminadamente a los de Zhañay (2016), que señala en su trabajo experimental al momento de la cosecha la altura promedio de planta obtuvo una longitud (48, 40 cm), cuya distancia de siembra aplicada fue de (15 cm x 5 cm) en condiciones climáticas que superan los 2.000 metros sobre el nivel del mar.

#### 4.6. Número de hojas activas en la cosecha

La prueba de efectos inter-sujetos para la el número de hojas activas en la cosecha de las cuatro distancias de siembra, se aprecia diferencias significativas entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 10).

**Tabla 9.** Pruebas de efectos inter-sujetos para el número de hojas activas en la cosecha en las diferentes distancias de siembra.

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

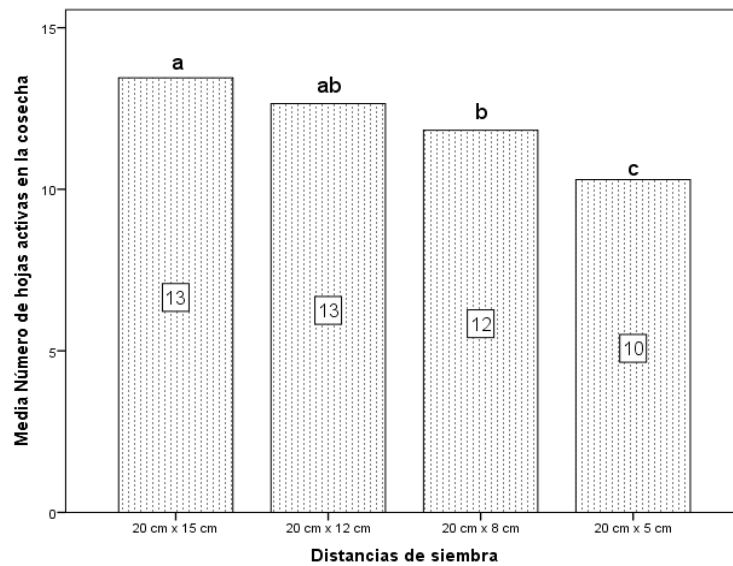
Variable dependiente: Número de hojas activas en la cosecha

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	316,056 <sup>a</sup>	9	35,117	5,182	,000
Interceptación	23256,51	1	23256,51	3432,061	,000
Distancias	217,319	3	72,440	10,690	,000
Columna	92,219	3	30,740	4,536	,004
Hilera	6,519	3	2,173	,321	,810
Error	1016,438	150	6,776		
Total	24589,00	160			
Total corregido	1332,494	159			

a. R al cuadrado = ,237 (R al cuadrado ajustada = ,191)



En la variable número de hojas activas en la cosecha, los tratamientos (20 cm x 15 cm y 20 cm x 12 cm) no presentan diferencias significativas en cantidad de hojas (13 hojas), sin embargo, discriminadamente son superiores a los tratamientos (20 cm x 8 cm y 20 cm x 5 cm) (Figura 38).



**Figura 37.** Efecto de la distancia de siembra en número de hojas activas de zanahoria en momento de cosecha.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

Según Zhañay (2016), en altitudes mayores de 2.000 metros sobre el nivel del mar indica que el número de hojas activas en la cosecha obtuvo un resultado promedio de (21 hojas), cuya distancia de siembra aplicada fue de (15 cm x 5 cm) bajo las condiciones climáticas de la provincia del Azuay.

#### 4.7. Peso de las hojas en la cosecha

La prueba de efectos inter-sujetos para el peso de hojas en la cosecha de las cuatro distancias de siembra, se aprecia diferencias significativas entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 11).

**Tabla 10.** Pruebas de efectos inter-sujetos para el peso de hojas en la cosecha en las diferentes distancias de siembra.

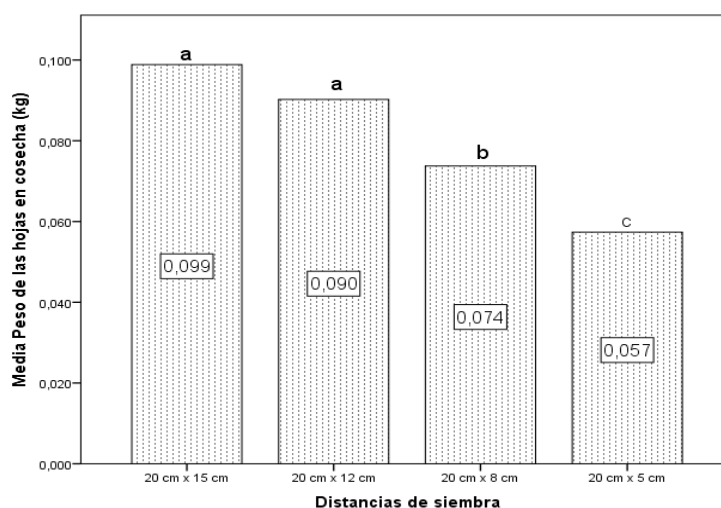
**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Peso de las hojas en cosecha (kg)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,069 <sup>a</sup>	9	,008	7,168	,000
Interceptación	1,026	1	1,026	965,347	,000
Distancias	,040	3	,013	12,704	,000
Columna	,025	3	,008	7,900	,000
Hilera	,003	3	,001	,899	,443
Error	,159	150	,001		
Total	1,254	160			
Total corregido	,228	159			

a. R al cuadrado = ,301 (R al cuadrado ajustada = ,259)

En la variable peso de hojas en la cosecha, los tratamientos (20 cm x 15 cm y 20 cm x 12 cm) no presentan diferencias significativas en el peso de follaje (0,099 kg y 0,090 kg) sin embargo, discriminadamente son superiores a los tratamientos (20 cm x 8 cm y 20 cm x 5 cm) cuyos valores menores son (0,074 kg y 0,057 kg) (Figura 39).



**Figura 38.** Efecto de la distancia de siembra en el peso de las hojas de zanahoria en el momento de cosecha.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

En la ciudad de Riobamba a 2.754 metros sobre el nivel del mar, bajo las condiciones climáticas del sitio se obtuvo valor promedio de (0,117 kg), el parámetro de siembra empleado fue de (30 cm x 5 cm), estadísticamente superan todos los tratamientos en cuestión de vigor (Paucar, 2009).

#### 4.8. Longitud de raíz en cosecha

La prueba de efectos inter-sujetos para la longitud de raíz en la cosecha de las cuatro distancias de siembra, se aprecia diferencias significativas entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 12).

**Tabla 11.** Pruebas de efectos inter-sujetos para la longitud de raíz en la cosecha en las diferentes distancias de siembra.

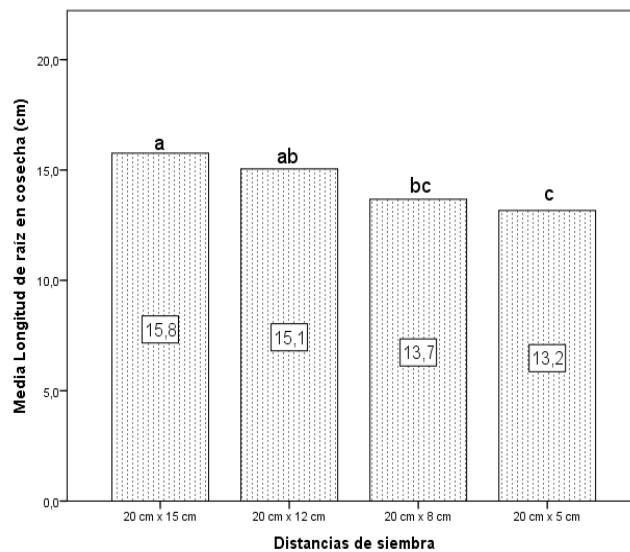
**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Longitud de raíz en cosecha (cm)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	753,656 <sup>a</sup>	9	83,740	6,816	,000
Interceptación	33238,11	1	33238,11	2705,442	,000
Distancias	173,265	3	57,755	4,701	,004
Columna	186,568	3	62,189	5,062	,002
Hilera	393,823	3	131,274	10,685	,000
Error	1842,847	150	12,286		
Total	35834,61	160			
Total corregido	2596,502	159			

a. R al cuadrado = ,290 (R al cuadrado ajustada = ,248)

En la variable longitud de raíz en cosecha, las distancias de mayor extensión (20 cm x 15 cm y 20 cm x 12 cm) no presentan diferencias significativas en longitud de raíz (15,8 cm y 15,1 cm) sin embargo, las distancias de siembra (20 cm x 8 cm y 20 cm x 5 cm) de menor amplitud estadísticamente no presentan diferencias significativas en longitud de raíz (13,7 cm y 13,2 cm) (Figura 40).



**Figura 39.** Efecto de la distancia de siembra en la longitud de raíz de la zanahoria en el momento de cosecha.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

Se ha evidenciado cosechas con parámetros de distancias de siembra de (20 cm x 12 cm), obtuvieron datos promedio de raíz (11,64 cm) de longitud, estos valores superan discriminadamente a las densidades poblacionales bajo las condiciones climáticas en el cantón Babahoyo de la provincia de Los Ríos (Méndez, 2017).

#### 4.9. Diámetro de raíz en cosecha

La prueba de efectos inter-sujetos para el diámetro de raíz en la cosecha de las cuatro distancias de siembra, se aprecia diferencias significativas entre las distancias de siembra de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 13).

**Tabla 12.** Pruebas de efectos inter-sujetos para el diámetro de raíz en la cosecha en las diferentes distancias de siembra.

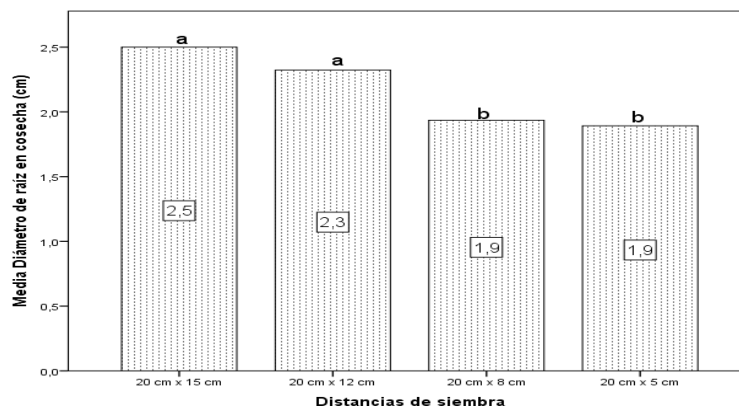
**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Diámetro de raíz en cosecha (cm)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático o promedio	F	Sig.
Modelo corregido	18,935 <sup>a</sup>	9	2,104	5,175	,000
Interceptación	748,225	1	748,225	1840,501	,000
Distancias	10,567	3	3,522	8,664	,000
Columna	5,946	3	1,982	4,875	,003
Hilera	2,423	3	,808	1,986	,118
Error	60,980	150	,407		
Total	828,140	160			
Total corregido	79,915	159			

a. R al cuadrado = ,237 (R al cuadrado ajustada = ,191)

En la variable diámetro de raíz en la cosecha, las distancias de mayor anchura (20 cm x 15 cm y 20 cm x 12 cm) no presentan diferencias significativas en la base del tallo falso de la raíz (2,5 cm y 2,3 cm) sin embargo, las distancias de siembra (20 cm x 8 cm y 20 cm x 5 cm) estadísticamente presentan similitud en la base del tallo falso de la raíz (1,9 cm y 1,9 cm) (Figura 41).



**Figura 40.** Efecto de la distancia de siembra en el diámetro de raíz de la zanahoria en momento de cosecha.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

En Perú se ha evidenciado datos reveladores discriminantes en cuanto al perímetro de raíz con parámetros de siembra de (20 cm x 15 cm), los valores promedio que se obtuvieron en dicho sitio es de (4,33 cm) de diámetro cuyo resultado son muy superables a los tratamientos aplicados (Jurado, 2018).

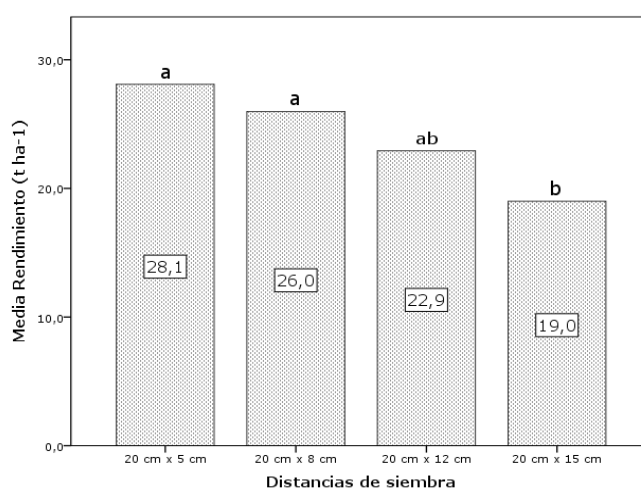
#### 4.10. Rendimiento de la zanahoria

El análisis estadístico (ANOVA) de un factor realizado para el rendimiento, de las cuatro densidades poblacionales de la zanahoria, detecto diferencias significativas entre las distancias de acuerdo estadísticamente a un p-valor <0,05 (Tabla 14).

**Tabla 134.** Análisis de ANOVA de un factor en el rendimiento de la zanahoria.

ANOVA					
Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	187,465	3	62,488	4,649	,022
Dentro de grupos	161,295	12	13,441		
Total	348,760	15			

El rendimiento total de las raíces de la zanahoria de los tratamientos (20 cm x 5 cm y 20 cm x 8 cm) no presentan diferencias significativas, de manera estadística tuvieron valores de (28,1 t.ha<sup>-1</sup> y 26,0 t.ha<sup>-1</sup>), sin embargo el tratamiento con menor rendimiento fue el de (20 cm x 15 cm) con valores de (19,0 t.ha<sup>-1</sup>) (Figura 42).



**Figura 41.** Efecto del rendimiento de la zanahoria en las distintas densidades poblacionales.

\*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor <0,05 (prueba Duncan).

## 5. CONCLUSIONES

- En la altura de planta a los 30 días y 60 días de trasplante, y al momento de la cosecha la distancia de siembra 20 cm x 5 cm, presentó diferencias estadísticamente significativas con el resto de distancias de siembra estudiadas (20 cm x 8 cm, 20 cm x 12 cm y 20 cm x 15 cm), al alcanzar los mayores valores (18,5 cm, 58,6 cm y 62,7 cm respectivamente).
- A los 30 días de efectuado el trasplante el número de hojas activas en todos los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas, se obtuvo un rango de 5 a 6 hojas para todos.
- A los 60 días de efectuado el trasplante y al momento de cosecha el número de hojas activas en las distancias de siembra (20 cm x 15 cm, 20 cm x 12 cm y 20 cm x 8 cm), no mostraron diferencias estadísticas significativas, alcanzando valores 9 hojas y de 12 a 13 hojas respectivamente. El tratamiento (20 cm x 5 cm) cuya altura de planta superó a todos los tratamientos, logró 8 hojas activas a los 60 días y 10 hojas activas al momento de cosecha (siendo el tratamiento con menor cantidad de hojas durante ese periodo).
- El peso de biomasa aérea en la cosecha con mayor follaje fueron los tratamientos (20 cm x 15 cm y 20 cm x 12 cm), estadísticamente no mostraron diferencias significativas con valores de (0,099 kg y 0,090 kg), superiores a los tratamientos (20 cm x 8 cm y 20 cm x 5 cm) con valores estadísticos (0,07 kg y 0,06 kg).
- La longitud de la raíz en la cosecha con mayor consistencia fueron los tratamientos (20 cm x 15 cm y 20 cm x 12 cm), estadísticamente no mostraron diferencias significativas con valores de (15,8 cm y 15,1 cm), sin embargo, fueron superiores a los tratamientos (20 cm x 8 cm y 20 cm x 5 cm) con valores de 13,7 cm y 13,2 cm.
- El diámetro de raíz en la cosecha con mayor perímetro fueron los tratamientos (20 cm x 15 cm y 20 cm x 12 cm), estadísticamente no mostraron diferencias significativas con valores de (2,5 cm y 2,3 cm), sin embargo, fueron superiores a los tratamientos (20 cm x 8 cm y 20 cm x 5 cm) con valores de 1,9 cm.
- En el rendimiento de raíces en el cultivo de zanahoria los tratamientos (20 cm x 5 cm y 20 cm x 8 cm), no presentan diferencias significativas con valores estadísticos (28,1 t ha<sup>-1</sup> y 26,0 t ha<sup>-1</sup>), superiores a los tratamientos (20 cm x 12 cm y 20 cm x 15 cm) con valores de 22,9 t ha<sup>-1</sup> y 19,0 t ha<sup>-1</sup>.
- Las mejores distancias de siembra para un máximo rendimiento son (20 cm x 5 cm y 20 cm x 8 cm), pero se obtienen zanahorias muy pobres respecto a diámetro y longitud, sin

embargo, con la exigencia del mercado a nivel estético las mejores distancias de siembra con buena calidad de raíz son (20 cm x 15 cm y 20 cm x 12 cm), teniendo las características físicas que son apreciables por los consumidores, aunque ocupan más área de terreno.

## 6. RECOMENDACIONES

- No se recomienda usar cubetas de huevo para semillero por el motivo que las raíces se adhieren y al momento de retirarlas se rompen.
- El trasplante se lo recomienda hacerlo en la mañana o por la tarde cuando la luz del sol no influya en el estrés de las plántulas.
- El riego en las plantas debe ser muy puntual con dos a tres frecuencias a la semana, la duración máxima debe ser de 60 minutos en la primera y segunda etapa de su desarrollo fenológico. En la etapa tres de su crecimiento el riego debe ser de al menos una vez por semana, por motivos de que se pueda generar patógenos que afecten las raíces de la zanahoria ocasionando pudriciones.
- El control de arvenses en la primera etapa del desarrollo fenológico debe ser muy puntual dos veces a la semana, por el motivo que las plantas de zanahoria tiene un crecimiento muy lento, esto ocasiona que pierdan la batalla en busca de luz, espacio, agua y nutrientes. El control debe ser de manera manual.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. M. (2018). Rendimiento y calidad de raíces de variedades de zanahoria (*daucus carota* l.) con diferentes dosis de biol. *Revista Científica de La Juventud*, 1, 121–136.
- Aghbashlo, M., Kianmehr, M. H., Arabhosseini, A., & Nazghelichi, T. (2011). Modelling the carrot thin-layer drying in a semi-industrial continuous band dryer. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(5), 523–538. <https://doi.org/10.17221/158/2010-cjfs>
- Aguilar, R. V. L., González, R. L., Sosa, D. B. N., & León, R. (2012). Respuesta productiva de la zanahoria (*Daucus carota* L.) a diferentes alturas en la distribución del riego. *Centro Agrícola*, 39(2), 57–60.
- Alessandro, M. S. (2013). Capítulo 2. Características botánicas y tipos de varietales. In J. C. Gaviola (Ed.), *MANUAL DE PRODUCCIÓN DE ZANAHORIA* (pp. 27–46). [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_cap\\_2\\_\\_caractersticas\\_botnicas\\_y\\_tipos\\_varieta.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_cap_2__caractersticas_botnicas_y_tipos_varieta.pdf)
- Allemann, L. and Young, B. W. (2005). *Vegetable production in a nutshell*. 38. <https://www.nda.agric.za/docs/infopaks/vegprodnutshell.pdf>
- Ávila, E. P. (2015). Manual Zanahoria. *Programa de Apoyo Agrícola y Agroindustrial 2015*, 1(Apoyo Agrícola), 1–50. <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14309/Zanahoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ávila, G. T., Boetto, M. N., Quattrini, M. M., & Quiatrini, L. (2010). Pérdidas de calidad en postcosecha de zanahorias (*Daucus carota* L.) procesadas en lavadero del Cinturón Verde de Córdoba. *Universidad Nacional de Córdoba*, 5–12.
- BENAMOR, J., MEZGHANI, N., PERIAGO, M. J., NAVARRO-GONZÁLEZ, I., ELVIRATORALES, L. I., MEZGHANI, N., OUKRIM, Y., & TARCHOUN, N. (2020). Variations in the sugars and antioxidant compounds related to root colour in tunisian carrot (*daucus carota* subsp. *sativus*) landraces. *Italian Journal of Food Science*, 32(3), 658–673.
- Bórquez, C., & Kehr, E. (2010). La zanahoria como una hortaliza apta para procesamiento agroindustrial. *Inia*, 3. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR36663.pdf>
- Cabrera, D., Martínez-flores, F., Crespo, M. B., & Gallardo, A. J. (2011). Nuevos datos sobre el endemismo balear *Daucus carota* L. subsp. *majoricus* A. Pujadas (Apiaceae) en el archipiélago de Cabrera. *Orsis: Organismes i Sistemes*, 25, 7–28.
- Cardenal, R. Z. C., Torres, H. D. F., Dotor, R. M. Y., & Morillo, C. A. C. (2016). Characterization of the Active Seed Bank in Carrot Crops in the Municipality of Villa Pinzón (Cundinamarca). & *Div. Cient*, 19(2), 297–306.
- Castro, D., Montoya, J. C., Ospina, L. S., & Zuluaga, A. M. (2010). Efecto de la adición de materia orgánica en el suelo para la producción hortícola. *Revista Universidad Católica de Otriente*, 30, 27–34.
- Chamorro, D. (2017). *Aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (Daucus Carota L.)* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO]. [http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3188/E-UTB-FACIAG-ING\\_AGRON-000052.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3188/E-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000052.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chiriboga, I. G. A., & Arias, C. O. G. (2015). MÁQUINA SEMBRADORA DE ZANAHORIA QUE OPTIMICE LA DISTRIBUCIÓN DE SEMILLA. *UNIVERISAD TÉCNICA DEL*

NORTE, X(X), 1–7.

- Cotto, Y. (2016). *EVALUACIÓN DE CUATRO LAMINAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ZANAHORIA (Daucus carota) EN LA ZONA DE BABAHOYO*. [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO]. [http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3353/E-UTB-FACIAG-ING\\_AGROP-000005.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3353/E-UTB-FACIAG-ING_AGROP-000005.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Díaz-Monroy, B., Chacha, E., & Baquero, F. (2018). *biotecnológico para vacas Yellow carrot (Daucus carota L.), a biotechnological*. 15(2), 83–97.
- Dotor R., M. Y., González Mendoza, L. A., & Morillo C., A. C. (2018). Período crítico de competencia de la Zanahoria (*Daucus carota L.*) y malezas asociadas al cultivo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 5. <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.78>
- Dotor Robayo, M., & Cabezas Gutiérrez, M. (2015). Determinación de la habilidad competitiva entre *Daucus carota L.* Y *Senecio vulgaris L.* *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 81–89. <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.456>
- du Toit, L., Clerc, V. Le, & Briard, M. (2019). Genetics and Genomics of Carrot Biotic Stress. In *Compendium of Plant Genomes: The Carrot Genome* (pp. 317–362). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-66117-9.pdf%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-030-03389-7>
- FAO. (2006). *Calendario de Cultivos, America Latina y El Caribe*. 53(9), 1–280.
- FAO. (2016). *AQUASTAT - FAO's Information System on Water and Agriculture*. [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/Profile\\_segments/ECU-GeoPop\\_eng.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/ECU-GeoPop_eng.stm)
- FAOSTAT. (2020). *PRODUCCIÓN ZANAHORIA*. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Fernandes, F. L., Fernandes, M. E. D. S., Costa, N. C. R., Pereira, R. C., Dos Santos, A. L., & Ribeiro, R. C. (2017). First report of leafminer *Lyriomyza* spp. in *Daucus carota* in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 77(3), 655–656. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.03216>
- Forrero-Ulloa, F. E., Cely-Reyes, G. E., & Neira-Rodríguez, E. E. (2015). *Requerimientos hídricos de la zanahoria (D. carota L.) durante tres etapas de su desarrollo*. 12, 43–50.
- Gaviria-Giraldo, J., Restrepo-Franco, G. M., Galeano-Vanegas, N. F., & Hernández-Rodríguez, A. (2018). Bacterias diazotróficas con actividad promotora del crecimiento vegetal en *Daucus carota L.* *Ciencia y Agricultura*, 15(1), 19–27. <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7753>
- Haq, R., Kumar, P., & Prasad, K. (2015). Hot air convective dehydration characteristics of *Daucus carota* var. Nantes. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1096184>
- Haq, R., & Prasad, K. (2015). Nutritional and processing aspects of carrot (*Daucus carota*)-A review. *South Asian Journal of Food Technology and Environment*, 01(01), 1–14. <https://doi.org/10.46370/sajfte.2015.v01i01.01>
- Jurado, F. L. (2018). “*Adaptación y rendimiento de cinco variedades de Zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones de Yanahuanca - Pasco*.” UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN.
- La Esperanza, F. (2004). *Evaluación de 11 variedades de zanahoria (Daucus carota) en la zona La Esperanza, Intibucá, Honduras*.
- Lang, M. C., Alessandro, M. S., & Ermini, P. V. (2014). ENSAYO COMPARATIVO DE

- RENDIMIENTO DE CINCO CULTIVARES BIENALES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA, BAJO RIEGO POR GOTEO. *SEMIÁRIDA Revista de La Facultad de Agronomía*, 24(1), 49–54.
- Leiva Sajuria, C. (2014). La agricultura y la ciencia. *Idesia*, 32(3), 3–5. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000300001>
- 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. *Factibilidad Comercial y Productiva En Cultivo de Zanahoria 2011*, 1(Factibilidad de producción y comercialización de la zanahoria), 62. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1369/1/102391.pdf>
- Matas, A. V., Sanjuan Gallach, J., Ferrandiz Hernandez, J. C., Camañez Cuillas, M. C., Muñoz Giner, P., Pilar Bartalome, C., Domene Rubio, R., & Sanjuan Vidal, S. (2016). Zanahoria. *Cultivos Hortícolas Al Aire Libre*, 1, 111–129.
- Mayorga, P., Moyano, A., & Garcia-Sanchez, A. (2014). Arsénico En Aguas Subterráneas De Castilla Y León Y Su Impacto En Suelos Y Cultivos De Zanahoria. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, 5(3), 19–36.
- Mbatha, A. N., Ceronio, G. M., & Coetzer, G. M. (2014). Response of carrot (*Daucus carota* L.) yield and quality to organic fertiliser. *South African Journal of Plant and Soil*, 31(1), 1–6. <https://doi.org/10.1080/02571862.2013.862309>
- Méndez, L. K. X. (2017). COMPORTAMIENTO DE DOS CULTIVARES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) FRENTE A PATÓGENOS. In *Вестник Росздравнадзора* (Vol. 6). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Mendieta, Z., Narváez, A., Reyes, K., & Solano, J. (2019). EVALUACIÓN DE ADAPTABILIDAD DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN TRES PISOS ALTITUDINALES. *El Diario FICUYA Emprende*, 1–7. <http://www.utn.edu.ec/ficayaemprende/?p=1357&print=pdf>
- Mola-Fines, B., Bonet-Pérez, C., Rodriguez-Correa, D., Guerrero-Posada, P., Avilés-Martínez, G., & Noa-Torres, Y. (2019). *Calidad del agua en la producción de organopónicos Water quality in the production of Organoponics*. 9(2), 14–20.
- Mosquera-espinoza, A. T. (2016). Fitonematodos asociados a *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn., *Solanum quitoense* Lam. y *Daucus carota* L. en el departamento de Boyacá, Colombia. *Sanidad Vegetal y Protección de Cultivos*, 65, 87–97.
- Palacios-Vélez, O. L., & Escobar-Villagrán, B. S. (2016). La sustentabilidad de la agricultura de riego ante la sobreexplotación de acuíferos. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(2), 5–16.
- Paucar, C. H. S. (2009). *ESTUDIO BIOAGRONÓMICO DE 19 CULTIVARES DE ZANAHORIA (Daucus carota L.)* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]. [dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/344/1/13T0637 .pdf](dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/344/1/13T0637.pdf)
- Richmond, F., & Mendez, C. (2010). Rendimiento de 12 híbridos comerciales de zanahoria. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1), 167–176. [//www.redalyc.org/articulo.oa?id=43713870017](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43713870017)
- Rosamel, C. (2019). *LAS ZANAHORIAS*. [https://books.google.com.ec/books?id=eGiKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Chantal+de+Rosamel+las+zanahorias&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjvYXwqoPtAhXQslkKH1-AzMQ6AEwAHoECAYQAg#v=onepage&q=Chantal de Rosamel las zanahorias&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=eGiKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Chantal+de+Rosamel+las+zanahorias&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjvYXwqoPtAhXQslkKH1-AzMQ6AEwAHoECAYQAg#v=onepage&q=Chantal+de+Rosamel+las+zanahorias&f=false)
- Rosero, D. (2013). MECANISMO DE COMERCIALIZACIÓN INTERNACIONAL DE

ZANAHORIA AMARILLA DE LA PROVINCIA DEL CARCHI - ECUADOR QUE AYUDARÁN A SATISFACER LA DEMANDA DE BÉLGICA. *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI*, 1(1), 1–9.

- Sánchez Gómez, C., & Turčeková, N. (2017). Caracterización de la agricultura y desarrollo rural de Eslovaquia. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 27(50). <https://doi.org/10.24836/es.v27i50.468>
- Soldado-Soldado, G., Valiño Cabrera, E., Fernández-Páramo, L., Viafara-Banguera, D., Huilca-Álvarez, W., Morocho-León, E., Ortíz-Nacaza, P., Riofrío-Carrión, A., & Andrade-Yucailla, V. (2018). Efecto de los tiempos de recolección post cosecha de *Daucus carota* sobre la composición química del tubérculo, hojas y tallos como sustrato para ensilaje. *Revista Ecuatoriana de Investigaciones Agropecuaria*, 2(1), 20. <https://doi.org/10.31164/reiagro.v2n1.4>
- Tavares, A. C., Loureiro, J., Castro, S., Coutinho, A. P., Paiva, J., Cavaleiro, C., Salgueiro, L., & Canhoto, J. M. (2014). Assessment of *Daucus carota* L. (Apiaceae) subspecies by chemotaxonomic and DNA content analyses. *Biochemical Systematics and Ecology*, 55, 222–230. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2014.03.031>
- Tomita, K., & Arrúa Mancuello, F. (2018). Rendimiento y absorción de macro nutrientes en el cultivo de zanahoria *Daucus carota*. Var nantes, y lombricomposto en un suelo Entisol. *ALFA, Revista de Investigación En Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 2, 90–100. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/43/64>
- Ventrera, N. B. ., Vignoni, L. ., Alessandro, M. S. ., Césari, M. ., Césari, R. ., Guinle, V. ., Giménez, A. ., & Tapia, O. . (2013). Characterization  $\beta$ -carotene content of eight cultivars of carrot (*Daucus carota* L.) and its relation to the color [Caracterización por contenido de  $\beta$ -carotenos de ocho cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) y su relación con el color]. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(2), 211–218. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84891898030&partnerID=40&md5=551cc87a0cd5f6da7c22396eb8eb3647>
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Sostenibilidad*, 1, 28–34. <http://investigacion.utmachala.edu.ec/cumbres/index.php/Cumbres/article/view/15>
- Zerga, K. (2019). Effect of Different Rates of Compost Application on Growth Performance and Yield Components of Carrot (*Daucus carota* L.) in Gurage Zone, Ethiopia. *International Journal of African and Asian Studies*, 54, 24–31. <https://doi.org/10.7176/jaas/54-03>
- Zhañay, L. W. A. (2016). *Evaluación de dosis de aplicación de un biol optimizado en el cultivo de Zanahoria (Daucus carota L.)* [UNIVERSIDAD DE CUENCA]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24470/1/Tesis.pdf>

## 8. ANEXOS.



**Anexo 1.** Identificación de las plantas a los 30 días de ver efectuado el trasplante.



**Anexo 2.** Medición de altura de planta a los 30 días con una regla (cm).





**Anexo 3.** Cultivo de zanahoria establecido 30 días en campo.



**Anexo 4.** Toma de datos a los 60 días de ver efectuado el trasplante.





**Anexo 5.** Cultivo de zanahoria establecido 60 días en campo.



**Anexo 6.** Flor de zanahoria tipo umbela compuestas por varia umbelúlas.





**Anexo 7.** Medición de altura de planta en la cosecha, longitud y diámetro de zanahoria con sus respectivas herramientas de medición metro y pie de rey (cm).



**Anexo 8.** Cosecha de zanahorias.

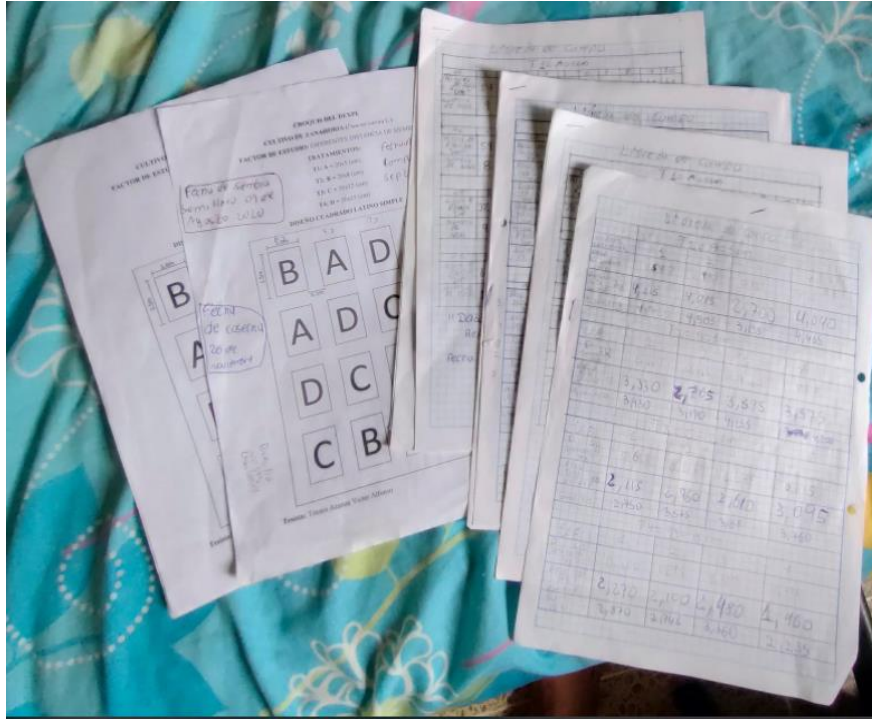




**Anexo 9.** Peso de zanahorias por cada unidad experimental.



**Anexo 10.** Herramientas utilizadas en las mediciones de variables de estudio.



Anexo 11. Libreta de campo y croquis del sitio experimental.

Tinoco matriz 1.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ay

33:

	Distancias	Columna	Hileras	Altura_30	Hojas_30	Altura_60	Hojas_60	Altura cosecha	Hojas cosecha	Raiz_longitud	Raiz_diametro	Hojas_peso
1	1	3	1	20,0	6	57,0	9	58,0	12	16,0	1,6	,055
2	1	3	1	20,0	6	65,0	10	67,0	10	18,0	2,7	,080
3	1	3	1	19,5	5	60,0	9	63,0	11	19,0	2,1	,060
4	1	3	1	21,0	7	75,0	11	78,5	13	17,0	2,4	,120
5	1	3	1	17,5	6	58,0	10	59,0	12	17,5	3,4	,070
6	1	3	1	22,0	5	69,0	7	76,0	9	20,0	2,0	,075
7	1	3	1	13,5	6	46,5	9	46,5	10	15,0	,8	,020
8	1	3	1	16,5	6	64,5	8	66,0	10	17,0	1,7	,065
9	1	3	1	18,0	6	68,0	8	71,0	14	10,0	1,8	,060
10	1	3	1	15,0	5	61,0	8	68,0	9	17,0	1,5	,055
11	1	4	2	15,5	4	57,5	8	60,0	9	9,0	1,7	,040
12	1	4	2	14,0	5	67,0	8	70,0	10	13,0	1,1	,060
13	1	4	2	19,0	6	57,5	10	63,0	13	16,0	2,2	,095
14	1	4	2	18,0	5	53,5	8	54,0	9	16,0	1,8	,035
15	1	4	2	20,5	6	62,0	8	64,5	11	16,0	1,2	,025
16	1	4	2	19,5	5	61,0	8	61,0	10	16,0	2,7	,045
17	1	4	2	16,0	5	60,0	8	62,0	10	15,0	2,0	,065
18	1	4	2	18,0	6	63,0	12	65,0	15	11,0	2,6	,075
19	1	4	2	21,0	6	61,5	9	68,0	10	15,0	3,2	,080
20	1	4	2	21,5	7	59,0	8	63,0	9	12,0	1,8	,065
21	1	1	3	18,0	6	56,5	8	66,0	11	16,0	2,3	,100
22	1	1	3	17,5	5	57,5	8	61,0	9	11,0	1,6	,040
23	1	1	3	21,0	6	59,0	9	63,0	12	15,0	1,5	,070
24	1	1	3	17,5	5	50,0	8	51,0	9	8,0	2,0	,030
25	1	1	3	19,0	4	55,0	8	57,0	8	10,0	1,8	,015
26	1	1	3	16,5	6	53,0	6	55,0	8	12,0	1,5	,065
27	1	1	3	15,5	5	47,5	7	49,5	7	11,0	1,0	,020
28	1	1	3	16,5	6	53,0	8	54,0	9	11,0	1,8	,030
29	1	1	3	18,5	5	52,0	8	66,5	11	11,0	1,6	,100
30	1	1	3	17,5	6	41,0	8	43,0	11	8,0	2,2	,030
31	1	2	4	21,5	4	55,0	9	65,0	10	10,0	1,9	,060
32	1	2	4	17,5	4	57,0	8	66,0	9	10,0	1,1	,040
33	1	2	4	16,5	4	56,5	8	64,0	10	14,0	1,6	,040

Anexo 12. Matriz de datos con las variables de medición.

Tinoco matriz 2.sav [ConjuntoDatos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

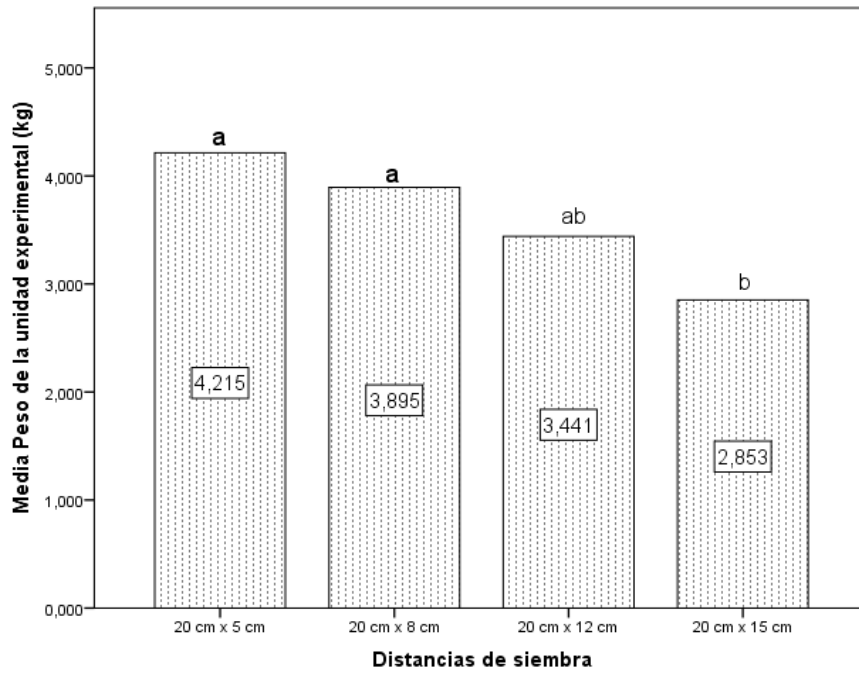
Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades

	Distancias	Columna	Hilera	Peso_UE	Rendimiento
1	1	3	1	4,755	31,7
2	1	3	1	4,505	30,0
3	1	3	1	3,135	20,9
4	1	3	1	4,465	29,8
5	2	4	1	3,930	26,2
6	2	4	1	3,190	21,3
7	2	4	1	4,255	28,4
8	2	4	1	4,205	28,0
9	3	1	1	2,750	18,3
10	3	1	1	3,575	23,8
11	3	1	1	3,680	24,5
12	3	1	1	3,760	25,1
13	4	2	1	2,870	19,1
14	4	2	1	2,945	19,6
15	4	2	1	3,360	22,4
16	4	2	1	2,235	14,9
17					

**Anexo 13.** Matriz de datos con peso de unidad experimental y rendimiento.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de planta a los 30 días (cm)	Entre grupos	123,017	3	41,006	6,179	,001
	Dentro de grupos	1035,256	156	6,636		
	Total	1158,273	159			
Número de hojas activas a los 30 días	Entre grupos	3,619	3	1,206	1,656	,179
	Dentro de grupos	113,625	156	,728		
	Total	117,244	159			
Altura de planta a los 60 días (cm)	Entre grupos	1127,742	3	375,914	6,929	,000
	Dentro de grupos	8463,844	156	54,255		
	Total	9591,586	159			
Número de hojas activas a los 60 días	Entre grupos	21,125	3	7,042	4,800	,003
	Dentro de grupos	228,850	156	1,467		
	Total	249,975	159			
Altura de planta en la cosecha (cm)	Entre grupos	615,381	3	205,127	2,826	,041
	Dentro de grupos	11322,713	156	72,581		
	Total	11938,094	159			
Número de hojas activas en la cosecha	Entre grupos	217,319	3	72,440	10,133	,000
	Dentro de grupos	1115,175	156	7,149		
	Total	1332,494	159			
Longitud de raíz en cosecha (cm)	Entre grupos	173,265	3	57,755	3,718	,013
	Dentro de grupos	2423,237	156	15,534		
	Total	2596,502	159			
Diámetro de raíz en cosecha (cm)	Entre grupos	10,567	3	3,522	7,923	,000
	Dentro de grupos	69,349	156	,445		
	Total	79,915	159			
Peso de las hojas en cosecha (kg)	Entre grupos	,040	3	,013	11,235	,000
	Dentro de grupos	,187	156	,001		
	Total	,228	159			

**Anexo 14.** Análisis de ANOVA de un factor de las variables de estudio



**Anexo 155.** Efecto de peso de raíz en las unidades experimentales de la zanahoria en las distintas densidades poblacionales.