

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS**



**CARRERA: INGENIERIA AGRONOMICA**

**“EFECTO DEL USO DE NANOFERTILIZANTES E  
HIDRORETENEDORES EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA  
(*Daucus carota L.*)”**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL  
GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMO**

**AUTORA:**

**JESSICA MARISOL MORALES PÉREZ**

**TUTOR:**

**ING. HERNÁN ZURITA**

**CEVALLOS-ECUADOR  
2021**

**“EFECTO DEL USO DE NANOFERTILIZANTES E  
HIDRORETENEDORES EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA**

**(*Daucus carota* L.)”**

**REVISADO POR:**

-----  
**Ing. Mg. Hernán Zurita TUTOR**

**APROBADO POR LOS MIEBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

23 de Agosto de 2021

-----  
Dr. Manolo Muñoz

-----  
Fecha

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

23 de Agosto de 2021

-----  
Ing. Marco Perez PhD

-----  
Fecha

**MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

23 de Agosto de 2021

-----  
Ing. Michel Leiva Mora PhD

-----  
Fecha

**MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

## Índice de contenidos

Índice de tablas .....	7
Índice de figuras.....	8
<b>DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD .....</b>	<b>9</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>	<b>10</b>
- .....	10
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>11</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>13</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>18</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2. CULTIVO DE ZANAHORIA.....</b>	<b>20</b>
2.2.1. Origen .....	20
2.2.2. Condiciones agroclimáticas .....	20
2.2.3. Descripción botánica y morfológica.....	20
2.2.4. Ciclo fenológico del cultivo .....	21
2.2.5. Fertilización y riego.....	21
2.2.6. Actividades del cultivo .....	23
2.2.1. Planeación.....	23
2.2.2. Establecimiento del cultivo .....	23
2.2.3. Preparación del terreno y siembra.....	23
2.2.4. Zonas productoras de zanahoria en el Ecuador .....	24
<b>2.3. Variedades.....</b>	<b>24</b>
2.3.1. Chantenay.....	24
2.3.2. Nantes.....	24

2.3.3.	Imperator.....	24
2.3.4.	Danvers .....	25
2.3.5.	Oxheart .....	25
2.3.6.	Bangor.....	25
2.4.	Plagas y enfermedades del cultivo de zanahoria .....	25
2.4.1.	Plagas de suelo.....	25
2.4.1.1.	Gusano blanco de la zanahoria ( <i>Listroderes</i> sp) .....	25
2.4.1.2.	Gusano alambre ( <i>Agriotis obscurus</i> ) .....	26
2.4.1.3.	Nemátodos ( <i>Meloidogyne</i> spp); ( <i>Heterodera carotae</i> ).....	26
2.4.1.4.	Babosas ( <i>Milax gates</i> ).....	26
2.4.2.	Plagas del follaje.....	27
2.4.2.1.	Mosca de la zanahoria ( <i>Psylla rosae</i> ) .....	27
2.4.2.2.	Trips ( <i>Frankiniella</i> sp) .....	27
2.4.2.3.	Afidos o pulgones ( <i>Myzus</i> sp) y ( <i>Aphis</i> sp) .....	27
2.5.	Enfermedades.....	28
2.5.1.	Damping off o mal de talluelo (Complejo de hongos: <i>Pythium</i> sp, <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium tode.</i> ) .....	28
2.5.2.	Manchas foliares ( <i>Alternaria</i> sp) .....	28
2.5.3.	Mildiu ( <i>Plasmopara nívea</i> ) y OÍDIO ( <i>Erysiphe umbelliferarum</i> , <i>Leveillula taurica</i> )	28
2.6.	Lluvia solida – hidroretenedores.....	28
2.6.1.	Origen de los polímeros .....	30
2.6.2.	Beneficios de la lluvia solida .....	30
2.7.	Nanofertilizantes .....	31
2.7.1.	Características midas 1 y 2 .....	31
2.7.2.	Composición nutricional Nanofertilizantes .....	32
CAPÍTULO III .....		33
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....		33
3.1.	HIPOTESIS .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.	OBJETIVOS.....	33
3.2.1.	Objetivo general .....	33
3.2.2.	Objetivos específicos .....	33
CAPÍTULO IV.....		34
MATERIALES Y MÉTODOS .....		34

<b>4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)</b> .....	<b>34</b>
4.3.1. Equipos. ....	34
4.3.2. Materiales .....	35
4.3.3. Materiales de oficina .....	35
4.3.4. Productos químicos .....	36
<b>4.4. FACTORES EN ESTUDIO</b> .....	<b>36</b>
<b>4.5. TRATAMIENTOS</b> .....	<b>36</b>
<b>4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>37</b>
<b>4.8. VARIABLES RESPUESTA</b> .....	<b>38</b>
4.8.1. Prendimiento de plantas.....	38
4.8.3. Volumen radicular .....	38
4.8.4. Rendimiento a la cosecha .....	38
4.8.5. Evaluación de concentración de nutrientes .....	39
<b>4.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>39</b>
4.9.1. Preparación del suelo.....	39
4.9.2. Desinfección de la unidad experimental .....	40
4.9.3. Siembra.....	41
4.9.4. Aplicación de hidrogel (lluvia solida) .....	41
4.9.5. Controles fitosanitarios.....	42
4.9.6. Aplicación de nanofertilizante ( MIDAS 1 y 2) .....	42
4.9.7. Riego .....	43
4.9.8. Fertilización.....	43
4.9.9. Cosecha.....	43
4.9.10. Lavado y clasificación.....	44
<b>4.10. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</b> .....	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>46</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>46</b>
<b>5.1. FACTOR A (EFECTO DEL USO DE NANOFERTILIZANTES)</b> .....	<b>46</b>
5.1.1. Porcentaje de germinación. ....	46
5.1.2. Área foliar en germinación, cm 2.....	48
5.1.3. Área foliar en desarrollo vegetativo, cm2.....	48
5.1.4. Área foliar en el engrose, cm2 .....	49
5.1.5. Volumen radicular, cm3 .....	50

5.1.6.	Retención de humedad germinación, % .....	50
5.1.7.	Retención de humedad desarrollo vegetativo, % .....	51
5.1.8.	Retención de humedad engrose, % .....	51
5.1.9.	Rendimiento gruesa, Kg/ha. ....	52
5.1.10.	Rendimiento parejo, Kg/ha.....	53
5.1.11.	Rendimiento rechazo, Kg/ha.....	53
5.2.	FACTOR A (EFECTO DEL USO DE HIDRORETENEDORES). ....	54
5.2.1.	Porcentaje de germinación. ....	54
5.2.2.	Área foliar en germinación, cm <sup>2</sup> .....	56
5.2.3.	Área foliar en desarrollo vegetativo, cm <sup>2</sup> .....	56
5.2.4.	Área foliar en el engrose, cm <sup>2</sup> .....	57
5.2.5.	Volumen radicular, cm <sup>3</sup> .....	57
5.2.6.	Retención de humedad germinación, % .....	58
5.2.7.	Retención de humedad desarrollo vegetativo, % .....	59
5.2.8.	Retención de humedad engrose, % .....	59
5.2.9.	Rendimiento gruesa, Kg/ha. ....	60
5.2.10.	Rendimiento pareja, Kg/ha.....	61
5.2.11.	Rendimiento rechazo, Kg/ha.....	61
CAPÍTULO VI.....		63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		63
6.1.	CONCLUSIONES.....	63
6.2.	RECOMENDACIONES.....	65
6.3.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
6.4.	ANEXOS.....	68

## Índice de tablas

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cultivo d zanahoria.....	8
Tabla 2. Composición nutricional de nanofertilizantes .....	19
Tabla 3. Tratamientos.....	26
Tabla 4. Desempeño de las variables agronómicas del cultivo de zanahoria .....	35

## Índice de figuras

Figura No. 1. Preparación del terreno.....	28
Figura No. 2. Toma de muestras de suelo para análisis.....	29
Figura No. 3. Semilla de zanahoria Olimpo f1 .....	30
Figura No. 4. Elaboración de las camas.....	30
Figura No. 5. Aplicación de hidrogel en los tratamientos .....	31
Figura No. 6. Nanofertilizantes Midas 1 y 2.....	31
Figura No. 7. Toma de datos de retención de humedad.....	32
Figura No. 8. Cosecha de todos los tratamientos.....	33
Figura No. 9. Proceso de lavado y clasificación.....	33



## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

La suscrita, **MORALES PEREZ JESSICA MARISOL**, portadora de la cedula de identidad número: 1850333913, libre y voluntariamente declara que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado como: **“EFECTO DEL USO DE NANOFERTILIZANTES E HIDRORETENEDORES EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.)”**

Es original, autentico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información solicitada.

-----

**MORALES PÉREZ JESSICA MARISOL**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“EFECTO DEL USO DE NANOFERTILIZANTES E HIDRORETENEDORES EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.)”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

---

**MORALES PÉREZ JESSICA MARISOL**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por cada momento de fuerza que me brindo durante el tiempo de estudios aquí en la facultad, gracias al por ser el pilar fundamental de apoyo, porque cada día me permitió no solo despertar con vida sino continuar con salud, fuerza y empeño para que avance en cada escalón que daba en mi vida, hasta este momento que es la culminación de uno de mis proyectos.

Agradezco a mi madre Delia Perez por ser el motivo de mi día a día, por luchar y ella apoyarme en todos los momentos buenos y malos que se han presentado en mi vida, a ella quien se ha preocupado porque siempre estemos bien en todo aspecto, por el apoyo brindado para haber llegado hasta aquí.

A mi padre Nelson Morales, quien me enseno que el que quiere triunfar en la vida debe darse los modos de luchar y perseguir sus sueños hasta lograrlos

A mi hermana Jenyffer Morales menor y a mi hermana Cecilia Morales, que fueron, son y serán un gran apoyo en mi vida.

A mis maestros quienes con sus conocimientos compartidos han sido de gran ayuda y lo serán durante el desarrollo de mi vida profesional.

## DEDICATORIA

Este paso que alcanzo ahora en mi vida es para mi madre querida **Delia Pérez** y mi padre **Nelson Morales** quienes fueron motor de cada día seguir luchando por ser mejor cada día y ser mi inspiración diaria con sus palabras sinceras, llenas de amor y paciencia.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se realizó en el cantón Ambato, parroquia Augusto Martínez, Caserío Samanga con el fin de observar el efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*) como alternativa de la falta de agua de riego. Las condiciones ambientales del lugar son: temperatura 17,0 °C y precipitación 500,00 mm. Se estudió dos factores: El factor A, evaluó el efecto de tres niveles de Nanofertilizantes: 2,5 ml/litro, 5,0 ml/litro y 7,5 ml/litro más un testigo sin aplicación de Nanofertilizantes y el factor B, evaluó el efecto de dos niveles de Hidrotenedores: 5,0 g /2 m<sup>2</sup> y 10 g/ 2m<sup>2</sup>, bajo un arreglo combinatorio y un diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento y un total de 36 parcelas. Los resultados del efecto de aplicar nanofertilizantes determinaron con diferencias altamente significativas: la mejor germinación de la semilla de zanahoria al usar N2 y N3 con 85,02 y 85,86 %, respectivamente; las mayores resultados en el área foliar en germinación N3 cm<sup>2</sup>; los mayores valores en el volumen radicular en N3 con 234,92 cm<sup>3</sup>; las mayores retenciones de humedad durante la germinación, desarrollo vegetativo y engrose en N3 con 4,73, 4,29 y 5,00 % de humedad, respectivamente y los mayores de zanahoria en gruesa y pareja en N3 con 120.726,23 y 36.603,33 Kg, respectivamente y en este mismo tratamiento, se determinó las menores producciones de rechazo con 19.427,22 Kg. Los resultados de la aplicación de Hidrotenedores, se alcanzaron con diferencias estadísticas en el área foliar durante la germinación, desarrollo vegetativo y engrose en H2 con 14,90; 53,53 y 71,84 cm<sup>2</sup>, respectivamente; Los mayores valores en el volumen radicular en H2 con 231,00 cm<sup>3</sup>; en retención de la humedad durante la germinación, desarrollo vegetativo y engrose en H2 con 5,30; 4,77 y 5,30 %, respectivamente y en los rendimientos en gruesa y pareja en H2 con 132.244,33 y 42.792,81 Kg, respectivamente, y en este mismo nivel se dedujeron la menor producción de rechazo con 19.402,75 Kg. En consideración a los resultados alcanzados, se recomienda utilizar niveles de 7,5 ml/litro de nanofertilizantes y hidrotenedores hasta 10 g/ 2m<sup>2</sup> por haberse registrado resultados halagadores en las variables: germinación de la semilla, área foliar en germinación, desarrollo vegetativo y engrose; volumen radicular; retenciones de humedad en germinación, desarrollo vegetativo y engrose; rendimiento del cultivo de zanahoria en gruesa y pareja y detectarse un menor rechazo.

Descriptores: Nanofertilizantes, hidrotenedores, área foliar, retención de humedad.

## EXECUTIVE SUMMARY

The present work was carried out in the Ambato canton, Augusto Martínez parish, Caserío Samanga in order to observe the effect of the use of nanofertilizers and hydro-retainers in the carrot (*Daucus carota* L.) crop as an alternative to the lack of irrigation water. The environmental conditions of the place are: temperature 17.0 ° C and precipitation 500.00 mm. Two factors were studied: Factor A, evaluated the effect of three levels of Nanofertilizers: 2.5 ml / liter, 5.0 ml / liter and 7.5 ml / liter plus a control without application of Nanofertilizers and factor B, evaluated the effect of two levels of Hydroretainers: 5.0 g / 2 m<sup>2</sup> and 10 g / 2m<sup>2</sup>, under a combinatorial arrangement and a completely randomized block design with 4 repetitions per treatment and a total of 36 plots. The results of the effect of applying nano-fertilizers determined with highly significant differences: the best germination of the carrot seed when using N2 and N3 with 85.02 and 85.86%, respectively; the highest results in the germinating leaf area N3 cm<sup>2</sup>; the highest values in root volume in N3 with 234.92 cm<sup>3</sup>; the highest moisture retention during germination, vegetative development and thickening in N3 with 4.73, 4.29 and 5.00% humidity, respectively, and the highest in coarse and even carrot in N3 with 120,726.23 and 36,603, 33 Kg, respectively and in this same treatment, the lowest rejection productions were determined with 19,427.22 Kg. The results of the application of Hydroretenedores, were achieved with statistical differences in the leaf area during germination, vegetative development and thickening in H2 with 14.90; 53.53 and 71.84 cm<sup>2</sup>, respectively; The highest values in the root volume in H2 with 231.00 cm<sup>3</sup>; in retention of humidity during germination, vegetative development and thickening in H2 with 5.30; 4.77 and 5.30%, respectively and in the yields in coarse and couple in H2 with 132,244.33 and 42,792.81 Kg, respectively, and at this same level the lower rejection production was deducted with 19,402.75 Kg. In consideration of the results achieved, it is recommended to use levels of 7.5 ml / liter of nanofertilizers and hydroretainers up to 10 g / 2m<sup>2</sup> due to having recorded flattering results in the variables: seed germination, germinating leaf area, vegetative development and thickening; root volume; moisture retention in germination, vegetative development and thickening; yield of the carrot crop in thick and even and detect a lower rejection.

**Descriptors:** Nanofertilizers, hydroretainers, foliar area, moisture retention.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad los problemas de sequía y falta de lluvia conllevan a una problemática dentro de la producción agrícola que afecta gran parte de la población llevando a serios problemas para el sector agrícola como aumento de pobreza y escasa seguridad alimentaria para la población, las pérdidas por la falta de agua en algunos casos pueden ser severas, llegando a grandes pérdidas de las inversiones que se hacen en los terrenos agrícolas. Por esta situación los agricultores toman como opción adaptarse a cultivos que no conlleven un gran consumo de agua siendo estos no los óptimos para generar réditos económicos ya que al no tener posibilidades de riego suficiente los agricultores consideran que es una experiencia traumática debido a que las condiciones de desarrollo agrícola cada vez son menos.

La ciencia cada día con día surge a pasos agigantados en el que se presentan nuevas alternativas y tecnologías que podrían beneficiar específicamente al sector agropecuario para contribuir la lucha contra la escasez de agua tratando de incorporar un manejo proactivo del elemento agua en el sector agrícola, es por eso que en este trabajo de investigación se evalúa el uso de nanofertilizantes e hidrogeles presentándose como alternativas ante la escasez de agua en caso de los hidrogeles que actúa como almacenes de agua pudiendo brindar un efecto positivo dentro de la agricultura logrando una mejora de la economía hídrica del suelo cuando su función principal a diferencia de otros tipos de riego es el único método que emplea el agua en estado sólido como almacenes de agua y en base a los nanofertilizantes está siendo considerada como una alternativa para elevar el rendimiento de los cultivos sin optar por la degradación de los suelos, uso excesivo de los agroquímicos, contaminación del medioambiente, dosis en base a nanotecnología que permite a la partícula del elemento ser de tamaño muy pequeño lo que eleve su efectividad en la planta al ingresar más rápido en la planta.

La lluvia solida o polímeros es considerada un abono natural con un elevado contenido de potasio con la capacidad de absorber su capacidad de peso hasta 500 veces el tamaño del polímero el que al haber absorbido una gran cantidad de agua va liberando paulatinamente de acuerdo a la necesidad de la planta, llegando a reducir las frecuencias de riego hasta en un 90 %

de acuerdo al tipo de cultivo que se tenga interés. De entre los beneficios se consideran varios como elevar la productividad, cultivar en espacios donde el agua de riego sea de uso limitado, proporciona al suelo una mayor retención de agua evitando la erosión de los suelos, lo que a su vez al mantener un suelo húmedo se eleva la cantidad de biota en el ambiente haciendo que el suelo aporte más microorganismos para propio beneficio (Pascual, 2020).

Los nanofertilizantes abordan el tema de agricultura como una solución en cuanto a la absorción de nutrientes en las plantas de los macro y micros elevando así la producción agrícola actuando como promotores de crecimiento al corregir deficiencias de microelementos, lo que caracteriza a estos materiales es las concentraciones de la formulación en los que se componen que son las óptimas para disminuir pérdidas. Las nanopartículas que pueden ser consideradas muchas de las veces como elementos no primordiales en los cultivos dentro del uso y la invención de los nanofertilizantes, pueden ser utilizadas con un enfoque dual como la Ag, Fe, Cu, Zn los que elevan el porcentaje de germinación en las plantas y promueven el crecimiento de las plantas al estar nanoencapsulados, lo que permite ofrecer a la planta un total de nutrientes solubles con una mayor eficacia , a disminuir los volúmenes totales de fertilización (Lira et al. 2018).

En el Ecuador el cultivo de zanahoria amarilla a tenido un constante aumento de producción anual con crecimiento en superficie y en producción al ser una de las hortalizas más difundidas alrededor del mundo, destacándose como un excelente alimento muy nutricional, se considera un cultivo accesible a la economía familiar (Caicedo & Sono , 2014).

La zanahoria en el Ecuador es una hortaliza muy apetecible debido a su alto contenido de beta caroteno. En base al Censo Nacional Agropecuario este tipo de cultivo abarca una superficie de 2932 ha. Este cultivo se realiza generalmente en los valles Interandinos extendiéndose desde Machachi y Chambo cultivándose en toda la serranía ecuatoriana. Se realiza en alturas que van desde 1800 a 2300 msnm en un rango de temperaturas que van desde los 16 °C y 18 °C hasta 25 °C (Solagro, 2016).

En este trabajo se demuestra el efecto de incorporar hidroretenedores en el cultivo de zanahoria con respecto a un suelo testigo (suelo sin hidrogel). Para ello se define variables



interesantes dentro de la investigación como el porcentaje de germinación del cultivo de zanahoria, el área foliar al finalizar cada etapa vegetativa, la retención de humedad al final de cada etapa volumen radicular al final del ciclo fenológico del cultivo, concentración de nutrientes al final del ciclo, rendimientos en base a categorías con el objetivo de evaluar el efecto de los hidrogeles y nanofertilizantes combinados en las variables antes mencionadas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Este trabajo de investigación se desarrolló en la estación experimental ubicada en la provincia de Artemisa con el fin de evaluar de qué manera influyen los polímeros considerados súper absorbentes en el desarrollo morfológico del maíz (*Zea mays* L.), la siembra se realizó en un suelo ferralítico rojo compactado. Los tratamientos evaluados fueron con una dosis de 10 gr por metro lineal, igual de 30 kg para el área en donde se realizaron las posteriores pruebas con su respectivo testigo. De ente los resultados obtenidos a las parcelas que se trató con dosis de hidrogel los resultados y rendimientos aumentaron significativamente, el peso de mazorca, el número de granos por mazorcas, peso de los grano y peso de 100 gramos, con un aumento del 14 % siendo significativo dentro de los rendimientos obtenidos en base al testigo. En el tratamiento 1, que fue dosis sin hidrogel se aplicó cuatro riegos más en comparación a los tratamientos que si contenían dosis de hidrogel para que se adecue los niveles normales de humedad el volumen de agua consumido en un exceso fue 94,0 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>. Los rendimientos agronómicos de agua con polímeros fueron de 2,98 kg.m<sup>-3</sup> y sin polímeros de 1,77 kg.m<sup>-3</sup>. A partir de una visión económica en que se analiza beneficio-costo cuando se aplica polímeros con un valor de 3,89, comprobando que su aplicación es factible en condiciones de producción (Cisneros et al. 2020).

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias sector Querochaca en el que se evaluó la aplicación de polyter en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) con el objetivo de incrementar el volumen de la raíz y alcanzar una buena acumulación de nutrientes en el fruto, determinar las curvas de concentración de nutrientes, establecer la productividad del primer racimo floral. De entre los tratamientos que se usó fueron T1 polyter hidratado, T2 polyter seco y T3 sin hidrogel, las variables que se estudiaron fue el prendimiento de planta, acumulación de nutrientes, áreas foliares de los diferentes tratamientos, productividad del primer racimo florar, grados brix y dureza del fruto. Los resultados obtenidos en productividad del primer racimo fueron en el T1 23,99 g y el T2 su valor fue menor con 18,08 g, en el área foliar se obtuvo en el T3 con 220,90

cm<sup>2</sup>. En la recolección del fruto la mayor concentración de nutrientes e dio en el T1 con 38,13 mg de N, 5,84 mg de P, 16,90 mg de K, 12,51 mg de Ca y 4,27 mg de Mg y el T2 obtuvo los valores más bajos de acumulación de nutrientes (Morocho 2018).

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar cuanta capacidad de retención hídrica de un copolímero de acrilamida y acrilato de potasio, para mejorar la implantación de la lechuga en pilón (*Lactuca sativa* L.) mediante condiciones controladas. El diseño experimental que se planteo fue la comparación de dos tratamientos a diferentes dosis que fueron de 25 y 50 kg. ha<sup>-1</sup> con su respectivo control, con la meta de evaluar como la aplicación de hidrogel mejora el rendimiento de la producción de dicho cultivo. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron alentadores en lo que se evaluó que fue la emergencia, la supervivencia, el peso fresco y seco de la parte aérea y su respectivo contenido de humedad en el suelo. La dosis con mejores resultados fue la menor ya que elevo los rendimientos, la supervivencia y el contenido de humedad en el suelo, aumentando los rendimientos significativamente (Andrada y Di Barbaro 2021).

El presente trabajo de investigación se presenta en el cultivo de brócoli que se inició con un muestreo de suelos en 1125 m<sup>2</sup>, repartidos en 36 parcelas las dosis utilizados del polímero súper absorbente fue baja 22 kg/ha, media 56 kg/ha, alta 90 kg/ ha y a la vez se evaluó tres distancias de siembra 30, 40 y 50 cm, las variables a evaluar en esta investigación fueron el porcentaje de prendimiento de plantas, la altura, días a la formación de la pella, el número de floretes que contiene cada pella, productividad, humedad gravimétrica a 0,05 m y entre a 0,1 a 0,25 m. análisis de contenido de nutrientes y análisis económico, los resultados mostraron un efecto positivo en el uso de poliacrilato de potasio dentro del parámetro evaluado en productividad y cantidad de agua retenida en el suelo, la dosis que mejores resultados arrojó en este análisis fue la dosis alta, en comparación a los testigos que mostraron resultados inferiores, en cuanto al contenido de elementos de NPK indica que en su contenido inicial y final fueron positivos en comparación al testigo que los contenidos fueron más bajos, corroborando a la información que indica el aumento de productividad en dosis de polímeros usados la producción más elevada se presentó en la dosis de alta donde también se observó que la formación de la pella se presentó en menor cantidad de días y de igual manera el número de floretes, los mejores

rendimientos corresponden a la dosis alta y la distancia de siembra de 30 cm con una producción de 53,34 kg en cuanto al estudio económico es factible hacer el uso de polímeros dentro de este cultivo ya que se obtiene una tasa de retorno de 83,97 % y en 1 testigo se obtiene un 18,95 % (Varela 2021).

## **2.2. CULTIVO DE ZANAHORIA**

### **2.2.1. Origen**

El origen de la zanahoria (*Daucus carota* L.) se considera en el centro de Asia y del Mediterráneo, algunos autores señalan a Afganistán como el origen exacto. Siendo cultivada hace 2000 años, su uso como alimento surgió a partir del siglo XVI, dentro de otros usos se encuentran industriales, culinarios y medicinales. La zanahoria pertenece a la familia Umbeliferae, genero *Daucus*, variedad Carota, tipo raíz (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

### **2.2.2. Condiciones agroclimatológicas**

Un suelo óptimo para el desarrollo del cultivo de zanahoria son los profundos, aquellos que presente un contenido de materia orgánica igual o de preferencia superior al 3,5 %, con profundidades efectivas de preferencia de 80 cm. El rango de pH que puede abarcar es de 5,8 a 7.

La temperatura en el cultivo de zanahoria influye mucho en la formación de la raíz. La temperatura optima de desarrollo y crecimiento va en un rango de 16-18 °C, con una mínima de 9 °C. Temperaturas excesivas mayores a 28 °C pueden ocasionar envejecimiento de la raíz y perdidas de coloración. Por otro lado, temperaturas muy bajas menores a 9 °C ocasionan raíces de colores pálidos, muy largas. El requerimiento hídrico fluctúa dentro del rango mínimo de 400 y máximo de 800 mm al año (Almácigos SA 2021).

### **2.2.3. Descripción botánica y morfológica**

Dentro de las principales características botánicas y morfológicas se considera a la zanahoria una planta herbácea, que puede ser anual o bianual. Presenta una raíz napiforme, de

varios colores de una forma cilíndrica con un diámetro que varía dependiendo su variedad. El tallo se alarga de manera que en su ápice se formara la inflorescencia. Las hojas comienzan aparecer entre la primera y segunda semana de germinación, los peciolo son largos y expandidos en la base, son pubescentes. Las flores son hermafroditas, pequeñas, blancas. Las semillas generalmente poseen un tamaño que varía de 0,8 y 3 gramos por cada mil semillas (Almácigos SA 2021).

#### **2.2.4. Ciclo fenológico del cultivo**

La zanahoria al ser una planta anual o bianual. Dependiendo la finalidad del cultivo varia su tiempo de desarrollo, generalmente abarca dos etapas el primero se considera ciclo vegetativo en donde el cultivo tienes fines comerciales de la raíz, durante el segundo, que es el ciclo reproductivo es en donde sus fines son reproductivos generalmente este ciclo se completa cuando se desea obtener semillas. La etapa fenológica del cultivo de la zanahoria comienza con la fase vegetativa donde se presenta el desarrollo de las raíces absorbentes y hojas, el desarrollo de la raíz primaria en esta etapa representa el 80 % del total de la longitud de la raíz que será de valor comercial. La segunda fase es la vegetativa y engrosamiento de la raíz con el inicio de la tuberización en donde se acumulan los carbohidratos y se genera el engrosamiento de la raíz principal. Por último, se presenta la fase reproductiva en donde se induce a la planta a la floración mediante una acumulación de horas frio.

#### **2.2.5. Fertilización y riego**

El principal objetivo de la fertilización en los diferentes cultivos es suplir las necesidades de nutrientes que se encuentran agrupados en macro y micronutrientes, para realizar un aporte correcto de la fertilización lo más recomendable es previamente realizar un análisis de suelo en un laboratorio en el que se puede aportar de manera correcta las necesidades de la planta, estimando las cantidades necesarias que se aplicara. De manera general las necesidades nutricionales en el cultivo de zanahoria son 120 kg/ha de nitrógeno, 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 300 kg/ha de K<sub>2</sub>O, 100 kg/ha CaO y 50 kg/ha de MgO.

Los requerimientos hídricos de la planta y las condiciones de precipitación se deben conocer, para establecer el riego al cultivo, se debe tomar en cuenta el sitio que se va a implementar el cultivo es decir sus características sobre precipitación, para garantizar un riego adecuado con la cantidad necesaria que la planta requiere. Al implementar en el cultivo un sistema de riego se debe tomar en cuenta el coeficiente, ya que su demanda es

diferente en cada etapa fenológica, de otro modo al no aplicar las cantidades necesarias se puede ocasionar estrés hídrico ocasionando pérdidas en el cultivo. En el cultivo de la zanahoria se presenta tres momentos críticos en cuanto a consumo de agua, el primero es el periodo de emergencia donde se requiere riegos constantes y cortos, en la etapa de elongación radicular el riego es una menor frecuencia de riego entre 7 y 10 días ya que lo que se promueve en esta etapa es el engrosamiento de la raíz por último es la etapa donde se engrosa la raíz requiriendo aporte de agua mayor.

## **2.2.6. Actividades del cultivo**

### **2.2.1. Planeación**

Para el establecimiento del cultivo se debe tener en cuenta varios aspectos en donde se va a implementar el cultivo es decir las condiciones edafoclimáticas ya que son de vital importancia para obtener una buena producción. Entre otras actividades de importancia se encuentran la mano de obra, transporte, comercialización, etc.

### **2.2.2. Establecimiento del cultivo**

El rendimiento del cultivo de zanahoria se determina por varios factores que son las condiciones climáticas, la variedad que se eligió y el manejo del cultivo, la interacción de los tres aspectos promueve un adecuado desarrollo de la raíz. Dentro de las actividades se abarca la aplicación de labores preliminares es decir preparación del suelo, suelos con mal drenaje corrigiendo esto con el uso de un subsolador a profundidad de 40 cm, requerimientos correctivos antes de la siembra ya sea cal para corregir el pH o materia orgánica como enmienda, arada primaria recomendado con arado de vertedera para romper capas duras y que se realice un volteo uniforme sin provocar erosión del suelo.

### **2.2.3. Preparación del terreno y siembra**

Al ser las semillas de tamaño pequeño su desarrollo al inicio es lento, pero la preparación

del terreno es un factor muy importante a considerar para prevenir formaciones deformes y partes verdes que se exponen al sol al no estar bien cubiertas, en base a esto se debe realizar una preparación del terreno de manera adecuada es decir la proporción que debe quedar suelto para propiciar un adecuado desarrollo inicial, con actividades de dos aradas y posteriormente nivelaciones para evitar acumulación de agua o encharcamientos. La preparación de las camas varía de acuerdo a la variedad de manera general va a una altura de 40 a 90 cm, con siembra directa y por lo general a mano y en ocasiones a máquina dependiendo el área a ser sembrada.

#### **2.2.4. Zonas productoras de zanahoria en el Ecuador**

La producción de zanahoria se concentra en tres provincias que abarcan el mayor porcentaje de producción con un 94%, estas provincias son Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua sitios de clima templado situados en los valles interandinos. Los meses de mayor producción en el país se dan en junio y octubre, a la vez es un producto que se cosecha durante todo el año (Caicedo y Sono 2014).

### **2.3. Variedades**

#### **2.3.1. Chantenay**

La característica de este tipo es de diámetro de 5 y 7 cm con una corona ancha. En el mercado comercial se encuentran de dos tipos: Corazon Rojo Chantenay y Chantenay Real las dos variedades pueden ser usadas en suelos pesados.

#### **2.3.2. Nantes**

Variedad de ciclo fenológico corto alcanzando su madurez a los 70 días. De esta variedad se pueden encontrar en el mercado hasta 6 tipos: bolero, lingote, nantes sin corazón, nantes escarlata, dulzura y touchon.

#### **2.3.3. Imperator**

Variedad que llega a su madurez fisiológica a los 75 días. En el mercado se encuentran



hasta 6 tipos de: avenger, oro park, imperator, leyenda, oro de Orlando, suave dulzura.

#### **2.3.4. Danvers**

Llega a su madurez fisiológica a los 120 a 150 días, con una raíz de valor comercial de 15 a 17 cm y un largo de 5 a 6 cm de diámetro en la corona, variedad que es tolerante a climas calurosos. En el mercado se encuentran dos tipos: danvers media larga y danvers 126.

#### **2.3.5. Oxheart**

Sus raíces de valor comercial tienen formas diferentes de entre redondas a cilíndricas y variación de colores. La forma más comercial es la lisa, cilíndrica y colores naranja fuerte.

#### **2.3.6. Bangor**

Variedad de ciclo fenológico de 110 a 125 días, de tipo *Berlicum* llegando a largos de 18 a 30 cm, con pesos logrados de 250 a 450 gr. Posee un elevado contenido de carotenos y conversión para la producción de jugos (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

### **2.4. Plagas y enfermedades del cultivo de zanahoria**

#### **2.4.1. Plagas de suelo**

##### **2.4.1.1. Gusano blanco de la zanahoria (*Listroderes* sp)**

El gusano blanco generalmente ocasiona danos en toda la planta a nivel radicular, a nivel de cuello en etapas iniciales del cultivo, debido a que la hembra coloca los huevos muy cerca de la planta o también en las hojas y las larvas se alimentan de toda la planta. Dependiendo el tipo de manejo se debe realizar una desinfección del suelo con productos químicos, o si se opta por un manejo biológico se utiliza hongos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium Anisopliae* y a la vez extractos (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

#### **2.4.1.2. Gusano alambre (*Agriotis obscurus*)**

La aparición de este gusano en el cultivo de zanahoria ocasiona galerías que posteriormente desembocan a pudriciones. Las larvas son las que ocasionan los danos ocasionando generalmente hasta la muerte de las plantas con un índice mayor si son plantas recién trasplantadas. Para un manejo de esta plaga se recomienda realizar rotaciones, retiro de malezas a tiempo, de esta manera se regula las poblaciones de la plaga en el suelo (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

#### **2.4.1.3. Nemátodos (*Meloidogyne spp*); (*Heterodera carotae*)**

*Meloidogyne spp*: el daño que ocasiona son tumores en la raíz, agallas, disminución de pelos absorbentes por donde causan entrada a los hongos y luego ocasionar pudriciones. Entre los métodos de control están el físico que consiste en utilizar agua caliente ya que a temperaturas altas los nematodos mueren, dentro del método cultural lo que se puede realizar es aporte materia orgánica, rotar cultivos, desinfección de aperos y herramientas que se vayan a usar, al ser los nematodos generalmente polífagos (Almácigos SA 2021; Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

*Heterodera carotae*: en presencia de este tipo de nematodo los síntomas que se presenta en la planta es follaje con hojas de color rojizo, follaje pequeño en el sistema radicular los síntomas son pelos absorbentes en demasiada cantidad, raíces deformes y oscuras, también aparecen cuarteaduras a lo largo de la raíz. Los métodos de control se pueden realizar al igual que en *Meloidogyne spp* y se incluye también el método químico con productos como benfuracarb, oxamil, fluopyram (Cámara de Comercio de Bogotá 2015)

#### **2.4.1.4. Babosas (*Milax gates*)**

Los danos que generalmente ocasionan son en condiciones de humedad consumiéndose las hojas a manera de cortes, la presencia de esta plaga es durante la noche ya que en el día se esconden en los residuos con presencia de humedad. Dependiendo el tipo de manejo se colocan trampas con cebo en las partes que se observe más humedad y de preferencia se evita concentración de humedad y los residuos de las cosechas (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

## **2.4.2. Plagas del follaje**

### **2.4.2.1. Mosca de la zanahoria (*Psylla rosae*)**

Al ser las larvas las que ingresan en la raíz ocasionan galerías que provocan pérdidas en el cultivo significando para el agricultor pérdidas de valor comercial que se traducen en pérdidas económicas. Para un manejo de este tipo de plaga lo recomendable es realizar una desinfección antes de la siembra y a la vez de la semilla que va a ser usada para la siembra.

### **2.4.2.2. Trips (*Frankliniella* sp)**

Los daños que estos ocasionan son en las partes más tiernas tanto haz y envés de la planta provocando un amarillamiento. Las especies que más perjudican al cultivo de zanahoria son: *Thrips tabaci* con un aparato bucal picador-chupador con un ciclo de 15 días, otra especie que generalmente ocasiona danos es *Frankliniella occidentalis* pasa por diferentes estados larvales hasta atacar a diferentes cultivos luego de permanecer en el suelo para empupar y en estado adulto atacan succionando sabia al igual que otras plagas son portadores de virus, *Frankliniella schultzei* *Trybom* las plantas hospederas son generalmente especies hortícolas y florales. En cuanto a manejo se recomienda eliminar plantas hospederas, residuos de cultivos (Dughetti y Lanati, sf).

### **2.4.2.3. Afidos o pulgones (*Myzus* sp) y (*Aphis* sp)**

Los Afidos se alientan de la parte externa del tejido foliar más tierna de la planta ocasionando un amarillamiento, en caso de que se presente este tipo de plaga se debe realizar aplicaciones químicas ya que son muy peligrosos al ser portadores de virus que son difíciles de controlar o a su vez se puede aplicar con algún tipo de control biológico con hongos como *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces fumosuroseus* (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

## **2.5. Enfermedades**

### **2.5.1. Damping off o mal de talluelo (Complejo de hongos: *Pythium sp*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium tode*.)**

Los hongos mencionados se hallan en el suelo y es en las primeras semanas en donde el cultivo de zanahoria sufre más alteraciones ya que se ingresan los hongos por las raicillas de la planta, también en otras actividades en donde se remueve la tierra del cultivo como en deshieras, aporques se provoca heridas expuestas a sufrir el ataque de estos patógenos, una vez que el patógeno logro ingresar se limita el paso de nutrientes lo que provoca síntomas de amarillamiento en las hojas, las raíces se atrofian ocasionándose perdidas comerciales.

### **2.5.2. Manchas foliares (*Alternaria sp*)**

Generalmente estas aparecen en hojas maduras, presentando halos circulares de color café o parduzcas, llegando a morir el tejido intermedio ocasionándose seca de todo el tejido foliar, este patógeno generalmente tienes varias formas de dispersarse que son por medio del agua, viento, herramientas, semilla. En base al manejo de este patógeno se recomiendo realizar una desinfección previa de suelo a base de amonio cuaternario, solarización, etc, otro tipo de manejo es el químico se puede hacer uso de caldo bordelés, clorotalonil + maneb, clorotalonil + metil tiofanato, sulfato cuprocalcico en aplicaciones foliares, otro tipo de manejo es el biológico con hongos como *Basillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* (Almácigos SA,2021; Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

### **2.5.3. Mildiu (*Plasmopara nívea*) y OIDIO (*Erysiphe umbelliferarum*, *Leveillula taurica*)**

Los ataques que causan estos hongos son relativamente similares, en la parte foliar se acumula una cera blanca a manera de pudrición sucia. En base al manejo se recomienda un método químico con ingredientes activos como Clorotalonil + Metil tiofanato, etirimol + Maneb (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

## **2.6. Lluvia solida – hidroretenedores**

Los hidrogeles son considerados elementos capaces de retener agua y liberar paulatinamente hacia las raíces de la planta con esto se beneficia el suelo mejorando sus

características dentro de ellas existe una mayor aireación, se minimiza la compactación del suelo, existe más agua disponible para las raíces de la planta contribuyendo a un mejor desarrollo y crecimiento aun cuando exista las limitaciones del agua en tiempos de escasez (Idrovo et al. 2010).

Los hidrogeles al tener la capacidad de absorber grandes cantidades de agua, alcanzando minimizar el uso de hasta en un 50 %. Mediante el proceso de lenta liberación ocurre a diferentes velocidades esto depende a que gado el material este polimerizado. El polímero al entrar en contacto con el agua se obtiene bajos porcentajes de perdida por infiltración y a la vez se disminuye la evaporación del agua, enfocado a que el suelo aumente su capacidad biológica por ende su multiplicación, rescatar suelos poco fértiles y degradados.

El polímero actualmente se lo considera de gran potencial debido al amplio trabajo que se ha logrado en base a investigaciones para obtener así los polímeros hidroabsorbentes utilizados en varias ramas no solo con enfoque en la agricultura, sino también en productos de nuestro diario vivir. En los estudios que se han desarrollado en base a polímeros demuestran que el uso de polímeros hidroabsorbentes eleva la retención del agua en el suelo, mejorando el rendimiento en productividad por el rápido desarrollo y crecimiento de las plantas, al momento de entrar en contacto el polímero con el suelo se optimiza el riego en los cultivos para evitar pérdidas de agua por filtración y evaporación.

De otra manera se estudia el uso y comportamiento en la agricultura de polímeros elaborados a partir de grenetina entrecruzada con ácido acrílico para analizar la capacidad que poseen para retener y liberar el agua, otro estudio novedoso que se desarrolla es la modificación de polímeros con nanotubos de carbono, con la posibilidad de que de estos estudios resulten con efectos positivos para la aplicación el área de la agricultura sin resultar contaminante al media ambiente a base de los elementos con los que han sido formulados (Estrada et al. 2010).

El producto comercial utilizado en el presente trabajo de investigación se denomina LLUVIA SOLIDA es un producto formulado en base a potasio, que es soluble en el agua, no es considerado toxico en exposición al medio ambiente es decir que no genere residuos, el producto al entrar en contacto con el agua aumenta su tamaño de manera gradual que el agua ingresa ya sea a través de poros por difusión, la capacidad de adsorción es de hasta 400 veces el peso en agua, todo varia considerando diferentes factores como el tipo de suelo, la calidad del agua, clima, planta, etc. Manteniendo por mayor tiempo la raíz hidratada sin necesidad de aplicar riegos. Mediante esta aplicación de los hidrogeles las plantas reciben el agua hacia sus raíces de manera paulatina en base a la necesidad de esta, mejorando el crecimiento de las plantas (Lluvia Solida, 2020).

### **2.6.1. Origen de los polímeros**

El poliacrilato de potasio fue originado por el laboratorio Dow Chemical Company, su utilización se conoce que fue desarrollado por Robert Niles Bashaw al demostrar en sus capacidades absorber el agua hasta 500 veces su peso, al ser una reserva de nutrientes aumenta el desarrollo de las plantas, a la vez que mantiene la humedad por tiempo prolongado y su lenta liberación minimiza la escorrentía a capas inferiores evitando perdidas por lixiviación, esto depende sobre el tipo de polimerización que este dado al elemento y el tipo de entrecruzamiento. Al entrar en contacto el polímero con el suelo sufre cambios en la capacidad de retención y absorción de agua, factores que influyen en esta capacidad son también la temperatura el Ph, parámetros que influyen en su degradación o disociación paulatina (Torrez 2018).

### **2.6.2. Beneficios de la lluvia solida**

- Eleva la capacidad de retención de agua en el suelo.
- Las frecuencias de riego se disminuyen a gran nivel.

- En un manejo normal los nutrientes y agua se lixivian, con el uso de los polímeros se evita la pérdida de los mismos.
- Al ser el agua absorbida y retenida en el polímero se evita pérdidas por evaporación.
- Proporciona al suelo una mejor aireación.
- Al entrar en contacto el polímero con un tipo de sustrato evita el estrés hídrico en las plantas.
- El crecimiento y desarrollo de las plantas se mejora de una manera significativa al mantener al área de la raíz hidratada y con nutrientes disponibles, disminuyendo en si costos de producción al realizarse menos aplicaciones foliares.
- Disminuya la escorrentía del agua y la erosión.
- Un gran aporte de los polímeros es que actúa como aislante de raíces en épocas de heladas (Saphy hidrogel, 2021).

## **2.7. Nanofertilizantes**

En la actualidad con un rápido crecimiento de la nanotecnología se presentan alternativas más eficientes y de menor costo para el manejo de los cultivos, la nanotecnología corresponde al estudio de material cuyo tamaño es atómico y molecular. Actualmente en el sector agrícola se presentan un sinnúmero de problemáticas que afectan la producción como la deficiencia de los nutrientes en el suelo por mucho desgaste del mismo, disminución de rendimientos, el constante cambio climático, sequías prolongadas, dificultad para conseguir mano de obra, bajos porcentajes de materia orgánica en el suelo. Para mitigar estos problemas que día con día se presenten en el sector agrícola nuevas tecnologías como lo es la nanotecnología contribuye con la innovación de productos más eficientes en base a este contexto los nuevos materiales que se presentan derivados de la nanotecnología ayudan a elevar la producción agrícola, con la función de reserva es decir que la planta vaya tomando gradualmente a medida que esta necesite los nutrientes requeridos (Lira et al. 2018).

### **2.7.1. Características midas 1 y 2**

Considerado nanofertilizante al contiene iones puros que su asimilación es al 100 %, de entre las características principales se destacan las siguientes:

- La calidad de los frutos y el rendimiento mejoran.
- Actúa en un gran rango de Ph que va desde 4 a 10.
- Es considerado más eficiente en un 50 a 70 %, a comparación de los fertilizantes quelatados.
- Complementa la nutrición y estabiliza los nutrientes en la planta al ser un suelo ineficiente.
- La absorción se presente de forma más rápida hasta diez veces.
- Al ser absorbido el fertilizante por la planta queda como reserva, que este puede ser tomado cada vez que la planta lo requiera.
- Es asimilado por la planta, al ser el fertilizante soluble al 100 %.
- Las deficiencias son corregidas fácilmente.
- La planta al estar más balanceada se obtiene un mejor balance nutricional con un porcentaje bajo de ataques de plagas.
- En las etapas que las plantas consumen más energía hay un mejor desarrollo de las mismas.
- En cambios bruscos de temperatura se genera estrés lo cual es controlado por parte de estos fertilizantes (AGROCIENCIAS 2016).

### 2.7.2. Composición nutricional Nanofertilizantes

**Tabla 2. Composición nutricional de nanofertilizantes**

Concentración %	Composición garantizada											
	N N	P	K	M g	C a	B	Fe	Cu	Zn	S	Mo	Mn
MIDAS 1	7,3		3, 0	2, 5	9, 5	0,05		0,003	0,009			0,03
MIDAS 2	1,0	3, 5	7, 0				0,07			1,23	0,002	

Fuente: AGROCIENCIAS (2016).



## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1. HIPÓTESIS**

Mediante el uso de nanofertilizantes e hidroretenedores en diferentes combinaciones se podría prolongar la disponibilidad de agua en el suelo y mejorar la absorción de nutrientes en el cultivo de zanahoria, lo cual podría mejorar la formación de raíces con valor comercial.

#### **3.2. OBJETIVOS**

##### **3.2.1. Objetivo general**

Determinar las combinaciones de nanofertilizantes e hidrogeles que prolonguen la disponibilidad de agua en el suelo, mejoren la absorción de nutrientes en el cultivo de zanahoria y mejoren la formación de raíces de valor comercial.

##### **3.2.2. Objetivos específicos**

- Comparar el rendimiento agrícola del cultivo de zanahoria bajo diferentes combinaciones de nanofertilizantes e hidrogeles en relación al control.
- Suplir las necesidades hídricas del cultivo de zanahoria, durante todas sus etapas fenológicas mediante el uso del hidrogel.
- Determinar el efecto de nanofertilizantes e hidroretenedores sobre la formación de raíces de valor comercial.
- Evaluar el rendimiento en kilogramos por hectárea de cada una de las unidades experimentales.

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)**

El presente trabajo de esta investigación se realizó en la Provincia Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Augusto Nicolás Martínez, Caserío Samanga, Barrio Agua Santa.

#### **4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

El lugar de ensayo se encuentra a una altitud de 3.000 msnm. Según datos registrados por INAMHI, 2019 la temperatura promedio que se presenta es de 17 °C clasificado como clima templado frío, las lluvias no llegan a los 500 milímetros, el periodo de seca se destaca entre los meses junio y septiembre.

#### **4.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

- El principal material usado en la investigación fue la semilla de zanahoria Olimpo F1 de la empresa Alejandrino Capelo que pertenece a la familia de las Umbelíferas.
- El polímero empleado fue Lluvia sólida.
- El nanofertilizante usado fue Midas 1 Y 2.

##### **4.3.1. Equipos.**

- Maquina sembradora de zanahoria

- Medidor de ph
- Medidor de humedad
- Medidor de fertilidad

#### **4.3.2. Materiales**

- Agua
- Flexómetro
- Pala
- Azadón
- Jarra
- Balde
- Regla
- Costales
- Bomba de mochila
- Tapa dosificadora
- Rótulos
- Hoz
- Manguera
- Aspersor
- Balanza gramera

#### **4.3.3. Materiales de oficina**

- Laptop
- Cámara
- Cuaderno de apuntes
- Esferográficos

#### **4.3.4. Productos químicos**

- Fungicidas: tachigaren ( hymexazol), thiofin ( thiofanato metil).
- Insecticidas: Mr-Wu ( lambdacialotrina + fipronil)
- Herbicidas: Afalon (Linuron)
- Fertilizantes granulados: desarrollo y engrose formulaciones completas.

#### **4.4. FACTORES EN ESTUDIO**

Se evaluaron dos factores de estudio:

El factor A, evaluó el efecto de tres niveles de Nanofertilizantes: 2,5 ml/litro, 5,0 ml/litro y 7,5 ml/litro más un testigo sin aplicación de Nanofertilizantes en la producción de zanahoria amarilla. Y el factor B, evaluó el efecto de dos niveles de Hidroretenedores: 5,0 g /2 m<sup>2</sup> y 10 g/ 2m<sup>2</sup>, bajo un arreglo combinatorio y un diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento y un total de 36 parcelas.

#### **4.5. TRATAMIENTOS**

El esquema del experimento aplicado en el desarrollo de la investigación, se presenta a continuación.

**Tabla 3. Esquema del experimento**

<b>FACTOR A</b> <b>Nano</b> <b>Fertilizantes</b> <b>(1)</b>	<b>FACTOR B</b> <b>Hidro</b> <b>Retenedores</b> <b>(2)</b>	<b>Codifi-</b> <b>cación</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>T.U.E.</b> <b>(3)</b>	<b>Parcelas</b> <b>tratamientos</b>
N0	H0	N0H0	4	1	4
N0	H1	N0H1	4	1	4
N0	H2	N0H2	4	1	4
N1	H0	N1H0	4	1	4
N1	H1	N1H1	4	1	4
N1	H2	N2H0	4	1	4
N2	H0	N2H0	4	1	4
N2	H1	N2H1	4	1	4
N2	H2	N2H2	4	1	4
N3	H0	N3H0	4	1	4
N3	H1	N3H1	4	1	4
N3	H2	N3H2	4	1	4
<b>TOTAL</b>					<b>36</b>

(1) Niveles de Nanofertilizantes: N0= sin Nanofertilizantes; N1=0, 2,5 ml/litro de Nanofertilizantes; N2= 5,0 ml/litro de Nanofertilizantes y N3= 7,5 ml/litro de Nanofertilizantes.

(2) Niveles de hidrotretenedores: H0= testigo, sin hidrotretenedores; H1= 5,0 g /2 m<sup>2</sup> de hidrotretenedores y H2= 10 g/ 2m<sup>2</sup> de hidrotretenedores.

(3) Tamaño de la Unidad Experimental.

#### **4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para el presente ensayo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar bajo un arreglo combinatorio con 4 repeticiones y un total de 12 tratamientos. Se realizó pruebas de significación de promedios para las fuentes de variación que resulten significativos a través de la prueba de Tukey al 5%.

#### **4.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO**

Numero de tratamientos: 12.

Numero de repeticiones: 4

Número total de unidades experimentales: 36

Cada unidad experimental consto de 2 m<sup>2</sup> con cinco hileras lineales separadas por 20 cm entre hilera, la cantidad de semillas sembradas en cada unidad experimental fue 400 aproximados, el método de siembra empleado fue al voleo.

## **4.8. VARIABLES RESPUESTA**

### **4.8.1. Prendimiento de plantas**

Se determinó mediante la evaluación del porcentaje de germinación el total de plantas germinadas a los 30 días después de realizado la siembra, con un base de 400 semillas por cada tratamiento.

### **4.8.2. Área foliar**

Al finalizar cada etapa fenológica mediante toma de muestras de cada uno de los tratamientos, se realizó el cálculo del área foliar con la ayuda del programa imajeJ para determinar esta variable y observar sus diferencias entre cada etapa fenológica.

### **4.8.3. Volumen radicular**

Al finalizar el ciclo fenológico de engrose se evaluó el volumen radicular de la media de tres muestras de cada tratamiento tomadas al azar, usando el método de desplazamiento de líquidos en base al principio de Arquímedes.

### **4.8.4. Rendimiento a la cosecha**

Al finalizar el ciclo fenológico se determinó que parcela corresponde a un mayor rendimiento por peso en kilos de cada tratamiento, con tres clasificaciones de acuerdo al mercado que es la zanahoria normal, zanahoria pareja y zanahoria rechazo.

#### **4.8.5. Evaluación de concentración de nutrientes**

Al llegar a la madurez fisiológica del cultivo de zanahoria se cosecho y se evaluó la concentración de nutrientes de acuerdo al rendimiento, el tratamiento que se obtenga mayor rendimiento promedio habrá asimilado en mayor cantidad los nutrientes de la aplicación de los nanofertilizantes.

### **4.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.9.1. Preparación del suelo**

Para la preparación del terreno se utilizó maquinaria agrícola con una pasada de arada a una profundidad de 60 cm, para romper terrones grandes y nivelar el suelo se procedió a una pasada de rastra, que su función es dejar el suelo uniforme y sin terrones.



**Figura No. 1. Preparación del terreno.**

Para el análisis de suelo la toma de muestras fue mediante el método aleatorio, que constituyo un total de cinco submuestras, la que después se homogenizo para conseguir una sola muestra que se envió al laboratorio de análisis GRUPO CLINICA AGRICOLA AGROBIOLAB.



**Figura No. 2. Toma de muestras de suelo para análisis.**

Para la elaboración de las camas se tomó como referencia la medida de 2 m\* 1m a una altura de 30 cm Se elaboró las camas, 4 repeticiones y tratamientos con su respectivo testigo que serían un total de 24 camas un área bruta de 60 m<sup>2</sup> entre camas y caminos.

Una vez interpretado el análisis de suelos se incorporó las enmiendas agrícolas a cada una de las camas que en esta caso la recomendación fue compost, sulfato de potasio 0- 0-52, fosfato diamónico 18-46-00 con dosis de 1 lb/ 2 m<sup>2</sup>, con un total de una arroba en toda la unidad experimental.

#### **4.9.2. Desinfección de la unidad experimental**

A la parcela se le realizó una aplicación química antes de la siembra que fue la combinación de Captan 2 gr/l + Pentacloronitrobenzeno 2 gr/l + benfuracarb 1 ml/ lt, el total de litros usados fueron 20, proceso con el que se evitara pudriciones posteriores en las etapas iniciales del cultivo y la posible reproducción de nematodos.



### 4.9.3. Siembra

La variedad sembrada fue Olimpo f1 con un porcentaje de germinación del 87 %, semilla pura 98 %, peso de las 1000 semillas 2,2071 gr, humedad 6,5 %, la dosis de siembra fue una onza para todo la unidad experimental el método de siembra de la semilla fue chorro continuo en cinco hileras de 2 m lineales por cama con separaciones de 0,20 m, un total de 5 hileras en cada cama, con total de 10 m lineales por cama.



**Figura No. 3. Semilla de zanahoria**

**Olimpo f1 Figura No. 4.**

**Elaboración de las camas**

### 4.9.4. Aplicación de hidrogel (lluvia solida)

Las dosis usadas que se aplicaron en los tratamientos fue de 10 gr/ cama y de 5 gr/ cama, junto a la semilla se aplicó el hidrogel cubriéndolos con una fina capa de tierra, para que en la primera aplicación de riego se hidrate la partícula de hidrogel y retenga el líquido.



**Figura No. 5. Aplicación de hidrogel en los tratamientos**

#### **4.9.5. Controles fitosanitarios**

Posterior a la siembra se realizó una aplicación de Tachigaren ( Hymexazol ) 1 ml/ lt + nakar ( benfuracarab) 1 ml/ lt a todos los tratamientos incluyendo el testigo como control fitosanitario general de manera preventiva, para evitar problemas fitosanitarios. Una segunda aplicación preventiva se realizó en la etapa de desarrollo usándose mancozeb + cimoxanil a dosis de 2 gr/lt combinado con un insecticida compuesto de fipronil + lambdacialotrina, para prevenir oídio, alternaría y presencia de insectos.

#### **4.9.6. Aplicación de nanofertilizante ( MIDAS 1 y 2)**

La aplicación en los tratamientos correspondientes fue con dosis de 2,5 ml/l, 5,0 ml/ lt, 7,5 ml/lt alternándose Midas 1 y Midas 2 con una frecuencia de 15 días alternando Midas 1 y 2, con aplicaciones de 4 lt/cama.



**Figura No. 6. Nanofertilizantes Midas 1 y 2**

#### **4.9.7. Riego**

El primer riego se dio después de la siembra con una frecuencia de 5 días hasta su nacencia y posterior a ello el riego fue cada 7 días, en los tratamientos que se aplicó el hidrogel la frecuencia fue igual con la diferencia de que aquí se tomó la retención de humedad al igual que en toda la unidad experimental, para comparar la diferencia de retención de humedad a tres diferentes alturas entre las parcelas que contenían y no el hidrogel.



**Figura No. 7. Toma de datos de retención de humedad**

#### **4.9.8. Fertilización**

Se realizó la aplicación de abono de fondo antes de la siembra, el abono recomendado en el análisis de suelo, en etapa de desarrollo se aplicó un abono mezclado y en la etapa de engrose se aplicó abono compuesto, que complementan la nutrición granulada mediante ácidos húmicos granulados para su mejor asimilación.

#### **4.9.9. Cosecha**

A madurez fisiológica del cultivo se cosechó todas las unidades experimentales en donde el principal factor de evaluación fue el rendimiento y la comparación del mismo.

Se lavó todo el material vegetal que se recolectó debidamente identificado y se procedió a su clasificación en gruesa, pareja y rechazo, tomando los datos de peso en kg de cada una de las unidades experimentales, para las posteriores combinaciones.



**Figura No. 8. Cosecha de todos los tratamientos**

#### **4.9.10. Lavado y clasificación**

Después de la cosecha se procedió al respectivo lavado y clasificación por separado de cada tratamiento de gruesa, pareja y rechazo con el pesado correspondiente para evidenciar las diferencias del mejor tratamiento.



**Figura No. 9. Proceso de lavado y clasificación**

#### **4.10. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Los datos de campo tomados durante esta fase se sometieron a los programas estadísticos según el diseño experimental planteado, los programas usados fueron INFOSTAT, Imaje J y Microsot Excel.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados y discusión del efecto del uso de nanofertilizantes e hidroretenedores en el cultivo de zanahoria, se resume a continuación según el factor de estudio.

#### **5.1. FACTOR A (EFECTO DEL USO DE NANOFERTILIZANTES).**

En la tabla 4, se resume los resultados experimentales alcanzados del efecto del uso de nanofertilizantes en el cultivo de zanahoria.

##### **5.1.1. Porcentaje de germinación.**

En la variable porcentaje de germinación, se observó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre las medias de los tratamientos. Las mayores respuestas, se determinaron al utilizar los niveles de N2 y N3 (5,0 y 7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 85,02 y 85,86 % de germinación de la zanahoria; estos tratamientos fueron diferentes al aplicar N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 76,62 % y estos a su vez difirieron de N0 (testigo sin Nanofertilizantes) con 74,78 % de germinación en donde se registró los menores valores en germinación.

Estas respuestas estadísticas advierten efectos positivo en el poder germinativo de la zanahoria amarilla, a medida que se incrementó los niveles de nanofertilizantes los porcentajes fueron mejores; este comportamiento agronómicos está asociado a las ventajas de los nanofertilizantes como lo reporta (AGROCIENCIAS, 2016) ente estas es la estabilización del ph condición que requiere las semillas para alcázar una adecuado germinación regulando las condiciones físicas, químicas y biológicas las que son reguladas por las enzimas en el suelo facilitando en consecuencia la emisión de raíces lo más pronto y como consecuencia una mejor germinación.

**Tabla 4. Efecto de tres niveles de nanofertilizantes en el cultivo de zanahoria.**

VARIABLES	NIVELES DE NANOFERTILIZANTES				SIGNIFICANCIA
	N0	N1	N2	N3	
Numero de observaciones	9	9	9	9	
Porcentaje de germinación	74,78 c	76,62 b	85,02 a	85,86 a	**
Área foliar en germinación, cm <sup>2</sup>	12,44 c	12,87 c	14,80 b	15,91 a	**
Área foliar en desarrollo vegetativo, cm <sup>2</sup>	45,22 c	45,83 c	49,78 b	49,78 a	**
Área foliar en engrose, cm <sup>2</sup>	58,39 b	59,84 b	61,48 a	62,20 a	**
Volumen radicular, cm <sup>3</sup>	183,75 c	192,92 c	210,17 b	234,92 a	**
Retención de humedad germinación, %	4,13 b	4,28 b	4,40 b	4,73 a	**
Retención de humedad desarrollo vegetativo, %	3,75 b	3,99 a	4,10 a	4,29 a	**
Retención de humedad engrose, %.	4,61 c	4,70 c	4,84 b	5,00 a	**
Rendimiento grueso, Kg/ha.	115.623,33 c	116.470,32 c	119.091,90 b	120.726,23 a	**
Rendimiento parejo, Kg/ha.	28.385,99 c	31.366,01 b	32.321,00 b	36.603,33 a	**
Rendimiento rechazo, Kg/ha.	25.269,03 a	23.588,30 b	21.084,44 c	19.427,22 d	**

Promedio con letras distintas difieren significativamente según Tukey (P <0,05)

(ns) Diferencias no significativas (P >0,05)

(\*) Diferencias significativas (P<0,05)

(\*\*) Diferencias altamente significativas (P<0,01)

### **5.1.2. Área foliar en germinación, cm<sup>2</sup>**

Las mayores respuestas en el área foliar en la germinación de la zanahoria amarilla, se lograron al aplicar el nivel N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con un valor de 15,91 cm<sup>2</sup>; tratamiento que difirió con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) con el nivel N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 14,80 cm<sup>2</sup>; y este tratamiento fue diferente al nivel N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 12,87 cm<sup>2</sup> y al testigo N0 (testigo sin nanofertilizantes) con 12,44 cm<sup>2</sup> en el mismo que se determinó la menor área foliar durante la germinación.

En el área foliar durante la germinación de la zanahoria, se observa efectos favorables hasta el nivel 7,5 ml/litro de nanofertilizantes con 15,91 cm<sup>2</sup>, estas respuestas guardan relación con las especificaciones reportadas por (AGROCIENCIAS, 2016) al mencionar que el fertilizante ayuda en el desarrollo foliar, complementa la nutrición y estabiliza los nutrientes en la planta como la absorción, se presenta de forma más rápida, estas ventajas se observaron favorablemente en esta variable hasta su utilización de 2,5 ml/litro de nanofertilizantes con 12,87 cm<sup>2</sup>, si comparamos con el N0 (testigo, sin nanofertilizantes) en donde se revelo los menores valores en el crecimiento del área foliar de la zanahoria amarilla.

### **5.1.3. Área foliar en desarrollo vegetativo, cm<sup>2</sup>**

En el área foliar durante el desarrollo vegetativo de la zanahoria amarilla, con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos, se registraron las mayores respuestas al aplicar N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes); tratamiento que fue diferente al nivel N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 49,78 cm<sup>2</sup> y este tratamiento difirió del nivel N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 45,83 cm<sup>2</sup> y con N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 45,22 cm<sup>2</sup> de área foliar.

Los resultados logrados en esta variable demuestran que la aplicación de nanofertilizantes en el cultivo de zanahoria determina ventajas en el desarrollo del área foliar durante el desarrollo vegetativo, al observarse que a medida que se incrementa el fertilizante hasta 7,5 ml/litro del nanofertilizante, se alcanza un mejor comportamiento agronómico. Estas respuestas al relacionarse con lo reportado por (AGROCIENCIAS,



2016) al señalar que el uso de nanofertilizantes ayuda de forma más rápida la absorción de los nutrientes que requiere la planta, complementa eficazmente la nutrición y estabiliza los nutrientes en la planta y además las deficiencias de nutrientes son corregidas fácilmente. Estas ventajas guardan relación con los resultados alcanzados en el cultivo de la zanahoria al utilizar nanofertilizantes, como se observa al relacionar con los resultados alcanzados en el nivel N0 (testigo, sin nanofertilizantes) en donde se alcanzaron las menores respuestas con 45,22 cm<sup>2</sup> de área foliar durante el desarrollo vegetativo de la zanahoria.

#### **5.1.4. Área foliar en el engrose, cm<sup>2</sup>**

En el área foliar de la zanahoria amarilla durante el engrose bajo el efecto de la aplicación de nanofertilizantes, las medias de los tratamientos determinaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), registrándose los mayores valores en N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) y N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 62,20 y 61,48 cm<sup>2</sup> · respectivamente; a su vez estos tratamientos difiriendo del nivel N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 59,84 cm<sup>2</sup> y con N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 58,39 cm<sup>2</sup> de área foliar.

Estas respuestas estadísticas demuestran efectos positivos en el área foliar de la zanahoria al aplicarse 5,0 y 7,5 ml/litro de nanofertilizantes, revelando que las plantas disponen de una mejor cubierta vegetal para interceptar la radiación fotosintéticamente, la cual es la fuente primaria de energía utilizada por las plantas para la fabricación de tejidos y elaboración de compuestos alimenticios. Los resultados alcanzados en este ensayo guardan relación con lo citado por (AGROCIENCIAS, 2016) al señalar que los nanofertilizantes ayudan en el complemento nutricional y estabiliza los nutrientes que requiere las plantas facilitando una mejor absorción y la disponibilidad de energía para que la planta pueda desarrollarse de mejor forma su área foliar durante el engrose de los frutos de la planta.

### **5.1.5. Volumen radicular, cm<sup>3</sup>**

Los mayores valores en el volumen radicular de la zanahoria bajo el efecto de tres niveles de nanofertilizantes, se determinaron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en las plantas que se aplicaron el nivel N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 234,92 cm<sup>3</sup>, seguido de cerca del nivel N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 210,17 cm<sup>3</sup>, y estos tratamientos difirieron del nivel N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 192,92 cm<sup>3</sup> y con N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 192,92 cm<sup>3</sup> en donde se registró los menores valores de volumen radicular.

Los resultados determinado en la presente investigación advierten efectos positivos en el desarrollo del volumen radicular de la zanahoria cuando se aplica niveles de nanofertilizantes entre 5,0 y 7,5 ml/litro con valores entre 210,17 a 234,92 cm<sup>3</sup> en comparación con el N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 192,92 cm<sup>3</sup>, esta relación revela que las plantas tienen un mejor desarrollo radicular que permite una mayor capacidad de asimilación de los nutrientes disponibles en el suelo, es decir un buen desarrollo de las raíces facilita satisfacer los diferentes requerimientos, un adecuado prendimiento en el suelo, la adquisición y el transporte de los recursos del suelo como agua y nutrientes esenciales y el almacenamiento de los mismos. Estas consideraciones guardan relación con lo reportado por (AGROCIENCIAS, 2016) al mencionar que el uso de nanofertilizantes permite en las plantas el complemento de nutrientes y su estabilización facilitando una rápida absorción, al absorber las plantas el fertilizante queda como reserva y este puede ser tomado cada vez que la planta lo requiera.

### **5.1.6. Retención de humedad germinación, %**

En la retención de la humedad durante el periodo de germinación de la zanahoria bajo el efecto de tres niveles de nanofertilizantes, se determinó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamiento; registrando las mayores respuestas al aplicarse N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 4,73 % y este tratamiento se diferenció de N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 4,40 %, N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 4,28 % y con N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 4,13 % en donde se registró los menores valores de retención de humedad.

La aplicación hasta 7,5 ml/litro de nanofertilizantes en el cultivo de zanahoria, se vio beneficiada en la retención de la humedad durante la germinación de las semillas con 4,73 % de humedad, estas respuestas permitieron asimismo lograr en este nivel una mayor germinación con el 85,86 % como se dedujo en el análisis de la variable porcentaje de germinación de la zanahoria. Estas respuestas admiten beneficios en la retención de la humedad en las partículas de suelo precisamente porque el agua se adhiere más fuertemente y además este efecto está asociado con la presencia de fertilizantes estables en el suelo como es el caso de los nanofertilizantes. Estas respuestas guardan relación lo expuesto por (AGROCIENCIAS, 2016) al señalar que los nanofertilizantes estabiliza los nutrientes y la capacidad de retención de humedad en el suelo.

#### **5.1.7. Retención de humedad desarrollo vegetativo, %**

En la retención de humedad durante el desarrollo vegetativo de la zanahoria amarilla bajo efecto de la aplicación de tres niveles de nanofertilizantes, se registró diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos; las mayores respuestas, se alcanzaron al aplicar el nanofertilizante en los niveles N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes); N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) y N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con valores que oscilan entre 3,99 a 4,29 %, tratamientos que compartieron igual rango y solo se diferenciaron de N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 3,73 % que al mismo tiempo fue el menor valor encontrado.

Durante este periodo fenológico de las plantas de zanahoria, se determinó un efecto positivo en la retención de la humedad del suelo gracias a la aplicación de nanofertilizantes entre 2,5 a 7,5 ml/litro, al registrarse un mayor contenido de humedad gracias a la estabilidad del fertilizante al unirse fácilmente a las partículas de suelo. Estas respuestas se relacionan con lo reportado por (AGROCIENCIAS, 2016) al afirmar que el uso de nanofertilizantes además de complementar la nutrición y estabiliza los nutrientes y ayuda en la retención de la humedad en el suelo.

#### **5.1.8. Retención de humedad engrose, %.**

En la retención de humedad durante el engrose de la zanahoria amarilla bajo el efecto de tres niveles de nanofertilizantes, se determinó diferencias altamente

significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos. Las mayores respuestas, se advirtieron al aplicar N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 5,00 % de humedad; seguido de cerca del nivel N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 4,84 % y estos tratamientos difirieron de N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) y N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 4,61 % en donde, se observó el menor porcentaje de retención de humedad durante el engrose.

Los resultados analizados en la retención de la humedad durante el engrose de la zanahoria amarilla demuestran efectos positivos por la aplicación de nanofertilizantes al observar los mayores valores estadísticos en N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) y N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 4,84 y 5,00 % de humedad en el suelo en comparación con N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con apenas 4,61 % de humedad. Estas respuestas se deducen a la capacidad del nanofertilizantes en unirse a las partículas de suelo de manera estable facilitando la retención de la humedad para que la planta pueda realizar con facilidad el proceso fenológico del engrose de la zanahoria, estas consideraciones guardan relación con lo reportado por (AGROCIENCIAS, 2016) al mencionar que el uso de nanofertilizantes permite entre varias ventajas la estabilización en el suelo y actuar ligando el agua a las partículas del suelo.

#### **5.1.9. Rendimiento grueso, Kg/ha.**

En el rendimiento del cultivo de zanahoria de primera o gruesa bajo el efecto de tres niveles de nanofertilizantes, se registró con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos, las mayores producciones en N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 120.726,23 Kg; seguido de cerca de N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 119.091,9 Kg; estos tratamientos fueron diferentes a los valores encontrados en N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 116.470,32 Kg y N0 (testigo, sin nanofertilizantes) de 115.623,33 Kg que compartieron igual rango y en este último tratamiento se determinó las menos producciones de zanahoria de primera o gruesa.

La producción de zanahoria de primera o gruesa se vio beneficiada gracias a la aplicación de nanofertilizantes, como se deduce en los resultados determinados en N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) y N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con valores entre 119.091,90 y 120.726,23 Kg de zanahoria de primera o gruesa en comparación con la

producción alcanzada en N0 (testigo, sin nanofertilizantes) de 115.623,33 Kg; existiendo una diferencia que oscila entre 3.468,57 y 5.102,9 Kg, respectivamente en favor de la aplicación de nanofertilizantes, estas respuestas bajo las condiciones pertinentes donde se realizó el ensayo son halagadoras considerando que este tipo de zanahoria tiene una importante demanda en el mercado y un mayor precio.

#### **5.1.10. Rendimiento parejo, Kg/ha.**

Las mayores producciones de zanahoria amarilla de segunda o pareja bajo el efecto de tres niveles de nanofertilizantes, se alcanzaron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos, en N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 36.603,33 Kg; seguido de cerca de N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 32.321 Kg y N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 31.366,01 Kg que fueron iguales y estos tratamientos difirieron de N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 28.385,99 Kg en donde se observaron las menores producciones de zanahoria pareja.

Estas respuestas demuestran un efecto benéfico en la producción de zanahoria amarilla de segunda o pareja gracias a la aplicación de nanofertilizantes entre 5,0 y 7,5 ml/litro con las mayores producciones con valores que oscilan entre 32.321,00 y 36.603,33 Kg, respectivamente, en comparación con N0 (testigo, sin nanofertilizantes) en donde, se alcanzó 28.385,99 Kg existe una diferencia entre 3.935,01 y 8.217,34 Kg, respectivamente, en favor del uso de nanofertilizantes. Estas diferencias establecidas son muy importantes bajo las condiciones donde se desarrolló la presente investigación, en relación con la demanda del mercado, en donde se registra con buenos precios este tipo de zanahoria de segunda o pareja, existiendo un beneficio en los costos de producción de los agricultores de la zona.

#### **5.1.11. Rendimiento rechazo, Kg/ha.**

En los rendimientos de zanahoria de tercera o rechazo bajo el efecto de tres niveles de nanofertilizantes, con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) se determinó los mayores valores en N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 25.269,03 Kg; tratamiento que fue diferente a N1 (2,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 23.588,30 Kg; y estos tratamientos difirieron de N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) con 21.084,44 Kg y N3 (7,5 ml/litro de

nanofertilizantes) con 19.427,22 Kg, en donde se registró los menores valores de rechazos de zanahoria de tercera.

Los resultados logrados en la producción de zanahoria de tercera o rechazo confirman ventajas productivas en favor del uso de nanofertilizantes al observa una menor producción a medida que se incrementan los niveles, con N2 (5,0 ml/litro de nanofertilizantes) y N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) se alcanzaron 21.084,44 y 19.427,22 Kg, respectivamente con relación a N0 (testigo, sin nanofertilizantes) con 25.269,03 Kg; registrando un diferencia de 4.184,59 y 5.841,81 Kg de zanahoria de tercera o rechazo. Esta deducción demuestra efectos significativos en la producción de zanahoria tanto en el comportamiento agronómico y productivo por la utilización de nanofertilizantes, se observa un menor tamaño de las zanahorias de tercera o rechazo, las mismas que tienen un bajo valor económico, generalmente son utilizadas en la alimentación de animales domésticos como cuyes y cerdos, no son demandadas en el mercado para el consumo humano.

## **5.2. FACTOR A (EFECTO DEL USO DE HIDRORETENEDORES).**

En la tabla 5, se resume los resultados experimentales alcanzados del efecto del uso de hidroretenedores en el cultivo de zanahoria.

### **5.2.1. Porcentaje de germinación.**

En la variable porcentaje de germinación bajo el efecto del uso de dos niveles de hidroretenedores, no se observó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos; sin embargo, se determinó un tendencia numérica favorable en H2 (10 g/2m<sup>2</sup> de hidroretenedores) con 80,74 %; seguido de cerca de H1 (5,0 g /2m<sup>2</sup> de hidroretenedores) con 80,70 % y el menor porcentaje, se registró en H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 80,26 %, respectivamente.

Sin que haya registrado diferencias estadísticas, se registra una tendencia numérica favorable en la germinación de las semillas de zanahoria al aplicar hidroretenedores, estas respuestas la confirman (Saphy hidrogel, 2021) al señalar que el uso de hidroretenedores ayuda a la retención de la humedad gracias al poder de retención

**Tabla 5. Efecto del uso de dos niveles de hidroretenedores en el cultivo de zanahoria.**

VARIABLES	NIVELES DE HIDRORETENEDORES			SIGNIFICANCIA
	H0	H1	H2	
Porcentaje de germinación	80,26 a	80,70 a	80,74 a	Ns
Área foliar en germinación, cm <sup>2</sup>	12,87 c	14,24 b	14,90 a	**
Área foliar en desarrollo vegetativo, cm <sup>2</sup>	41,13 c	47,58 b	53,53 a	**
Área foliar en engrose, cm <sup>2</sup>	51,15 c	58,45 b	71,84 a	**
Volumen radicular, cm <sup>3</sup>	180,63 c	204,69 b	231,00 a	**
Retención de humedad germinación, %	3,67 b	4,19 b	5,30 a	**
Retención de humedad desarrollo vegetativo, %	3,28 c	4,06 b	4,77 a	**
Retención de humedad engrose, %.	4,18 c	4,89 b	5,30 a	**
Rendimiento gruesa, Kg/ha.	106.247,63 c	115.441,88 b	132.244,33 a	**
Rendimiento pareja, Kg/ha.	19.276,25 c	34.438,18 b	42.792,81 a	**
Rendimiento rechazo, Kg/ha.	27.685,93 a	19.938,06 b	19.402,75 b	**

Promedio con letras distintas difieren significativamente según Tukey (P <0,05)

(ns) Diferencias no significativas (P >0,05)

(\*) Diferencias significativas (P <0,05)

(\*\*) Diferencias altamente significativas (P <0,01)

del polímero y evitar las pérdidas por evaporación proporcionando un medio adecuado para la germinación de las semillas.

### **5.2.2. Área foliar en germinación, cm<sup>2</sup>**

Las mayores respuestas en el área foliar durante la germinación de la zanahoria amarilla bajo el efecto de dos niveles de hidroretenedores, se alcanzaron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en H2 (10 g / 2m<sup>2</sup> de hidroretenedores) con 14,90 cm<sup>2</sup>, tratamiento que se diferenció de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup> de hidroretenedores) con 14,24 cm<sup>2</sup> y de H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 12,87 cm<sup>2</sup>, en donde se determinó los menores valores.

En relación a los resultados alcanzados en el área foliar de la zanahoria bajo el efecto de los hidroretenedores, en los niveles H2 (10 g / 2m<sup>2</sup>) y H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 14,90 y 14,24 cm<sup>2</sup>, respectivamente con relación a H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 12,87 cm<sup>2</sup>, se deduce un efecto positivo en la germinación de la semilla al proporcionar la humedad requerida para emisión de las primeras hojas como lo afirma (Saphy hidrogel, 2021), el agua absorbida y retenida en el polímero, evitando pérdidas por evaporación y además proporciona al suelo una mejor aireación, factores agronómicos necesarios para alcanzar un adecuado desarrollo del área foliar de las plantas durante el periodo de germinación de la zanahoria.

### **5.2.3. Área foliar en desarrollo vegetativo, cm<sup>2</sup>**

En el área foliar durante el desarrollo vegetativo de la zanahoria amarilla bajo el efecto de los hidroretenedores, con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos, se determinó las mayores respuestas al usar H2 (10 g / 2m<sup>2</sup>) con 53,53 cm<sup>2</sup>, seguido de cerca de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 47,58 cm<sup>2</sup> y la menor área foliar se observó en H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 41,13 cm<sup>2</sup>.

En consideración con las respuestas agronómicas determinadas en el área foliar durante el desarrollo vegetativo de la zanahoria amarilla, se deduce efectos positivo gracias al uso de hidroretenedores hasta el nivel H2 (10 g / 2m<sup>2</sup>) con 53,53 cm<sup>2</sup>; estos resultados alcanzado en la



presente investigación guardan relación con lo expuesto por (Idrovo et al. 2010) al señalar que los hidroretenedores son capaces de retener agua y liberar paulatinamente hacia las raíces de la planta con esto se beneficia el suelo proporcionando la capacidad de campo requerida para lograr un buen desarrollo foliar de las plantas; asimismo (Saphy hidrogel, 2021) señala que los hidroretenedores benefician el crecimiento y desarrollo de las plantas, al mantener al área de la raíz hidratada y con nutrientes disponibles.

#### **5.2.4. Área foliar en el engrose, cm<sup>2</sup>**

En el área foliar de la zanahoria amarilla durante el engrose bajo el efecto del uso de hidroretenedores, las mejores respuestas se observaron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), al aplicar H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 71,84 cm<sup>2</sup>, seguido de cerca de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 58,45 cm<sup>2</sup> y estos tratamientos difirieron de H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 51,15 cm<sup>2</sup> en donde se determinaron las menores áreas foliares.

En relación a los resultados determinados en el comportamiento fenológico de la zanahoria amarilla durante el engrose, se deduce efectos positivos en el desarrollo foliar de las plantas por el uso de hidroretenedores hasta 10 g 2m<sup>2</sup>, estas respuestas se relacionan con lo mencionado por (Saphy hidrogel, 2021) al señalar que los hidroretenedores favorecen el crecimiento y desarrollo del área foliar de las plantas gracias a la capacidad de retención de agua y la aireación del suelo, factores determinantes para alcanzar un adecuado desarrollo foliar de las plantas. Por otro lado, (Lluvia Solida, 2020) advierte que la aplicación de los hidrogeles en las plantas permite que reciban el agua hacia las raíces de manera paulatina en base a la necesidad de esta, mejorando el crecimiento de las plantas.

#### **5.2.5. Volumen radicular, cm<sup>3</sup>**

Las mayores respuestas en el volumen radicular de la zanahoria bajo el efecto de los hidroretenedores, se registraron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en las plantas que se aplicaron H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 231,00 cm<sup>3</sup>, seguido de cerca de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 204,69 cm<sup>3</sup>, estos tratamientos a su vez difirieron de H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 180,63 cm<sup>3</sup>,

en donde se determinó los menores volúmenes radiculares.

El volumen radicular es la variable que se encuentra asociada con la capacidad de asimilación de los nutrientes. Este comportamiento fenológico al relacionar con los resultados alcanzados en el cultivo de zanahoria bajo el efecto del uso de hidroretenedores, se desprende resultados positivos hasta el nivel H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>), denotando un buen desarrollo del volumen radicular de las plantas. Al respecto, Estrada et al., (2010) advierte que el uso de hidroretenedores es beneficioso en la retención y liberación del agua en el suelo según las necesidades de las plantas, dotando de la humedad requerida para alcanzar adecuado desarrollo de las raíces y por ende del área foliar de las plantas. Asimismo, Saphy hidrogel (2021) concuerda con lo expuesto y además menciona que los hidroretenedores proporcionan una mejor aireación, evita el estrés hídrico en las plantas y estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejora de una manera significativa al mantener al área de la raíz hidratada y con nutrientes disponibles.

#### **5.2.6. Retención de humedad germinación, %**

En la retención de la humedad durante el periodo de germinación de la zanahoria bajo el efecto de hidroretenedores; se advirtió con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos; las mayores respuestas en H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 5,30 %, tratamiento que se diferenció de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 4,19 % y H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 3,67 %, en donde se detectó las menores retenciones de humedad.

Estas respuestas advierten efectos positivos en la retención de la humedad de las plantas gracias al uso de hidroretenedores hasta el nivel H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 5,30 % en relación a H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 3,67 %. Estas diferencias pueden explicarse según las consideraciones reportadas por (Torrez 2018), al mencionar que los hidroretenedores contribuyen favorablemente en la retención de la humedad gracias a la capacidad de absorber el agua hasta 500 veces su peso, al ser una reserva de nutrientes aumenta el desarrollo de las plantas, a la vez que mantiene la humedad por tiempo prolongado y su lenta liberación minimiza la escorrentía a capas inferiores evitando pérdidas por lixiviación. Estos factores determinaron una buena disponibilidad de humedad en el suelo para facilitar una adecuada germinación de la semilla de

zanahoria.

### **5.2.7. Retención de humedad desarrollo vegetativo, %**

En la retención de humedad durante el desarrollo vegetativo de la zanahoria amarilla bajo efecto del uso de hidroretenedores, se observaron las mayores respuestas con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las plantas que se aplicó H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 4,77 %; tratamiento que fue diferente a H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 4,06 % y H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 3,28 %, en donde se observó las menores retenciones de humedad del suelo durante el desarrollo vegetativo de las plantas.

En consideración a los resultados alcanzado en el presente ensayo, se manifiesta que existe un efecto positivo en la retención de la humedad durante el desarrollo vegetativo del cultivo de zanahoria amarilla gracias al uso de hidroretenedores hasta 10 g/ 2m<sup>2</sup>. Estos hallazgos guardan relación con lo reportado por (Torrez 2018), al señalar que los hidroretenedores gracias a la capacidad de retener el agua ayudan a mantener la humedad requerida por las plantas para lograr un buen desarrollo vegetativo. Asimismo, (Lluvia Solida, 2020) advierte que los hidroretenedores mantienen por mayor tiempo la raíz hidratada sin necesidad de aplicar riegos, mediante esta aplicación de los hidrogeles las plantas reciben el agua hacia sus raíces de manera paulatina en base a la necesidad de esta, mejorando el crecimiento de las plantas durante el desarrollo vegetativo.

### **5.2.8. Retención de humedad engrose, %.**

En la retención de humedad durante el engrose de la zanahoria amarilla bajo el efecto de hidroretenedores, se registró diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos. Los mayores resultados, se detectaron en H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 5,30 %; tratamiento que difirió de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 4,86 % y de H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 4,18 %, donde se observó las menores retenciones de humedad.

Las respuestas registradas en la variable retención de humedad determinaron efectos

positivos en el engrose de la zanahoria amarilla debido al uso de hidrotenedores hasta el nivel 10 g/ 2m<sup>2</sup> con 5,30 % con relación al testigo (sin hidrotenedores) con 4,18 %; este comportamiento está asociado con lo expuesto por (Lluvia Solida, 2020), al mencionar que los hidrotenedores permite mantener por mayor tiempo la raíz hidratada sin necesidad de aplicar riegos, las plantas reciben el agua directamente en sus raíces de manera paulatina en base a la necesidad de las plantas mejorando el crecimiento y desarrollo de los frutos.

### **5.2.9. Rendimiento grueso, Kg/ha.**

En el rendimiento del cultivo de zanahoria de primera o gruesa bajo el efecto de hidrotenedores, se determinó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos, las mayores producciones se lograron en H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 132.244,33 Kg, tratamiento que difirió de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 115.441,88 Kg y de H0 (testigo, sin hidrotenedores) con 106.247,63 Kg, en este último tratamiento se observaron las menores producciones.

La producción de zanahoria de primera o gruesa se vio beneficiada gracias a la aplicación de hidrotenedores, como se deduce en los resultados alcanzados en H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 132.244,33 Kg y H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) de 115.441,88 Kg, denotando una diferencia con el testigo N0 en el orden de 25.996,7 y 9.194,25 Kg, respectivamente. Este comportamiento productivo demuestra ventajas en la calidad de la hortaliza debido al uso de los hidrotenedores, los mismos que aportan propiedades en la retención del agua para que la planta pueda regular su utilización según su requerimiento agronómico como lo menciona (Saphy hidrogel, 2021) y además señala que los hidrotenedores estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, al mantener al área de la raíz hidratada y con nutrientes disponibles para que se produzca frutos de mejor calidad. Estas respuestas alcanzadas en el presente ensayo son halagadoras en las condiciones pertinentes donde se realizó el cultivo, al lograr una mayor producción de frutos de primera o gruesa las mismas que tienen una demanda en el mercado y un mayor precio.

### **5.2.10. Rendimiento parejo, Kg/ha.**

Las mayores producciones de zanahoria amarilla de segunda o pareja bajo el efecto de hidroretenedores, se lograron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de los tratamientos, en H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 42.792,81 Kg, tratamiento que difirió de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 34.438,18 Kg, y estos tratamientos fueron diferentes al H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 19.276,25 Kg, siendo este último tratamiento en donde se detectó las menores producciones.

Estas respuestas demuestran un efecto benéfico en la producción de zanahoria amarilla de segunda o pareja gracias a la aplicación de hidroretenedores en H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) y H2 (10 g / 2m<sup>2</sup>) con producciones de 42.792,81 y 34.438,18 Kg, respectivamente, las mismas que son superiores a las logradas en el testigo H0 de 19.276,25 Kg, existiendo una diferencia significativa con valores que oscilan entre 23.516,56 y 15.161,93 Kg. Este comportamiento productivo guarda relación con lo reportado por (Saphy hidrogel, 2021) al señalar que los hidroretenedores, se asocian con una mejor producción gracias a la disponibilidad de agua que requiere las plantas para desarrollar los frutos. Asimismo, estos resultados revelan beneficios en el cultivo de zanahoria bajo las condiciones donde se realizó el ensayo, al mejorar la producción de segunda o pareja de zanahoria amarilla, se alcanza una mejor comercialización del producto en el mercado alcanzando mejores precios.

### **5.2.11. Rendimiento rechazo, Kg/ha.**

En los rendimientos de zanahoria de tercera o rechazo bajo el efecto de hidroretenedores, con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) se determinó los mayores valores en H0 (testigo, sin hidroretenedores) con 27.685,93 Kg; este tratamiento difirió de H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 19.938,06 Kg y de H2 (10 g / 2m<sup>2</sup>) con 19.402,75 Kg en donde, se detectaron las menores producciones.

Las respuestas alcanzadas en la producción de zanahoria de tercera o rechazo confirman ventajas productivas en favor del uso de hidroretenedores, al observar una menor producción a

medida que se incrementan los niveles de hidroretenedores como se observa en H1 (5,0 g / 2m<sup>2</sup>) con 19.938,06 Kg y de H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup>) con 19.402,75 Kg con relación al testigo H0 de 27.685,93 Kg, se registra una diferencia de 7.747,87 Kg y 8.283,18 Kg, respectivamente. Estas diferencias establecen efectos positivos en favor del uso de hidroretenedores, al disminuir los frutos de tercera o rechazo que tienen poco valor en el mercado y que son utilizados para alimentar animales domésticos como cuyes y cerdos.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- En la germinación de la semilla de zanahoria, con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) se lograron en N2 y N3 (5,0 y 7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 85,02 y 85,86 %, respectivamente.
- Con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) los mayores resultados en el área foliar en germinación, desarrollo vegetativo y engrose de la zanahoria, se alcanzaron al aplicar el nivel N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con valores de 15,91; 49,78 y 62,20 cm<sup>2</sup>, respectivamente.
- Los mayores valores en el volumen radicular de la zanahoria, se alcanzaron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en las plantas que se aplicaron el nivel N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 234,92 cm<sup>3</sup>.
- Las mayores retenciones de humedad durante la germinación, desarrollo vegetativo y engrose, con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) se dedujeron al aplicar N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 4,73, 4,29 y 5,00 % de humedad, respectivamente.
- En los rendimientos del cultivo de zanahoria en gruesa y pareja con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) se detectaron en N3 (7,5 ml/litro de nanofertilizantes) con 120.726,23 y 36.603,33 Kg, respectivamente y en este mismo tratamiento, se determinó las menores producciones de rechazo con 19.427,22 Kg.
- En la variable porcentaje de germinación bajo el efecto del uso de hidrorretenedores, no se observó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos; sin embargo, se determinó una tendencia numérica favorable en H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup> de hidrorretenedores) con 80,74 %.
- Las mayores respuestas en el área foliar durante la germinación, desarrollo vegetativo y engrose de la zanahoria amarilla bajo el efecto de hidrorretenedores, se alcanzaron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en H2 (10 g/ 2m<sup>2</sup> de hidrorretenedores) con 14,90; 53,53 y 71,84 cm<sup>2</sup>, respectivamente.

- Los mayores valores en el volumen radicular de la zanahoria bajo el efecto de los hidroretenedores, se registraron con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en las plantas que se aplicaron H2 ( $10 \text{ g/ } 2\text{m}^2$ ) con  $231,00 \text{ cm}^3$ .
- En la retención de la humedad durante el periodo de germinación, desarrollo vegetativo y engrose del cultivo de zanahoria bajo el efecto de hidroretenedores; se advirtió con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en H2 ( $10 \text{ g/ } 2\text{m}^2$ ) con 5,30; 4,77 y 5,30 %, respectivamente.
- En el rendimiento del cultivo de zanahoria en gruesa y pareja bajo el efecto de hidroretenedores, se determinó con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), las mayores producciones en H2 ( $10 \text{ g/ } 2\text{m}^2$ ) con 132.244,33 y 42.792,81 Kg, respectivamente, y en este mismo nivel se dedujeron la menor producción de rechazo con 19.402,75 Kg.



## 6.2. RECOMENDACIONES

- Bajo las condiciones donde se desarrolló el cultivo de zanahoria, se recomienda utilizar niveles de 7,5 ml/litro de nanofertilizantes y hidrotenedores hasta 10 g/ 2m<sup>2</sup> por haberse registrado resultados halagadores en las variables: germinación de la semilla, área foliar en germinación, desarrollo vegetativo y engrose; volumen radicular; retenciones de humedad en germinación, desarrollo vegetativo y engrose; rendimiento del cultivo de zanahoria en gruesa y pareja y detectarse un menor rechazo.
- Se recomienda llevar otras investigaciones utilizando nanofertilizantes y hidrotenedores en otros cultivos hortícolas pudiendo ser brócoli, cebolla colorada y col con el objeto de averiguar los efectos y bondades de estos productos.
- Finalmente, se recomienda difundir los resultados alcanzados en la presente investigación a los productores agropecuarios de la zona central y de esta manera mejorar la producción hortícola.

### 6.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agricultureros. . 2016. Es la lluvia solida una solución para la sequía en la agricultura. s.e. Consultado 7 abr. 2021. Disponible en <https://agricultureros.com/la-lluvia-solida-una-solucion-la-sequia-la-agricultura/> (Agricultureros).
- AGROCIENCIAS. . 2016. MIDAS. s.e. Consultado 6 abr. 2021. Disponible en <http://www.agrociencias.com.ec/producto/midas/#:~:text=Los%20nutrientes%20contenidos%20en%20MIDAS,de%20calcio%20y%20se%20precipita.> (AGROCIENCIAS).
- Almacigos SA. . 2021. Condiciones agroclimaticas. s.e. Consultado 5 abr. 2021. Disponible en <http://www.allmacigos.cl/> (Servicios y almacigos).
- Andrada, H; Di Barbaro, G. . 2021. Efecto de la aplicación de copolímeros sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). s.e. Consultado 5 abr. 2021. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v35n2/2256-2273-rcia-35-02-00027.pdf>
- Caicedo, W; Sono, F. . 2014. FERTILIZACION QUÍMICA EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* var.). CON TRES FUENTES NITROGENADAS MÁS EL MICRONUTRIENTE BORO PRECURSORES DE CAROTENOS Y LA VITAMÍNA (A). s.e. Consultado 5 abr. 2021. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2560/1/T-UTC-00095.pdf> (Repositorio.utc.edu.ec).
- Cámara de Comercio de Bogotá. . 2015. MANUAL ZANAHORIA. Bogotá, s.e. . Consultado 5 abr. 2021. Disponible en <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14309/Zanahoria.pdf?sequencehttp://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1369/1/102391.pdf>
- Campana, I. . 2016. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN HÍDRICA EN SUSTRATOS CON POLIACRILATO DE POTASIO, PARA CULTIVO DE HABA, EN AMBIENTE CONTROLADO. s.e. Consultado 7 abr. 2021. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10155/1/T-UCE-0004-93.pdf> (Dspace).

- Caroca, R; Zapata, N; Vargas, M. . 2016. TEMPERATURE EFFECT ON THE GERMINATION OF FOUR PEANUT GENOTYPES (*Arachis hypogaea* L.).
- s.e. Consultado 7 abr. 2021. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-38902016000200002#:~:text=Entre%20los%20factores%20ambientales%20que,otros%20\(Probert%2C%202000\)\(Scielo\).](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902016000200002#:~:text=Entre%20los%20factores%20ambientales%20que,otros%20(Probert%2C%202000)(Scielo).)
- Cisneros, E; Cun, R; Herrera, J; Gonzalez, F; Cun, S; Sarmiento, O. . 2020. EFECTO DE LOS POLÍMEROS SÚPER ABSORBENTES EN LA ECONOMÍA DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA. s.e. Consultado 5 abr. 2021. Disponible en <https://reviberpol.files.wordpress.com/2020/01/2020-21-1-1-13-cisneros.pdf> (Reviberpol.files.wordpress.com).
- Dughetti, A; Lanati, S.. 2021. MANUAL DE PRODUCCION DE ZANAHORIA. se Consultado 4 feb. 2021. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_cap\\_6\\_plagas\\_de\\_la\\_zanahoria\\_y\\_su\\_manejo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_cap_6_plagas_de_la_zanahoria_y_su_manejo.pdf)
- Estrada, R; Lemus, D; Mendoza, D; Rodriguez, V. . 2010. HIDROGELES BIOPOLIMÉRICOS POTENCIALMENTE APLICABLES EN AGRICULTURA. s.e. Consultado 6 abr. 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/R-Estrada/publication/265919844\\_HIDROGELES\\_BIOPOLIMERICOS\\_POTENCIALMENTE\\_APLICABLES\\_EN\\_AGRICULTURA/links/55d792d908ae9d65948d96ae/HIDROGELES-BIOPOLIMERICOS-POTENCIALMENTE-APLICABLES-EN-AGRICULTURA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/R-Estrada/publication/265919844_HIDROGELES_BIOPOLIMERICOS_POTENCIALMENTE_APLICABLES_EN_AGRICULTURA/links/55d792d908ae9d65948d96ae/HIDROGELES-BIOPOLIMERICOS-POTENCIALMENTE-APLICABLES-EN-AGRICULTURA.pdf) (Hidrogeles en la agricultura).
- Gutiérrez, J; Sánchez, I; Cueto, J; Trucios, R; Trejo, R; Flores, A. . 2018. EFECTO DEL POLIMERO AQUASTOCK® EN LA CAPACIDAD DE RETENCION DE HUMEDAD DEL SUELO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE LA ACELGA (*Beta vulgaris* var *cycla*). s.e. Consultado 8 abr. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545066009.pdf> (Redalyc).

## 6.4. ANEXOS

**Anexo 1.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores en la germinación de las semillas de zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	73,19	74,20	73,40	75,20	295,99	74,00
	H1	75,69	74,50	76,20	74,30	300,69	75,17
	H2	75,20	75,50	75,30	74,70	300,70	75,18
N1	H0	76,50	76,60	76,80	78,20	308,10	77,03
	H1	76,40	75,80	77,10	76,20	305,50	76,38
	H2	76,20	76,40	76,55	76,70	305,85	76,46
N2	H0	85,19	84,20	84,40	85,20	338,99	84,75
	H1	85,69	84,50	86,20	84,10	340,49	85,12
	H2	85,25	85,40	85,20	84,90	340,75	85,19
N3	H0	85,19	85,20	85,30	85,50	341,19	85,30
	H1	85,69	86,50	86,20	86,20	344,59	86,15
	H2	86,25	86,40	85,30	86,60	344,55	86,14
SUMA		966,44	965,20	967,95	967,80	3.867,39	966,85
PROMEDIO							80,57

### Análisis de varianza

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	1.183,265	47				
Bloques	0,417	3				
Tratamientos	1.169,705	11	106,337	267,00		
Factor A (Nanofertilizantes)	1.162,665	3	387,555	973,11**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	2,225	2	1,112	2,79**	3,28	5,29
Interacción A x B	4,816	6	0,803	2,02 ns	2,38	3,38
Error	13,143	33	0,398			

FC

311.598,029

### **Separación de medias según Tukey.**

Factor A (Nanofertilizantes)

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia</b>
N3	85,86	A
N2	85,02	A
N1	76,62	B
N0	74,78	C

**Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )**

**Factor B**  
**(Hidroretenedores)**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
H2	80,74	A
H1	80,70	A
H0	80,27	A

**Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )**

**Anexo 2.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre el área foliar durante la germinación de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	12,64	10,65	11,80	11,60	46,69	11,67
	H1	12,50	13,40	12,30	12,60	50,80	12,70
	H2	12,60	13,20	13,40	12,60	51,80	12,95
N1	H0	11,40	12,60	12,20	12,30	48,50	12,13
	H1	12,60	13,50	12,80	13,20	52,10	13,03
	H2	13,50	14,20	12,60	13,50	53,80	13,45
N2	H0	14,20	12,50	13,60	12,80	53,10	13,28
	H1	14,60	15,60	16,00	15,40	61,60	15,40
	H2	15,60	16,40	15,40	15,50	62,90	15,73
N3	H0	14,40	13,20	14,50	15,60	57,70	14,43
	H1	17,50	16,00	14,50	15,40	63,40	15,85
	H2	17,45	16,80	18,20	17,40	69,85	17,46
<b>SUMA</b>		<b>168,99</b>	<b>168,05</b>	<b>167,30</b>	<b>167,90</b>	<b>672,24</b>	<b>168,06</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>14,01</b>

### Análisis de varianza

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	154,003	47				
Bloques	0,122	3				
Tratamientos	136,126	11	12,375	23,00		
Factor A (Nanofertilizantes)	96,156	3	32,052	59,57**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	34,092	2	17,046	31,68**	3,28	5,29
Interacción A x B	5,878	6	0,980	1,82ns	2,38	3,38
Error	17,755	33	0,538			

FC 9.414,721

## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	significancia
N3	15,91	A
N2	14,80	B
N1	12,87	C
N0	12,44	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H2	14,90	A
H1	14,24	B
H0	12,87	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 3.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre el área foliar durante el desarrollo vegetativo de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	40,33	41,20	41,10	41,20	163,83	40,96
	H1	44,30	44,10	45,50	43,20	177,10	44,28
	H2	50,30	51,40	50,60	49,40	201,70	50,43
N1	H0	38,40	39,20	38,60	38,20	154,40	38,60
	H1	44,00	45,20	56,10	43,60	188,90	47,23
	H2	52,30	52,50	51,60	50,30	206,70	51,68
N2	H0	42,40	43,20	43,30	41,60	170,50	42,63
	H1	48,40	48,20	48,40	48,50	193,50	48,38
	H2	55,20	56,40	54,60	55,50	221,70	55,43
N3	H0	40,20	41,10	44,00	44,00	169,30	42,33
	H1	50,20	50,40	50,10	51,00	201,70	50,43
	H2	57,60	55,50	57,20	56,10	226,40	56,60
<b>SUMA</b>		<b>563,63</b>	<b>568,40</b>	<b>581,10</b>	<b>562,60</b>	<b>2.275,73</b>	<b>568,93</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>47,41</b>

### Análisis de varianza

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	1.589,219	47				
Bloques	18,046	3				
Tratamientos	1.455,460	11	132,315	37,73		
Factor A (Nanofertilizantes)	178,484	3	59,495	16,97***	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	1.231,593	2	615,797	175,62**	3,28	5,29
Interaccion A x B	45,382	6	7,564	2,16 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	115,713	33	3,506			

FC = 107.894,730



## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N3	49,78	A
N2	49,78	B
N1	45,83	C
N0	45,22	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H2	53,53	A
H1	47,58	B
H0	41,13	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 4.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre el área foliar durante el engrose de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizante s	FACTOR B Hidrotenedore s	BLOQUES				SUMA	PROMEDI O
		I	II	III	IV		
N0	H0	48,10	49,30	48,60	47,30	193,30	48,33
	H1	54,50	58,30	58,40	58,10	229,30	57,33
	H2	70,10	71,30	67,50	69,20	278,10	69,53
N1	H0	50,40	49,60	50,20	51,30	201,50	50,38
	H1	57,40	60,20	58,40	57,20	233,20	58,30
	H2	70,20	70,40	71,30	71,50	283,40	70,85
N2	H0	51,50	53,20	53,30	52,50	210,50	52,63
	H1	58,40	58,50	58,20	58,80	233,90	58,48
	H2	73,50	74,20	72,60	73,10	293,40	73,35
N3	H0	53,20	54,30	53,50	52,10	213,10	53,28
	H1	59,60	62,20	58,40	58,60	238,80	59,70
	H2	72,60	73,20	71,30	77,40	294,50	73,63
<b>SUMA</b>		<b>719,50</b>	<b>734,70</b>	<b>721,70</b>	<b>727,10</b>	<b>2.903,00</b>	<b>725,75</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>60,48</b>

**Análisis de varianza**

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	3.707,359	47				
Bloques	11,449	3				
Tratamientos	3.642,319	11	331,120	203,90		
Factor A (Nanofertilizantes)	104,804	3	34,935	21,51**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	3.522,602	2	1.761,301	1.084,57**	3,28	5,29
Interacción A x B	14,913	6	2,486	1,53 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	53,591	33	1,624			

FC = 175.571,021

## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N3	62,20	A
N2	61,48	A
N1	59,84	B
N0	58,39	B

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H2	71,84	A
H1	58,45	B
H0	51,15	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 5.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre el volumen radicular de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	155,00	160,00	160,00	165,00	640,00	160,00
	H1	190,00	190,00	180,00	180,00	740,00	185,00
	H2	210,00	215,00	200,00	200,00	825,00	206,25
N1	H0	165,00	175,00	175,00	175,00	690,00	172,50
	H1	195,00	190,00	190,00	195,00	770,00	192,50
	H2	220,00	210,00	215,00	210,00	855,00	213,75
N2	H0	180,00	185,00	185,00	185,00	735,00	183,75
	H1	210,00	210,00	215,00	200,00	835,00	208,75
	H2	242,00	230,00	237,00	243,00	952,00	238,00
N3	H0	195,00	220,00	210,00	200,00	825,00	206,25
	H1	230,00	230,00	250,00	220,00	930,00	232,50
	H2	266,00	267,00	266,00	265,00	1.064,00	266,00
SUMA		2.458,00	2.482,00	2.483,00	2.438,00	9.861,00	2.465,25
PROMEDIO							205,44

### Análisis de varianza

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	40.563,813	47				
Bloques	115,896	3				
Tratamientos	38.987,063	11	3.544,278	80,06		
Factor A (Nanofertilizantes)	18.222,063	3	6.074,021	137,21**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	20.314,625	2	10.157,313	229,45**	3,28	5,29
Interacción A x B	450,375	6	75,063	1,70 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	1.460,854	33	44,268			

FC = 2.025.819,19

## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N3	234,92	A
N2	210,17	B
N1	192,92	C
N0	183,75	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H2	231,00	A
H1	204,69	B
H0	180,63	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 6.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre la retención de humedad durante la germinación de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	3,48	3,52	3,46	3,55	14,01	3,50
	H1	3,80	3,90	4,00	3,90	15,60	3,90
	H2	4,90	5,10	5,20	4,80	20,00	5,00
N1	H0	3,55	3,60	3,50	3,90	14,55	3,64
	H1	4,20	3,90	4,10	4,00	16,20	4,05
	H2	5,10	5,20	5,10	5,15	20,55	5,14
N2	H0	3,80	3,60	3,80	3,60	14,80	3,70
	H1	4,10	4,30	4,20	4,10	16,70	4,18
	H2	5,50	5,10	5,20	5,50	21,30	5,33
N3	H0	3,80	3,90	3,80	3,90	15,40	3,85
	H1	4,60	4,60	4,30	5,00	18,50	4,63
	H2	5,68	5,70	5,80	5,70	22,88	5,72
<b>SUMA</b>		<b>52,51</b>	<b>52,42</b>	<b>52,46</b>	<b>53,10</b>	<b>210,49</b>	<b>52,62</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>4,39</b>

**Análisis de varianza**

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	25,350	47				
Bloques	0,026	3				
Tratamientos	24,610	11	2,237	103,37		
Factor A (Nanofertilizantes)	2,345	3	0,782	36,12**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	22,014	2	11,007	508,56**	3,28	5,29
Interacción A x B	0,250	6	0,042	1,93 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	0,714	33	0,022			

**FC = 923,043**

## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N3	4,73	A
N2	4,40	B
N1	4,28	B
N0	4,13	B

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H2	5,30	A
H1	4,19	B
H0	3,67	B

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 7.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre la retención de humedad durante el desarrollo vegetativo de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	3,21	3,20	3,10	3,20	12,71	3,18
	H1	3,80	3,70	3,90	3,90	15,30	3,83
	H2	4,30	4,50	4,20	4,00	17,00	4,25
N1	H0	3,10	3,40	3,20	3,40	13,10	3,28
	H1	3,90	3,90	4,10	3,80	15,70	3,93
	H2	5,10	5,00	4,50	4,50	19,10	4,78
N2	H0	3,20	3,20	3,40	3,20	13,00	3,25
	H1	4,10	4,30	4,20	4,10	16,70	4,18
	H2	4,60	4,80	5,60	4,50	19,50	4,88
N3	H0	3,41	3,38	3,40	3,42	13,61	3,40
	H1	4,60	4,20	4,30	4,10	17,20	4,30
	H2	5,17	5,10	5,00	5,40	20,67	5,17
<b>SUMA</b>		<b>48,49</b>	<b>48,68</b>	<b>48,90</b>	<b>47,52</b>	<b>193,59</b>	<b>48,40</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>4,03</b>

### Análisis de varianza

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	21,849	47				
Bloques	0,093	3				
Tratamientos	20,229	11	1,839	39,71		
Factor A (Nanofertilizantes)	1,822	3	0,607	13,12**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	17,789	2	8,894	192,08**	3,28	5,29
Interacción A x B	0,618	6	0,103	2,22 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	1,528	33	0,046			

FC = 780,773



## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N3	4,29	A
N2	4,10	A
N1	3,99	A
N0	3,75	B

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H2	4,77	A
H1	4,06	B
H0	3,28	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 8.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre la retención de humedad durante el engrose de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	4,03	4,00	4,10	4,10	16,23	4,06
	H1	4,60	4,80	4,80	4,50	18,70	4,68
	H2	5,10	5,00	5,20	5,10	20,40	5,10
N1	H0	4,20	4,10	4,15	4,10	16,55	4,14
	H1	4,80	4,70	4,90	4,80	19,20	4,80
	H2	5,10	5,20	5,10	5,30	20,70	5,18
N2	H0	4,20	4,30	4,20	4,30	17,00	4,25
	H1	4,90	5,00	4,80	5,10	19,80	4,95
	H2	5,40	5,30	5,20	5,40	21,30	5,33
N3	H0	4,03	4,50	4,20	4,30	17,03	4,26
	H1	5,00	5,10	5,20	5,30	20,60	5,15
	H2	5,67	5,60	5,65	5,50	22,42	5,61
<b>SUMA</b>		<b>57,03</b>	<b>57,60</b>	<b>57,50</b>	<b>57,80</b>	<b>229,93</b>	<b>57,48</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>4,79</b>

**Análisis de varianza**

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	12,023	47				
Bloques	0,027	3				
Tratamientos	11,603	11	1,055	88,49		
Factor A (Nanofertilizantes)	1,056	3	0,352	29,53**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	10,394	2	5,197	435,94**	3,28	5,29
Interacción A x B	0,153	6	0,026	2,15 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	0,393	33	0,012			

FC = 1.101,413

## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N3	5,00	A
N2	4,84	B
N1	4,70	C
N0	4,61	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	significancia
H2	5,30	A
H1	4,89	B
H0	4,18	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 9.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre el rendimiento de gruesa de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizante s	FACTOR B Hidrotenedore s	BLOQUES				SUMA	PROMEDI O
		I	II	III	IV		
N0	H0	104.246,50	104.264,50	104.235,50	104.246,50	416.993,00	104.248,25
	H1	112.875,00	112.750,00	112.820,00	112.850,00	451.295,00	112.823,75
	H2	131.050,50	128.050,60	128.040,60	132.050,20	519.191,90	129.797,98
N1	H0	105.262,50	105.266,50	105.255,50	105.048,50	420.833,00	105.208,25
	H1	112.875,00	112.850,00	112.820,00	112.850,00	451.395,00	112.848,75
	H2	130.850,50	130.834,50	130.880,60	132.850,20	525.415,80	131.353,95
N2	H0	106.872,50	106.856,50	106.880,50	106.855,50	427.465,00	106.866,25
	H1	116.975,00	116.950,00	116.920,00	116.940,00	467.785,00	116.946,25
	H2	133.737,50	133.434,50	133.840,60	132.840,20	533.852,80	133.463,20
N3	H0	108.662,50	108.683,50	108.652,50	108.672,50	434.671,00	108.667,75
	H1	119.175,00	119.150,00	119.120,00	119.150,00	476.595,00	119.148,75
	H2	132.937,50	132.850,50	132.720,60	138.940,20	537.448,80	134.362,20
<b>SUMA</b>		<b>1.415.520,00</b>	<b>1.411.941,10</b>	<b>1.412.186,40</b>	<b>1.423.293,80</b>	<b>5.662.941,30</b>	<b>1.415.735,33</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>117.977,94</b>

**Análisis de varianza**

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	5.819.977.508,758	47				
Bloques	7.013.993,432	3				
Tratamientos	5.775.584.926,181	11	525.053.175,107	463,55		
Factor A (Nanofertilizantes)	199.333.956,492	3	66.444.652,164	58,66**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	5.560.989.359,704	2	2.780.494.679,852	2.454,78**	3,28	5,29
Interacción A x B	15.261.609,984	6	2.543.601,664	2,25 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	37.378.589,145	33	1.132.684,520			

FC = 668.102.170.150,952

## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N3	120.726,23	A
N2	119.091,90	B
N1	116.470,32	C
N0	115.623,33	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H2	132.244,33	A
H1	115.441,88	B
H0	106.247,63	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 10.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre el rendimiento de pareja de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	14.125,00	14.125,00	14.125,00	14.125,00	56.500,00	14.125,00
	H1	30.950,40	30.260,80	32.660,70	34.550,00	128.421,90	32.105,48
	H2	37.340,00	39.600,00	39.820,00	38.950,00	155.710,00	38.927,50
N1	H0	18.240,00	20.550,00	18.240,00	19.340,00	76.370,00	19.092,50
	H1	34.560,50	33.700,40	30.650,60	34.960,60	133.872,10	33.468,03
	H2	41.320,00	41.550,00	41.560,00	41.720,00	166.150,00	41.537,50
N2	H0	18.340,00	21.540,00	18.340,00	18.450,00	76.670,00	19.167,50
	H1	35.680,50	35.650,50	33.760,50	30.950,50	136.042,00	34.010,50
	H2	43.520,00	44.650,00	43.350,00	43.620,00	175.140,00	43.785,00
N3	H0	24.540,00	24.240,00	25.600,00	24.500,00	98.880,00	24.720,00
	H1	39.437,50	38.336,50	39.350,50	35.550,50	152.675,00	38.168,75
	H2	47.375,00	48.480,00	47.550,00	44.280,00	187.685,00	46.921,25
<b>SUMA</b>		<b>385.428,90</b>	<b>392.683,20</b>	<b>385.007,30</b>	<b>380.996,60</b>	<b>1.544.116,00</b>	<b>386.029,00</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>32.169,08</b>

**Análisis de varianza**

F. V.	SC	GL	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	5.067.132.779,087	47				
Bloques	5.917.284,858	3				
Tratamientos	4.992.773.862,672	11	453.888.532,970	218,85		
Factor A (Nanofertilizantes)	415.708.365,002	3	138.569.455,001	66,81**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	4.547.801.703,792	2	2.273.900.851,896	1.096,39**	3,28	5,29
Interacción A x B	29.263.793,878	6	4.877.298,980	2,35 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	68.441.631,557	33	2.073.988,835			

FC = 49.672.796.280,333

## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N3	36.603,33	A
N2	32.321,00	B
N1	31.366,01	B
N0	28.385,99	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H2	42.792,81	A
H1	34.438,19	B
H0	19.276,25	C

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

**Anexo 10.** Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores sobre el rendimiento de rechazo de la zanahoria.

FACTOR A Nanofertilizantes	FACTOR B Hidrotenedores	BLOQUES				SUMA	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
N0	H0	27.840,70	30.980,90	31.700,80	34.780,90	125.303,30	31.325,83
	H1	22.760,00	23.600,00	22.800,00	22.600,00	91.760,00	22.940,00
	H2	20.125,00	21.800,00	22.560,00	21.680,00	86.165,00	21.541,25
N1	H0	28.580,80	29.640,30	30.680,80	29.760,70	118.662,60	29.665,65
	H1	20.560,00	21.800,00	19.800,00	21.200,00	83.360,00	20.840,00
	H2	20.225,00	18.560,70	20.650,60	21.600,70	81.037,00	20.259,25
N2	H0	25.187,50	26.127,50	25.650,60	26.550,70	103.516,30	25.879,08
	H1	18.680,00	18.760,00	18.460,00	18.560,00	74.460,00	18.615,00
	H2	18.225,00	19.560,70	18.650,60	18.600,70	75.037,00	18.759,25
N3	H0	24.340,60	23.650,60	23.850,70	23.650,70	95.492,60	23.873,15
	H1	18.450,00	17.569,00	16.760,00	16.650,00	69.429,00	17.357,25
	H2	18.125,00	16.800,00	16.700,00	16.580,00	68.205,00	17.051,25
<b>SUMA</b>		<b>263.099,60</b>	<b>268.849,70</b>	<b>268.264,10</b>	<b>272.214,40</b>	<b>1.072.427,80</b>	<b>268.106,95</b>
<b>PROMEDIO</b>							<b>22.342,25</b>

**Análisis de varianza**

F. V.	SC	gl	CM	Fcal	F0,05	F0,01
Total	988.816.411,2	47				
Bloques	3.543.422,8	3				
Tratamientos	945.437.323,7	11	85.948.847,6	71,20		
Factor A (Nanofertilizantes)	242.377.843,7	3	80.792.614,6	66,93**	2,88	4,22
Factor B (Hidrotenedores)	687.610.244,7	2	343.805.122,3	284,81**	3,28	5,29
Interacción A x B	15.449.235,3	6	2.574.872,6	2,13 <sup>ns</sup>	2,38	3,38
Error	39.835.664,8	33	1.207.141,4			

FC = 23.960.445.546,1



## Separación de medias según Tukey

### Factor A (Nanofertilizantes)

Tratamientos	Medias	Significancia
N0	25.269,03	A
N1	23.588,30	B
N2	21.084,44	C
N3	19.427,22	D


Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

### Factor B (Hidroretenedores)

Tratamientos	Medias	Significancia
H0	27.685,93	A
H1	19.938,06	B
H2	19.402,75	B

Promedios con letras distintas difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ )

Anexo 11. Análisis de suelo previo a la siembra




**AGROBIOLAB**  
**Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.**  
 LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025  
 Cumbuco, Caldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador  
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com


Datos del Cliente		Referencia	Interpretación	
Cliente : MORALES PEREZ JESSICA		No. Doc.: <b>53523</b>	<b>Textura</b> <small>Boal, S.W. 1973</small>	<b>Elementos</b> <small>INAP, Vol. Tac. 1979</small>
Prop / Dir : QUINTA SAN MARIO		Emisión: 13/08/2020	Fraco = Franco	B = Bajo
Cultivo : ZANAHORIA		Impreso: 13/08/2020	Arc = Arcilloso	M = Medio
Ingreso : 06/08/2020	**Ensayo : 10/06/2020	Página: 1 de 2	Aa = Arenoso	S = Suficiente
No. Lab. : Desde : 158089	Hasta : 158089		L = Limoso	A = Alto
			Ar = Arena	E = Exceso
			Fca = Franca	Ac = Acido
				LAc = Lig. Acido
				Pn = Prac. Neutro
				LAl = Lig. Alcalino
				Al = Alcalina

Nombre : MUESTRA 1, ANTES SIEMBRA  
 No. Lab. : 158089 Profund (cm): 0-30 Arena % : 52.000 Arcilla % : 20.000 Limo % : 28.000 Clase Textural: FCO-ARC-AS-

*pH	*C. E. mmhos/cm	*M. O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
7.20 Pn	0.34 B	1.01 B	73.70 A	101.00 B 18.16	1.03 A ± 0.16	18.41 B ± 2.95	3.27 A ± 0.55	0.06 B	20.77 A
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4
8.90 B 1.75	32.50 M ± 8.45	3.40 B <L.C.	4.10 M ± 1.55	1.43 M	10.20 B	9.56 A	5.01 B	3.17 A	19.10 B



Símbolo decimal = (.)  
 Los valores con incertidumbre (+/-) están calculados con un nivel de confianza del 95% (k=2)  
 <L.C. = Valor menor al Límite de Cuantificación  
 Métodos: pH 1:2.5 H2O; C.E.: Na; Pasta saturada; M.O.: Walkley and Black; Al-H: Olsen Modificado B; Fósforo Monocálcico; N-H4, NO3, SO4 Colorimetr  
 Métodos Valrados: Ca: PEE/ABL/01; Mg: PEE/ABL/02; P: PEE/ABL/03; K: PEE/ABL/04; Zn, Cu, Fe, Mn: PEE/ABL/05  
 Nota: Los ensayos marcados con (\*) no tienen aun valores de incertidumbre.  
 \*\*Fecha Inicial de Ensayo; La Fecha Final de Ensayo es cuatro días laborables a partir de la Fecha Inicial de Ensayo.  
 Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.



Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D  
 Director del Laboratorio

**¡SU ÉXITO ES NUESTRO!**

## Anexo 12. Clase textural del suelo

