

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES.

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

TEMA: EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE *Trichoderma spp.* PARA MEJORAR EL SISTEMA RADICULAR, Y *Bacillus spp.* PARA EL CONTROL DE PUDRICIONES CAUSADAS POR *Erwinia carotovora* EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota*)

Trabajo de titulación previo para la obtención del título de
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Dayra Daniela Guerrón Paspuel

ASESOR: Ing. Marcelo Ibarra M.Sc.

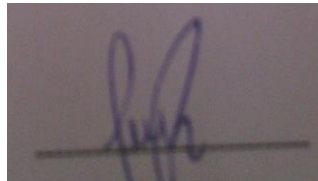
Tulcán – Ecuador

AÑO: 2016

CERTIFICADO

Certifico que el estudiante Dayra Daniela Guerrón Paspuel con el número de cédula 040162224-6 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: Evaluación de diferentes dosis de *Trichoderma spp.* para mejorar el sistema radicular, y *Bacillus spp.* para el control de pudriciones causadas por *Erwinia carotovora* en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*)

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



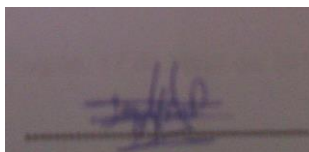
Ing. Marcelo Ibarra M.Sc

Tulcán, 17 de Mayo del 2016

AUTORÍA DE TRABAJO

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales

Yo, Dayra Daniela Guerrón Paspuel con cédula de identidad número 040162224-6 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
Dayra Guerrón

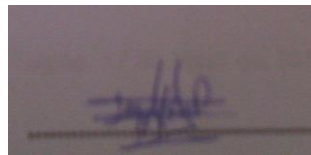
Tulcán, 17 de Mayo del 2016

ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS DE GRADO

Yo Dayra Daniela Guerrón Paspuel, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y trabajo de titulación que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 17 de Mayo del 2016



Dayra Daniela Guerrón Paspuel

CI 040162224-6

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser el guía principal en mi camino, en mis decisiones, quien me ha dado fortaleza ante los fracasos y sabiduría ante los triunfos.

A mi familia por brindarme su apoyo y comprensión, por estar siempre de mi mano, en las buenas y en las malas, con su total apoyo que me lleva a ser cada día una mejor persona, y siempre con el ejemplo, por el mejor camino.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, quien me abrió las puertas de esta casona del saber, para formar mi carrera profesional y siempre me brindó las mejores oportunidades para el desarrollo en mi trayecto como estudiante en diferentes ámbitos, tanto artísticos como académicos.

A mi tutor de tesis al Ing. Marcelo Ibarra, quien me brindó su apoyo, su tiempo y comprensión para poder culminar con éxito este proyecto, con su apoyo en cada momento de desarrollo de mi tesis y desprendiéndose de todo su tiempo y conocimientos que necesité para poder culminar con éxito.

A mis maestros quienes de una manera desinteresada en su momento se desprendieron de su rol como profesionales y me brindaron sabios consejos para mi formación como una buena profesional.

A mis compañeros de aula, con quienes viví las mejores experiencias en el camino formativo, con quienes compartimos, alegrías, tristezas, enojos, y sobre todo una hermosa amistad.

Y de manera muy especial al Ing. José Tatés, quien me brindo ayuda técnica en todo el desarrollo de tesis, a él y todo el equipo de técnicos agrónomos de IMPOLETA, amigos y compañeros de trabajo quienes supieron guiar, y brindar sus mejores consejos para poder culminar con éxito este proyecto.

DEDICATORIA

Al final de esta mi vida estudiantil quiero dedicarle con todo mi amor esta investigación:

A mis papitos Milton Guerrón e Isabel Paspuel, por ser la fuente de inspiración, de amor, de dedicación, por ser ese empuje diario y ese aliento en los malos momentos, a ustedes mis ángeles porque este no es solo mi logro, es el de ustedes agarrados de mi mano.

A mis hermanos Walter y Jefferson, quienes han sido el mejor ejemplo de responsabilidad, perseverancia, lucha y constancia, que me enseñaron a ser fuerte, a no rendirme y que en mi vida todo lo debo conseguir con mi propio esfuerzo, ustedes nunca me dejaron sola y siempre me llenan de fortaleza.

A mis sobrinos Jeremy y Sebitas, que con sus sonrisas, sus besos tiernos, sus abrazos inocentes me han dado la alegría, el empuje y esas ganas de ser mejor a diario, mis amores chiquititos por quienes a diario me levanto y empiezo mi día con fuerza, quienes me inspiran a ser mejor cada minuto, con todo mi amor para mis niños.

A mis cuñadas Mercedes y Tania por ser esas hermanas que nunca tuve, por acompañarme en mis locuras, compartir risas y tristezas juntas, y sobre todo porque ustedes me han regalado lo mejor de mi vida, mis sobrinos.

CONTENIDO

CERTIFICADO	ii
AUTORÍA DE TRABAJO	iii
ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS DE GRADO	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO	1
ABSTRAC	2
INTRODUCCIÓN	3
I EL PROBLEMA	5
1.1. Planteamiento del problema.....	5
1.2. Formulación del problema	6
1.3. Delimitación.....	6
1.3.1. Características agroecológicas	6
1.4. Justificación.....	7
1.5. Objetivos	8
1.5.1. General	8
1.5.2. Específicos.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes investigativos	9
2.2. Fundamentación legal	10
2.3. Fundamentación filosófica.....	11
2.4. Fundamentación científica.....	12
2.4.1. Clasificación botánica y taxonómica.....	12
2.4.2. Requerimientos edafoclimáticos	13
2.4.3. Particularidades del cultivo.....	14
2.4.4. Labores culturales	15
2.4.5. Recolección.....	16
2.4.6. Plagas	17
2.4.6.1. Insectos.	17
2.4.6.2. Enfermedades	18
2.4.7. Métodos de control.....	21
2.4.7.1. Control químico:	21
2.4.7.2. Control biológico.....	21
2.4.7.3. Mecanismos mediante los cuales los antagonistas ejercen su acción	22

2.4.8.	Controladores Biológicos	23
2.4.8.1.	Bacillus	23
2.4.8.2.	Trichodermas.....	23
2.4.9.	Vocabulario técnico	25
2.4.10.	Hipótesis	25
2.4.10.1.	Hipótesis alternativa.	25
2.4.10.2.	Hipótesis nula.	25
2.4.11.	Variables	26
2.4.11.1.	Dependientes.....	26
2.4.11.2.	Independientes	26
III.	MARCO METODOLÓGICO	27
3.1.	Modalidad de la investigación	27
3.2.	Tipos de investigación	27
3.2.1.	Bibliográfica.....	27
3.2.2.	De campo y experimental.....	27
3.3.	Población y muestra de la investigación.....	27
3.3.1.	Población	27
3.3.2.	Muestra	27
3.4.	Operacionalización de variables.....	29
3.5.	Recolección de la información.....	30
3.5.1.	Información bibliográfica.	30
3.5.2.	Información procedimental	30
3.5.3.	Factores en estudio.....	30
3.5.4.	<i>Características del experimento</i>	31
3.5.5.	Diseño experimental.....	32
3.5.6.	Características de la unidad experimental	32
3.5.7.	Esquema de análisis de varianza.....	32
3.5.8.	Análisis funcional	32
3.5.9.	Variables evaluadas	33
3.6.	Métodos de manejo del experimento.....	33
3.6.1.	Materiales y equipos	33
3.7.	Procedimiento	34
3.7.1.	Preparación del suelo.....	34
3.7.2.	Siembra.....	35
3.7.3.	Labores culturales.....	35

3.7.4.	Riego.....	35
3.7.5.	Controles fitosanitarios.....	35
3.7.6.	Aplicación de tratamientos	35
3.7.7.	Toma de datos	35
3.7.8.	Cosecha	36
3.8.	Procedimiento, análisis e interpretación de resultados.....	36
3.8.1.	ADEVA para crecimiento del sistema radicular a los 8 días después de la siembra y 32 días después de siembra.....	36
3.8.2.	ADEVA para el diámetro del sistema radicular a los 42, 77 y 112 días después de la siembra	39
3.8.3.	ADEVA para la medición de Incidencia de <i>Erwinia</i> a los 14, 63 y 112 días después de la siembra (dds)	41
3.8.4.	ADEVA para la medición Rendimiento.....	42
3.8.5.	Análisis económico.....	43
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
4.1.	Conclusiones.....	44
4.2	Recomendaciones.....	44
V.	BIBLIOGRAFIA	46
VI.	ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-	Control de malas hierbas	15
Tabla 2-	Operacionalización de variables	29
Tabla 3-	Niveles de cada factor.....	30
Tabla 4-	Tratamientos en estudio.....	31
Tabla 5-	Características del experimento	31
Tabla 6-	Esquema de análisis de varianza. (ADEVA)	32
Tabla 7-	ADEVA para crecimiento del sistema radicular a los 8 días después de la siembra y 32 días después de siembra.....	36
Tabla 8-	ADEVA para el diámetro del sistema radicular	39
Tabla 9-	ADEVA para la medición de la incidencia de <i>Erwinia</i> a los 14, 63 y 112 días después de la siembra (dds)	41
Tabla 10-	ADEVA para el rendimiento	42
Tabla 11-	Análisis económico por m ² de parcelas.....	43

Tabla 12- Costo por hectárea.....	43
Tabla 13- Costo beneficio	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Clasificación taxonómica.	13
Ilustración 2- Población y muestra	28
Ilustración 3- Tukey para crecimiento del sistema radicular a los 8 días después de la siembra.....	37
Ilustración 4- Tukey para crecimiento del sistema radicular a los 32 días después de la siembra.....	38
Ilustración 5- Tukey para el diámetro del sistema radicular a los 42 días después de la siembra (dds).....	40
Ilustración 6- Tukey para el diámetro del sistema radicular a los 77 días después de la siembra (dds).....	40
Ilustración 7- Tukey para el diámetro del sistema radicular a los 112 (dds).....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1- Preparación de suelo.....	49
ANEXO 2 - Trazado del terreno	49
ANEXO 3 - Crecimiento fenológico de la zanahoria.....	50
ANEXO 4 - Toma de datos.....	50
ANEXO 5 – Aplicación de tratamientos.....	51
ANEXO 6 - Cosecha de zanahoria.....	51

RESUMEN EJECUTIVO

Para evaluar tres dosis de *Trichodermas* y de *Bacillus* sobre el crecimiento radicular y el control de *Erwinia carotovora*, respectivamente, en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*), se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con un análisis factorial, utilizando once tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando variables como: control de *Erwinia carotovora* en el cultivo, longitud de raíz, diámetro de tubérculo (zanahoria), producción, y análisis económico.

El mejor tratamiento para el crecimiento longitudinal de la raíz es el tratamiento T9 (Trichoderma 5 ml, Bacillus 5 ml), con una longitud promedio de 8,5 cm a la cuarta semana del cultivo. Para la variable de diámetro del tubérculo los mejores tratamientos fueron el T7 (Trichoderma 5 ml, Bacillus 2.50 ml), T8 (Trichoderma 5 ml, Bacillus 2.50 ml) y T9 (Trichoderma 5 ml, Bacillus 5 ml). Para el control de *Erwinia carotovora* y producción no se mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos y testigos. Al no presentarse diferencias estadísticas en la variable producción el análisis económico, se lo realizó en función al análisis de los costos de producción, en donde el testigo químico se presentó como el tratamiento más costoso en relación al resto con un costo de USD 26,05.

Palabras claves: Bacillus, Trichodermas, diámetro, longitud, Erwinia carotovora.

ABSTRAC

To evaluate three doses of Trichodermas and Bacillus on root growth and control of *Erwinia carotovora*, respectively, in carrot (*Daucus carota*) crop, a complete random (DBCA) blocks design was applied, with a factorial analysis, using eleven treatments and four replications, evaluating variables such as *Erwinia carotovora* control in the crop, root length, diameter tuber (carrot), production, and economic analysis.

The best treatment for the longitudinal growth of the root is the treatment T9 (Trichoderma 1000cc, Bacillus 1000cc) with an average length of 8.5 cm to the fourth week of culture. For the variable diameter of the tuber the best treatments were the T7 (Trichoderma 1000cc, Bacillus 250cc), T8 (Trichoderma 1000cc, Bacillus 500cc) and T9 (Trichoderma 1000cc, Bacillus 1000cc). To control of *Erwinia carotovora* and production no statistical difference between treatments and witnesses were found. Due to no statistical differences in production economic analysis was perform according to the analysis of production costs, where the chemical control was the most expensive treatment in relation to the rest at a cost of USD 26.05

Keywords: Bacillus, Trichodermas, diameter, length, *Erwinia*

INTRODUCCIÓN

La zanahoria es una hortaliza de alto valor nutritivo, alto contenido de caroteno, y provitamina. Es una hortaliza de mucha demanda comercial por sus grandes aportes a la salud que puede ser usada para varias funciones, en muchos de los casos se puede ingerir cruda o cocida. Además contiene un alto contenido de carbohidratos, cosa que no es muy común en otras hortalizas. Cuenta con la presencia de otros nutrientes como son: la vitamina E, B, B3 y grandes concentraciones de potasio, fósforo, magnesio, yodo y sobre todo calcio.

La producción total de zanahoria en Ecuador es de 28130 (t) anuales. (Revista Líderes, 2006). Según el Resumen Estadístico del Sector Agropecuario elaborado por el Gobierno Provincial de Tungurahua, la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Ambato y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca de Ecuador (MAG) la zanahoria se produce en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo, siendo esta última provincia la que más produce con 10 300 toneladas (t) por año.

Gracias a las condiciones climáticas del Ecuador, la zanahoria se produce durante todo el año. Para un óptimo cultivo de este producto, se requieren de 12 a 16 semanas, dependiendo de la variedad. En Ecuador, la mayor parte de la producción de zanahoria es para consumo interno, solo se exporta un 3,9%, que corresponde a la variedad conocida como 'baby carrot' (zanahoria bebé), tanto fresca como congelada. Las primeras exportaciones de zanahoria, desde Ecuador, se registraron en el año 1993, cuando coincidentalmente se inició un período de irregularidad en las ventas de zanahoria en el mundo. (Revista Líderes, 2006).

La zanahoria al ser una hortaliza de consistencia succulenta es muy afectada por fitoparásitos que ocasionan su pérdida, siendo su principal objetivo de ataque la raíz, impidiendo su crecimiento y por ende su productividad. Los principales métodos de control empleados para el combate de estos fitoparásitos están centrados en el uso de agroquímicos, lo que actualmente ha ocasionado elevados costos de producción, afecciones al medio ambiente, y resistencia.

Tomando en consideración que la zanahoria es una de las hortalizas más consumidas en el mundo, el mercado actual exige zanahorias con otras características de calidad como es productos orgánicos o con bajos niveles de trazabilidad de agroquímicos, lo que ha llevado a los sistemas de producción de esta hortaliza a combinar métodos de control entre físicos, químicos y biológicos.

Bajo este contexto la presente investigación pretende evaluar dos tipos de microorganismos, de uso biológico en agricultura, como es *Trichoderma* spp. que permitirá aumentar el desarrollo radicular y por ende la productividad, y *Bacillus* spp. como controlador biológico de *Erwinia carotovora*, considerada una de las principales enfermedades de la zanahoria.

I EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El cultivo de la zanahoria amarilla *Daucus carota*, en nuestro país ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, tanto en superficie como en producción ya que se trata de una de las hortalizas más conocidas en el mundo. Considerado como un excelente alimento desde el punto de vista nutricional, gracias a su alto contenido de vitaminas y minerales, fácil de cultivar, y accesible a la economía familiar. (Cuarán. N, 2009).

Es una planta la cual es muy atacada por fitoparásitos que ocasionan pérdidas, estimadas entre 50 y 100 millones de dólares anuales a nivel mundial (Benelli., 2004 & Duarte. 2004), porque atacan principalmente la raíz impidiendo su crecimiento y por ende su productividad. Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – Argentina (INTA), la podredumbre blanda de la raíz es una enfermedad bacteriana causada por las especies *Erwinia carotovora* y *E. chrysanthemi*. Ambas se presentan tanto en el suelo como en almacenamiento cuando las condiciones de humedad y temperatura son elevadas (98% de humedad relativa y 25 °C). Ocasionando pudriciones blandas y húmedas en raíces reservantes, que en algunos casos se puede sentir un olor fétido, provocando una podredumbre acuosa.

Las dos especies de bacterias sobreviven en el suelo en los restos vegetales y penetran en las raíces por heridas. Esta bacteria se caracteriza por tener un amplio rango de hospedantes, especialmente aquellas que tengan tejidos suculentos. *Erwinia* es considerado un patógeno débil porque requiere heridas para poder penetrar. En condiciones de campo, se encuentra comúnmente asociada a pudriciones causadas por *Fusarium* y *Phytophthora*, en estos casos es considerado un organismo secundario. (Pineda Angélica, 2012), además debido a esta forma de ataque, las malas prácticas agropecuarias son desencadenantes a la presencia de este patógeno.

1.2. Formulación del problema

Alto porcentaje de incidencia de pudrición blanda causada por *Erwinia Carotovora* en el cultivo de zanahoria.

1.3. Delimitación

- La investigación estuvo encaminada a la sub línea de investigación de: Manejo y Nutrición vegetal.
- Esta se realizó en la hacienda San Francisco propiedad de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en el Cantón Huaca, Provincia del Carchi.
- Se realizó a partir del mes de septiembre 2015 hasta el mes de febrero del 2016.

1.3.1. Características agroecológicas

Superficie

El cantón Huaca cuenta con una superficie de 69.55 Km², con una población de 7624 habitantes.

Altitud

El cantón Huaca tiene una altitud de desde 2.800 hasta los 4.000 msnm.

Clima

Cuenta con un clima frío que oscila entre los 10 °C hasta los 18 °C.

Topografía

Es Irregular en gran parte del territorio, con pendientes moderadas y fuertes.

Límites

Norte; con Cantón Tulcán

Este; con Provincia de Sucumbíos.

Sur; con Cantón Montufar

Oeste; con Cantón Tulcán y Cantón Montufar.

1.4. Justificación

En el Ecuador se cultiva zanahoria desde hace 500 años, pero siempre de la manera tradicional. Según el III Censo Nacional Agropecuario este cultivo transitorio tiene una superficie sembrada de 2932 ha, a nivel Nacional, con un rendimiento promedio de aproximadamente 10 t/ha, siendo la variedad que cubre la mayoría de cultivos la Chantenay, muy común en los agricultores tradicionales por el bajo costo de la semilla.

La zanahoria es una raíz que se cultiva alrededor del mundo, por ser un alimento funcional muy importante, como fuente rica en β -caroteno (80 mg por cada kg de zanahoria), α -caroteno, vitamina E y C (López A. 2001)

Es bastante atractivo para el ataque de fitopatógenos, lo que demanda un control fitosanitario con agroquímicos, sin considerar otros métodos de control como es el control biológico. (López A. 2001)

Actualmente como agentes de control biológico, se utilizan organismos vivos como hongos, bacterias, virus e insectos que reducen la población de patógenos que afectan a los cultivos. Dentro de estos organismos vivos se destacan *Trichoderma* y *Bacillus* que tiene características importantes para ser utilizadas dentro de un plan de manejo fitosanitario adecuado. (López A. 2001)

Trichoderma es un hongo benéfico utilizado en la agricultura debido a que ayuda al desarrollo radicular lo cual mejora la absorción de nutrientes en el suelo, protege a las plantas de hongos patógenos presentes en el suelo como en el caso presencia de *Phytophthora* y *Fusarium*, ayuda a una rápida germinación de semillas debido a las enzimas que produce, contribuyendo a mantener humedad y evitar el estrés de las plantas. (Fernández S. 2004)

Bacillus por otro lado es una bacteria de uso benéfico para la agricultura ya que protege a las plantas de la presencia de bacterias patógenas como es el caso de *Erwinia carotovora* que producen pérdidas en la producción. Es un organismo vivo cuya acción es agresiva frente a la presencia de patógeno, provocando una protección a la planta en presencia de cualquier tipo de bacterias en los cultivos. (Fernández S. 2004)

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Evaluar diferentes dosis de *Trichodermas spp.* para mejorar el sistema radicular y *Bacillus spp.* para el control de pudriciones causadas por *Erwinia carotovora* en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*).

1.5.2. Específicos

1. Evaluar el efecto de *Bacillus* como controlador biológico de *Erwinia carotovora*.
2. Evaluar el efecto de *Trichoderma spp.* sobre el crecimiento radicular de zanahoria (*Daucus carota*)
3. Determinar la mejor dosis de aplicación de *Bacillus spp.* y *Trichoderma spp.* *respectivamente* en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*).
4. Realizar un análisis costo beneficio del cultivo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

Barrionuevo M., et al. (2010), evaluó el comportamiento bioagronómico de 12 cultivares de zanahoria (*Daucus carota L.*) de tipo Nantes en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, donde se obtuvo los cultivares Nikki – F1 y Bolero – F1 con medidas de 98 y 97,67 respectivamente, presentando el mayor porcentaje de germinación, el vigor de 3 y 3,67 correspondiente a vigoroso y muy vigoroso respectivamente, resistentes a alternaria motivos por los cuales no hubo presencia de síntomas de enfermedad, con un peso de raíz de 141,68 g para Nikki – F1 y 198,13 g para Bolero – F1, con una longitud de raíz de 21,41 cm y 18,11 respectivamente para cada una de ellas.

Carrión J., et al. (2008) En la Universidad Austral de Chile, infectaron el sustrato con dos niveles del patógeno. Luego de 24 horas, se plantaron tubérculos de calas de la variedad Lady Lack con incisiones para facilitar la infestación con *Erwinia carotovora*. El ensayo presentó 3 niveles de patógeno, 6 concentraciones del antagonista, con cuatro repeticiones. En el segundo ensayo sólo hubo un nivel de infestación. En este ensayo se plantaron tubérculos de cala en bolsas y al sustrato se le agregaron 5 concentraciones de la cepa antagonista. El primer ensayo se realizó bajo condiciones controladas, en tanto que el segundo se llevó a cabo bajo invernadero. Los resultados mostraron, en el caso del primer ensayo, que concentraciones de la cepa antagonista (*Bacillus*) BC10 del orden de 10^4 , 10^6 y 10^8 UFC/ml en el nivel de infestación medio del patógeno, presentan una capacidad inhibitoria positiva, pero no significativa, frente a *E. carotovora*. Al existir interacción entre *E. carotovora* y altas concentraciones de la cepa BC10, del orden de 10^{14} UFC/mL, se incrementa la severidad de la enfermedad. También se pudo observar que los tubérculos son transmisores asintomáticos de la enfermedad.

Reinoso Y., et al. (2008) aislaron bacterias de suelo pertenecientes al género *Bacillus* en la Habana y se determinó, por el método de difusión en agar, el efecto inhibitorio que ellas pudieran tener in vitro sobre el crecimiento de *Pectobacterium carotovorum*, agente causal de la pudrición blanda de la papa. Las cepas aisladas que mostraron efecto antagónico se identificaron hasta conocerlas mediante

pruebas bioquímicas convencionales. Se obtuvo un total de 98 cepas bacterianas, de las cuales solamente siete inhibieron el crecimiento de al menos una de las cepas de *P. carotovorum* analizadas. Las cepas B1 y B9 se identificaron como *Bacillus licheniformis*, las B4 y B10 como *Paenibacillus polymyxa*, y la B2 como *Brevibacillus laterosporus*, mientras que las cepas B6 y B8 se reportan en este estudio como *Bacillus spp.* La cepa B2 resultó la mejor candidata como agente de control biológico por la actividad antagónica mostrada frente a todas las cepas de *P. carotovorum* utilizadas en este estudio.

Donoso E., et al. (2008) buscaron nuevas alternativas para incrementar tanto la producción como la calidad de las plántulas. Entre éstas se encuentran el uso de fuentes orgánicas de fertilización y el uso de hongos como *Trichoderma harzianum*. Este estudio pretende determinar la capacidad estimulante de una cepa nativa de *T. harzianum* sobre plántulas de *Pinus radiata* en Chile con la Universidad de Talca y el efecto del uso de compost como sustrato sobre esta interacción, tanto desde el punto de vista de la planta (vigor) como del hongo (poblacional). Los resultados obtenidos indican que la presencia conjunta de compost y *T. harzianum* permite un incremento significativo en altura y biomasa de las plantas, así como el desarrollo del sistema radical. Por su parte, la presencia de compost estimula un incremento poblacional del hongo *T. harzianum*, indicando que la inoculación de los sustratos utilizados para producción de plántulas de *P. radiata* con *T. harzianum* generaría un incremento significativo en el vigor de las plántulas producidas. Los mecanismos involucrados no han sido dilucidados.

2.2. Fundamentación legal

El **Art. 13.-** de la Constitución 2008 describe sobre el Derecho del buen vivir. Explicando que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

Art. 281 (literal 3).- Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.

Art. 281 (literal 13).- Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.

La Agencia Ecuatoriana de Sanidad y Calidad Agropecuaria (**AGROCALIDAD**) dentro de su ámbito de acción se resumen en:

- Prevención, control y erradicación de pestes y plagas vegetales consideradas por Agrocalidad de importancia económica y social.
- Garantizar la inocuidad de la producción orgánica agropecuaria en su fase primaria.

Además en el Capítulo II del marco Legal art. 2 de (LOES, 2012) “Ley Orgánica de Educación Superior”: “Para la obtención del título Profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar un trabajo de titulación orientado a ejercitarse en la investigación con pertinencia a la disciplina en que obtendrá el grado”, además la presente investigación pretende dar cumplimiento a lo estipulado en el reglamento de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en cuanto a trabajos de tesis, graduación titulación e incorporación, capítulo II del Marco legal

2.3. Fundamentación filosófica

El uso indiscriminado de agroquímicos ha llevado a la presencia intolerable de plagas y enfermedades en diferentes cultivos de la zona, ocasionado un desequilibrio en la producción, aumentando costos en ella y disminuyendo en si la buena producción, ya que con el exceso de agroquímicos lo único que hemos logrado es la degeneración paulatinamente de nuestros suelos, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar (Guillén D. 2004). A diario aparecen nuevas plagas, que han sido cada día más complicadas de superar.

Además la producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente ya que son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua.

De forma generalizada se admite actualmente la definición del control biológico enunciada por Baker y Cook (1974) hace más de 20 años. Según estos autores se entiende por control biológico la reducción de la densidad o de las actividades productoras de enfermedades de un patógeno o parásito, en su estado activo o durmiente, lograda de manera natural o a través de la manipulación del ambiente, del hospedero o de antagonistas del patógeno o plaga que se quiere controlar. (Franco Y. 2008).

2.4. Fundamentación científica

Desde un punto de vista nutricional la zanahoria es una de las raíces más interesantes pues además de contener abundante agua orgánica en un 85% de su peso, es rica en azúcares (especialmente en glucosa, levulosa y dextrosa), vitaminas y minerales además de contener valores más discretos de proteínas, mucílagos y pectinas. Y todo ello con apenas el 0,2% de grasa en su composición. En cuanto a las vitaminas cabe decir que contiene importantes cantidades de carotenos, especialmente betacaroteno o provitamina A, el pigmento natural que le da su característico color y que el cuerpo transforma en vitamina A según los requerimientos, es un eficaz antioxidante que ayuda a proteger al organismo de la acción destructiva de los radicales libres, prevenir la aparición de enfermedades degenerativas y cáncer. (Blog Eco Agricultor, 2007).

2.4.1. Clasificación botánica y taxonómica

La zanahoria es una hortaliza herbácea, dicotiledónea, bianual y alógama, en la primera etapa de crecimiento la raíz almacena la mayor parte de las reservas nutricionales; mientras que en la segunda parte, luego de un periodo de descanso denominado vernalización se desarrollan los tallos florales.

La raíz es tuberosa con presencia de pequeñas ramificaciones secundarias, se presenta compacta y de consistencia carnosa, la coloración va desde amarilla hasta roja. Su longitud es de 12 a 18 cm. dependiendo de la variedad. La sección transversal de la raíz es succulenta, muestra dos regiones distintas: la exterior y la interior. Los tejidos exteriores constan de un peridermo delgado y una banda relativamente ancha de tejido almacenador. El peridermo reduce la transpiración a un mínimo y resiste los ataques de organismos invasores; el tejido almacenador de

las raíces maduras acumula cantidades relativamente grandes de almidón, caroteno y cantidades moderadas de azúcar, tiamina y riboflavina. La región interior o corazón, consta de un xilema y médula. (Franco Y. 2008).

Ilustración 1- Clasificación taxonómica.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Umbelliferales
Familia	Umbelliferae
Género	Daucus
Especie	Carota
Nombre científico	<i>Daucus carota</i> . var. Nantes, Chantenay
Nombre común	Zanahoria

Fuente: Rueda (2004).

2.4.2. Requerimientos edafoclimáticos

- **Temperatura.**

Es una planta bastante rústica, aunque tiene preferencia por los climas templados. Al tratarse de una planta bianual, durante el primer año es aprovechada por sus raíces y durante el segundo año, inducida por las bajas temperaturas, inicia las fases de floración y fructificación. La temperatura mínima de crecimiento está en torno a los 9°C y un óptimo de 16-18°C. Soporta heladas ligeras; en reposo las raíces no se ven afectadas hasta -5°C lo que permite su conservación en el terreno. Las temperaturas elevadas (más de 28°C) provocan una aceleración en los procesos de envejecimiento de la raíz, pérdida de coloración, etc. (Charanza C. 2006).

- **Suelo.**

Prefiere los suelos arcillo-calizos, aireados y frescos, ricos en materia orgánica bien descompuesta y en potasio, con pH comprendido entre 5,8 y 7. Los terrenos compactos y pesados originan raíces fibrosas, de menor peso, calibre y longitud, incrementándose además el riesgo de podredumbres. Los suelos pedregosos originan raíces deformes o bifurcadas y los suelos con excesivos residuos orgánicos dan lugar a raíces acorchadas. (Charanza C. 2006)

2.4.3. Particularidades del cultivo

- **Preparación del terreno.**

La preparación consiste en una labor profunda con subsolado o vertedera, seguida de una labor superficial. El lecho de siembra se prepara con una labor de roto cultivador y un conformador adaptado, dependiendo si el cultivo se realiza en llano, surcos o meseta; las labores de preparación del terreno pueden ser hechas manualmente en extensiones pequeñas con la elaboración de camas que tienen dimensiones de un metro de ancho por 10 metros de largo con una altura de 20 cm. del suelo para evitar encharcamientos y facilitar el drenaje de las aguas, se debe agregar materia orgánica en una cantidad de 30 Tn. por hectárea dependiendo de los análisis de suelo. (Charanza C. 2006).

- **Siembra.**

Se realiza prácticamente durante todo el año, se siembra al voleo, quedando la distancia definitiva entre plantas de 15 x 20 cm, lo que hace suponer que si se quedan a distancias inferiores tendrá que procederse al aclareo de plantas, su sistema de propagación es sexual; esta hortaliza es eminentemente de siembra directa, el trasplante casi nunca es efectivo el porcentaje de prendimiento es menor al 15%, las plantas que logran sobrevivir al trasplante tienen serios problemas de malformaciones y retrasos en el crecimiento en comparación con el resto de la población., la recomendación en siembra manual es de 4 a 5 kg/ha y de 2.5 a 3.5 kg/ha con sembradora.

La semilla deberá quedar a una profundidad de unos 4 mm. Con las cantidades de semillas especificadas se puede llegar a tener entre 800000 a 950000 plantas por hectárea con distancias de 60 a 90 cm. entre surcos y en doble hilera, las distancias entre hilera van de 20 a 30 cm. y entre doble hileras 1 m, la distancia entre planta va de 4 a 8 cm. (Charanza C. 2006).

- **Abonado y fertilización**

A modo de orientación se indican los siguientes abonados:

- Tierras pobres, por hectárea: estiércol (30 T), nitrato amónico al 33,5 % (100kg), superfosfato de cal al 18 % (400 kg), cloruro potásico al 50 % (100 kg).

- Tierras ricas, por hectárea: nitrato amónico al 33,5 % (100 kg), superfosfato de cal al 18 % (300 kg), cloruro potásico al 50 % (150 kg).

La fertilización del cultivo debe hacerse en base a los resultados del análisis de suelo ya que las cantidades presentes de los elementos pueden estar en los rangos de alto medio y bajo, para lo cual existen distintas especificaciones en la aplicación de los elementos. La zanahoria responde a la fertilización de potasio y nitrógeno, como también a las aplicaciones de calcio y magnesio, se ha establecido que la zanahoria es sensible a la carencia de boro. (Charanza C. 2006).

En base a los análisis de suelo los requerimiento de nitrógeno fósforo y potasio pueden ser altos, en cuyo caso las dosis son de 160, 80 y 200 kg/ha respectivamente, medio la fertilización es de 120, 60 y 150 kg/ha, bajo se aplica 80, 40 y 100 kg/ha. El calcio y el magnesio deben ser calculados en base a la extracción de los nutrientes por la planta que son de 24.6 kg/ha por parte de la raíz en el caso del calcio y de 12.3 kg/ha en el caso del magnesio. La extracción de nutrientes que están destinados al follaje son de 235.2 y 11.2 kg/ha para el calcio y el magnesio. (Charanza C. 2006).

2.4.4. Labores culturales

- **Hierbas no deseadas.**

La zanahoria es una de las hortalizas más sensible a la competencia de las hierbas no deseadas, debido a su lento crecimiento en las primeras semanas especialmente, por tanto la protección durante las primeras fases es fundamental, en donde podemos realizar de una manera manual si no es gran extensión, o la otra opción es el uso de herbicidas.

Tabla 1- Control de malas hierbas

Ingrediente Activo	Nombre comercial	Dosis	Momento de aplicación
Linuron 50%	Linuron, Linurex.	250g/200ltrs	Post y Pre emergencia.
Metribuzina 480 SC	Sencor, Abax, Castigador	250cc/200ltrs	Post- emergencia a partir de la cuarta hoja
Haloxypop	Verdict	250cc/200ltrs	Post y Pre emergencia

Fuente: Vademecum agrícola 2016.

- **Escarda y aclareo.**

La escarda es una de las prácticas más importantes en el manejo de las hortalizas de bulbo y raíz en especial cuando los suelos en los que se cultiva son pesados; la primera se la practica a los 40 días de la siembra. (Barahona, 2003). El aclareo se lo realiza cuando la zanahoria tiene de tres a cuatro hojas verdaderas y consiste en dejar a las plantas con un distanciamiento que puede ser de 4 a 8 cm. dependiendo del cultivar para permitir el correcto desarrollo, se deben practicar dos aclareos con un intervalo de 10 días.

- **Riego.**

Es bastante exigente en riegos en cultivo de verano y especialmente cuando se realiza sobre suelos secos, el riego es importante en todo el periodo del cultivo, este puede ser por gravedad o por aspersión, la demanda de agua es mayor en la germinación y en la primera etapa de desarrollo, los riegos posteriores deben realizarse de acuerdo al clima y al requerimiento del cultivo; debe evitarse el encharcamiento en todas las etapas del ciclo vegetativo ya que es una especie bastante susceptible a la pudrición de la raíz provocada principalmente por *Erwinia*, el cultivo requiere de 500 a 600 mm. de agua desde la siembra hasta la cosecha. (Barahona, 2003).

2.4.5. Recolección.

La recolección se efectúa antes de que la raíz alcance su completo desarrollo (hasta 5 cm. de diámetro según sean destinadas para conserva o para su consumo fresco). El periodo de siembra y recolección varía según las variedades.

Las operaciones de recolección son el arrancado, la limpieza, el corte del follaje si es preciso y la recogida. Existen tres tipos de recolección: la recolección manual, se emplea únicamente en parcelas muy reducidas; la recolección semi-mecánica, mediante herramientas acopladas al tractor (arado, cuchillas o máquina arrancadora-alineadora); y la recolección mecánica, muy desarrollada actualmente.

2.4.6. Plagas

2.4.6.1. Insectos.

- **Mosca de la zanahoria (*Psylla rosae*).**

El adulto mide 4.5 mm, presenta cabeza parda y abdomen alargado y negro. La larva es de color blanco amarillento brillante, y de 7-8 mm. de longitud. Inverna en el suelo en estado pupario, haciendo su aparición en condiciones adecuadas para su desarrollo. Este parásito oviposita en el suelo u otros cultivos. A los diez a doce días, salen las larvas que penetran en el interior de la raíz, excavando una galería descendente que llega hasta el final de la raíz. Transcurrido un mes, se transforman en ninfas. Las galerías que hacen en la parte exterior de la raíz posteriormente serán origen de pudriciones, si las condiciones son favorables se produce una pérdida del valor comercial de las raíces atacadas. Para el control de esta plaga se desinfecta el suelo y/o la semilla. (Charanza Carlos, 2006).

- **Pulgones (*Aphis spp*, *Myzus persicae*, *Cavariella aegopodii*)**

Además del daño directo que ocasionan, los pulgones son vectores de enfermedades viróticas, por tanto son doblemente peligrosos. Se alimentan picando la epidermis, por lo que producen fuertes abarquillamientos en las hojas que toman un color amarillento. El control biológico es una alternativa viable, existen numerosos depredadores de pulgones como *Coccinella septempunctata*, *Chrysoperla* y algunos parásitos himenópteros que desarrollan sus larvas en el interior del pulgón. (Vademécum Agrícola, 2004).

- **Gusanos alambre (*Agriotes obscurus*, *A. sputator*, *A. lineatus*)**

Atacan las raíces de la zanahoria produciendo galerías que, en ocasiones generan podredumbre. En el momento de la siembra se recomienda depositar Diazinon en una dosis de 0.5 a 0.7 litros por hectárea, este producto puede ser utilizado en la planta ya que es un producto de contacto, puede ser asimilado por la planta pero no se desplaza en el tejido vascular. (Vademécum Agrícola, 2004)

- **Nemátodos (*Heterodera carotae*, *Meloidogyne spp.*)**

Es una plaga muy importante y extendida en climas templados, los síntomas de su ataque son plantas con follaje muy reducido y hojas de color rojizo. Las raíces

se reducen y aparecen bifurcadas, provocando una cabellera anormal de raicillas oscuras. *Meloidogine spp.* se extiende en climas cálidos, produciendo importantes daños sobre las raíces, transformándolos en agallas. (Charanza C. 2006).

2.4.6.2. Enfermedades

- **Mildiu (*Plasmopara nivea*)**

El mildiu es una enfermedad criptogámica que ataca todos los órganos verdes. Los ataques en hoja son muy graves y pueden traducirse por una defoliación prematura. (Art. Syngenta, 2009).

- **Oidio (*Erysiphe umbelliferarum*, *Leveillula taurica*)**

Este hongo una vez que entra en contacto con la planta, por ser un hongo xerófito, no requiere agua libre sobre la hoja para germinar y penetrar en los tejidos; sin embargo, si precisa de una alta humedad relativa. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por temperaturas cálidas y tiempo seco. Los síntomas en la superficie de las hojas son manchas circulares y blanquecinas, inicialmente aisladas y que pueden unirse y cubrir toda la superficie foliar, tanto del haz como del envés. Estas manchas pueden aparecer en los tallos, pecíolos zarcillos y sobre la corteza de los frutos jóvenes. Las hojas infectadas gradualmente se tornan amarillentas y eventualmente adquieren una textura de papel. (Vademécum Agrícola, 2015).

- **Quemadura de la hoja (*Alternaria dauci*).**

Esta enfermedad aparece en ambientes húmedos y calurosos. Los síntomas se presentan primero en forma de pequeñas manchas parduscas, aureoladas de amarillo y diseminadas por el borde de las hojas. Al aumentar el número de las manchas mueren los tejidos intermedios, con lo que se deseca el foliolo completo. La planta aparece como quemada por el sol o por un tratamiento mal efectuado. (Vademécum Agrícola, 2015).

- **Tizón bacteriano (*Xanthomonas campestris*).**

Esta enfermedad se caracteriza por producir manchas foliares necróticas que destruyen gran parte de la hoja. (Barahona, 2003)

- **Septoriosis (*Septoria apiicola*).**

Las hojas viejas son las que principalmente se encuentran afectadas con lesiones necróticas esféricas para luego tomar un aspecto atizonado. (Barahona, 2003).

- ***Erwinia carotovora***

El género *Erwinia* es algo heterogéneo, las bacterias son Gram (-), bacilares (0,5 – 1,0 a 1,0 – 3,0 micrones), que aparecen aisladas, en parejas, o a veces en cadenas cortas (Lelliott y Dickey, 1984).

Las bacterias invaden los tejidos de manera extracelular, aunque también puede crecer dentro, cuando se disuelven las bacterias vasculares invaden los vasos xilemáticos.

Las bacterias, fitoplasmas, virus, nematodos y protozoarios, no crecen de manera considerable, conforme transcurre el tiempo mantiene su forma y tamaño invariable durante toda su existencia. Estos invaden e infectan nuevos tejidos al reproducirse con gran rapidez y al aumentar su número de manera considerable en los tejidos que la infectan, las bacterias vasculares se movilizan a través del xilema (Cárdenas, F.; pág. 80, 85, 99,105; S.F).

Las bacterias fitopatógenas pueden sobrevivir de las siguientes maneras:

- En el material vegetal
- Sobre o dentro de las semillas botánicas y vegetativas
- Masas bacterianas mucilaginosas en el suelo
- Como saprofito en el suelo
- En el cuerpo de los insectos voladores.

La diseminación es por:

- Insectos
- Agua de riego
- Agua de lluvia
- Animales
- Hombre: movimiento de material, semillas, injertos,, etc.

La “pudrición blanda” ocurre porque los tejidos en proceso de pudrición adquieren una consistencia blanda, acuosa, de olor desagradable, donde los residuos celulares producidos por acción de enzimas bacterianas degradan la lamela media de las células afectadas, provocando su separación y por ende produciendo maceración de los tejidos (AGRIOS, 1991).

Pectobacterium carotovorum, subsp. *carotovorum* (*Erwinia carotovora*) tienen una distribución mundial y se consideran las bacterias patógenas de mayor importancia en los tubérculos de toda clase desde el punto de vista comercial. Estas especies causan pudriciones blandas en los tubérculos y ocasionan como consecuencia grandes pérdidas que han sido estimadas entre 50 y 100 millones de dólares anuales a nivel mundial (Franco Y. 2008).

El desarrollo de la enfermedad se debe a la acción de enzimas extracelulares producidas por estas bacterias como pectato liasa, poligalacturonasa, celulasa y proteasa, que degradan los componentes de la pared celular de las plantas, lo cual conlleva a la maceración de los tejidos y la liberación de nutrientes para el crecimiento bacteriano (Franco Y. 2008).

La actividad de estas enzimas, principalmente de las pectato liasas, ha sido correlacionada con la patogenicidad y la virulencia de estas bacterias fitopatógenas (Franco Y. 2008).

Las condiciones ambientales de humedad, temperatura y disponibilidad de oxígeno ejercen una gran influencia tanto en la aparición de la enfermedad como en la extensión del daño causado. La temperatura es un factor principal y su nivel puede determinar cuál organismo predomina en una lesión aunque estén presentes en igual número (Franco Y. 2008).

El exceso de agua también es esencial pues permite que las células bacterianas se muevan más fácilmente a través del tejido de la planta. Además conlleva a una disminución en la disponibilidad de oxígeno, lo cual crea un ambiente anaeróbico dentro de la planta y limita sus defensas dependientes de oxígeno (Franco Y. 2008).

2.4.7. Métodos de control

Consiste en mantener la densidad de su población debajo del nivel en el cual comienza a causar perjuicio económico. Por Método de Control de Plagas se entiende como todo sistema natural o artificial que da como resultado la prevención, represión, contención, destrucción o exclusión de una plaga. Esta definición incluye tanto los conceptos de lucha como las medidas profilácticas que protegen las cosechas contra las plagas. Estrategia tiene una connotación más amplia que método de control y se refiere al enfoque general para resolver un problema de plagas, pudiendo incluir varios métodos. (Cisneros F. 1995).

2.4.7.1. Control químico:

Se define como la aplicación de productos de moléculas químicas para el control de las poblaciones de plagas fúngicas e insectiles en donde se utilizan productos a base de Oxitetraciclina, Estreptomina, Sulfato de Cobre y un formulado agrícola comercial cuyos ingredientes activos y concentraciones utilizadas son Gentamicina o según el desarrollo agrícola se recomienda el uso de ácido oxacilínico. 250gr/200 l o Thifluzamide 1l/200l (Vademécum agrícola, 2015).

2.4.7.2. Control biológico

De una forma generalizada se admite actualmente la definición del control biológico enunciada por Baker y Cook (1974) hace más de 20 años. Según estos autores se entiende por control biológico la reducción de la densidad o actividades productoras de enfermedades de un patógeno o parasito, en su estado activo o durmiente, lograda de manera natural o a través de la manipulación del ambiente, del hospedero o de antagonistas del patógeno o plaga que se requiere controlar.

Se trata de una definición muy amplia que abarca prácticamente a todo tipo de control fuera del químico, entonces se hablara de control biológico haciendo referencia al antagonismo para el control de enfermedades, entendiéndose por antagonistas, aquellos organismos que interfieren en la supervivencia o desarrollo de los patógenos. (Cárdenas, F. pag. 227; 2001).

2.4.7.3. Mecanismos mediante los cuales los antagonistas ejercen su acción

- **Antibiosis:** se refiere a la producción por parte de un microorganismo de sustancias tóxicas para otros microorganismos, las cuales actuaban en bajas concentraciones (menores a 10 ppm.), la antibiosis es el mecanismo de antagonismo entre microorganismos más estudiado. (Cárdenas, F. pag. 227; 2001)
- **Competencia:** se puede definir como el desigual comportamiento de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, siempre y cuando la utilización del mismo por uno de los organismos reduzca la cantidad disponible para los demás. Un factor esencial para que exista competencia es que haya escasez de un elemento, si hay exceso no hay competencia. La competencia más común es por los nutrientes, oxígeno o espacio. (Cárdenas, F. pag. 227; 2001).
- **Interacción directa con el patógeno:** existen dos tipos de interacciones directas entre los antagonistas y los patógenos. Ellas son el parasitismo y la predación. (Ciampi L. 1994).
- **Parasitismo:** el término parasitismo se refiere al hecho de que un microorganismo parasite a otro. Puede ser definido como una simbiosis antagónica entre organismos. El parasitismo consiste en la utilización del patógeno como alimento por su antagonista. Generalmente se ven implicadas enzimas extracelulares tales como quitinasas, celulasas, β -1-3-glucanasas y proteasas que lisan o digieren las paredes de los hongos. (Melgarejo 1989 & Ulhoa 1996).
- **Predación:** En el caso de la predación el antagonista se alimenta de materia orgánica entre la cual ocasionalmente se encuentra el patógeno. Los reportes más conocidos citan la presencia de amebas en suelos supresores de enfermedades las cuales se alimentan de las hifas (cuerpos) de hongos patógenos entre otras fuentes de alimento. (Ciampi L. 1994).

2.4.8. Controladores Biológicos

2.4.8.1. *Bacillus spp.*

Las bacterias Gram positivas formadoras de endospora se agrupan en el género *Bacillus spp* y otros géneros relacionados, recientemente separados taxonómicamente. Estos microorganismos se han estudiado desde hace muchos años con fines industriales y agrícolas. Las bacterias del género *Bacillus spp* se encuentran ampliamente distribuidas en los más diversos hábitats que incluyen ecosistemas de agua dulce, marinos y en suelo, y sus especies están muchas veces asociadas a plantas. En este último caso, se han demostrado las potencialidades de las especies del género *Bacillus spp* para la producción de antibióticos, enzimas, la solubilización de fosfatos y la fijación biológica del nitrógeno. El género *Bacillus spp* fue descrito por primera vez por Cohn y comprende un grupo de especies filogenética y fenotípicamente heterogéneas. Incluye más de 100 especies y sus miembros se consideran ubicuos. En una etapa temprana de la clasificación de las especies del género *Bacillus spp* se tienen en cuenta dos características fundamentales: el crecimiento aerobio, la respuesta positiva a la tinción de Gram, la forma bacilar y la formación de endospora. (Revista CENIC Ciencias Biológicas, 2011).

La promoción del crecimiento vegetal por parte de las especies del género *Bacillus spp* puede ocurrir de forma directa o indirecta. Un efecto directo sobre la promoción del crecimiento vegetal se observa en bacterias rizosféricas que tienen la capacidad de llevar a cabo la fijación biológica del nitrógeno, la solubilización de minerales como el fósforo y la producción de hormonas reguladoras del crecimiento vegetal. Por su parte, la forma indirecta de promoción del crecimiento vegetal está relacionada con la producción de sustancias que actúan como antagonistas de patógenos o induciendo resistencia en las plantas. (Revista CENIC Ciencias Biológicas, 2011).

2.4.8.2. *Trichodermas spp.*

El género *Trichoderma spp* fue descrito por Persoon en 1794, las especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas por todas las latitudes, y se presentan naturalmente en diferentes ambientes, especialmente en aquellos que

contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición. . (Revista de Protección Vegetal, 2013).

La acción de *Trichoderma spp* como micoparásito natural se demostró por Weindling en 1932, y su utilización en experimentos de control biológico se implementó a partir de 1970, cuando se incrementaron los estudios de campo para su uso en cultivos de hortalizas y ornamentales. No obstante, la información sobre su empleo en la producción agrícola es insuficiente y dispersa. (Revista de Protección Vegetal, 2013).

Algunas especies de *Trichoderma spp* son ampliamente utilizadas como agentes de control biológico por ejemplo *T. harzianum*, *T. virens*, *T. viride*, *T. asperellum*, *T. koningii* en la agricultura contra varios hongos fitopatógenos y nematodos, otras para la producción de enzimas (celulasas, glucanasas, pectinasas, quitinasas, proteasas) y antibióticos (peptaiboles, gliotoxina, 6-pentil- α -pirona, atroviridinas) activos contra hongos.

Los hongos antagonistas resultan importantes para el control biológico de los fitopatógenos. En este sentido, las especies del género *Trichoderma spp* se destacan entre las más utilizadas para el biocontrol de patógenos fúngicos del suelo. Estas especies presentan diferentes modos o mecanismos de acción que le permiten el control de los fitopatógenos, entre estos mecanismos de acción biocontroladora de *Trichoderma spp* se han descrito diferentes mecanismos de acción que regulan el desarrollo de los hongos fitopatógenos dianas. Entre estos, los principales son la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis, los que tienen una acción directa frente al hongo fitopatógeno. Mientras mayor sea la probabilidad de que un aislamiento de *Trichoderma spp*, manifieste varios modos de acción; más eficiente y duradero será el control sobre el patógeno, aspectos que no poseen los plaguicidas químicos. (Revista de Protección Vegetal, 2009)

Otros autores han sugerido distintos mecanismos responsables de su actividad biocontroladora, que incluyen, además de los mencionados, la secreción de enzimas y la producción de compuestos inhibidores. Además se conoce que *Trichoderma spp* presenta otros mecanismos, cuya acción biorreguladora es

de forma indirecta y la capacidad de crear un ambiente favorable al desarrollo radical lo que aumenta la tolerancia de la planta al estrés. (Infante D. 2009).

2.4.9. Vocabulario técnico

Zanahoria.- Es una raíz comestible de color anaranjado y forma cónica y alargada que contiene vitamina A y D.

***Trichoderma spp.*-** El *Trichoderma spp* es un tipo de hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios. (Revista Foty ESPE, 2006).

***Bacillus spp.*-** Género bacteriano de la familia Bacillaceae. Son bacilos gram positivos formadores de endosporas, estructuras muy resistentes a condiciones adversas. Las especies del género están ampliamente difundidas y su hábitat principal es el suelo. (Clínica Universidad de Navarra, 2007).

Erwinia.- Se traduce por una putrefacción súbita del bulbo que desprende un olor fétido. Presente en la mayoría de los suelos, su desarrollo se ve facilitado por un calor excesivo, una fertilización demasiado rica, el empleo de substratos demasiados fuertes que provocan demasiada humedad. (Revista Cyclamen 2015).

Biológico.- Su definición es relativo o perteneciente a la Biología. Definiendo a Biología como la ciencia que estudia al ser vivo y sus fenómenos vitales. (Revista Cyclamen 2015).

2.4.10. Hipótesis

2.4.10.1. Hipótesis alternativa.

Existe aumento de sistema radicular usando *Trichoderma spp* en zanahoria (*Daucus carota*) y control de *Erwinia Carotovora* usando *Bacillus spp.*, en zanahoria (*Daucus carota*).

2.4.10.2. Hipótesis nula.

No existe aumento de sistema radicular usando *Trichoderma spp* en zanahoria (*Daucus carota*) y no hay control de *Erwinia Carotovora* usando *Bacillus spp.*, en zanahoria (*Daucus carota*).

2.4.11. Variables

2.4.11.1. Dependientes

- *Erwinia carotovora* en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*).
- Crecimiento Radicular.

2.4.11.2. Independientes

- Cepa de *Bacillus spp* y sus dosis.
- Cepa de *Trichoderma spp* y sus dosis.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Modalidad de la investigación

La presente es una investigación se desarrolló en el área Desarrollo de Producción Agrícola, en un desarrollo en campo.

Es de tipo cuali - cuantitativa, donde se evaluarán variables como diámetro de tallo, incidencia de enfermedad, crecimiento radicular y análisis de costo de producción.

3.2. Tipos de investigación

Para esta investigación se desarrollaron varios tipos de investigación como:

3.2.1. Bibliográfica

Se investigó bibliográficamente libros, revistas, internet sobre los parámetros de control de la enfermedad en los diferentes cultivos utilizando *Bacillus spp.*

3.2.2. De campo y experimental

Se implanto un ensayo de parcelas demostrativas, conjuntamente con el empleo de un diseño de bloques completos al azar en la Finca experimental San Francisco ubicada en el Cantón Huaca, provincia del Carchi, misma que pertenece a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, con fines investigativos.

3.3. Población y muestra de la investigación

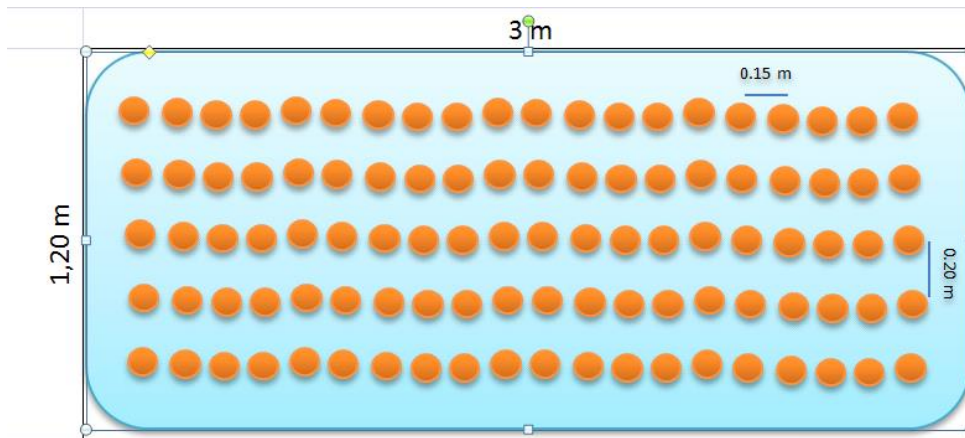
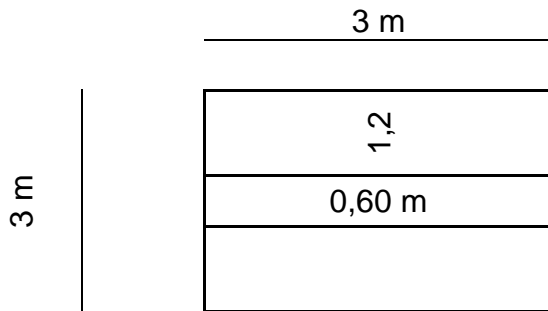
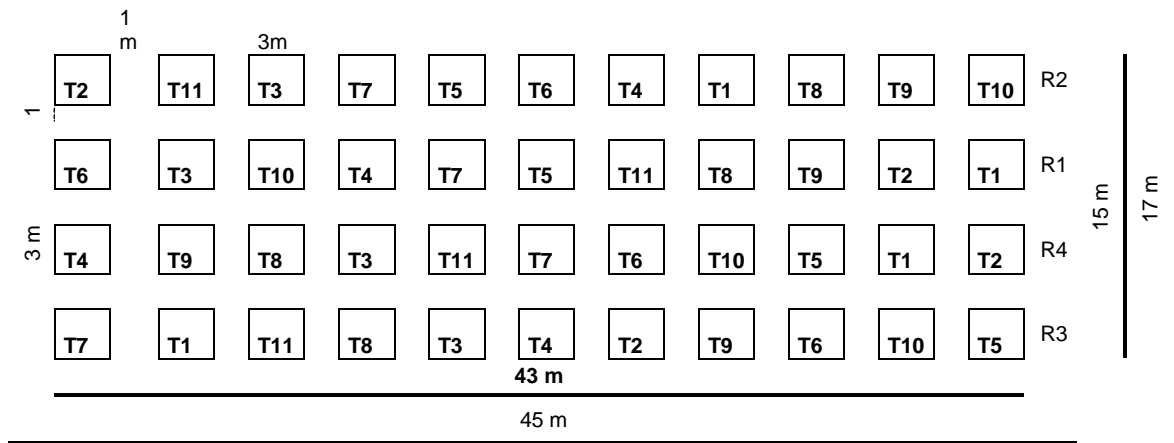
3.3.1. Población

Se consideró la siembra de 20.61gr por parcela, alrededor de 500 plantas por parcela.

3.3.2. Muestra

Se dio por la parcela neta de cada unidad experimental, donde se consideró 15 plantas por cada parcela considerando el efecto borde.

Ilustración 2- Población y muestra



3.4. Operacionalización de variables

Tabla 2- Operacionalización de variables

IDEA A DEFENDER	VARIABLES	DESCRIPCION DE VARIABLE	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	INFORMANTE
Evaluación de diferentes dosis de <i>Trichoderma spp.</i> para mejorar el sistema radicular y <i>Bacillus spp.</i> para el control de pudriciones causadas por <i>Erwinia carotovora</i> en el cultivo de zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	<i>Bacillus spp</i> (V.I)	Bacterias gram positivo	Se realizó 2 aplicaciones mensuales de <i>Bacillus</i> cada 15 días	1.25 ml/l 2.50 ml/l. 5 ml/l.	Aspersión, medición de volúmenes, toma de datos.	Bomba de fumigar	Investigador
	<i>Trichoderma spp</i> (V.I)	Organismo del reino Fungi	Se realizó 2 aplicaciones mensuales de <i>Bacillus</i> cada 15 días	1.25 ml/l 2.50 ml/l. 5 ml/l.	Aspersión, medición de volúmenes, toma de datos.	Bomba de fumigar	Investigador
	<i>Erwinia carotovora</i> (V.D)	Incidencia de la enfermedad	Grado de incidencia	% de plantas enfermas	Observación	Muestreo y observación cada 8 días	Investigador
	Diámetro de la raíz (V.D).	Aumento de la raíz modificada	Diámetro de la raíz a partir del segundo mes cada 8 días	En centímetros	Observación	Muestreo y observación usando un calibrador de pie de rey.	Investigador
	Crecimiento del sistema radicular (V.D)	Aumento longitudinal de la raíz.	Diámetro del sistema radicular a partir de emergencia cada 8 días durante el primer mes	En centímetros	Observación	Muestreo y observación usando el escalímetro.	Investigador
	Producción (V.D)	Plantas sembradas versus plantas en cosecha	Peso de producción total	Kg/ha	Observación	La cosecha de todas las unidades experimentales, su peso y transformación a kg/ha.	Investigador
	Análisis económico (V.D)	Costo producción	Utilidad por cada tratamiento	Relación costo beneficio	Observación	Análisis de costo de producción y la venta de producción	Investigador

3.5. Recolección de la información

3.5.1. Información bibliográfica.

La investigación bibliográfica se realizó en libros, manuales electrónicos, e informes de investigaciones realizadas, referentes al tema de estudio, que están dispuestos en la bibliografía.

3.5.2. Información procedimental

En la realización esta investigación se consideró la localización del experimento, factores en estudio, las variables a evaluarse y manejo específico del experimento donde se tomó en cuenta la información bibliográfica, la localización del experimento, análisis funcional (ANOVA y Tukey) y las variables planteadas en la investigación.

3.5.3. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron dos, factor A (*Trichoderma spp*) y factor B (*Bacillus spp*), donde cada uno de ellos consta de tres niveles.

Tabla 3- Niveles de cada factor

<i>Trichoderma spp</i>		<i>Bacillus spp</i>	
A1	Baja (1,25ml/l)	B1	Baja (1,25ml/l)
A2	Media (2,5ml/l)	B2	Media (2,5ml/l)
A3	Alta (5ml/l)	B3	Alta (5ml/l)

Del resultado de la interacción de los dos factores tenemos los siguientes tratamientos

Tabla 4- Tratamientos en estudio.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	<i>Trichoderma spp</i> (1.25 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (1.25 ml/l)
2	<i>Trichoderma spp</i> (1.25 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (2.5 ml/l)
3	<i>Trichoderma spp</i> (1.25 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (5 ml/l)
4	<i>Trichoderma spp</i> (2.5 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (1.25 ml/l)
5	<i>Trichoderma spp</i> (2.5 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (2.5 ml/l)
6	<i>Trichoderma spp</i> (2.5 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (5 ml/l)
7	<i>Trichoderma spp</i> (5 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (1.25 ml/l)
8	<i>Trichoderma spp</i> (5 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (2.5 ml/l)
9	<i>Trichoderma spp</i> (5 ml/l) y <i>Bacillus spp</i> (5 ml/l)
10 (TQ)	Testigo químico (ácido oxalínico)
11 (TA)	Testigo absoluto.

3.5.4. Características del experimento

Se aplicó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), conformado por 11 tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de 44 unidades experimentales.

Tabla 5- Características del experimento

Número de tratamientos	Once (11)
Número de repeticiones	Cuatro (4)
Número de unidades	Cuarenta y cuatro (44)
Área total del ensayo	645 m ² (43m x 15m)
Área de la parcela experimental	9 m ² (3m x 3m)

3.5.5. Diseño experimental

3.5.5.1. Tipo de diseño

En la presente investigación se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

3.5.6. Características de la unidad experimental

La unidad experimental mide 9 m² (3m ancho x 3m largo), dividida por un espacio de 0.6 m para labores culturales, parcelas de dos partes de 1.2 m, una densidad de siembra 0.15m entre planta y planta.

3.5.7. Esquema de análisis de varianza

Tabla 6- Esquema de análisis de varianza. (ADEVA)

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	43
Tratamientos	10
F.A.	2
F.B.	2
A x B	4
TA vs R	1
TQ vs R	1
Repetición	3
Error	30

3.5.8. Análisis funcional

Para comparar los tratamientos se usó la prueba de Tukey al 5%, misma que permite definir el mejor tratamiento dentro de aquellos que mostraron diferencias estadísticas significativas.

3.5.9. Variables evaluadas

a) Incidencia de *Erwinia carotovora*

Esta variable se evaluó cada 8 días a partir de la siembra. Para determinar la incidencia de *Erwinia carotovora* se consideró la siguiente expresión:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas}} \times 100$$

b) Crecimiento del sistema radicular.

La medición de esta variable se realizó, cada 8 días después de la emergencia (d.d.e). La medición se realizó desde el cuello hasta el ápice de la raíz, se tomó a 10 plántulas por parcela.

c) Diámetro del sistema radicular.

Esta variable se evaluó cada 8 días a partir del segundo mes después de la emergencia (d.d.e). La medición se realizó en el cuello de la raíz con la ayuda del calibrador pie de rey.

d) Producción

La producción se calculó en kg/ha para cada tratamiento, a los 120 días después de la siembra.

e) Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos se realizó en función del rendimiento en tubérculo radical (kg/ha), el valor de venta y los costos de producción para obtener el costo - beneficio de cada uno de los tratamientos.

3.6. Métodos de manejo del experimento

3.6.1. Materiales y equipos

a) Materiales de campo

- Semilla de zanahoria variedad Villmorie red core.
- Flexómetro
- Azadón.

- Rastrillo.
- Bomba de mochila
- Equipo de protección (guantes, mascarilla, gafas, botas)
- Estacas.
- Piola.
- Productos biológicos.
- Fungicida
- Insecticida
- Herbicida.
- Libreta de campo
- Esferos
- Regla.
- Pie de rey.
- Balanza
- Fundas de recolección
- Materiales para la cosecha (sacos, fundas, etc.)

b) Equipos de oficina

- Computadora
- Flash memory
- Calculadora
- Cámara fotográfica.

3.7. Procedimiento

3.7.1. Preparación del suelo

Se realizó pase de arado de disco a una profundidad de 0,30 m, por tres ocasiones, y pase de rastra, por tres ocasiones de igual manera, considerando que fue un suelo que no ha sido utilizado y por la temporada fue un suelo con una textura muy gruesa una vez preparado el terreno se procedió a nivelar y a delimitar las parcelas. (ANEXO 1, 2)

3.7.2. Siembra

En la siembra se utilizó semillas de zanahoria (*Daucus carota*) variedad Villmorie red core, el peso de semilla destinado para cada parcela fue de 20.61 gr. por parcela, su pesaje se realizó previo a la siembra. La distancia de siembra fue entre planta de 0.15 m y 0,20 m entre surco y surco.

3.7.3. Labores culturales

Estas labores se realizaron en primera instancia el control de las malas hierbas se lo realizó con un herbicida pre-emergente, luego en forma manual; una deshierba a los 15 días después de la emergencia. (ANEXO 3)

3.7.4. Riego

Se dio riego a las plantas, pasando un día por inundación a partir de las cinco de la tarde para aprovechar la puesta de sol.

3.7.5. Controles fitosanitarios

Se presentó enfermedad de *Alternaria dauci* por las condiciones ambientales, pero se las controló en las parcelas biológicas, ya que las cepas de *Bacillus spp* ayudaron al control absoluto de la enfermedad, los testigos si padecieron de dicha enfermedad a finales del cultivo, aunque siendo no representativas. Se aplicó a los 15 días después de siembra (d.d.s) la combinación de Diflubenzuron y Methomil para combatir insectos y en el resto de ciclo vegetativo no hubo la necesidad de aplicación de más insecticidas.

3.7.6. Aplicación de tratamientos

Se aplicó las cepas de *Trichoderma spp* y *Bacillus spp*, cada 15 días procurando hacerlo en las primeras horas de la mañana para evitar evaporación por la situación ambiental. (ANEXO 5)

3.7.7. Toma de datos

La toma de datos se realizó cada 8 días todos los días jueves, donde se realizó las respectivas mediciones, toma de muestras y labores culturales. (ANEXO 4)

3.7.8. Cosecha

Se realizó en forma manual a los 120 días después de la siembra, en cada unidad experimental, posteriormente se pesó su producción. (ANEXO 6).

3.8. Procedimiento, análisis e interpretación de resultados

3.8.1. ADEVA para crecimiento del sistema radicular a los 8 días después de la siembra y 32 días después de siembra

Tabla 7- ADEVA para crecimiento del sistema radicular a los 8 días después de la siembra y 32 días después de siembra

F.V.	gl	f (8 d.d.s)	f (32 d.d.s)
Total	43		
TRATAMIENTOS	10	0,40 ns	12,94**
REPETICION	3	0,24 ns	0,57ns
Factor A(Dosis Trichoderma)	2	30,81**	31,76**
Factor B (Dosis Bacillus)	2	3,67*	6,13**
Factor A*Factor B	4	1,40 ns	0,32ns
Tratamiento Químico Vs Resto	1	31,36 **	44,74**
Tratamiento Absoluto Vs Resto	1	13,96 **	7,54*
Error	30		
CV		10,21	16,58
X		6,66 cm	3,48 cm

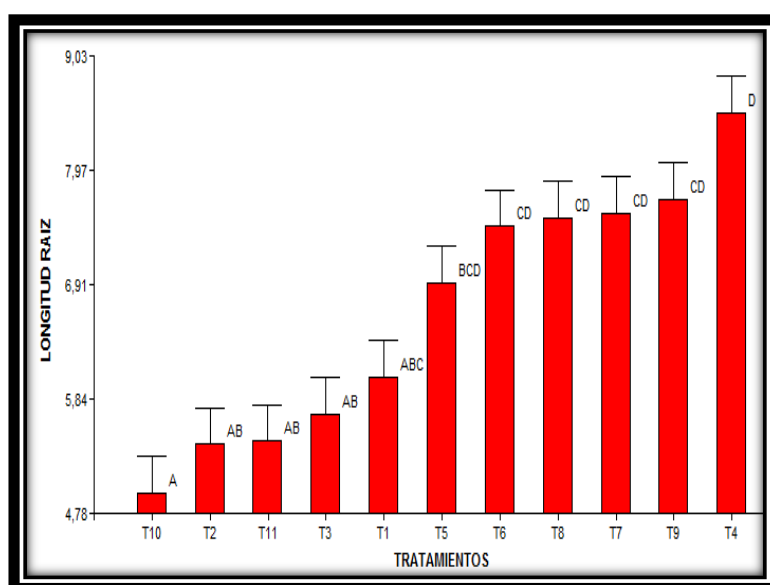
** = significativo al 1%; * = significativo al 5%; ns = no significativo

En el cuadro de análisis de varianza se muestra que en la primera semana no se observa diferencias estadísticas entre tratamientos, a diferencia de lo que sucede a la cuarta semana, esto debido a que en la primera semana la semilla empieza su desarrollo, por lo que la aplicación de *Bacillus spp* y *Trichoderma spp* no actuaron, a diferencia de la cuarta semana donde estos organismos empezaron a multiplicarse y cumplir su función. Además tanto para la primera como para la cuarta semana existen diferencias altamente significativas tanto en las dosis de *Trichoderma spp* como de *Bacillus spp*. No se muestra diferencias significativas para la interacción entre *Trichoderma spp* y *Bacillus spp* tanto en la primera como en la cuarta semana debido a que los mecanismo de acción de cada una de ellos es diferente, *Trichoderma spp* actúa penetrando la raíz y fortaleciendo el

crecimiento radicular, mientras que *Bacillus spp* actúa de forma paralela ante la presencia de patógenos bacterianos a través de la producción de antibióticos.

En la comparación entre los testigos químico y absoluto versus el resto se muestra diferencias significativas, esto atribuido a que la acción de químicos debilita el normal crecimiento de la planta, mientras que el absoluto no recibe ningún tipo de estimulante.

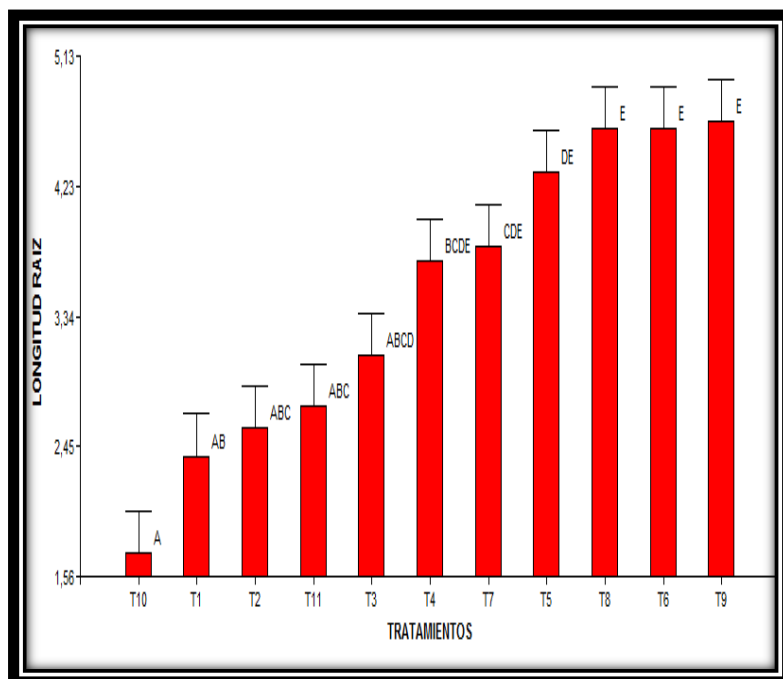
Ilustración 3- Tukey para crecimiento del sistema radicular a los 8 días después de la siembra. (d.d.s)



T1	TB - BB
T2	TB - BM
T3	TB - BA
T4	TM - BB
T5	TM - BM
T6	TM - BA
T7	TA - BB
T8	TA - BM
T9	TA - BA
T10	T.Q.
T11	T.A.

A pesar no haber diferencias significativas para tratamientos a la primera semana, la prueba de Tukey al 5% nos presenta cuatro rangos en donde el T4 (*Trichoderma spp* 2.5ml/l y *Bacillus spp* 2,5ml/l) es el que mejor promedio con 8,5 cm, a diferencia del resto. La dosis media de *Trichoderma spp* es la mejor a la primera semana debido a que la planta a esta edad solo presenta raicillas donde la dosis media ya que con esta dosis, ya que no ocasiona competencia ni tasas altas de reproducción. Para el caso de *Bacillus spp* la dosis baja es el mejor debido a que este no tiene ningún efecto en el crecimiento radicular.

Ilustración 4- Tukey para crecimiento del sistema radicular a los 32 días después de la siembra (d.d.s)



T1	TB - BB
T2	TB - BM
T3	TB - BA
T4	TM - BB
T5	TM - BM
T6	TM - BA
T7	TA - BB
T8	TA - BM
T9	TA - BA
T10	T.Q.
T11	T.A.

La prueba de Tukey al 5% nos presenta cuatro rangos en donde el T9 (*Trichoderma spp* 1,25ml/l y *Bacillus spp* 5ml/l) es el que mejor promedio mostrado con 8,5 cm. La dosis de 5ml/l de *Trichoderma spp* es la mejor a la cuarta semana debido a que la planta a esta edad ya presenta un completo desarrollo radicular, permitiendo la acción de altas poblaciones de estos hongos. Por otro lado *Bacillus spp.* en dosis de 5ml/l muestra mejor resultado debido a que esta ejerció un efecto vacuna en la planta a pesar que *Bacillus spp* no tiene ninguna acción en el crecimiento radicular.

3.8.2. ADEVA para el diámetro del sistema radicular a los 42, 77 y 112 días después de la siembra

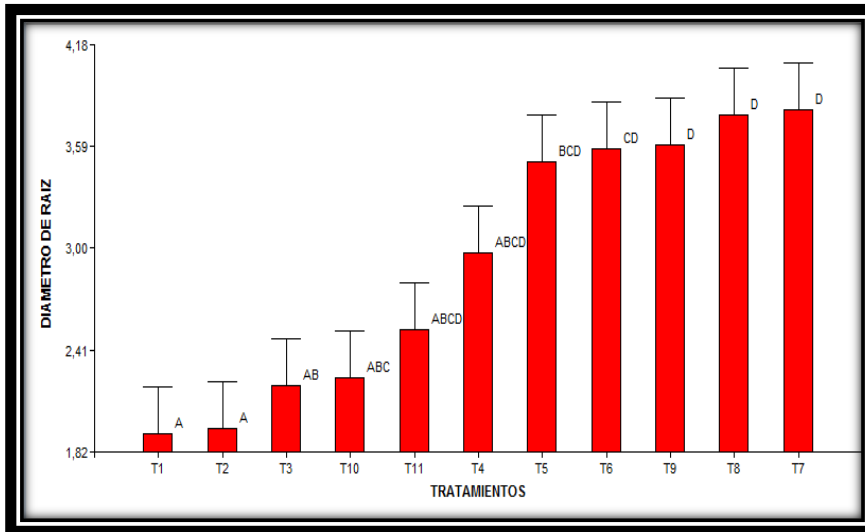
Tabla 8- ADEVA para el diámetro del sistema radicular

F.V.	gl	f 42 (d.d.s)	f (77 d.d.s)	f (112 d.d.s)
Total	43			
TRATAMIENTOS	10	7,81**	5,58**	3,88**
REPETICION	3	1,60ns	0,60ns	0,38 ns
Factor A(Dosis Tricoderma)	2	32,28**	21,31**	14,73**
Factor B (Dosis Bacillus)	2	0,56ns	0,34ns	0,07 ns
Factor A*Factor B	4	0,67ns	0,57ns	0,43 ns
Tratamiento Químico Vs Resto	1	7,45*	7,32*	6,20 *
Tratamiento Absoluto Vs Resto	1	2,26ns	2,90ns	1,26 ns
Error	30			
CV		18,68	13,91	12,28
X		2,92 cm	4,62 cm	6,76 cm

** = significativo al 1%; * = significativo al 5%; ns = no significativo.

En el cuadro de análisis de varianza se observa que en la primera y segunda semana hay diferencias estadísticas entre tratamientos, a diferencia de lo que sucede a la tercera semana, esto atribuido a que el crecimiento radicular (raíz propiamente dicha) cesa dando pasó al desarrollo del tubérculo (raíz modificada). Para el caso de las dosis de *Trichoderma spp* tanto para la primera, segunda como tercera semana muestran diferencias altamente significativas. No existen diferencias estadísticas para las dosis de *Bacillus spp* para la primera, segunda y tercera semana, debido a que no tiene ninguna acción en el crecimiento radicular. Además no se muestra interacción entre *Trichoderma spp* y *Bacillus spp* en ninguna de las semanas evaluadas, esto atribuido a los mecanismos de acción de cada uno son independientes. En la comparación entre los testigos químico versus el resto se observa diferencias estadísticas en la primera y segunda semana, mas no a la tercera semana, mientras que en la comparación testigo absoluto versus el resto no se muestra diferencias significativas en ninguna de las semanas evaluadas.

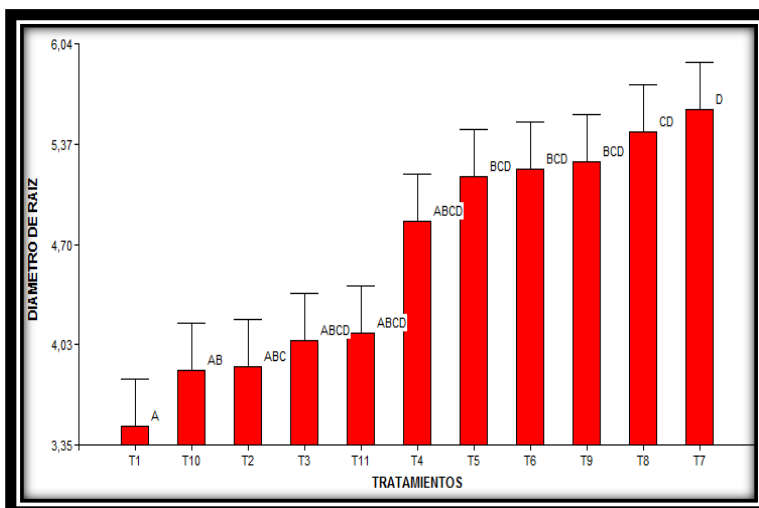
Ilustración 5- Tukey para el diámetro del sistema radicular a los 42 días después de la siembra (d.d.s)



T1	TB - BB
T2	TB - BM
T3	TB - BA
T4	TM - BB
T5	TM - BM
T6	TM - BA
T7	TA - BB
T8	TA - BM
T9	TA - BA
T10	T.Q.
T11	T.A.

La prueba de Tukey al 5% nos presenta cuatro rangos en donde el T7, T8 y T9 pertenecen a un solo rango, siendo la dosis para *Trichoderma spp* de 5ml/l para todos los casos y *Bacillus spp* 1,25 ml/l, 2,5 ml/l y 5 ml/l respectivamente. El T7 (*Trichoderma spp* 5ml/l, *Bacillus spp* 1,25ml/l) mostro el mejor promedio con 3.8 cm de diámetro a diferencia del resto a la primera semana.

Ilustración 6- Tukey para el diámetro del sistema radicular a los 77 días después de la siembra (d.d.s)

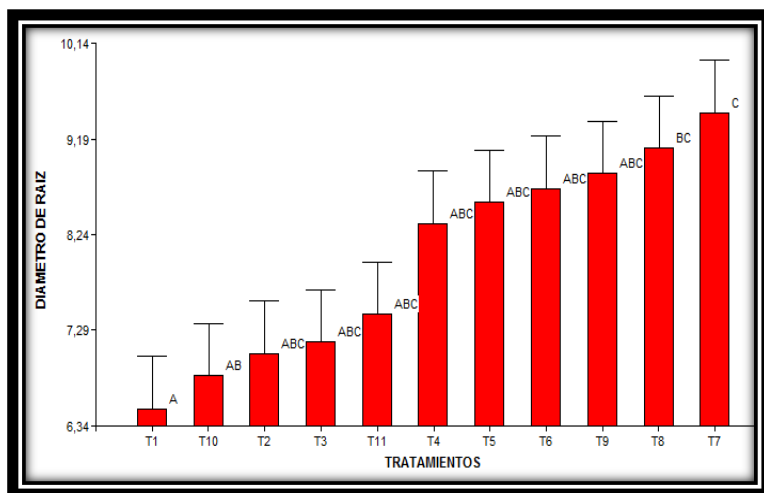


T1	TB - BB
T2	TB - BM
T3	TB - BA
T4	TM - BB
T5	TM - BM
T6	TM - BA
T7	TA - BB
T8	TA - BM
T9	TA - BA
T10	T.Q.
T11	T.A.

La prueba de Tukey al 5% nos presenta cuatro rangos en donde el T7 (*Trichoderma spp* 5ml/l, *Bacillus spp* 1,25ml/l), mostro el mejor promedio con 5.6 cm de diámetro a diferencia del resto a la segunda semana. *Trichoderma spp* en dosis alta funciona de mejor forma para el aumento del diámetro radicular

(tubérculo) debido a que las cepas se concentran en el tubérculo, permitiendo una expresión

Ilustración 7- Tukey para el diámetro del sistema radicular a los 112 (d.d.s)



T1	TB - BB
T2	TB - BM
T3	TB - BA
T4	TM - BB
T5	TM - BM
T6	TM - BA
T7	TA - BB
T8	TA - BM
T9	TA - BA
T10	T.Q.
T11	T.A.

La prueba de Tukey al 5% nos presenta cuatro rangos en donde el T7 (*Trichoderma spp* 5ml/l, *Bacillus spp* 1,25ml/l), mostro el mejor promedio con 9.45 cm de diámetro a diferencia del resto a la última semana. *Trichoderma spp* en dosis de 5ml/l funciona de mejor forma para el aumento del diámetro radicular (tubérculo) debido a que las cepas se concentran en el tubérculo, permitiendo su expresión.

3.8.3. ADEVA para la medición de Incidencia de *Erwinia* a los 14, 63 y 112 días después de la siembra (d.d.s)

Tabla 9- ADEVA para la medición de la incidencia de *Erwinia* a los 14, 63 y 112 días después de la siembra (d.d.s)

F.V.	gl	f (14 dds)	f (63 dds)	f (112 dds)
Total	43			
TRATAMIENTOS	10	1,07 ns	0,75 ns	0,94 ns
REPETICION	3	0,89 ns	0,09 ns	0,11 ns
Factor A(Dosis Tricoderma)	2	1,34 ns	0,22 ns	1,37 ns
Factor B (Dosis Bacillus)	2	1,61 ns	0,55 ns	0,07 ns
Factor A*Factor B	4	1,07 ns	0,76 ns	1,30 ns
Tratamiento Quimico Vs Resto	1	0,12 ns	2,40 ns	0,65 ns
Tratamiento Absoluto Vs Resto	1	0,54 ns	0,65 ns	0,76 ns
Error	30			
CV		8,13	5,86	12,03
X		1,68	3,65	5,04

** = significativo al 1%; * = significativo al 5%; ns = no significativo.

En la tabla 9 de análisis de varianza se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Esto se atribuye a que *Erwinia* no tuvo presencia significativa en todo el ciclo del cultivo debido a que es una enfermedad que para su desarrollo necesita alta humedad, sin embargo en todo el ciclo fenológico existió temperaturas altas con ausencia de lluvia, por ende la presencia de *Erwinia* no fue significativa para evaluar la acción de los controladores biológicos.

3.8.4. ADEVA para la medición Rendimiento.

Tabla 10- ADEVA para el rendimiento

F.V.	gl	CM	F
Total	43		
TRATAMIENTOS	10	0,099	1,23 ns
REPETICION	3	0,183	2,27 ns
Factor A(Dosis Tricoderma)	2	0,025	0,31 ns
Factor B (Dosis Bacillus)	2	0,01	0,12 ns
Factor A*Factor B	4	0,18	2,23 ns
Tratamiento Quimico Vs Resto	1	0,14	1,74 ns
Tratamiento Absoluto Vs Resto	1	0,08	0,99 ns
Error	30	0,081	
CV			12,18
X			266,71 qq/Ha

** = significativo al 1%; * = significativo al 5%; ns = no significativo.

En el cuadro de análisis de varianza para el rendimiento se observa que en todo el experimento no se presenta diferencias estadísticas en tratamientos, repeticiones, interacciones y dosis. Esto atribuido a que no existió efecto de ninguna de las variables independientes involucradas (dosis de *Trichoderma spp* y dosis de *Bacillus spp*) en el experimento, sobre el rendimiento.

3.8.5. Análisis económico.

Tabla 11- Análisis económico por m² de parcelas

Insumos	Costo	Absoluto	Químico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
SEMILLA	70	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36
INSECTICIDAS	11,5	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
HERBICIDAS	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NUTRIENTES	17	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
BACILLUS	24	0	0	2,12	2,4	3,48	2,12	2,4	3,48	2,12	2,4	3,48
TRICHODERMAS	25	0	0	2,21	2,21	2,21	2,5	2,5	2,5	3,63	3,63	3,63
ACIDO OXACILINICO	23	0	16,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	181,5	9,95	26,05	14,28	14,56	15,64	14,57	14,85	15,93	15,70	15,98	17,06

Tabla 12- Costo por hectárea

TA	TQ	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
3829	4151	3915,6	3921,2	3942,8	3921,4	3927	3948,6	3944	3949,6	3971,2

Tabla 13- Costo beneficio

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TQ	TA
VENTA	5320	5320	5320	5320	5320	5320	5320	5320	5320	5320	5320
COSTO	3915,6	3921,2	3942,8	3921,4	3927	3948,6	3944	3949,6	3971,2	4151	3829
UTILIDAD	1404,4	1398,8	1377,2	1398,6	1393	1371,4	1376	1370,4	1348,8	1169	1491

El análisis económico nos muestra que el tratamiento más costoso fue el Químico con un costo por hectárea de USD. 4151, mientras que el más económico se presentó en el T1 (*Trichoderma spp* 1,5 ml/l, *Bacillus spp* 1,5 ml/l), con un costo por hectárea de USD 3915,60. Por otro lado en el costo beneficio se obtuvo mejor rentabilidad en T1 (*Trichoderma spp* 1,5 ml/l, *Bacillus spp* 1,5 ml/l), con una utilidad de 1404,4 por hectárea atribuido al bajo costo de inversión que este tratamiento representa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- *Trichoderma spp* muestra efectos sobre el crecimiento longitudinal y diámetro radicular en zanahoria.
- *Bacillus spp* no muestra efectos sobre el crecimiento longitudinal y diámetro radicular en zanahoria.
- La mejor dosis de *Trichoderma spp* que influyo sobre el crecimiento longitudinal de la raíz es la dosis media (2,5ml/l) y la dosis alta de (5ml/l), a la primera y cuarta semana respectivamente.
- La mejor dosis de *Trichoderma spp* para el crecimiento del diámetro de la zanahoria a los 42, 77 y 112 días es la dosis alta (5ml/l).
- No se evidencio el efecto control de *Bacillus* sobre *Erwinia carotovora* debido a que *Erwinia* no tuvo presencia significativa en todo el ciclo del cultivo dificultando la interpretación de esta variable.
- El tratamiento que mayor costo represento es el testigo químico con un costo de USD 4151/ha.
- El tratamiento que mejor relación costo beneficio presentó es T1 (*Trichoderma spp* 1,5 ml/l, *Bacillus spp* 1,5 ml/l), con una utilidad de 1404,4 por hectárea atribuido al bajo costo de inversión que este tratamiento representa.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación de *Trichoderma spp* para el incremento de la longitud y de la zanahoria en dosis media (2,5ml/l) para la primera semana y alta (5ml/l) a partir de la cuarta semana.
- Se recomienda la aplicación de *Trichoderma spp* para el desarrollo del diámetro de la zanahoria en dosis alta (5ml/l) a los 42, 77 y 112 días después de la siembra.
- Se recomienda la utilización de manera y de *Bacillus spp* de manera independiente debido a que los mecanismos de acción de estos microorganismos son distintos

- Se recomienda la validación de estos microorganismos sobre el control de *Erwinia carotovora* en condiciones controladas, para asegurar a presencia de este patógeno.
- Desde el punto de vista de la relación costo beneficio se recomienda la utilización del tratamiento T1 (*Trichoderma spp* 1,25/l, *Bacillus spp* 1,25ml/l) debido a que muestra un margen de utilidad de USD 104,4/ha

V. BIBLIOGRAFIA

III Censo Nacional Agropecuario (2000). Producción de zanahoria en Ecuador.

AGRIOS 2da edición LIMUSA (1991), pág. 13. Fitopatología.

<https://es.scribd.com/doc/101414914/Fitopatologia-G-N-Agrios-2da-Edicion>

Barahona (2003). Estudio agroproductivo de la zona baja del cantón quero, provincia de Tungurahua.

[http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8727/1/Tesis-](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8727/1/Tesis-94%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20316.pdf)

[94%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20316.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8727/1/Tesis-94%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20316.pdf)

Barrionuevo M. (2010). Estudio Bioagronómico de 12 cultivares de zanahoria

(*Daucus carota*) tipo Nantes, a realizarse en la ESPOCH cantón Riobamba,

provincia de Chimborazo. Obtenido de:[http://bibliotecas.esPOCH.edu.ec/cgi-](http://bibliotecas.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45909&query_desc=au%3A%22Erazo%20Sandoval%2C%20Norma%22)

[bin/koha/opac-](http://bibliotecas.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45909&query_desc=au%3A%22Erazo%20Sandoval%2C%20Norma%22)

[detail.pl?biblionumber=45909&query_desc=au%3A%22Erazo%20Sandoval%2C%](http://bibliotecas.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45909&query_desc=au%3A%22Erazo%20Sandoval%2C%20Norma%22)

[20Norma%22](http://bibliotecas.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45909&query_desc=au%3A%22Erazo%20Sandoval%2C%20Norma%22)

Blog El Agricultor (2007). Características nutricionales de la zanahoria.

<http://www.ecoagricultor.com/propiedades-nutricionales-de-la-zanahoria/>

Cárdenas F. (2001) pág. 227. Fitopatología.

Ciampi L. (1994). Control Biológico.

<http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursos/fitopato/practicas/cbiologico.html>

Cisneros F. (1995). Métodos y estrategias en el control de plagas.

http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_4_PG_78-80.pdf

Charanza C. (2006). Cultivo de zanahoria.

[http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2590/1/T-ESPE-IASA%20I-](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2590/1/T-ESPE-IASA%20I-003088.pdf)

[003088.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2590/1/T-ESPE-IASA%20I-003088.pdf)

Clínica Universidad de Navarra. Bacillus. [http://www.cun.es/diccionario-](http://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/Bacillus)

[medico/terminos/Bacillus](http://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/Bacillus)

- Donoso E. (2008) Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero. Obtenido de:
http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002008000100006&script=sci_arttext
- Fernández S. (2004). Las bacterias como patógenos vegetales.
<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/BacteriaEspanol.aspx>
- Franco Y. (2008). Determinación de actividades enzimáticas implicadas en la virulencia de cepas de *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* y *Dickeya chrysanthemi* aisladas de papa. http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0304-88022008000300002&script=sci_arttext
- Guillén D. (2004). Patogenicidad de *Rhizopus sp.* y *Alternaria sp.* en frutos de pera y manzana durante postcosecha. [file:///C:/Users/Sonia/Downloads/GUILLEN-SANCHEZ%20et%20al%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Sonia/Downloads/GUILLEN-SANCHEZ%20et%20al%20(1).pdf)
- Infante D. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. Obtenido de:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2008). Producción del cultivo de zanahoria. Obtenido de: <http://inta.gob.ar/documentos/manual-de-produccion-de-zanahoria>
- Layton C. (2011). *Bacillus spp.*; perspectiva de su efecto biocontrolador mediante antibiosis en cultivos afectados por fitopatógenos. Obtenido de:
http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA16_ARTREVIS1_BACILLUS.pdf
- López A. (2011). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de la zanahoria (*Daucus carota* L), híbrido Cupar, en el Chaupi, provincia de Pichincha. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1369/1/102391.pdf>

Martínez B. (2013). Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Obtenido de:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100001

Pineda A. (2012). Bacteria Erwinia. Obtenido de:

<http://angfitomapologia.blogspot.com/2012/06/hongo-erwinia.html>

Reinoso Y. (2006). Aislamiento, selección e identificación de bacterias del género bacillus antagonistas de pectobacterium carotovorum. Obtenido de:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209116108001>

Revista CENIC, Ciencias Biológicas (Tejera B. 2011). Potencialidades del género Bacillus en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. Obtenido de:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181222321004>

Revista Cyclamen (Ulcega E. 2015). Las bacterias del género *Erwinia*

<http://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/5/17>

Revista Líderes (2006). Ecuador está ciego, ante el potencial de la zanahoria.

<http://www.panchonet.net/index.php/component/content/article/1/769>

Revista Protección Vegetal. (Martínez B. 2013). Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Obtenido de:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100001

Syngenta (2009). Mildiu (*Plasmopora viticola*).

<http://www3.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/vina/enfermedades/Paginas/mildiu.aspx>

Vademecum Agrícola 2004

Vademecum Agrícola 2015

Vademecum Agrícola 2016

VI. ANEXOS

ANEXO 1- Preparación de suelo



Fuente: Guerrón D. (2016)

ANEXO 2 - Trazado del terreno



Fuente: Guerrón D. (2016)

ANEXO 3 - Crecimiento fenológico de la zanahoria.



Fuente: Guerrón D. (2016)

ANEXO 4 - Toma de datos



Fuente: Guerrón D. (2016)

ANEXO 5 – Aplicación de tratamientos.



Fuente: Guerrón D. (2016)

ANEXO 6 - Cosecha de zanahoria



Fuente: Guerrón D. (2016)