



**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES.**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O<sub>3</sub>) PARA EL CONTROL DEL HONGO ASCOCHYTA (*Phoma exigua*) EN ARVEJA (*Pisum sativum*) EN EL SECTOR DE SALACHE, PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2021”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

**Autor:**

**Chicaiza Chuquitarco Oscar Emilio**

**Tutor:**

**López Castillo Guadalupe de las Mercedes Ing. Mg.**

Latacunga-Ecuador

Agosto 2021

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Oscar Emilio Chicaiza Chuqitarco con Cedula de. Ciudadanía 0503442162 declaro ser autor del presente proyecto de investigación “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O<sub>3</sub>) PARA EL CONTROL DEL HONGO *Ascochyta* EN ARVEJA (*Pisum sativum*) EN EL SECTOR DE SALACHE, PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2021”. Siendo la Ingeniera Magister. Guadalupe de las Mercedes López Castillo tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga 15 de agosto del 2021.

Oscar Emilio Chicaiza Chuqitarco.

Estudiante.

050344216-2

Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

Docente Tutor.

180190390-7

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Oscar Emilio Chicaiza Chuquitarco identificado con Cedula de Ciudadanía. N° 0503442162, de estado civil **soltero** y con domicilio en Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. Ph. D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O<sub>3</sub>) PARA EL CONTROL DEL HONGO *Ascochyta* EN ARVEJA (*Pisum sativum*) EN EL SECTOR DE SALACHE, PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2021”**.la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - (editar el recorrido académico fecha de inicio de carrera, fecha de finalización).

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

Tema: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O<sub>3</sub>) PARA EL CONTROL DEL HONGO *Ascochyta* EN ARVEJA (*Pisum sativum*) EN EL SECTOR DE SALACHE, PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2021”**.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 23 días del mes de agosto del 2021.

Oscar Emilio Chicaiza Chuquitarco.

**EL CEDENTE**

Ing. Ph. D. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

Latacunga 15 de agosto del 2021.

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O<sub>3</sub>) PARA EL CONTROL DEL HONGO *Ascochyta* EN ARVEJA (*Pisum sativum*) EN EL SECTOR DE SALACHE, PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2021” de Chicaiza Chuquitarco Oscar Emilio, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga 15 de agosto del 2021.

Firma del Tutor

Ing. Mg. López Castillo Guadalupe de las Mercedes

Docente Tutor

**CC: 180190390-7**

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O<sub>3</sub>) PARA EL CONTROL DEL HONGO *Ascochyta* EN ARVEJA (*Pisum sativum*) EN EL SECTOR DE SALACHE, PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2021” de Chicaiza Chuquitarco Oscar Emilio de la carrera de Ingeniería Agronómica considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

---

### **Lector 1**

Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja.

CC: 050266175-4

---

### **Lector 2**

Ing. Mg. Marco Antonio Rivera Moreno.

CC: 050151895-5

### **Lector 3**

Ing. Ph. D. Jorge Fabian Troya Sarzosa

**CC: 050164556-8**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, a la Virgen de las Mercedes quien con su bendición me han guiado por el camino del bien y protegerme en cada día de mi vida. Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Al Proyecto Granos Andinos junto con la Ing. Mg. Guadalupe López, por apoyarme en el desarrollo de la investigación y por sus conocimientos impartidos en cada una de las cátedras a lo largo de la carrera.

Chicaiza Chuqitarco Oscar Emilio.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar a mis padres de manera especial a mi amada Madre, Rosa Elvira Chuquitarco Cañar y a mi padre Cesar Humberto Chicaiza Abata que con sus consejos me han motivado ser una persona que no se rinde ante las adversidades de la vida forjando en mí, valores valiosos para continuar con mi vida sea en el presente y el futuro.

Chicaiza Chuquitarco Oscar Emilio.

## Índice de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA .....	ix
Índice de tablas .....	xiii
Índice de gráficos.....	xiv
Información general. ....	xv
Resumen. ....	xvi
Summary. ....	xvii
1. Justificación del proyecto. ....	1
2. Beneficiarios del proyecto de investigación .....	2
2.1. Beneficiarios directos.....	2
2.2. Beneficiarios indirectos.....	2
3. El problema de investigación.....	2
4. Objetivos:.....	3
4.1. Objetivo General.....	3
4.2. Objetivos Específicos.....	3
5. Fundamentación científica.....	4
5.1. Importancia del cultivo.....	4
5.2. Origen. ....	5
5.3. Taxonomía.....	5
5.4. Descripción Botánica .....	5
5.4.1. Raíz.....	5
5.4.2. Tallo.....	6
5.4.3. Hojas.....	6
5.4.4. Flores .....	6
5.4.5. Fruto.....	6
5.4.6. Semilla .....	6
5.4.7. Variedades.....	6

5.5.	Fenología y Desarrollo del Cultivo.....	6
5.6.	Requerimientos edafoclimáticos .....	7
5.6.1.	Suelo .....	7
5.6.2.	Temperatura.....	8
5.6.3.	Precipitación.....	8
5.6.4.	Luminosidad .....	8
5.6.5.	Altitud .....	9
5.7.	Aspectos agronómicos.....	9
5.7.1.	Preparación del suelo .....	9
5.7.2.	Fertilización.....	9
5.7.3.	Labores culturales .....	10
5.7.4.	Surcado .....	10
5.7.5.	Deshierbas .....	10
5.7.6.	Aporque.....	10
5.7.7.	Riego.....	10
5.7.8.	Tutorado .....	10
5.7.9.	Cosecha .....	10
5.7.10.	Almacenamiento .....	11
5.8.	Plagas .....	11
5.9.	Enfermedades .....	11
5.9.1.	Ascochyta ( <i>Phoma exigua</i> ) .....	11
5.9.2.	Importancia del hongo en el cultivo de arveja ( <i>Pisum sativum L.</i> ).....	11
5.9.3.	Descripción de mancha por <i>Ascochyta (Ascochyta pisi)</i> .....	11
5.9.4.	Taxonomía.....	11
5.9.5.	Sintomatología de Mancha por <i>Ascochyta</i> .....	12
5.9.6.	Ecología de la Mancha por <i>Ascochyta</i> .....	12
5.10.	Ozono .....	12
5.10.1.	Generalidades del ozono.....	12
5.10.2.	Ozonización.....	13
5.10.3.	Cómo se genera el Ozono .....	14
5.10.4.	Producción de ozono .....	14
5.10.5.	Modo de acción del ozono.....	15

5.10.6.	El ozono para el control de hongos .....	15
5.10.7.	El tratamiento con agua ozonizada.....	16
6.	Validación de las preguntas científicas o hipótesis. ....	16
6.1.	Hipótesis .....	16
6.1.1.	Hipótesis Nula = H0.....	16
6.1.2.	Hipótesis Alternativa =H1 .....	17
6.2.	Operalización de variables.....	17
6.2.1.	Variable independiente: Concentración de Ozono O3.....	17
6.2.2.	Variable dependiente: Arveja.....	17
7.	Metodologías/Diseño Experimental. ....	17
7.1.	Ubicación del ensayo .....	17
7.2.	Tipo de investigación. ....	18
7.3.	Metodología .....	19
7.4.	Técnicas. ....	19
	Equipos: .....	21
8.	Diseño experimental .....	21
8.1.1.	Factores en Estudio. ....	21
8.2.	Variables a Evaluar .....	21
8.3.	Tratamientos en estudio.....	22
8.4.	ADEVA.....	22
8.5.	Metodología.....	22
9.11.1.	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO .....	23
9.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS. ....	24
9.1.	Severidad del día 1.....	24
9.2.	Severidad del día 10.....	26
9.3.	Severidad del día 20.....	27
9.4.	Diámetro de tallo .....	29
9.5.	Altura de planta .....	32
10.	Impactos. ....	36
11.	Conclusiones y recomendaciones. ....	37
11.1.	Conclusiones .....	37
11.2.	Recomendaciones.....	37

12.	Referencias Bibliográficas .....	38
13.	Anexos.....	43

### Índice de tablas

Tabla 1.	Número de población de la Provincia Cotopaxi.....	2
Tabla 2.	Cuadro de actividad por objetivo .....	3
Tabla3.	Operalización de variables (VI) .....	17
Tabla 4.	Operalización de variables - (VD) .....	17
Tabla 5.	Ubicación en donde se implementó el ensayo.....	18
Tabla 6.	Tratamientos considerando los factores de estudio .....	22
Tabla 7.	Esquema del ADEVA .....	22
Tabla 8.	Análisis de varianza de severidad de ascochyta día 1, después de la aplicación del agua ozonificada. ....	24
Tabla 9.	Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en la severidad en ascochyta. ....	25
Tabla 10.	Análisis de varianza de severidad de ascochyta a los 10 días después de la aplicación del agua ozonificada. ....	26
Tabla 11.	Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en la severidad en ascochyta a los 10 días. ....	26
Tabla 12.	Análisis de varianza, de severidad de ascochyta a los 20 día, después de la aplicación del agua ozonificada. ....	27
Tabla 13.	Prueba de Tukey al 5% para las concentraciones en la severidad en ascochyta a los 20 días.....	28
Tabla 14.	Análisis de varianza del diámetro de tallo tras la aplicación del agua ozonificada día 1.....	29
Tabla 15.	Análisis de varianza del diámetro del tallo 10 días después de la aplicación del agua ozonificada. ....	29
Tabla 16.	Prueba de Tukey al 5% para las concentraciones en el diámetro de tallos a los 10 días de aplicación de ozono. ....	30
Tabla 17.	Análisis de varianza del diámetro del tallo 20 días después de la aplicación del agua ozonificada. ....	31
Tabla 18.	Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en el diámetro del tallo a los 20 días de aplicación de ozono. ....	31
Tabla 19.	Análisis de varianza de altura de planta inicial tras la aplicación del agua ozonificada día 1 .....	32

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en el diámetro de tallo.....	33
Tabla 21. Análisis de varianza, de tallo a los 10 días de la aplicación del agua ozonificada .....	34
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en el diámetro de tallo a los 10 días de aplicación de agua ozonificada. ....	34
Tabla 23. Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 20 días de la aplicación del agua ozonificada .....	35
Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en el diámetro de tallo a los 20 días de aplicación de agua ozonificada. ....	36

### **Índice de gráficos**

Grafico N° 1 Lugar de Ejecución del Ensayo .....	18
Gráfico N° 2 Severidad día 1. ....	25
Gráfico N° 3 severidad día 10. ....	27
Gráfico número N° 4 severidad día 20. ....	28
Gráfico N° 5 Diámetro del tallo a los 10 días de aplicación.....	30
Gráfico N° 6 Concentraciones para diámetro del tallo a los 20 días de aplicación. ....	32
Gráfico N° 7 Concentraciones en altura planta. ....	33
Gráfico N° 8 Concentraciones para Altura planta a los 10 días.....	35
Gráfico N° 9 Concentraciones para Altura planta a los 20 días.....	36

## **Información general.**

### **Título**

“Evaluación del efecto de la aplicación del ozono (O<sub>3</sub>) para el control del hongo ascochyta en arveja (*Pisum sativum*) en el sector de Salache, provincia Cotopaxi, periodo 2021”.

### **Lugar de ejecución.**

Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Zona 3.

### **Institución, unidad académica y carrera que auspicia**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Nombres de equipo de investigadores**

Carrera de Ingeniería Agronómica

### **Área de Conocimiento.**

Proyecto “Granos Andinos”

### **Línea de investigación:**

Autor del proyecto: Oscar Emilio Chicaiza Chuquitarco.

**Tutor:** Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo.

**Lector 1:** Ing. Alexandra Isael Tapia. Borja.

**Lector 2:** Ing. Marco Antonio Rivera Moreno.

**Lector 3:** Ing. Jorge Fabián Troya Sarzosa.

## Resumen.

La investigación se realizó en la Universidad técnica de Cotopaxi sector Salache en proyectos andinos en clima controlado, se evaluó el efecto de la aplicación del ozono ( $O_3$ ) para el control del hongo ascochyta en arveja (*Pisum Sativum*) en el sector Salache provincia de Cotopaxi periodo 2021 este trabajo. Se utilizó un diseño Completamente al Azar (AXB), con 6 tratamientos y 3 repeticiones, con pruebas Tukey al 5%; Los resultados de la investigación a través de la aplicación del agua ozonificada con las respectivas concentraciones 1pp+6 aplicaciones, 2ppm+4aplicaciones a los días 1, 10, y 20

En el día 1 existieron diferencias significativas para concentraciones para el resto de variables no existió diferencia significativa. Se obtuvieron un coeficiente de variación de 12,8 % Al realizar la prueba de Tukey 5% muestra las medias de cada uno de las concentraciones para disminución de la severidad tras el uso agua ozonificada, se encontró 2 rangos de significación estadístico, en el primer rango A se ubicó la concentración c2 (2ppm) y c1 (1ppm) con promedios de 31,61 y 32,69% de severidad, al final se encuentra el testigo con 42,35 % en el rango B, en el día 10 existen diferencia significativa para las concentraciones Se obtuvo un coeficiente de variación de 16,15 %, En el día 20 existen diferencias significativas para las concentraciones. Se obtuvo un coeficiente de variación de 17,2%,

En la altura del tallo en el día 20 Se obtuvo un coeficiente de variación 3,74 %, y el diámetro del tallo en el día 20 se obtuvo no existió significancia estadística. Se obtuvo un coeficiente de variación de 2,07 %.

Palabras clave. Ozono, Concentraciones, Ascochyta

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI.

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES.

TITLE: "Evaluation of the effect of the application of ozone (o<sub>3</sub>) for the control of the ascochyta fungus in peas (pisum sativum) in the Salache sector, Cotopaxi province, period 2021".

AUTHOR: Chicaiza Chuquitarco Oscar Emilio.

**Summary.**

The research was carried out at the Technical University of Cotopaxi Salache sector in Andean projects in controlled climate, the effect of the application of ozone (O<sub>3</sub>) was evaluated for the control of the ascochyta fungus in pea (Pisum Sativum) in the Salache sector, province of Cotopaxi period 2021 this work. A Completely Randomized (AXB) design was used, with 6 treatments and 3 repetitions, with Tukey tests at 5%; The results of the research through the application of ozonated water with the respective concentrations 1pp + 6 applications, 2ppm + 4 applications on days 1, 10, and 20 on day 1 there are significant differences for concentrations for the rest of the variables did not exist significant difference. A coefficient of variation of 12.8% was obtained. When performing the Tukey 5% test, it shows the means of each of the concentrations to decrease the severity after the use of ozonated water, 2 ranges of statistical significance were found, in the first range A, the concentration c<sub>2</sub> (2ppm) and c<sub>1</sub> (1ppm) were located with averages of 31.61 and 32.69% severity, at the end there is the control with 42.35% in range B, on day 10 there are significant difference for concentrations A coefficient of variation of 16.15% was obtained, On day 20 there are significant differences for concentrations. A coefficient of variation of 17.2% was obtained,

In the height of the stem on day 20 A coefficient of variation of 3.74% was obtained, and the diameter of the stem on day 20 was obtained there was no statistical significance. A coefficient of variation of 2.07% was obtained.

Keywords. Ozone, Concentrations, Ascochyta

## **1. Justificación de proyecto.**

En el Ecuador el cultivo de arveja tiene problemas fitosanitarios especialmente cuando la planta está en desarrollo varios de los agricultores no tienen conocimientos primordiales en cuestiones de control de hongos del cultivo de arveja en la región sierra se ha presentado el hongo llamado ascochyta debido a las altas precipitaciones que causan una humedad relativa alta causando en el cultivo de arveja la presencia de este problema fitosanitario que a su vez causa daños al cultivo.

El cultivo de arveja es importante en las comunidades de la sierra ecuatoriana por su aporte de proteínas para el consumo humano y el mejoramiento de la estructura del suelo en la provincia de Cotopaxi es donde mayor área se cultiva, Entre los problemas más importantes que se registra es la presencia de hongos, En muchas ocasiones los agricultores no tienen los conocimientos para combatir la presencia de estas fitopatologías por lo tanto el agricultor busca las opciones como acudir a casas comerciales agroquímicas en las cuales en muchos casos son fungicidas de síntesis química estos productos son altamente tóxicos causando daños a futuro como la erosión del suelo agrícola y también la más importante como la intoxicación a las personas que utilizan estos fungicidas.

La ascochyta es una enfermedad endémica en las principales zonas productoras de arveja, pero para su tratamiento el uso de pesticidas es lo más común para combatirlo, esto genera impacto negativo en el medio ambiente pero el uso de químicos que alteran el ecosistema. Es ahí de donde parte la importancia de este proyecto de investigación pues tiene el enfoque de evaluar distintas alternativas para combatir plagas y enfermedades, como es en este caso el Ozono (O<sub>3</sub>) que es un método moderno para este tipo de estudio.

El Ozono es un potente desinfectante y su uso es apto para la desinfección dentro del sector agrícola. El uso de agua ozonizada para el riego tiene grandes beneficios como proporcionar un agua completamente libre de microorganismos potencialmente peligrosos para las plantas, descontaminar el suelo, mejorando notablemente sus propiedades físico-químicas, con lo que los transforma en suelos más ricos en nutrientes, de los que la planta obtiene con mayor facilidad los elementos que necesita para un crecimiento vigoroso y sano, que redundará en una mayor resistencia a los ataques fúngicos.

## 2. Beneficiarios del proyecto de investigación

### 2.1. Beneficiarios directos

La siguiente investigación va a beneficiar directamente a:

**Tabla 1. Número de población de la Provincia Cotopaxi**

Beneficiarios Directos	Habitantes		
	Hombres	Mujeres	Total
Productores de arveja de la Provincia de Cotopaxi	71.382	101.712	173.094
Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica	216	144	360

**Fuente:** (INEC, 2010)

### 2.2. Beneficiarios indirectos

**Los beneficiarios indirectos serán:**

Los consumidores de Arveja a nivel nacional

## 3. El problema de investigación.

El cultivo de arveja es afectado por diversos problemas fitosanitarios, especialmente en las etapas de desarrollo y producción. La incidencia de estas depende de las condiciones climáticas y de la predisposición genética de la variedad. Según (Valencia et al., 2012), menciona que las altas precipitaciones propias de la zona andina, suelos pesados y húmedos crean condiciones favorables para el desarrollo de patógenos fungosos, principalmente del género *Ascochyta*, los cuales adquieren importancia económica por el daño que causan a los órganos aéreos de la planta como hojas, tallos y vainas presentando un grave problema en la comercialización en vaina verde. Llegando a ser la enfermedad más limitante en el cultivo de arveja ya que puede ocasionar una reducción de hasta el 75 % en la productividad si la infección es de grado moderado a fuerte (Alvarez et al., 2013).

Para el control del complejo *Ascochyta* el productor opta por el uso indiscriminado de fungicidas a base de Antracol 70 PM, Baycor 300 EC, Cuprosan 311 Super D, Zineb 75% los cuales contamina el medio ambiente, vainas y granos cuando se comercializan verde (Torrado Martínez et al., 2020).

El ozono, puede servir para controlar diversas especies no solo de hongos fitopatógenos, sino también de bacterias y nematodos, o incluso para la mejorar la cantidad y calidad de frutos. Además de que puede ser aplicado sobre el cultivo ya establecido, con la ventaja de ser usado en el momento que sea necesario, contrastando con los productos fumigantes de acción más fuerte (Bucio Villalobos et al., 2016)

#### 4. Objetivos:

##### 4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la aplicación del ozono (O<sub>3</sub>) para el control del hongo de Ascochyta de arveja (*Pisum sativum*) en el sector de Salache, provincia Cotopaxi, periodo 2021”.

##### 4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la eficiencia del ozono (O<sub>3</sub>) bajo diferentes niveles de concentración en el agua y frecuencias de aplicación.
- Evaluar el efecto del agua ozonificada en el desarrollo de la planta de arveja.

#### Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

**Tabla 2. Cuadro de actividad por objetivo**

Objetivo 1	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
➤ Evaluar el efecto de la aplicación del ozono (O <sub>3</sub> ) para el control del hongo de Ascochyta de arveja ( <i>Pisum sativum</i> ) en el sector de Salache,	Delimitar el área de estudio	Se implementó el ensayo respectivo	Libro de campo Fotografías
	Recolectó de Ascochyta	Se procedió a recolectar el hongo de un campo infectado	Libro de campo Fotografías
	Establecer las diferentes concentraciones	La mejor concentración obtenida de la	

provincia Cotopaxi, periodo 2021”.	para aplicarlos en arveja	ozonificación del agua.,	Libro de campo Fotografías
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de Verificación</b>
➤ Evaluar el efecto del agua ozonificada en fisiopatías del cultivo de arveja.	A través de una tabulación de datos para poder observar los cambios fisiológicos en el cultivo de arveja	El resultado mediante la aplicación del agua ozonificada ayudo a conocer el efecto que tiene en el cultivo de arveja	Fotografías Libro de campo

**Elaborado por:** (Chicaiza,2021).

## 5. Fundamentación científica

### 5.1. Importancia del cultivo

El cultivo de la arveja *Pisum sativum* L. en el Ecuador tiene un espacio productivo muy acogedor pues el país posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo, sembrándose en especial en la Sierra en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua, cultivándose tanto para cosecharlo en grano tierno, así como en seco, siendo las mayores siembras realizadas en los meses de marzo, abril, mayo y junio. (Sánchez Arteaga, 2019)

La arveja tiene una marcada importancia para el hombre, por su alto contenido de proteína, carbohidratos, vitaminas y sales minerales que han sido la base para la formulación de alimentos nutritivos. El aporte energético es muy diferente si se trata de arvejas frescas (unas 74 kcal/100 g), o de arvejas secas (con un contenido calórico de unas 317 kcal/100 g). Este contenido calórico es debido principalmente a la presencia de hidratos de carbono (56%) y proteínas (21,6%), ya que su contenido en grasa es poco significativo (2,3%).( Evans, 1983)

La arveja aporta cantidades considerables de hidratos de carbono, constituidos en su mayor parte por hidratos de carbono complejos como el almidón, y una pequeña proporción de sacarosa. No obstante, cuando la arveja es fresca, recién recogida, presenta un sabor más dulce, debido a la presencia de azúcares simples, que conforme pasa el tiempo, se transforman en almidón. (Anchivilca, 2018)

## **5.2. Origen.**

Se consideran posibles lugares de origen Etiopía, la zona oriental del Mediterráneo y Asia Central. En el Continente Americano la arveja (*Pisum sativum* L.) fue introducida por los europeos, principalmente por los españoles, durante las primeras etapas del proceso de colonización. Océano/ Centrum (Narvaez Navarrete, 2011)

## **5.3. Taxonomía**

Familia: Leguminosas

Subfamilia: Papilionoides

Tribu: Viceas

Género: *Pisum*

Especie: *Sativum*.

L Nombre Científico: (*Pisum sativum*, L.)

Nombres vulgares: Arveja, guisantes, chicharro

(Jácome Segovia, 2015)

## **5.4. Descripción Botánica**

La arveja es una leguminosa herbácea anual que vegeta normalmente en climas templados, templado frío y húmedo - frío y húmedo, como planta cultivada es muy antigua. (FONAIAP, 1993). El guisante pertenece a la tribu víciese, género *Pisum* en la actualidad se reconocen dos especies del género, el guisante cultivado *Pisum sativum* L. y *Pisum fulva*, a su vez, se clasifican en dos sub especies; *sativum* (que cuenta con dos variedades: *arvense* (L) y *sativum*) y *elatius* (que comprende las variedades: *elatius*, *pumilio*, y *brevi pendun calatum*) (Nadal & Moreto, 2004)

### **5.4.1. Raíz**

“El sistema radicular es poco desarrollado en conjunto, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda.” (Sánchez Arteaga, 2019)

#### **5.4.2. Tallo**

Dependiendo de la precocidad del cultivar, el tallo principal puede desarrollar desde seis hasta más de veinte nudos. La arveja posee tallos delgados, trepadores angulosos, erectos o trepadores según la variedad y habito de crecimiento definido o indeterminado. (Jácome Segovia, 2015)

#### **5.4.3. Hojas**

Las hojas tienen pares de foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Contienen estipulas de diferentes formas. Tienen pares de foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Contienen estipulas de diferentes formas. (Basantes, 2015)

#### **5.4.4. Flores**

Las flores grandes, con córala papilionácea y blanca, se insertan por medio de un largo pedúnculo, para cada una o para cada dos en la axila de las hojas. (Tamaro, 1998)

#### **5.4.5. Fruto**

Es una vaina lineal, vívala, ligeramente curvada más o menos gruesa de forma cilíndrica o aplanada, con dehiscencia tardía y en algunas variedades nula, indica que las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable. (Jácome Segovia, 2015).

#### **5.4.6. Semilla**

La semilla es esférica, blanca, cremosa, verde claro, gris amarillo claro, de superficie lisa o arrugada según la variedad. El número de semillas por vaina varía entre tres y diez. (BOCANEGRA, S. 1972)

#### **5.4.7. Variedades.**

Las variedades que más frecuentemente se cultivan en el Ecuador, son conocidas por lo general con nombres comunes de las zonas de producción como: La “Arveja de Mira”, La “Arveja de Pallatanga”, y La “Arveja Ambateña”. Todas se cultivan con doble propósito, para consumo en grano fresco y como grano seco. Son variedades de ciclo vegetativo semitardías de 3 a 4 meses para cosecha de grano tierno, y de 4 a 5 meses para recolectar el grano seco, cuya forma de grano es redondo y liso. (Narvaez Navarrete, 2011)

### **5.5. Fenología y Desarrollo del Cultivo.**

La evolución fisiológica de la planta de arveja se desarrolla pasando por las siguientes fases fenológicas:

**a. Germinación.** - La semilla en condiciones de humedad y temperatura apropiada empieza a germinar al cuarto día de la siembra; aparece el hipocótilo y la radícula que empieza a crecer, el primero a la superficie del suelo y el otro en el sentido contrario. Transcurriendo de 10 a 15 días de la siembra empieza a emerger el hipocótilo. (Narvaez Navarrete, 2011)

**b. Formación de hojas verdaderas.**- Una vez que ha emergido la pequeña planta a la superficie del suelo, empieza a desarrollar el primer par de hojas verdaderas a la vez que se desprenden los cotiledones o falsas hojas. (Narvaez Navarrete, 2011)

**c. Desarrollo Vegetativo.**- Se produce cuando el cultivo recibe normalmente los cuidados requeridos, como agua, nutrientes, protección fitosanitaria, aclaración, control de malezas y tutorio. En estas condiciones el desarrollo vegetativo de la planta se cumple más 23 o menos con cierta rapidez según el tipo y variedad de que se trate, (3-6 semanas). (Narvaez Navarrete, 2011)

**d. Floración.**- El período de floración se inicia de los 40 a los 45 días de la siembra en las variedades de arvejas para consumo fresco como “alderman” “Alaska”, etc. (Narvaez Navarrete, 2011)

**e. Fructificación.** - La formación y desarrollo de los frutos se inicia a los 8 o 10 días de aparecidas las flores, el tiempo varía de acuerdo con los tipos y variedades (precozes, semiprecozes y tardías). En el caso de las variedades tardías 75 a 80 días de la siembra. (Narvaez Navarrete, 2011)

**f. Maduración de los frutos.** - Los frutos completan su maduración en el caso de las variedades tardías de arveja a partir de los 110 a 115 días de la siembra para cosecha en verde, cuando los granos se encuentran completamente formados, iniciándose su cosecha por las vainas inferiores. (Narvaez Navarrete, 2011)

## **5.6. Requerimientos edafoclimáticos**

### **5.6.1. Suelo**

Es una planta que se adapta a una variedad de suelos que van desde los franco-arenosos a los franco-arcillosos con buen drenaje, que tengan buena estructura, profundos, fértiles, con una reacción levemente ácida a neutro y con un pH óptimo entre los 5,5 a 6,5. Suelos que tengan la

adecuada capacidad de captación y almacenaje del agua que permita la normal provisión de ella

en especial en la fase de la floración y llenado de las vainas. (Pinto, 2013)

### **5.6.2. Temperatura**

(Ugás, Siura, Delgado de la Flor, Casas, & Toledo, 2000) indicaron que la arveja es un cultivo de clima templado, con temperaturas optimas entre los 13 a 18 °C, siendo sensible a las heladas durante el desarrollo de las vainas y a temperaturas altas durante la floración. (Camarena F. , 2014), mencionó que en general esta especie se cultiva a temperaturas bajas como las de la sierra, en la costa se cultiva en invierno y en los valles interandinos en primavera. Es una planta que resiste bien al frio y puede germinar a temperaturas de 10°C; sin embargo, heladas frecuentes y/o prolongadas causan daños apreciables en las plantas jóvenes, flores y frutos tiernos dando lugar a la producción de granos pequeños. También afecta al cultivo en la atapa reproductiva, disminuyendo el rendimiento. (Igualmente las granizadas afectan al cultivo). La arveja es una planta que se adapta a climas templados y húmedos, requiriendo una temperatura óptima de 14 a 16 °C; Gran parte de las variedades son sensibles a las heladas. Mientras (Parsons, Mondoñedo, Krichner, & Atilano, 2005) señala que la arveja germina en 4 o 6 días, creciendo bien en un clima templado húmedo donde la temperatura fluctúe entre 12 a 18°C; indicando que las regiones tropicales situadas debajo de los 1300 m.s.n.m y los climas cálidos y secos, interfiere en su producción.

### **5.6.3. Precipitación**

En zonas con escasas precipitaciones, el agua debe ser provista mediante riego. La arveja requiere de una provisión adecuada de agua durante la floración y el desarrollo de las vainas. Los riegos deben ser ligeros y frecuentes para el éxito del cultivo. En caso de una excesiva disponibilidad de agua durante la germinación pueden ocurrir pudriciones radiculares. El estrés hídrico acelera la maduración del cultivo sin un llenado adecuado de grano, obteniéndose bajos rendimientos (Ugás, Siura, Delgado de la Flor, Casas, & Toledo, 2000) “La precipitación requerida por la arveja en un periodo de cultivo va de entre los 500 a 1000 milímetros.” (Pinto, 2013)

### **5.6.4. Luminosidad**

Para una buena floración se recomienda tener más de nueve horas de luz y de intensidad suficiente. Las variedades de enrame requieren más horas luz que las variedades de medio enrame ( (Camarena, 2014).

### **5.6.5. Altitud**

La planta de la arveja se adapta mejor a las condiciones de la sierra y sobre todo a los valles interandinos, necesita para su mejor desarrollo condiciones ambientales, como climas fríos, pero los climas frescos son los mejores, son pocos resistentes a la sequía y muy sensible al calor. Se siembra hasta los 3,300 m.s.n.m. (Camarena & Huaranga, 2008).

## **5.7. Aspectos agronómicos**

### **5.7.1. Preparación del suelo**

Para que las condiciones del suelo sean favorables para el cultivo de arveja. El DANE (2015) menciona que: Se realiza una primera arada utilizando un arado de cincel vibratorio, con el fin de aflojar el suelo para facilitar el crecimiento de las raíces, mejorar el drenaje y permitir la aireación del suelo. Seguidamente, se desmenuza el suelo sin pulverizarlo para mantener la estructura y favorecer la retención de humedad. Por otra parte, el método de labranza mínima y siembra directa es recomendado para optimizar el uso de los recursos suelo y agua, especialmente en las regiones con dos periodos de lluvia y con disponibilidad de agua entre 700 a 1.000 milímetros anuales, lo que permite adelantar dos cosechas al año e incrementar los rendimientos del cultivo en un 20 %. (Sánchez Arteaga, 2019).

### **5.7.2. Fertilización**

El desarrollo de las plantas está directamente relacionado con la cantidad y calidad de nutrientes que están disponibles en el suelo, si los nutrientes no pueden compensar los requerimientos se procede a fertilizar, para el cultivo de arveja *Pisum sativum*. La fertilización consiste en el suministro de los nutrientes requeridos por la planta para su buen desarrollo, sanidad y producción; los tipos y cantidades de fertilizantes como de correctivos deben obedecer a un plan de fertilización formulado por el profesional responsable de la asistencia técnica, basado en los resultados de los análisis de suelos y las demandas del cultivo. En el caso de la arveja, para lograr una producción de 4 a 5 toneladas de vainas verdes por hectárea, el cultivo extrae del suelo 125 kilogramos de nitrógeno (N), 30 kilogramos de fósforo (P) y 75 kilogramos de potasio (K), llegando en algunos casos a extraer, respectivamente, 125, 50 y 85 kilogramos de estos elementos nutritivos y requiriendo, adicionalmente, de 65 a 100 kilogramos de calcio (Ca) y 13 kilogramos de magnesio (Mg) por hectárea. (Sánchez Arteaga, 2019).

### **5.7.3. Labores culturales**

Son todas las acciones realizadas para precautelar un correcto desarrollo del cultivo desde sus fases tempranas hasta la preparación del producto para ser comercializado.

### **5.7.4. Surcado**

Se debe realizar un día antes de la siembra con el fin de mantener la humedad en el suelo, una vez preparado se comienza a realizar surcos para preparar el área donde se va a depositar la semilla. La distancia y profundidad está ajustado al que requiera cada tipo de cultivo y la orientación que sea adecuada para el riego. Este trabajo es muy importante ya que protege la planta y facilita el trabajo manual (Peralta, 2010).

### **5.7.5. Deshierbas**

Se debe controlar el crecimiento de las plantas no deseadas para no afectar a la planta por competencia, según “durante el desarrollo del cultivo 2 a 3 controles manuales de malezas.” (Basantes (2015)

### **5.7.6. Aporque**

Es una labor realizada con el objeto de acumular suelo suelto en la base de la planta, mejorar la consistencia del tallo y promover el crecimiento radicular mismo que da lugar a una mejor absorción de nutrientes esenciales para el desarrollo de la planta.

### **5.7.7. Riego**

El número y frecuencia de riegos varía con el tipo de suelo, la variedad, las condiciones climáticas y en ausencia de lluvia puede ser necesario de 5 a 6 riegos por ciclo, es decir un riego cada 15 días aproximadamente, con énfasis en floración y llenado de vainas. (Peralta, Murillo, Manzón, Pinzón y Villacrés, 2015)

### **5.7.8. Tutorado**

La arveja de crecimiento indeterminado requiere de labores para guiar el crecimiento del tallo y facilitar su manejo. Colocación de postes: se deben colocar postes de 2 m de largo separados cada 4 a 5 m según la pendiente del suelo. Deben enterrarse a una profundidad de 40 a 50 cm. Se necesitan de 2,000 a 2,500 postes por ha. (Sánchez Arteaga, 2019)

### **5.7.9. Cosecha**

La cosecha se puede hacer en verde para consumo fresco (a los 120-150 días de la siembra, según la textura del grano) o de lo contrario cuando las plantas han terminado su ciclo vegetativo (amarilleo general, la vaina se desgrana fácil) para grano seco. (Goites, 2008)

### **5.7.10. Almacenamiento**

“El grano con humedad inferior al 13%, debe almacenarse en cuartos secos y frescos. No se ha observado daño causado por plagas de almacén.” (Peralta et al., 2013)

### **5.8. Plagas**

las principales plagas son el gusano cortador y cogollero (*Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera* spp.), tortuguilla vaquita (*Diabrotica* spp.) y áfidos o pulgones (*Aphis* spp., *Myzus persicae*). Según Casca (2005).

### **5.9. Enfermedades.**

Describe a mildiu polvorento (*Erysipe poligoni*), antracnosis mancha oscura (*Ascochyta pisi*), tizón bacteriano (*Pseudomonas pisi*) y marchitez por *Fusarium* (*Fusarium* spp.) como las principales enfermedades que afectan al cultivo de arveja *Pisum sativum* L. Casca (2005).

#### **5.9.1. Ascochyta (Phoma exigua)**

#### **5.9.2. Importancia del hongo en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.).**

Es una enfermedad endémica al cultivo de arveja. El patógeno se transmite en la semilla. Reduce los rendimientos entre un 20 y un 50% demeritando así la calidad de la vaina y los granos cosechados. No obstante que la enfermedad se puede presentar desde los primeros estados de desarrollo del cultivo, los daños son más notorios a partir de la época de floración, afectando principalmente el tercio inferior de la planta (Tipaz Cuaical, 2014)

#### **5.9.3. Descripción de mancha por Ascochyta (Ascochyta pisi)**

Picnidios de pared fina, más claros que en otras especies de *Ascochyta*, con conidias uniseptadas (muy raramente biseptadas), hialinas, oblongo cilíndricas, rectas o ligeramente curvadas, a veces con una ligera constricción a nivel del septo, con extremos redondeados y con dos grandes gúttulas aceitosas en los extremos opuestos. No forma nunca peritecios (no se conoce su teleomorfo), y muy raramente produce clamidosporas. Huéspedes: Principalmente ataca al guisante, pero también afecta a los géneros *Lathyrus* y *Vicia*. (Tipaz Cuaical, 2014)

#### **5.9.4. Taxonomía**

**Reino:** Fungi

**Filo:** Ascomycota

**Clase:** Dothideomycetes

- Subclase:** Dothideomycetidae
- Orden:** Incertae sedis
- Familia:** Incertae sedis
- Género:** Ascochyta (Tipaz Cuaical, 2014)

#### **5.9.5. Sintomatología de Mancha por Ascochyta**

Manchas en hojas y en vainas, circulares, más o menos irregulares, con un borde oscuro y centro marrón pálido. Cuando el ataque es temprano puede causar caída de plántulas en pre o post emergencia. En vainas puede causar aborto de semillas o daños en las mismas. Nunca causa daños en cuello o raíces y raramente en tallos, pero en estos casos las manchas son más alargadas. (Tipaz Cuaical, 2014)

La Ascochyta, se controla con Amistar Top R (Azoxytrobina y Difenconazol), en la dosis de aplicación de 0,625 ml/l de agua.). El control químico de Ascochyta se hace con Duronil 720 SC (Chlorothalonil) con una dosis de 1.85 ml/l de agua y Skel 250 (Difenconazol) en dosis de 0,625 ml/l de agua. (Trigoso, 2009)

#### **5.9.6. Ecología de la Mancha por Ascochyta**

La infección de las plantas se produce a 4°C de temperatura y con una humedad del 90 %. El alto desarrollo de la enfermedad se observa en las precipitaciones abundantes y temperaturas de 20 – 25°C. El período de incubación puede variar de 2 a 4 días dependiendo de la temperatura y la especie de la enfermedad. En alternancia de tiempo húmedo y seco el desarrollo de la enfermedad reduce la velocidad, y se detiene por completo a temperatura superior a 35°C. La incidencia de la enfermedad A. pisi depende más de la cantidad de las precipitaciones y la humedad 78-86 % es suficiente para el desarrollo de la enfermedad A. pinodes. (Trigoso, 2009)

### **5.10. Ozono.**

#### **5.10.1. Generalidades del ozono.**

Se conoce que el ozono es un gas que no presenta color (inoloro) de alta reactividad, su composición consta de tres átomos de oxígeno (O<sub>3</sub>). Este gas es un constituyente natural de la atmósfera, se lo encuentra localizado en las dos capas inferiores que son: la tropósfera (comprende una magnitud que va desde la superficie terrestre hasta los primeros 10 km de

altura) y la estratósfera (comprendida desde los 10 hasta 50 kilómetros por encima de la superficie terrestre). (Cevallos Taxi, 2020)

El ozono tiene como función proteger ante la radiación ultravioleta en la estratósfera, en este lugar se halla el 90 % del ozono atmosférico y se origina la capa de ozono (Bermejo et al, 2009). El ozono, es una forma alotrópica del oxígeno molecular ( $O_2$ ), se encuentra como un elemento gaseoso natural ubicado en las capas altas de la atmósfera, ahí está representando el 0,0001 % de la composición total. Una característica propia de este gas, es que al momento en que su concentración asciende las 0,1 ppm no puede olerse, porque se convierte en un gas irritante que se vuelve difícil de tolerar (Arencibia, 2006)

No se puede almacenar el ozono porque presenta una elevada inestabilidad química a presión y temperatura ambiente, por esta razón los investigadores recurren al uso de máquinas generadoras de este gas con el propósito de que al momento de realizar un experimento se obtenga instantáneamente. Si se relaciona el ozono con el oxígeno como resultado tenemos que la solubilidad del ozono en agua es casi dos veces mayor (Hidalgo, 2005)

La vida del ozono es de aproximadamente 12 horas cuando se encuentra en estado gaseoso y a presión atmosférica, se considera amigable con el medio ambiente porque puede transformarse en dos moléculas de oxígeno y no deja ningún tipo de rastros. Se utiliza este gas para disminuir eficientemente las poblaciones de insectos y hongos; ya que actúa como desinfectante (Solano, 2017)

### **5.10.2. Ozonización**

Desde hace décadas, con un potencial de oxidación de 2,42 V, se reconoce al Ozono ( $O_3$ ) como el desinfectante más potente después del flúor (un gas muy venenoso para el ser humano, con un valor oxidante de 3,06 V), y del radical libre Hidroxilo  $HO\cdot$ , con un valor oxidante de 2,8 V, pero a diferencia de éstos, el Ozono, en cantidades controladas, resulta beneficioso para el ser humano, plantas y animales, y no genera residuos contaminantes, sino que su residuo es la simple molécula de oxígeno ( $O_2$ ). A pesar de ello, no ha sido hasta hace poco que los Generadores de Ozono se han tecnificado para ofrecer verdaderos resultados de impacto. La acción Desodorante y Desinfectante del Ozono (Bactericida, Viricida, Fungicida, Esporicida y Protozoicida) es aplicada para purificar y esterilizar el aire contaminado, entre otros motivos, por efectos de la concentración de seres vivos en espacios cerrados. Su aplicación puede realizarse tanto en aire, como en aceite y agua. El Ozono

elimina sustancias irritantes, alérgicas y molestas. Oxida hierro y manganeso, depurando y descomponiendo químicos como son el benceno, cetonas, ácidos, derivados del azufre, detergentes, cianuro, nitritos, fenoles, pesticidas y herbicidas. Además, convierte el altamente tóxico monóxido de carbono, en inofensivo dióxido de carbono. Se utiliza para potabilizar agua de consumo, depurar aguas residuales, esterilizar quirófanos y salas blancas, desinfectar cámaras refrigeradas, etc. (TOP OZONO, n.d.)

### **5.10.3. Cómo se genera el Ozono**

El Ozono ( $O_3$ ) es el oxígeno oxidado, la molécula triatómica del oxígeno, es decir, una variedad inestable del oxígeno. Se genera por la activación de la molécula diatómica ( $O_2$ ) del oxígeno. Esta activación puede ser provocada por la energía irradiada de los rayos ultravioleta en longitud de onda inferior a 220 nanómetros o bien por la acción de una descarga eléctrica, de elevado potencial alterno, a través de una masa de gas que contenga oxígeno. Cuando esto ocurre, el  $O_2$  se descompone en dos átomos independientes de Oxígeno ( $O_1$ ) que pasan a juntarse rápidamente con una molécula de  $O_2$ , formando una molécula de oxígeno más poderosa, el  $O_3$ . De ahí deriva su nombre científico de trioxígeno. Por tanto,  $3x (O_2) \Rightarrow 2x (O_3)$ . Los rayos ultravioletas sobre el oxígeno atmosférico forman la llamada Ozonósfera o capa de ozono cuya misión es precisamente la de filtrar la radiación ultravioleta procedente del sol. El Ozono ( $O_3$ ), siendo como es tan inestable, recupera su estado original ( $O_2$ ) al cesar el motivo por el que se generó o bien al interactuar éste con partículas orgánicas, con virus, bacterias, protozoos, etc. En menos de un segundo, el átomo extra de oxígeno desprendido de la molécula de Ozono se enlazará con el otro material. Como producto residual permanecerá solamente la molécula de oxígeno pura y estable. Su gran inestabilidad y poca duración no le permite ser almacenarlo, debiendo generarse in situ para ser usado de inmediato. Hay que tener en cuenta que el Ozono, inyectado en el agua, genera componentes tanto más oxidantes que el propio Ozono, como son el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) o el hidroxilo, algo que aumentará su efectividad. (TOP OZONO, n.d.)

### **5.10.4. Producción de ozono.**

Generalmente el ozono se origina en la atmósfera mediante dos procesos. El primero ocurre cuando la luz ultravioleta ocasiona una ruptura fotoquímica de una molécula de oxígeno, dando como resultado la separación de dos átomos de oxígeno. La segunda fase se manifiesta cuando cada átomo de oxígeno sufre un choque con otra molécula de  $O_2$  y como producto genera una molécula de ozono (Dirección de Monitoreo Atmosférico, 2016) Existen dos

maneras industrializadas para obtener el ozono. Frecuentemente se utiliza el método de pasar aire por unos tubos de vidrio que presentan superficies metalizadas de forma concéntrica (ozonizadores) entre los que acciona una descarga de gran diferencia (15 kW) y elevada frecuencia (50 Hz); la cual, va a intervenir sobre las moléculas de  $2O_2$  originando la formación del ozono (trioxígeno). Si se desea dividir el ozono por el método de destilación fraccionada. Como resultado se produce el ozono mezclado con aire en pequeñas concentraciones de 2 % (Tecnozono., 2018)

#### **5.10.5. Modo de acción del ozono.**

El ozono es considerado como desinfectante universal, este oxida los elementos contaminantes, quitando el olor y color al mismo tiempo que liquida microorganismos como virus, bacterias, algas y hongos. La acción desodorizante que desencadena este gas se origina por efecto de la oxidación de las moléculas o de gran variedad de compuestos químicos como los hidrocarburos, ácidos, derivados de azufre y nitrógeno, cetonas, entre otras. El ozono ocasiona oxidación de la pared celular, para romperla y de esta manera logra atacar a los constituyentes de los ácidos nucleicos (ADN y ARN). Por esta razón los microorganismos no desarrollan capacidades inmunológicas frente al ozono como lo logran frente a otros compuestos (Ramírez, s.f)

#### **5.10.6. El ozono para el control de hongos**

La interacción de la molécula de ozono, con las moléculas oxidables de los componentes celulares, especialmente aquellos que contienen enlaces dobles, conduce a una reacción de oxidación que atrofia su crecimiento. Por lo tanto, el objetivo del ozono es atacar la membrana de los fosfolípidos, las enzimas intracelulares y los materiales genómicos. Estas reacciones ocasionan daño celular y la muerte de los microorganismos (Faytong Salazar, 2017)

La pared celular de los hongos es de varias capas y su composición es 80 % carbohidratos y 20 % proteínas y gliceras. La presencia de los enlaces disulfuro hacen posible la oxidación por ozono. El ozono tiene la capacidad de difundirse a través de la pared fúngica, entrando en el citoplasma y alterando las funciones celulares del hongo (Antony-Babu, 2009)

### **5.10.7. El tratamiento con agua ozonizada**

Para esta aplicación de Ozono, se utiliza el tanque con el que habitualmente se realiza la pulverización o la atomización. En él se instalará el equipo de ozonización junto con un pequeño generador eléctrico para darle autonomía. Una vez llenado el tanque de agua, se procede a la dilución de Ozono en su interior mediante un sistema de recirculación. Cuando se alcance la proporción de Ozono diluido necesaria, una señal advertirá que puede empezarse a usarse. Existe una dilución mínima exigible para que la ozonización sea efectiva. Nuestras máquinas mantienen esa dilución mínima en todo momento para que el agricultor solamente tenga que preocuparse de la aplicación sobre las plantas. Se recomienda utilizar el tanque solamente para tratamientos con Ozono. De lo contrario, los restos de químicos utilizados anteriormente consumirán parte del Ozono que los oxidará y, por tanto, tardará más tiempo en alcanzar la dilución necesaria. Es importante que el agua ozonizada llegue al envés de la hoja, lugar donde proliferan los patógenos en la planta. Para obtener los mejores resultados, el agua debe impactar sobre la superficie del hongo. Este patógeno requiere de dos a tres aplicaciones para un control positivo en el cultivo. Aunque no tengamos indicios obvios del patógeno, es muy recomendable repetir el tratamiento a los 21 días. Los resultados empezarán a notarse a los 30-35 días de la primera aplicación, mostrando los nuevos brotes de las plantas exentos de cualquiera de los síntomas de plaga o enfermedad. De este modo, se consigue que la planta continúe con su crecimiento normal, lográndose así una buena producción, libre de patógenos. El tratamiento con agua ozonizada ataca a las esporas de la Podredumbre gris (*Botrytis cinérea*), que tanto afecta al tomate, vid, frutales, fresa, plantas ornamentales (flor cortada y plantas de maceta), viveros forestales y post-cosecha de frutas y hortalizas, atacando también a los huevos, como los del mosquito verde, que afectan a multitud de cultivos como la vid, naranjo, mandarino, pimiento, melocotón, algodón, remolacha, girasol, alfalfa y alcachofa.(TOP OZONO, n.d.).

## **6. Validación de las preguntas científicas o hipótesis.**

### **6.1. Hipótesis**

#### **6.1.1. Hipótesis Nula = H0**

La aplicación del ozono (O<sub>3</sub>) en diferentes concentraciones y frecuencias no incide en el control del hongo de *Ascochyta* en el cultivo de arveja

### 6.1.2. Hipótesis Alternativa =H1

La aplicación del ozono (O<sub>3</sub>) en diferentes concentraciones y frecuencias incide en el control del hongo de *Ascochyta* en el cultivo de arveja.

## 6.2. Operalización de variables

### 6.2.1. Variable independiente: Concentración de Ozono O3

**Tabla3. Operalización de variables (VI)**

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INTRUMENTO	TÉCNICA
Concentración de ozono (O <sub>3</sub> )	ppm	Registros y hojas de monitoreo	Medición

Fuente: (Chicaiza, 2021)

### 6.2.2. Variable dependiente: Arveja

**Tabla 4. Operalización de variables - (VD)**

INDICADOR.	UNIDAD DE MEDIDA.	INTRUMENTO.	TÉCNICA.
Plantas enfermas vs sanas.	Porcentaje de severidad.	Registros y hojas de monitoreo.	Muestreo.
Altura de planta.	Cm.	Registros y cinta métrica.	Medición.
Diámetro del tallo.	Cm.	Registros y observación.	Medición

Fuente: (Chicaiza, 2021).

## 7. Metodologías/Diseño Experimental.

### 7.1. Ubicación del ensayo

El trabajo de investigación se desarrolló en la localidad de Salache, Cantón Latacunga, en la Provincia de Cotopaxi.

**Tabla 5. Ubicación en donde se implementó el ensayo**

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Localidad	Salache
Latitud	0.9352
Longitud	78.6155
Altitud	2731 msnm

**Elaborado por:** (Chicaiza,2021)

**Grafico N° 1 Lugar de Ejecución del Ensayo**



**Fuente:** Google Earth

**Elaborado por:** (Chicaiza,2021)

## 7.2. Tipo de investigación.

### Experimental:

la investigación fue de carácter experimental ya que se evaluó el efecto del ozono en el control del hongo *Ascochyta* del cultivo de arveja.

### **Experimental-cuantitativa:**

Se basó en la investigación de campo y se fundamentó en la toma y tabulación de datos, con los que se realizó los análisis estadísticos para aceptar o refutar la hipótesis planteada y así comparar los resultados con la investigación bibliográfica.

### **7.3. Metodología**

#### **Método Científico**

Se utilizó el método científico como método básico a lo largo de la investigación, utilizando herramientas como conceptos, definiciones, hipótesis, con el fin de demostrar lo planteado.

#### **Método Inductivo.**

En base a esta metodología se extrajo conclusiones generales partiendo de hechos particulares. Es un método que se basara en la observación, el estudio y la experimentación de diversos sucesos reales para poder llegar a una conclusión que involucre a todos esos casos. Para poder llevar a cabo el estudio por medio de este método, es necesario seguir estos pasos descritos: Primero, la observación y registro de los sucesos, en este primer paso vamos a tabular cada hecho para registrarlos en el libro de campo.

#### **Método Experimental**

Se permitió la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones de campo, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Los resultados del experimento se describieron mediante tablas, gráficos de una manera que puedan ser analizados con facilidad y se permitan encontrar.

### **7.4. Técnicas.**

#### **Observación Directa**

Esta técnica permitió estar en contacto con el análisis del hongo *Ascochyta*, permitió detallar información certera y justificada.

#### **De campo**

Para lo cual se utilizó un libro de campo para la respectiva toma de datos de cada una de las repeticiones de los 6 tratamientos.

## **MATERIALES Y EQUIPOS**

### **Métodos de manejo del experimento.**

#### **Materiales de Campo.**

- Semilla de arveja (Variedad Blanquita).
- Cinta métrica
- Bomba de mochila
- Equipo de protección (Guantes, traje, mascarilla, gafas, botas).
- Calibrador Pie de Rey
- Rótulos

#### **b. Equipos de oficina.**

- Libros
- Flash memory
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Lapicero
- Borrador
- Cuaderno

#### **Equipos del laboratorio**

- Cajas Petri
- Papel absorbente
- Estuche de disección

**Equipos:**

- Ozonificador para agua marca ATKIN modelo QJ-8003K.
- Medidor de Ozono marca PALINTES modelo PTS043.
- Computadora.

**8. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño Completos al Azar (AXB), con 6 tratamientos y 3 repeticiones, con pruebas Tukey al 5%; en el análisis estadístico para determinar el mejor tratamiento en función de las variables a evaluar.

**8.1.1. Factores en Estudio.**

**Factor A:** 3 Concentraciones y 1 testigo.

- ✓ C1: 1 ppm
- ✓ C2: 2 ppm
- ✓ T1: agua (H<sub>2</sub>O)

**Factor B:** Tiempo de aplicación

- ✓ F1: 2 aplicaciones en el día, en 2 días.
- ✓ F2: 3 aplicaciones en el día, en 2 días.

**8.2. Variables a Evaluar**

**Severidad de las enfermedades.** La severidad de *Ascochyta* se evaluó a los 10 y 20 días tras las aplicaciones de las concentraciones de ozono se utilizó la fórmula de severidad par la toma de datos.

$$\% S = \frac{S \text{ Hojas Enfermas}}{\text{Total de Hojas}} * 100$$

**Fuente:** (Howell, 1988)

**Altura de planta.**

Se procedió a evaluar antes de la aplicación del agua ozonificada, una vez aplicado las dosis se procedió evaluar a 10 y 20 días tras la aplicación, con ayuda de una regla se tomó el dato desde el cuello de la planta hasta el ápice.

### **Diámetro del tallo.**

Se tomo los datos antes de la aplicación y, una vez aplicado las dosis se procedió a evaluar en los primeros 10 y 20 días tras la aplicación, con la ayuda de un calibrador pie de rey se tomó el diámetro desde el cuello del tercio bajo de la planta.

### **8.3. Tratamientos en estudio.**

**Tabla 6. Tratamientos considerando los factores de estudio**

TRATAMIENTOS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
<b>1</b>	c1+f1	1 ppm + 4 aplicaciones
<b>2</b>	c1+f2	1 ppm + 6 aplicaciones
<b>3</b>	c2+f1	2 ppm + 4 aplicaciones
<b>4</b>	c2+f2	2 ppm + 6 aplicaciones
<b>5</b>	t1+f1	Agua (H <sub>2</sub> O) + 4 aplicaciones
<b>6</b>	t1+f2	Agua (H <sub>2</sub> O) + 6 aplicaciones

**Elaborado por:** (Chicaiza, 2021).

### **8.4. ADEVA.**

**Tabla 7. Esquema del ADEVA**

Fuente de Variación	Grados de Libertad
<b>Repeticiones (r-1)</b>	2
<b>Concentración (A)</b>	2
<b>Aplicaciones (B)</b>	1
<b>Concentración*aplicaciones (AXB)</b>	2
<b>Error Experimental (t-1) (r-1)</b>	10
<b>Total (n-1)</b>	17

**Elaborado por:** (Chicaiza, 2021).

### **8.5. Metodología.**

## **9.11.1. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

### **8.5.1.1 Reconocimiento del lugar**

Se realizó el reconocimiento del lugar para la implementación del ensayo en la localidad de Salache.

### **8.5.1.2 Preparación del suelo**

En las primeras etapas del ensayo se utilizó la siembra en fundas, pero debido a la mala calidad de la semilla se optó en sembrar directo en el suelo para tener un mejor porcentaje de germinación, posteriormente se realizó la preparación del suelo se realizó manualmente, mediante la labor de arada, rastrada.

### **8.5.1.3 Siembra**

La siembra se realizó el 26 de mayo del 2021, la distancia entre sitios es de 20 centímetros y el número de semillas por sitio es de 3. La semilla que se utilizó fue la variedad INIAP 435 Blanquita

### **8.5.1.4 Recolección de ascochyta**

Se identificó una parcela cerca del sitio de trabajo donde se procedió a recolectar el hongo esto se realizó en horas de la mañana, se recolectó alrededor de 10 plantas que presentaban la sintomatología, las especies fueron llevadas a los laboratorios para su aislamiento.

### **8.5.1.5 Uso de la máquina Ozonificadora**

- Lectura del instructivo de la máquina Ozonificadora
- Preparación del agua destilada
- Uso de la máquina Ozonificadora.
- Preparación de recipientes con agua con las piedras de la máquina Ozonificadora
- Esperar determinados tiempos para que el ozono haga efecto.

### **8.5.1.6 Aplicación**

La aplicación del agua ozonificada se realizó en las primeras etapas de presencia del hongo, se aplicó en toda la planta principalmente por el haz y el envés de las hojas en horas de la mañana en diferentes concentraciones a partir del primer día.

### 8.5.1.7 Muestreo

Se realizó las observaciones para determinar la mortalidad desde el segundo hasta el quinto día tras la aplicación, se identificó la unidad experimental de cada tratamiento y se procedió a su análisis.

- Reconocimiento del área de estudio.
- Salida de campo para recolección de las plantas de arveja infectas con el hongo ascochyta.
- Preparación de camas en el invernadero.
- Siembra directa de la semilla de arveja.
- Recolección del hongo en el laboratorio.

## 9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

### 9.1. Severidad del día 1.

**Tabla 8. Análisis de varianza de severidad de ascochyta día 1, después de la aplicación del agua ozonificada.**

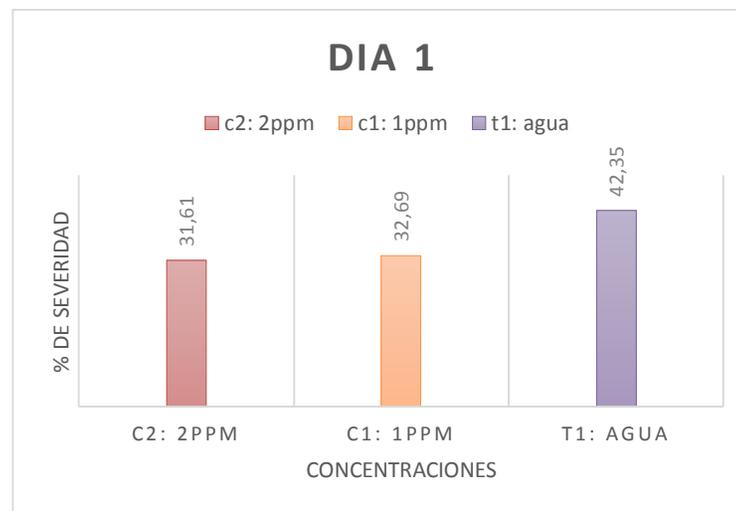
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	167,5	2	83,75	4,04	0,0517
Concentraciones	419,27	2	209,63	10,12	0,004 *
Aplicaciones	31,47	1	31,47	1,52	0,2459 NS
Concentraciones*Aplicaciones	3,02	2	1,51	0,07	0,9303 NS
Error	207,15	10	20,72		
Total	828,4	17			
CV			12,8		

La aplicación del ozono tuvo un efecto positivo sobre el hongo ascochyta (Tabla 7) en el análisis de varianza podemos observar que existen diferencias significativas para concentraciones para el resto de variables no existió diferencia significativa. Se obtuvo un coeficiente de variación de 12,8 % es necesario realizar la prueba Tukey al 5%.

**Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en la severidad en ascochyta.**

Concentraciones	Medias	Rangos
c2: 2ppm	31,61	A
c1: 1ppm	32,69	A
t1: agua	42,35	B

Al realizar la prueba de Tukey 5% (Tabla 8) muestra las medias de cada uno de las concentraciones para disminución de la severidad tras el uso agua ozonificada, se encontró 2 rangos de significación estadístico, en el primer rango A se ubicó la concentración c2 (2ppm) y c1 (1ppm) con promedios de 31,61 y 32,69% de severidad, al final se encuentra el testigo con 42,35 % en el rango B. Según (HIDRITEC, 2011) menciona que la utilización de ozono para destruir hongos, bacterias y virus que son difíciles de controlar a través del uso de agroquímicos, es eficiente el ozono ya que es un producto de la naturaleza que no contamina el ambiente.

**Gráfico N° 2 Severidad día 1.**

En el grafico 6 podemos observar el índice de severidad tras el primer día después de la aplicación del agua ozonificada se demuestra que la concentración c2 (2ppm) obtuvo menor porcentaje de severidad que fue del 31,61% en comparación al resto de las concentraciones, seguido por la concentración c1 (1ppm) el porcentaje de disminución de la severidad total fue del 32.69% esto es debido a la presencia de ozono en el agua.

## 9.2. Severidad del día 10.

**Tabla 10. Análisis de varianza de severidad de ascochyta a los 10 días después de la aplicación del agua ozonificada.**

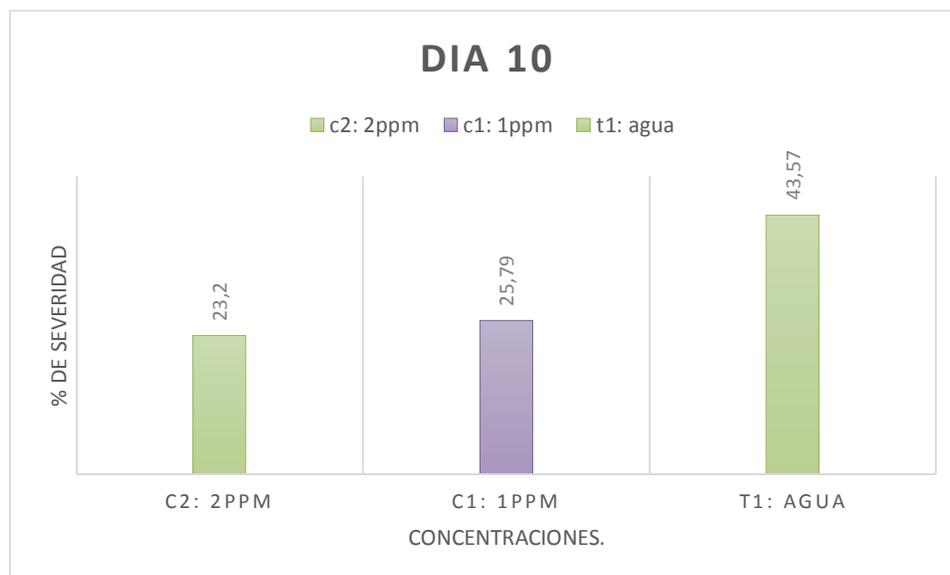
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	90,71	2	45,35	1,83	0,2107
Concentraciones	1476,11	2	738,05	29,73	0,0001 *
Aplicaciones	31,18	1	31,18	1,26	0,2886 NS
Concentraciones*Aplicaciones.	1,95	2	0,98	0,04	0,9616 NS
Error	248,26	10	24,83		
Total	1848,2	17			
CV	16,15				

La aplicación del ozono produjo un efecto significativo sobre el hongo ascochyta (Tabla 9) en el análisis de varianza podemos observar que existen diferencia significativa para las concentraciones y para el resto de variables no existió diferencia significativa. Se obtuvo un coeficiente de variación de 16,15 %, es necesario realizar la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en la severidad en ascochyta a los 10 días.**

Concentraciones	Medias	Rangos.
c2: 2ppm	23,2	A
c1: 1ppm	25,79	A
t1: agua	43,57	B

Al realizar la prueba de Tukey 5% (Tabla 10) muestra las medias de cada uno de las concentraciones del agua ozonificada, se encontró 2 rangos de significación estadístico, en el rango A se ubicó la concentración c2 (2ppm) con un promedio de 23.2% de severidad seguidamente de la concentración 1 (1ppm) con un promedio de 25,79% de severidad. En el rango B se ubicó el testigo t1 (agua H<sub>2</sub>O) con 43,57 % de severidad, ratificando lo indicado anteriormente.

**Gráfico N° 3 severidad día 10.**

En el grafico 7 podemos observar que el índice de severidad en el décimo día después de la aplicación del agua ozonificada demuestra que la concentración c2 (2ppm) obtuvo menor porcentaje de severidad total que fue del 23,2% seguido por la concentración c1 (1 ppm) el porcentaje total fue del 25,79 % seguido por el testigo t1 (agua H<sub>2</sub>O) con un porcentaje de 43,57.

### 9.3. Severidad del día 20.

**Tabla 12. Análisis de varianza, de severidad de ascochyta a los 20 día, después de la aplicación del agua ozonificada.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	101,41	2	50,71	1,85	0,2067
Concentraciones	2643,3	2	1321,65	48,31	<0,0001 *
Aplicaciones	60,13	1	60,13	2,2	0,169 NS
Concentraciones*Aplicaciones.	19,57	2	9,79	0,36	0,7079 NS
Error	273,58	10	27,36		
Total	3098	17			
CV:	17,2				

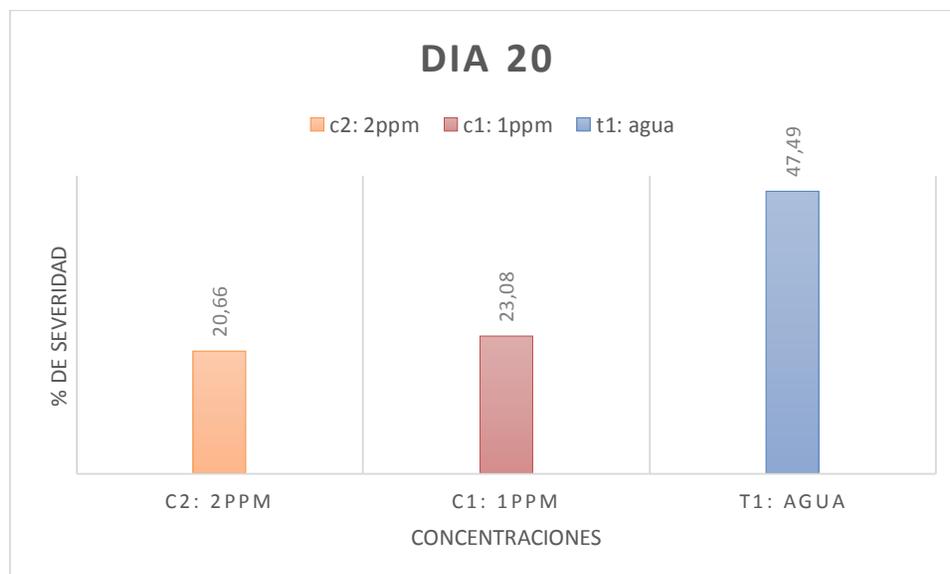
La aplicación del agua ozonificada produjo un efecto significativo sobre el hongo ascochyta (Tabla 14) en el análisis de varianza podemos observar que existen diferencias significativas para las concentraciones. Se obtuvo un coeficiente de variación de 17,2%, es necesario realizar la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para las concentraciones en la severidad en ascochyta a los 20 días.**

Concentraciones	Medias (%)	Rango
c2: 2ppm	20,66	A
c1: 1ppm	23,08	A
t1: agua	47,49	B

Al realizar la prueba de Tukey 5% (Tabla 12) muestra las medias alcanzadas tras el uso agua ozonificada por cada una de las concentraciones, se encontró 2 rangos de significación estadístico, en el rango A la concentración c2 (2ppm) con un promedio de 20,66 % de severidad, seguido de la concentración c2 (1ppm) con un promedio de 23,08 % severidad. En el rango B el testigo 1 (Agua H<sub>2</sub>O) con un promedio de 47,49 % de severidad, indicando el mismo análisis realizado por (Hidritec, 2016).

**Gráfico número N° 4 severidad día 20.**



En la figura 8 se observa el porcentaje de severidad a los 20 días de la aplicación el agua ozonificada demuestra que la concentración c2 (2ppm) obtuvo menor severidad con 20,66 % seguido de la concentración c1 (1ppm) con un porcentaje del 23,08 % y el testigo t1 (Agua H<sub>2</sub>O) con un promedio de 47,49 %

#### 9.4. Diámetro de tallo

**Tabla 14. Análisis de varianza del diámetro de tallo tras la aplicación del agua ozonificada día 1.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,00058	2	0,00029	1,34	0,305
Concentraciones	0,0015	2	0,00074	3,43	0,0735 NS
Aplicaciones	0,0000056	1	0,0000056	0,03	0,8757 NS
Concentraciones*Aplicaciones	0,000078	2	0,000039	0,18	0,8376 NS
Error	0,0022	10	0,00022		
Total	0,0043	17			
CV	3,97				

La aplicación del agua ozonificada no produjo un efecto significativo sobre el diámetro del tallo (Tabla 13) en el análisis de varianza podemos observar que no existen diferencias significativas para las variables en estudio. Se obtuvo un coeficiente de variación de 3,97 %.

**Tabla 15. Análisis de varianza del diámetro del tallo 10 días después de la aplicación del agua ozonificada.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,00053	2	0,00027	2,35	0,1454
Concentraciones	0,0021	2	0,0011	9,26	0,0053 *
Aplicaciones	0,000089	1	0,000089	0,78	0,3966 NS
Concentraciones*Aplicaciones	0,00014	2	0,000072	0,64	0,5489 NS
Error	0,0011	10	0,00011		
Total	0,004	17			
CV	2,28				

La aplicación del agua ozonificada produjo un efecto significativo sobre el diámetro del tallo (Tabla 14) en el análisis de varianza podemos observar que existen diferencias significativas

para las concentraciones para el resto de variables en estudio no existió significancia estadística. Se obtuvo un coeficiente de variación de 2,28 %.

**Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para las concentraciones en el diámetro de tallos a los 10 días de aplicación de ozono.**

Concentraciones	Medias	Rangos
c2: 2ppm	0,48	A
c1: 1ppm	0,47	A
t1: agua	0,45	B

Al realizar la prueba de Tukey 5% (Tabla 15) muestra las medias de cada una de las concentraciones del agua ozonificada, se encontró 2 rangos de significación estadístico, en el rango A se ubicaron la concentración c2 (2ppm) y concentración 1 (1ppm) con promedios de 0,48 mm y 0,47 mm de diámetro de tallo. Seguido por el testigo t1 (agua H<sub>2</sub>O) con 0,45 mm de diámetro de tallo en el rango B.

**Gráfico N° 5 Diámetro del tallo a los 10 días de aplicación.**



En la figura 9 se observa el diámetro del tallo a los 10 días de la aplicación del agua ozonificada se demuestra que concentración c2 (2 ppm) obtuvo un diámetro de 0,48 mm y c1 (1 ppm) obtuvo un diámetro de 0,47 mm, en relación al testigo (agua) el cual registro el menor diámetro de tallo con 0,45 mm. La ausencia de gérmenes confiere al agua ozonificada

las mejores condiciones posibles para lograr un crecimiento mucho más rápido de lo habitual. La planta crecerá con más fuerza y vitalidad. (TOP OZONO, 2021)

**Tabla 17. Análisis de varianza del diámetro del tallo 20 días después de la aplicación del agua ozonificada.**

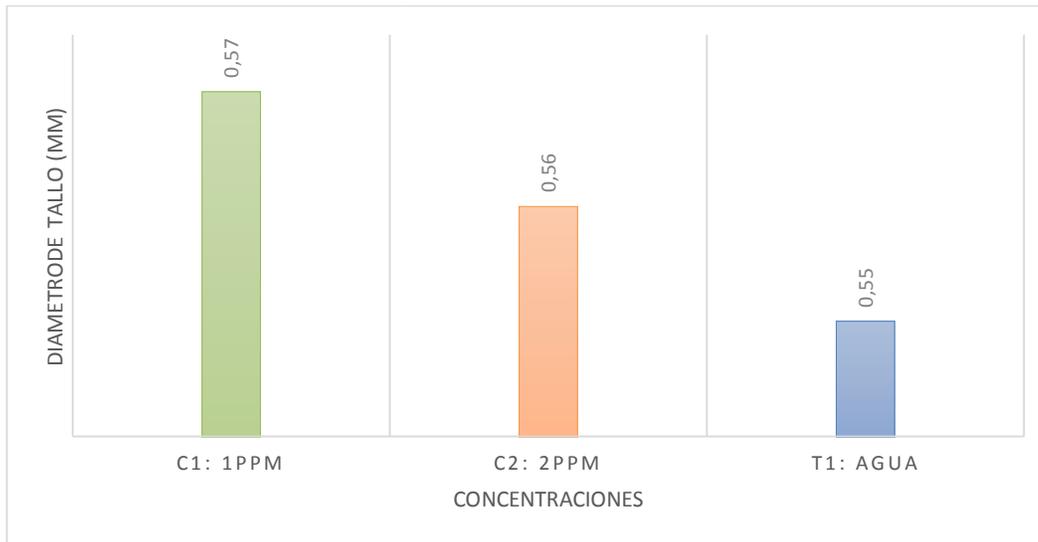
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,0027	2	0,0014	10	0,0041
Concentraciones	0,0017	2	0,00084	6,19	0,0178 *
Aplicaciones	0,000022	1	0,000022	0,16	0,6941 ns
Concentraciones*Aplicaciones	0,000011	2	0,0000056	0,04	0,96 ns
Error	0,0014	10	0,00014		
Total	0,01	17			
CV	2,07				

La aplicación del agua ozonificada produjo un efecto significativo sobre el diámetro del tallo (Tabla 16) en el análisis de varianza podemos observar que existen diferencias significativas para repeticiones y para concentraciones el resto de variables en estudio no existió significancia estadística. Se obtuvo un coeficiente de variación de 2,07 %.

**Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en el diámetro del tallo a los 20 días de aplicación de ozono.**

Concentraciones	Medias	Rangos
c1: 1ppm	0,57	A
c2: 2ppm	0,56	A B
t1: agua	0,55	B

Al realizar la prueba de Tukey 5% (Tabla 18) muestra las medias de cada uno de las concentraciones del agua ozonificada, se encontró 3 rangos de significación estadístico, en el rango A se ubicaron la concentración c1 (1ppm) con promedio de 0,57 mm y en el rango AB se ubicó concentración 1 (1ppm) con 0,56 mm de diámetro de tallo. Seguido por el testigo t1 (agua H<sub>2</sub>O) con 0,55 mm de diámetro de tallo en el rango B.

**Gráfico N° 6 Concentraciones para diámetro del tallo a los 20 días de aplicación.**

En la figura 10 se observa el diámetro del tallo a los 20 días de la aplicación del agua ozonificada se demuestra que concentración c2 (2 ppm) obtuvo un diámetro de 0,56 mm y c1 (1 ppm) obtuvo un diámetro de 0,57 mm, en relación al testigo (agua) el cual registro el menor diámetro de tallo con 0,55 mm. La ausencia de gérmenes confiere al agua ozonificada las mejores condiciones posibles para lograr un crecimiento mucho más rápido de lo habitual. La planta crecerá con más fuerza y vitalidad. (TOP OZONO, 2021)

### 9.5. Altura de planta

**Tabla 19. Análisis de varianza de altura de planta inicial tras la aplicación del agua ozonificada día 1**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	6,51	2	3,25	1,5	0,2698
Concentraciones	25,6	2	12,8	5,89	0,0204 *
Aplicaciones	2,13	1	2,13	0,98	0,3456 NS
Concentraciones*Aplicaciones	1,34	2	0,67	0,31	0,7408 NS
Error	21,73	10	2,17		
Total	57,3	17			

CV

7,46

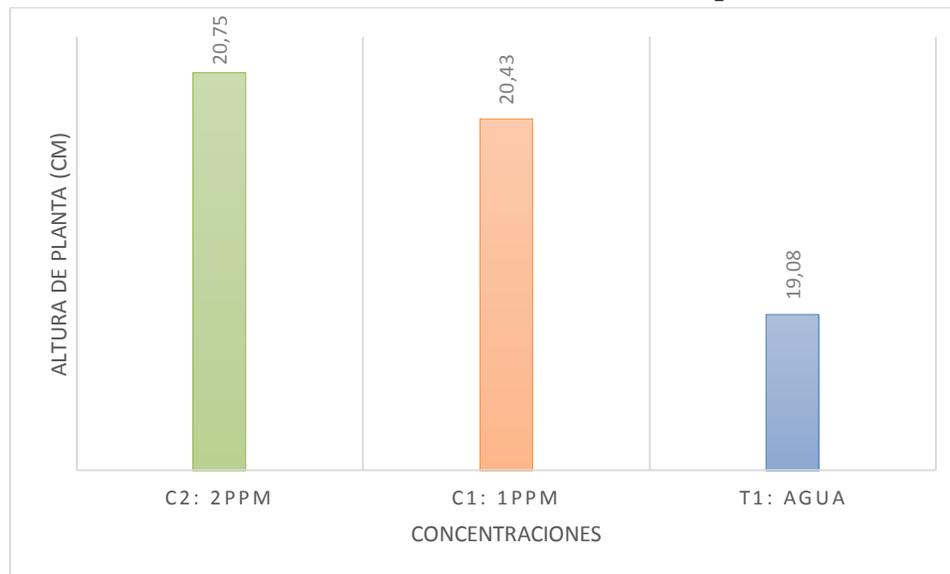
La aplicación del agua ozonificada produjo un efecto significativo sobre altura de planta (Tabla 19) en el análisis de varianza podemos observar que existen diferencia significativa para concentraciones. Pero existieron diferencias significativas para las repeticiones. Se obtuvo un coeficiente de variación de 7,46 es necesario realizar la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en el diámetro de tallo.**

Concentraciones	Medias	Rangos
c2: 2ppm	20,75	A
c1: 1ppm	20,43	A
t1: agua	19,08	B

Al realizar la prueba de Tukey 5% (Tabla 20) muestra las medias de cada uno de las concentraciones del agua ozonificada, se encontró 2 rangos de significación estadístico, en el rango A se ubicaron la concentración c2 (2ppm) y concentración 1 (1ppm) con promedio de 20,43 y 20,75 cm. Seguido por el testigo t1 (agua H<sub>2</sub>O) con 19,08 cm de altura en el rango B.

**Gráfico N° 7 Concentraciones en altura planta.**



En la figura 11 se observa la altura del tallo después de la aplicación del agua ozonificada se demuestra que concentración c2 (2 ppm) obtuvo un diámetro 20,75 cm y c1 (1 ppm) obtuvo

una altura de 20,43 cm, en relación al testigo (agua) el cual registro una menor altura de tallo con 19,08 cm. La ausencia de gérmenes confiere al agua ozonificada las mejores condiciones posibles para lograr un crecimiento mucho más rápido de lo habitual. La planta crecerá con más fuerza y vitalidad. (TOP OZONO, 2021)

**Tabla 21. Análisis de varianza, de tallo a los 10 días de la aplicación del agua ozonificada**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	4,19	2	2,1	1,17	0,3507
Concentraciones	16,55	2	8,27	4,6	0,0383 *
Aplicaciones	3,71	1	3,71	2,06	0,1814 NS
Concentraciones*Aplicaciones	2,83	2	1,42	0,79	0,4811 NS
Error	17,97	10	1,8		
Total	45,25	17			
CV	4,95				

La aplicación del agua ozonificada produjo un efecto significativo sobre el diámetro del tallo (Tabla 21) en el análisis de varianza podemos observar que existen diferencias significativas para concentraciones y para el resto de variables no existió diferencias significativas. Se obtuvo un coeficiente de variación 4,95 %, es necesario realizar la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en el diámetro de tallo a los 10 días de aplicación de agua ozonificada.**

Concentraciones	Medias	Rangos
c2: 2ppm	27,92	A
c1: 1ppm	27,61	A B
t1: agua	25,75	B

Al realizar la prueba de Tukey 5% (Tabla 22) muestra las medias de cada una de las concentraciones del agua ozonificada, se encontró 3 rangos de significación estadístico, en el rango A se ubicó la concentración c2 (2ppm) con promedio de 27,92, seguido de concentración 1 (1ppm) con 27,61 cm. En el rango B se ubicó el testigo t1 (agua H<sub>2</sub>O) con 25,75 cm de altura.

**Gráfico N° 8 Concentraciones para Altura planta a los 10 días.**



En la figura 12 se observa que el índice de crecimiento de tallo después de la aplicación del agua ozonificada el cual demuestra que c2 (2 ppm) obtuvo mayor altura de crecimiento con un total de 27,92 cm.

**Tabla 23. Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 20 días de la aplicación del agua ozonificada**

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Repeticiones	9,41	2	4,71	2,58	0,1253
Concentraciones	22,57	2	11,28	6,17	0,0179 *
Aplicaciones	4,82	1	4,82	2,63	0,1356 NS
Concentraciones*Aplicaciones	3,9	2	1,95	1,07	0,3804 NS
Error	18,28	10	1,83		
Total	58,97	17			
CV	3,74				

La aplicación del agua ozonificada produjo un efecto significativo sobre el crecimiento del tallo (Tabla 23) en el análisis de varianza podemos observar que existen diferencias significativas para concentraciones y para el resto de variables no existió diferencias

significativas. Se obtuvo un coeficiente de variación 3,74 %, es necesario realizar la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para concentraciones en el diámetro de tallo a los 20 días de aplicación de agua ozonificada.**

Concentraciones	Medias	Rangos
c2: 2ppm	37,09	A
c1: 1ppm	36,8	A
t1: agua	34,58	B

Al realizar la prueba de Tukey 5% (Tabla 24) muestra las medias de cada una de las concentraciones del agua ozonificada, se encontró 2 rangos de significación estadístico, en el rango A se ubicaron la concentración c2 (2ppm) y concentración 1 (1ppm) con 37,09 y 36,8 cm. En el rango se ubicó el testigo t1 (agua H<sub>2</sub>O) con 34,58 cm de altura.

**Gráfico N° 9 Concentraciones para Altura planta a los 20 días.**



En la figura 11 se observa que el índice de crecimiento de tallo después de la aplicación del agua ozonificada el cual demuestra que c2 (2 ppm) obtuvo mayor altura de crecimiento con un total de 37,09 cm.

## 10. Impactos.

### Impacto social

Las aplicaciones de aguas ozonificadas proponen un alto estudio investigativo de este producto ya que es inofensivo para el suelo, de uso agrícolas pues es una manera efectiva de disminuir hongos que se presente en los cultivos de nuestros agricultores, cabe mencionar también que un cultivo libre de enfermedades o cualquier infección que presente en el cultivo se puede controlar dependiendo de las investigaciones realizadas.

### **Impacto ambiental**

La inocuidad del producto O<sub>3</sub> (ozono) para el medio ambiente es nula ya que no causa daño alguno para el medio ambiente, el uso de este producto para la agricultura es muy recomendable ya que controla el hongo ascochyta y no produce ninguna alteración en el suelo o en las platas donde sea aplicado el ozono.

## **11. Conclusiones y recomendaciones.**

### **11.1. Conclusiones**

En la presente investigación se pudo evidenciar la eficiencia del ozono (O<sub>3</sub>) para control de ascochyta en arveja bajo diferentes niveles de concentración, la concentración 2 ppm presento menor porcentaje de severidad, al primer día con 31,61 % al décimo día con 23,2 % y al veinteavo día con 20,66 %.

Mediante la aplicación del agua ozonificada se puedo evidenciar que existió desarrollo de planta de arveja en la concentración 2 (2ppm) a los 20 días obtuvo mayor altura con 37,9 cm y diámetro de tallo con 0,57 mm.

### **11.2. Recomendaciones.**

Utilizar el agua ozonificada para el control de ascochyta en arveja en una concentración 2ppm por litros.

Realizar nuevas investigaciones con agua ozonificada en diferentes cultivos que presenten problemas fitosanitarios y así poder reducir la contaminación ambiental.

Realizar nuevos estudios con los mejores tratamientos implementados en esta investigación para validar los datos obtenidos y en diferentes zonas.

## 12. Referencias Bibliográficas

- Alvarez, P., Yépez, A., Basantes, E., Murillo, Á., & Peralta, E. (2013). *Evaluación fenotípica de dos generaciones de plantas de arveja (Pisum sativum L.) provenientes de semillas irradiadas con rayos gamma para identificar resistencia a Ascochyta spp.* 8.
- Bucio Villalobos, C. M., Díaz Serrano, F. R., Martínez Jaime, O. A., & Torres Morales, J. J. (2016). Efecto del ozono sobre la población microbiana del suelo y el crecimiento de plantas de fresa. *Terra Latinoamericana*, 34(2), 229–237.
- HIDRITEC. (n.d.). *No Title*. <http://www.hidritec.com/hidritec/el-ozono-en-la-agricultura>
- Howell, T. y. (1988). DISTRAIN: un programa informático para entrenar a las personas a estimar la gravedad de la enfermedad en las hojas de cereales. *Plant Disease*, 72, 455–459.
- Narvaez Navarrete, H. (2011). “*Evaluación de la productividad de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.)*, parroquia Yaruquí - provincia de Pichincha.
- Sánchez Arteaga, B. A. (2019). *Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis Ascochyta pisi Lib. en arveja Pisum sativum L. de crecimiento indeterminado en el Centro Experimental San Francisco Carchi-Ecuador*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD.
- TOP OZONO. (n.d.). *Tratamiento agro-ecológico con ozono para atomizar*.
- Torrado Martínez, J. M., Castellanos González, L., & Céspedes Novoa, N. (2020). Evaluación de alternativas biológicas para el control de *Ascochyta spp.* En el cultivo de arveja, Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 1(1900–9178), 9. <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2020.4120>
- Valencia, A., Timaná, Y., & Checa, O. (2012). Evaluación de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum L.*) y su reacción al complejo de *Ascochyta*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 39–52.

- Alvarez, P., Yépez, A., Basantes, E., Murillo, Á., & Peralta, E. (2013). *Evaluación fenotípica de dos generaciones de plantas de arveja (Pisum sativum L.) provenientes de semillas irradiadas con rayos gamma para identificar resistencia a Ascochyta spp.* 8.
- Bucio Villalobos, C. M., Díaz Serrano, F. R., Martínez Jaime, O. A., & Torres Morales, J. J. (2016). Efecto del ozono sobre la población microbiana del suelo y el crecimiento de plantas de fresa. *Terra Latinoamericana*, 34(2), 229–237.
- HIDRITEC. (n.d.). *No Title*. <http://www.hidritec.com/hidritec/el-ozono-en-la-agricultura>
- Howell, T. y. (1988). DISTRAIN: un programa informático para entrenar a las personas a estimar la gravedad de la enfermedad en las hojas de cereales. *Plant Disease*, 72, 455–459.
- Narvaez Navarrete, H. (2011). “*Evaluación de la productividad de tres variedades de arveja (Pisum sativum l.), parroquia Yaruquí - provincia de Pichincha.*
- Sánchez Arteaga, B. A. (2019). *Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis Ascochyta pisi Lib. en arveja Pisum sativum L. de crecimiento indeterminado en el Centro Experimental San Francisco Carchi-Ecuador.* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD.
- TOP OZONO. (n.d.). *Tratamiento agro-ecológico con ozono para atomizar.*
- Torrado Martínez, J. M., Castellanos González, L., & Céspedes Novoa, N. (2020). Evaluación de alternativas biológicas para el control de Ascochyta spp. En el cultivo de arveja, Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 1(1900–9178), 9. <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2020.4120>
- Valencia, A., Timaná, Y., & Checa, O. (2012). Evaluación de 20 líneas de arveja (Pisum sativum L) y su reacción al complejo de Ascochyta. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 39–52.

- Anchivilca, G. (2018). *ABONAMIENTO ORGÁNICO Y FERTILIZACIÓN NPK EN ARVEJA VERDE (Pisum sativum L.) cv. RONDO, BAJO RIEGO POR GOTEO EN TUPICOCHA, HUAROCHIRÍ*". Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3559/anchivilca-rojas-guiller-henry.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Antony-Babu, S. y. (2009). *Effect of ozone on spore germination, spore production and biomass production in two Aspergillus species.* . Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10482-009-9355-2>
- Arencibia, J. R. (2006). Producción científica sobre aplicaciones terapéuticas del ozono en el Web of. *ACIMED, 14*(1). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352006000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352006000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Camarena, F. (2014). *Innovación fitotecnia del haba (Vicia faba L.), arveja (Pisum sativum L.), y lenteja (Lens culinaris Medik.)*. Lima.
- Camarena, F., & Huaranga. (2008). *Manual del cultivo de arveja*. Lima.
- Cevallos Taxi, S. F. (2020). "*EVALUACIÓN DEL EFECTO DE OZONO (O3) EN EL CONTROL DE GORGOJO Pagiocerus frontalis (F.), EN GRANOS ALMACENADOS DE MAÍZ SUAVE (Zea mays L.) EN LA PROVINCIA COTOPAXI, CAMPUS EXPERIMENTAL SALACHE, PROYECTO GRANOS ANDINOS 2020*". Recuperado el Junio, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6627/1/PC-000821.pdf>
- Dirección de Monitoreo Atmosférico. (2016). *Que es ozono*. Obtenido de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/noticias/que-es-ozono/que-es-ozono.pdf>
- Faytong Salazar, W. E. (2017). *Evaluación del efecto inhibidor del ozono sobre Moniliophthora*. Obtenido de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9116/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-128.pdf>

Hidalgo, Á. L. (2005). Relación de la concentración y frecuencia de aplicación de ozono con el nivel de daño de la Sigatoka Negra en banano. Diseño de un protocolo de riego con agua ozonificada. *Alternativas*, 16(2), 66-75. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599765>

INEC. (2010). Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/cotopaxi.pdf>

Jácome Segovia, F. J. (2015). *EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE SEIS VARIETADES MEJORADAS DE ARVEJA (Pisum sativum) MEDIANTE EL APOYO DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO (CHAN Y SAN JUAN) CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2526/1/T-UTC-00063.pdf>

Nadal, S., & Moreto, T. (2004). *El cultivo de la arveja. Las leguminosas de grano en la agricultura moderna*. Madrid: Premesi.

Narvaez Navarrete, H. (2011). “*Evaluación de la productividad de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.), parroquia Yaruquí - provincia de Pichincha*”. Obtenido de [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5578/1/NARVÁEZ NAVARRETE HÉCTOR.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5578/1/NARVÁEZ%20NAVARRETE%20HÉCTOR.pdf)

Parsons, D., Mondoñedo, J., Krichner, F., & Atilano, M. 1. (2005). *Frijol y chícharo*. Mexico: Trillas.

Ramírez, R. &. (s.f). *El ozono en la agricultura y el bienestar*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos81/ozono-agricultura-y-bienestar/ozono-agricultura-y-bienestar.shtml>

Sánchez Arteaga, B. A. (2019). *Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en arveja *Pisum sativum L.* de crecimiento indeterminado en el Centro Experimental San Francisco*

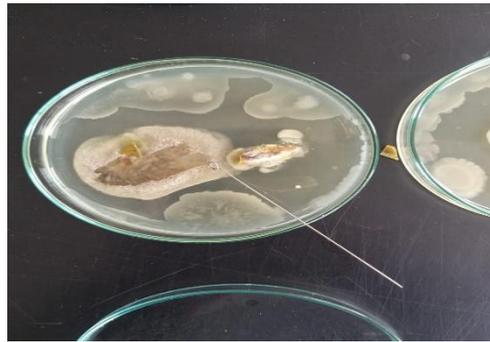
- Carchi-Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/903/1/371> Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis.pdf
- Solano, Y. T. (2017). Efecto del ozono sobre adultos del gorgojo del cigarrillo, *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae). *Idesia*(35), 41-47. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292017005000007&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292017005000007&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Tamaro. (1998). *El cultivo de arveja. Manual de horticultura*. Mexico.
- Tecnozono. (2018). *Ozono*. Obtenido de Tecnozono: <https://www.tecnozono.com/ozono/>
- Tipaz Cuaical, C. E. (2014). *Enfermedades del Cultivo de Arveja en Colombia: Guia de Reconocimiento y Control. Rionegro (Antioquia)*. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/241/1/208%20EVALUACION%20DE%20TRATAMIENTOS%20QUIMICOS%20MIS%20FOSFITO%20DE%20CALCIO%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20ANTRACNOSIS%20%28ASCOCHYTA%20PISI%29%20EN%20CULTIVO%20DE%20ARVEJA%20%28PISUM>
- Trigoso, L. (2009). *CONTROL DE FUNGOSIS DE ARVEJA (Pisum sativum L.), CON PRODUCTOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS*. Obtenido de [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3464/CD\\_TESIS%20CONTROL%20DE%20FUNGOSIS%20DE%20ARVEJA%20LURDES%20TRIGOSO%20PELAEZ%2009102019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3464/CD_TESIS%20CONTROL%20DE%20FUNGOSIS%20DE%20ARVEJA%20LURDES%20TRIGOSO%20PELAEZ%2009102019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ugás, R., Siura, S., Delgado de la Flor, R., Casas, A., & Toledo, J. (2000). *Hortalizas: datos basicos*. Lima.

### 13. Anexos

#### Recolección de plantas infectadas por el hongo ascochyta.



#### Recolección del hongo ascochyta en laboratorio



#### Trabajo en campo crecimiento de plantas de arveja



### Presentación de sintomatologías por el hongo ascochyta



### Uso de la maquina Ozonificadora.

