

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola



**APLICACIONES DE TRES DOSIS DE HIDROABSORBENTES Y TRES DOSIS DE
Pochonia chlamydosporia EN LA INCIDENCIA DE *Ditylenchus dipsaci* EN EL
CULTIVO DE AJO CV. CHINO (*Allium sativum* L.) BAJO CONDICIONES DEL
VALLE DE TAMBO EN LA PROVINCIA DE ISLAY, AREQUIPA**

Tesis presentada por el Bachiller:

Carrión Figueroa, Aarón Arturo

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo y Agrícola

Asesor: Ing. Diaz Vento, Ingrid

Arequipa – Perú

2022

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 23 de Junio del 2022

Dictamen: 004033-C-EPIAyA-2022

Visto el borrador del expediente 004033, presentado por:

2015222011 - CARRION FIGUEROA AARON ARTURO

Titulado:

**APLICACIONES DE TRES DOSIS DE HIDROABSORBENTES Y TRES DOSIS DE POCHONIA
CHLAMYDOSPORIA EN LA INCIDENCIA DE DITYLENCHUS DIPSACI EN EL CULTIVO DE AJO CV.
CHINO (ALLIUM SATIVUM L.) BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE TAMBO EN LA PROVINCIA DE
ISLAY, AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1854 - ZEGARRA FLORES JORGE ARTURO
DICTAMINADOR**



**2668 - MAMANI GUTIERREZ DINA BEATRIZ
DICTAMINADOR**



**2730 - LINARES QUIROZ GUILLERMO ALONSO
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia, especialmente a mi padre que, a pesar de no estar más con nosotros, siempre está presente en mi corazón y cuidándome desde arriba.

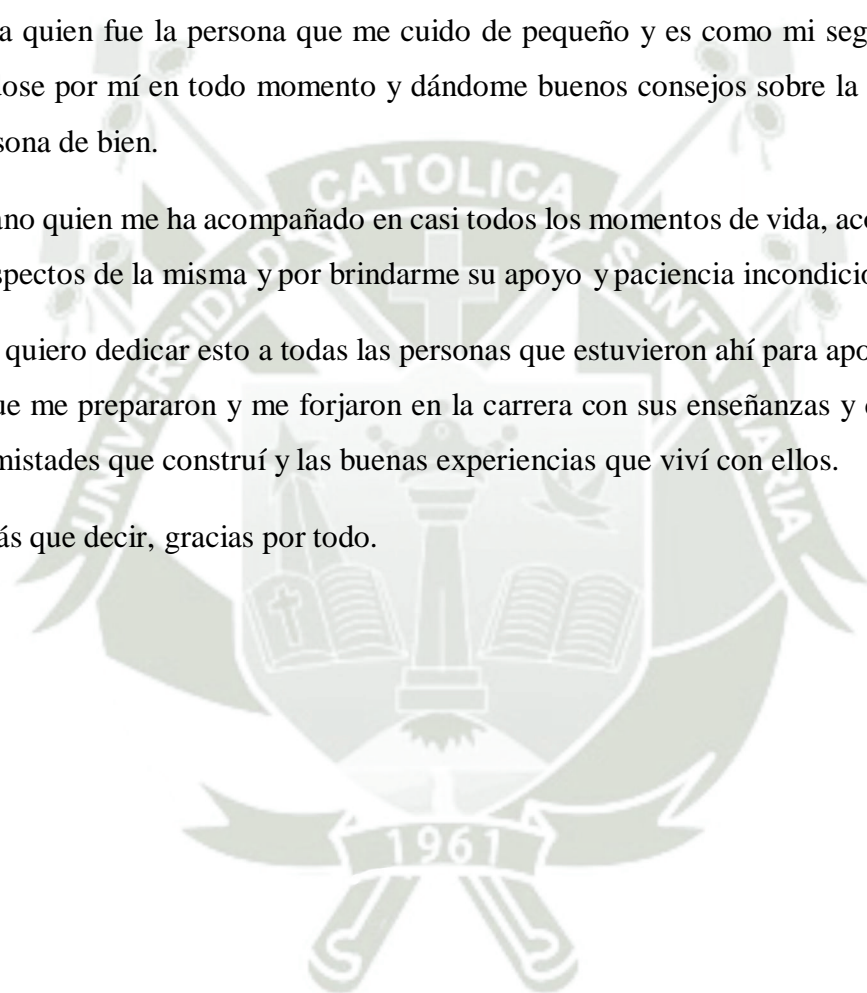
A mi madre que siempre ha estado conmigo en todo momento, apoyándome, guiándome y corrigiéndome de mis errores para ser una mejor persona, así como ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mi abuela quien fue la persona que me cuidó de pequeño y es como mi segunda madre, preocupándose por mí en todo momento y dándome buenos consejos sobre la vida y como ser una persona de bien.

A mi hermano quien me ha acompañado en casi todos los momentos de vida, aconsejándome en varios aspectos de la misma y por brindarme su apoyo y paciencia incondicional.

Por último, quiero dedicar esto a todas las personas que estuvieron ahí para apoyarme, a los docentes que me prepararon y me forjaron en la carrera con sus enseñanzas y consejos, así como las amistades que construí y las buenas experiencias que viví con ellos.

Sin nada más que decir, gracias por todo.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por ser mi principal motor para cumplir con todas mis metas propuestas y volverme un orgullo para ellos.

A Dios por ser la luz y guía de mi camino a lo largo de mi vida y de mi carrera profesional, además de ser mi principal inspiración para hacer lo correcto y ser cada día una mejor persona.

A mi madre quien gracias a sus esfuerzos pudo sacar adelante a mi familia para que no nos faltara nada a mí y a mi hermano, también por apoyarme en mis estudios en todo momento, por escucharme y aconsejarme cuando tenía problemas y por ser la mujer que me ha dado la fortaleza para culminar este trabajo.

Agradezco a la Dra. Julissa Churata y al Biól. Julio Del Carpio por ofrecerme su apoyo, tiempo y conocimientos para la elaboración de mi proyecto de investigación.

Al INIA y a mi amigo y compañero Juan Mariano Díaz Alfaro por confiar en mí para la realización de este proyecto, así como sus consejos y apoyos brindados en todo momento.

Finalmente agradecer a todas aquellas personas que de alguna u otra forma apoyaron al desarrollo y termino de este proyecto de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo bajo condiciones de campo, Valle de Tambo, Distrito Cocachacra, Provincia Islay y Región Arequipa. La introducción de varios cultivares de ajo que se siembran en la región de Arequipa, cuyas diferencias radican en sus características morfológicas y a la reacción fitosanitarias en el lugar donde se cultivan, presentan problemas de plagas y enfermedades, siendo el nematodo *Ditylenchus dipsaci* uno de los más importantes y dañinos. Así mismo, las medidas actuales y estudiadas para su control como pueden ser: termoterapias, nemastáticos químicos y biológicos, permiten su control de manera leve y momentánea los daños del nematodo. Es por ello, el uso de nuevas medidas de control como el uso del hongo *Pochonia chlamydosporia*, siendo un controlador biológico parásito facultativo de huevos de varios nemátodos en conjunto con hidroabsorbentes, que, si bien su función principal es de almacenar el agua de riego, también puede servir como una cubierta para las raíces de las plantas y actuar como una barrera física contra los nemátodos. Se trabajó con el cultivar ajo chino, el cual fue expuesto a dosis de aplicación 0, 8 y 10 kg/ha de *Pochonia chlamydosporia* y 0, 40 y 60 kg/ha de hidroabsorbentes. El diseño empleado fue un arreglo factorial en Bloque Completos al azar, con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Los parámetros evaluados fueron las siguientes: altura de plantas, diámetro de tallos, número de hojas, diámetro promedio de bulbos, rendimiento total y análisis nematológico. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que, el tratamiento H3P3, compuesto de las dosis más altas que son 60 kg/ha de hidroabsorbentes y 10 kg/ha de *Pochonia chlamydosporia*, fue el que generó mayor altura de plantas, así mismo, también obtuvo los mejores resultados con respecto al diámetro de tallos y al rendimiento del cultivo. Con respecto al diámetro de los bulbos, hubo significancia en los factores H y P (hidroabsorbentes y *Pochonia chlamydosporia*) que en la combinación de estos. El factor H generó mayores diámetros con las dosis de 40 y 60 kg/ha, mientras que el factor P lo hizo con la dosis de 10 kg/ha. Por otro parte, en el conteo final de nemátodos se observó un menor número de población de *Ditylenchus dipsaci* con las dosis más altas de *Pochonia chlamydosporia* e Hidroabsorbentes, disminuyendo su número de individuos/100 gr de suelo al combinarlas.

Palabras clave: Ajo Chino, *Pochonia chlamydosporia*, Hidroabsorbentes, *Ditylenchus dipsaci*.

SUMMARY

The present research was carried out under field conditions in the Tambo Valley, Cocachacra District, Islay Province and Arequipa Region. The introduction of several garlic cultivars that are planted in the Arequipa region, whose differences lie in their morphological characteristics and phytosanitary reaction in the place where they are grown, present problems of pests and diseases, being the nematode *Ditylenchus dipsaci* one of the most important and harmful. Current and studied measures for its control, such as: thermotherapies, chemical and biological nemastats, allow a slight and momentary control of the nematode damage. Therefore, the use of new control measures such as the use of the fungus *Pochonia chlamydosporia*, being a facultative parasitic biological controller of eggs of various nematodes in conjunction with hydroabsorbents, which, although its main function is to store irrigation water, can also serve as a cover for the roots of plants and act as a physical barrier against nematodes. We worked with the Chinese garlic cultivar, which was exposed to application doses of 0, 8 and 10 kg/ha of *Pochonia chlamydosporia* and 0, 40 and 60 kg/ha of hydroabsorbents. The design used was a randomized Complete Block factorial arrangement, with 9 treatments and 3 replicates. The following parameters were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, average bulb diameter, total yield and nematological analysis. According to the results obtained, it was concluded that the H3P3 treatment, composed of the highest doses of 60 kg/ha of hydroabsorbents and 10 kg/ha of *Pochonia chlamydosporia*, was the one that generated the greatest plant height, as well as the best results with respect to stem diameter and crop yield. With respect to bulb diameter, the H and P factors (hydroabsorbents and *Pochonia chlamydosporia*) were more significant than the combination of these factors. The H factor generated greater diameters with the doses of 40 and 60 kg/ha, while the P factor did so with the dose of 10 kg/ha. On the other hand, in the final nematode count, a lower number of *Ditylenchus dipsaci* population was observed with the higher doses of *Pochonia chlamydosporia* and Hidroabsorbentes, decreasing their number of individuals/100 g of soil when combined.

Key words: Chinese garlic, *Pochonia chlamydosporia*, Water absorbents, *Ditylenchus dipsaci*.

INTRODUCCIÓN

Los ajos frescos, de acuerdo con la información proporcionada por la FAO en el año 2020, son originarios de Asia Central, su uso como condimento y planta medicinal se ha generalizado en el mundo, de manera que su cultivo se realiza en más de cien países, en especial en los países del Asia. Sin embargo, también ha llegado al continente americano y se extiende desde los Estados Unidos hasta Chile, pero en menor escala. El Perú se encuentra entre los veinte principales países productores de ajos, siendo un insumo fundamental para la cocina peruana, que la ha incorporado como parte de su tradición culinaria y medicinal.

Por otra parte, el ajo presenta problemas fitosanitarios como todo cultivo, los cuales son ocasionados por microorganismos, siendo uno de los más importantes el nemátodo del tallo y bulbo (*Ditylenchus dipsaci*). Esta plaga ataca a nivel de las raíces y cuello ocasionando que las plantas sufran de marchitez, clorosis, achaparramiento, bulbos lesionados o podridos; en consecuencia, se tendrá menor producción y calidad de los ajos.

Por otro lado, cuando se sabe que un campo se encuentra infestado de nemátodos, se suele emplear medidas de control antes de la siembra del cultivo; sin embargo, poco se tiene en cuenta que esta plaga también tiene controladores biológicos y, en este caso, *Pochonia chlamydosporia* cumple su función al parasitar los huevos de los nemátodos y reducir así su población.

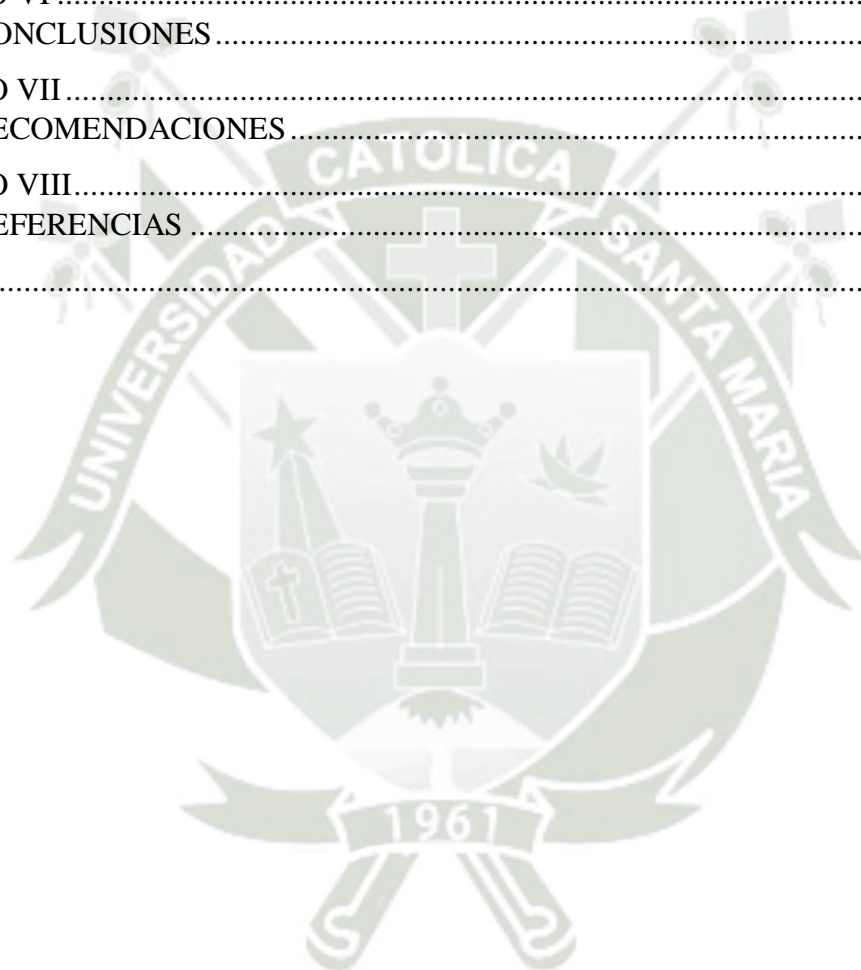
Aunado a esto, se podría decir que el empleo de hidroabsorbentes puede llegar a controlar en cierta medida a los nemátodos, teniendo la cualidad de no solo retener agua y nutrientes para las raíces de las plantas sino también para protegerlas del ataque de esta plaga y que en conjunto con *Pochonia chlamydosporia* formen una nueva medida de control de su población.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	v
SUMMARY	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	1
1.2. HIPÓTESIS.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
CAPÍTULO II.....	3
1. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.1. CONTROLADORES BIOLÓGICOS DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS	3
1.1.1. HONGO NEMATÓFAGO POCHONIA CHLAMYDOSPORIA.....	3
1.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	4
1.1.3. MECANISMO DE ACCIÓN.....	4
1.2. HIDROGEL AGRÍCOLA.....	4
1.2.1. USO DE HIDROGEL EN ESPECIES AGRÍCOLAS.....	5
1.3. EL AJO.....	6
1.3.1. ORIGEN.....	6
1.3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	6
1.3.3. MORFOLOGÍA DEL CULTIVO.....	7
1.3.3.1. RAÍZ.....	7
1.3.3.2. TALLO.....	7
1.3.3.3. HOJAS.....	7
1.3.3.4. FLOR.....	7
1.3.3.5. BULBO.....	8
1.3.4. USOS Y VALOR NUTRITIVO	8
1.3.5. CULTIVARES	9
1.3.5.1. AJO, CULTIVAR CHINO	9
1.4. NEMATODO DEL BULBO Y TALLO.....	9
1.4.1. DITYLENCHUS DIPSACI	9
1.5. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS.....	10

CAPÍTULO III	16
1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	16
1.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO	16
1.3. CLIMATOLOGÍA.....	17
1.4. COMPONENTES DE ESTUDIO	19
1.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	20
1.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
1.7. MATERIALES EMPLEADOS	20
1.7.1. Materiales Biológicos	20
1.7.2. Materiales de campo	21
1.7.3. Materiales de laboratorio.....	21
1.7.4. Materiales de escritorio	21
1.7.5. Maquinaria	22
1.7.6. Otros materiales.....	22
1.8. CROQUIS EXPERIMENTAL.....	23
1.9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.9.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	24
1.9.2. SIEMBRA DE BULBILLOS	24
1.9.3. MARCO DE PLANTACIÓN.....	25
1.9.4. LABORES CULTURALES.....	25
1.9.5. ABONAMIENTO	26
1.9.6. APLICACIÓN DE HIDROABSORBENTES	26
1.9.7. APLICACIÓN DE POCHONIA CHLAMYDOSPORIA	27
1.9.8. APLICACIÓN DE TRICHOVIT Y BACILLUS SUBTILIS	28
1.9.9. RIEGO	29
1.10. EVALUACIONES	29
1.10.1. ALTURA DE PLANTAS	29
1.10.2. DIÁMETRO DE TALLOS	29
1.10.3. DIÁMETRO PROMEDIO DE BULBOS.....	30
1.10.4. RENDIMIENTO TOTAL.....	30
1.10.5. SEVERIDAD DE BULBOS COSECHADOS.....	30
1.10.6. ANÁLISIS NEMATOLÓGICO.....	30
1.10.6.1. MÉTODO DEL TAMIZADO	31
1.10.6.2. CONTEO DE NEMÁTODOS.....	32
1.10.7. PROCESAMIENTO DE DATOS	33
CAPÍTULO IV	34
1. RESULTADOS DEL CULTIVO DE AJO CV. CHINO (<i>Allium sativum</i> L.)	34
1.1. ALTURA DE LA PLANTA (CM).....	34
1.2. ANCHO DE CUELLO DE PLANTA (mm).....	36
1.3. NÚMERO DE HOJAS.....	38
1.4. DIÁMETRO DE BULBOS (mm)	38
1.5. RENDIMIENTO	39

1.6. CONTEO DE NEMÁTODOS INICIAL (ind./100gr).....	42
1.7. CONTEO FINAL DE NEMÁTODOS (ind./100gr).....	42
CAPÍTULO V.....	45
1. DISCUSIÓN.....	45
1.1. ALTURA DE PLANTAS	45
1.2. ANCHO DE CUELLO DE PLANTAS.....	46
1.3. NÚMERO DE HOJAS.....	47
1.4. DIÁMETRO DE BULBOS.....	47
1.5. POBLACIÓN DE NEMÁTODOS	48
CAPÍTULO VI.....	50
1. CONCLUSIONES.....	50
CAPÍTULO VII.....	52
1. RECOMENDACIONES.....	52
CAPÍTULO VIII.....	53
1. REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	62

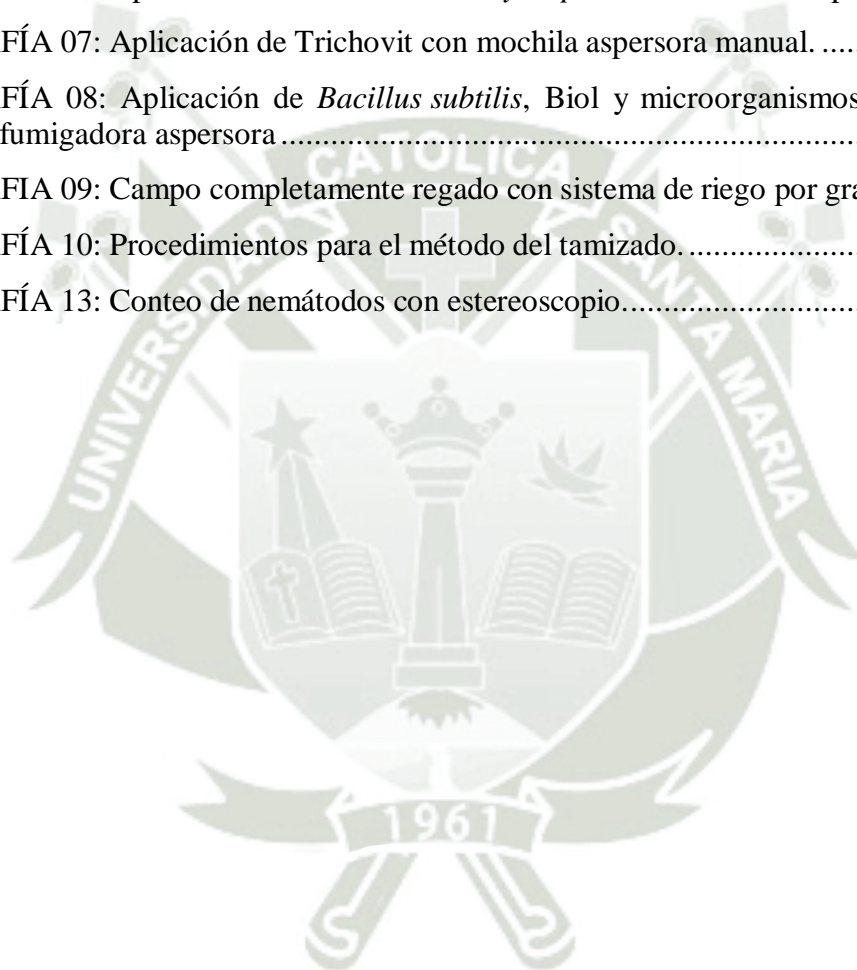


ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 01. Análisis de los efectos principales de los factores H y P para las evaluaciones de altura de planta (cm) a los 60 y 120 dds. 2021	34
CUADRO 02. Análisis de los efectos simples de los factores H*P para las evaluaciones de altura de planta (cm) a los 60 dds. 2021	35
CUADRO 03. Análisis de los efectos principales de los factores H y P para las evaluaciones de ancho de cuello de planta (mm) a los 60, 75 y 90 dds. 2021	36
CUADRO 04. Análisis de los efectos simples de los factores H*P para las evaluaciones de ancho de cuello de planta (mm) a los 45, 60, 75 y 90 dds. 2021	37
CUADRO 05. Análisis de los efectos principales para los factores H y P para la evaluación de diámetro de bulbos (mm). 2021	38
CUADRO 06. Análisis de los efectos principales de los factores H y P para la evaluación de rendimiento (t/ha). 2021	40
CUADRO 07. Análisis de los efectos simples de los factores H*P para la evaluación de rendimiento (t/ha). 2021	41
CUADRO 08. Análisis de nematodos en suelo antes de la siembra. 2021	42
CUADRO 09. Análisis de los efectos principales de los factores H y P para la evaluación de población de nemátodos (individuos/ 100 cc de suelo). 2021	42
CUADRO 10. Análisis de los efectos simples de los factores H*P para la evaluación de población de nemátodos (individuos/ 100 cc de suelo). 2021	44

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 01: Ubicación del Área experimental.....	16
FOTOGRAFÍA 02: Área del experimento previamente preparado.....	24
FOTOGRAFÍA 03: Siembra de bulbillos de Ajo cv. Chino.	25
FOTOGRAFÍA 04: Aplicación de hidrogel hidratado a los surcos de manera manual y superficialmente.....	26
FOTOGRAFÍA 05: Pesado del producto <i>Pochonia chlamydosporia</i>	27
FOTOGRAFÍA 06: Aplicación de <i>Pochonia chlamydosporia</i> con mochila aspersora encampo... ..	27
FOTOGRAFÍA 07: Aplicación de Trichovit con mochila aspersora manual.	28
FOTOGRAFÍA 08: Aplicación de <i>Bacillus subtilis</i> , Biol y microorganismos eficientes con una bomba fumigadora aspersora.....	28
FOTOGRAFIA 09: Campo completamente regado con sistema de riego por gravedad.	29
FOTOGRAFÍA 10: Procedimientos para el método del tamizado.....	32
FOTOGRAFÍA 13: Cuento de nemátodos con estereoscopio.....	33



ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01: Temperatura máxima y mínima promedio.	17
GRÁFICO 02: Precipitación de lluvia mensual promedio.	18
GRÁFICO 03: Niveles de comodidad de la humedad.....	19
GRÁFICO 04. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre la altura de planta (cm) a los 60 y 120 dds.....	34
GRÁFICO 05. Efecto de las aplicaciones de <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre la altura de planta (cm) a los 60y 120 dds.	35
GRÁFICO 07. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre el ancho de cuello de planta(mm) a los 60, 75, 90 dds.	36
GRÁFICO 08. Efecto de las aplicaciones de <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre el ancho de cuello de planta(mm) a los 60, 75, 90 dds.	37
GRÁFICO 09. Efecto de las aplicaciones combinadas de Hidrogel y <i>Pochonia chlamydosporia chlamydosporia</i> sobre el ancho de cuello de planta (mm) a los 60, 75, 90 dds.....	38
GRÁFICO 10. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre el diámetro de bulbos (mm).....	39
GRÁFICO 11. Efecto de las aplicaciones de <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre el diámetro de bulbos (mm).	39
GRÁFICO 12. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre el rendimiento (t/ha).....	40
GRÁFICO 13. Efecto de las aplicaciones de <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre el rendimiento (t/ha).....	40
GRÁFICO 14. Efecto de las aplicaciones combinadas de Hidrogel y <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre el rendimiento (t/ha).	41
GRÁFICO 17. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre la población de nemátodos (individuos/ 100 cc de suelo)	43
GRÁFICO 18. Efecto de las aplicaciones de <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre la población de nemátodos(individuos/ 100 cc de suelo).....	43
GRÁFICO 19. Efecto de las aplicaciones combinadas de Hidrogel y <i>Pochonia chlamydosporia</i> sobre la población de nemátodos (individuos/ 100 cc de suelo)	44

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 01.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 30 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 62
- ANEXO 02.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 62
- ANEXO 03.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 90 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 63
- ANEXO 04.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 120 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 63
- ANEXO 05.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 30 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 64
- ANEXO 06.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 45 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 64
- ANEXO 07.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 65
- ANEXO 08.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 75 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 65

- ANEXO 09.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 90 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 66
- ANEXO 10.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 105 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 66
- ANEXO 11.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 120 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 67
- ANEXO 12.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de número de hojas a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 67
- ANEXO 13.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de número de hojas a los 90 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 68
- ANEXO 14.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de número de hojas a los 120 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 68
- ANEXO 15.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de diámetro de bulbos (mm). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 69
- ANEXO 16.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de rendimiento (t/ha). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021 69
- ANEXO 17.** Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones población de nemátodos (individuos/ 100cc de suelo). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el

cultivo de Ajo cv. Chino (<i>Allium sativum</i> L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021	70
ANEXO 18. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de <i>Pochonia chlamydosporia</i> en la incidencia de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en el cultivo de Ajo cv. Chino (<i>Allium sativum</i> L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021	70
ANEXO 19. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 45 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de <i>Pochonia chlamydosporia</i> en la incidencia de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en el cultivo de Ajo cv. Chino (<i>Allium sativum</i> L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021.....	71
ANEXO 20. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de <i>Pochonia chlamydosporia</i> en la incidencia de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en el cultivo de Ajo cv. Chino (<i>Allium sativum</i> L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021.....	71
ANEXO 21. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 90 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de <i>Pochonia chlamydosporia</i> en la incidencia de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en el cultivo de Ajo cv. Chino (<i>Allium sativum</i> L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021.....	72
ANEXO 22. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de rendimiento (t/ha). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de <i>Pochonia chlamydosporia</i> en la incidencia de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en el cultivo de Ajo cv. Chino (<i>Allium sativum</i> L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021	72
ANEXO 23. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones población de nemátodos (individuos/ 100cc de suelo). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de <i>Pochonia chlamydosporia</i> en la incidencia de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en el cultivo de Ajo cv. Chino (<i>Allium sativum</i> L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021.....	73
ANEXO 24. Costos de Producción y Análisis Económico de un campo sin experimentar de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.	74
ANEXO 25. Costos de Producción y Análisis Económico aplicando dosis 2 de Hidroabsorbentes (40 kg/ha) y dosis 2 de <i>Pochonia chlamydosporia</i> (8 kg/ha) en un campo de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.	75
ANEXO 26. Costos de Producción y Análisis Económico aplicando dosis 2 de Hidroabsorbentes (40 kg/ha) y dosis 3 de <i>Pochonia chlamydosporia</i> (10 kg/ha) en un campo de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.	76

ANEXO 27. Costos de Producción y Análisis Económico aplicando dosis 3 de Hidroabsorbentes (60 kg/ha) y dosis 2 de <i>Pochonia chlamydosporia</i> (8 kg/ha) en un campo de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.	77
ANEXO 28. Costos de Producción y Análisis Económico aplicando dosis 3 de Hidroabsorbentes (60 kg/ha) y dosis 3 de <i>Pochonia chlamydosporia</i> (10 kg/ha) en un campo de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.	78
ANEXO 29. Comparación de longitud de raíces de ajo cv. chino con aplicaciones de Hidroabsorbentes y <i>Pochonia chlamydosporia</i> (izquierda y derecha) vs. sin aplicaciones (centro).....	79
ANEXO 30. Hidrosorb (Hidroabsorbente) previamente hidratado con agua de riego antes desu aplicación al campo.....	79
ANEXO 31. <i>Pochonia chlamydosporia</i> previamente pesado de acuerdo al área de nuestro campo y a las dosis establecidas.	80
ANEXO 32. Medición de la altura y diámetro a los 60 dds en las plantas de Ajo cv. Chino.....	80
ANEXO 33. Daños ocasionados por el ataque del nemátodo <i>Ditylenchus dipsaci</i> en bulbos cosechados.....	81
ANEXO 34. Diferencias en el diámetro de bulbos de plantas de Ajo (<i>Allium sativum</i> L.) cv.Chino sin aplicaciones VS con aplicaciones de Hidroabsorbentes y <i>Pochonia chlamydosporia</i>	81
ANEXO 35. Presencia del nemátodo <i>Ditylenchus dipsaci</i> en muestras de suelo observándose a través de un estereoscopio.	82
ANEXO 36. Diferencias en el diámetro de cuello de plantas de Ajo (<i>Allium sativum</i> L.) cv.Chino sin aplicaciones VS con aplicaciones de Hidroabsorbentes y <i>Pochonia chlamydosporia</i> a los 90 dds.....	82

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. JUSTIFICACIÓN

Los nemátodos del suelo son invertebrados muy pequeños dependientes del agua, siendo uno de los principales grupos de animales más abundantes y diversos del planeta. Su gran adaptación a múltiples tipos de ecosistema, hacen que los nematodos estén presentes en cualquier lugar donde existe carbono orgánico, en todas las latitudes del planeta y desde el fondo del mar hasta la cima de las montañas (Cares y Huang, 2006). El ataque de esta plaga provoca síntomas en raíces, así como en los órganos aéreos de las plantas. En las raíces es muy común ver nudos, agallas, ramificaciones excesivas y pudriciones, cuando el ataque va acompañado de ataque bacteriano. (Agrios, 1995, citado por Armendáriz et al., 2015)

En la región de Arequipa se tiene este problema fitosanitario que requiere ser controlado de manera eficaz y a un bajo costo. De acuerdo con Arévalo et al. (2019), *P. chlamydosporia* es un hongo común en suelos, parásito facultativo de huevos de nematodos. Se destacan sus atributos como buen colonizador de la rizosfera, la producción de esporas de alta resistencia (clamidosporas) y la capacidad de parasitar huevos de diferentes especies de nematodos. Por otra parte, La utilización de hidroabsorbentes cuya función principal es retener el agua de riego y los nutrientes suelo, puede además cumplir el rol como una cubierta en las raíces, actuando de barrera física entre estas y de los ataques de los nematodos fitoparásitos (Carbonell y Tapia, sf.).

Cabe recalcar, Al utilizar el hongo *Pochonia chlamydosporia* junto con hidroabsorbentes no solo vamos a reducir los costos de adquisición de agroquímicos para el control de nematodos, sino también va a reducir la contaminación al ser un método más agroecológico, que no perjudica los suelos ni el agua. Por ello, se busca que en este trabajo de investigación darle una nueva alternativa de control de nematodos al agricultor utilizando un hongo nematófago y los hidroabsorbentes para la reducción de la incidencia de nemátodos en el campo.

1.2. HIPÓTESIS

Dado a que el cultivo de ajo presenta problemas fitosanitarios, principalmente provocados por nematodos como *Ditylenchus dipsaci*, es probable que el uso de un hidroabsorbentes con un nematofago como *Pochonia chlamydosporia*, reduzcan la incidencia de esta plaga debido a que las raíces estarán recubiertas con el hidrogel e impedirá que el nemátodo pueda alimentarse de ella, logrando así que mejore la calidad y el rendimiento del cultivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el efecto de las aplicaciones de tres dosis de hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de ajo cv. chino (*Allium sativum L.*) bajo condiciones del Valle de Tambo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las características biométricas de plantas de ajo (*Allium sativum L.*) considerando altura de planta, número de hojas, diámetro de ancho de cuello durante el proceso del crecimiento de la planta en tratamiento de las aplicaciones de Hidroabsorbente y *Pochonia chlamydosporia*.
- Establecer las características biométricas del bulbo de la planta de ajo (*Allium sativum L.*) en la cosecha, después del tratamiento de las aplicaciones de Hidroabsorbente y *Pochonia chlamydosporia*.
- Establecer la población de *Ditylenchus dipsaci* mediante un análisis nematológico en el proceso de crecimiento.

CAPÍTULO II

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. CONTROLADORES BIOLÓGICOS DE NEMATÓDOS FITOPARÁSITOS

Piedra (2007) nos dice que la agricultura actual demanda la reducción de plaguicidas químicos y la introducción de sistemas sostenibles con el uso de agentes de manejo biológico. La alternativa de usar hongos y bacterias para el manejo de nemátodos fitoparásitos es posible si se logra fomentar e investigar la utilización de hongos y bacterias que pueden estar en el suelo o, de lo contrario, reproducirse en laboratorios para su uso comercial. Algunos de estos organismos pueden ser utilizados por los agricultores, y en algunos casos, están siendo aplicados. Entre estos organismos encontrados, tenemos las bacterias *Pasteuria penetrans*, *Pseudomonas (Burlkoldelia)*. Algunos hongos como: *Verticillium chlamydosporium*, *Arthrobotrys* y *Monacrosporium*, *Catenaria spp.* *Drechmeria coniospora*, *Pleurotus ostreatus*, *Fusarium solani*, entre otros.

1.1.1. HONGO NEMATÓFAGO *POCHONIA CHLAMYDOSPORIA*

Según Medina (2018), El hongo *Pochonia chlamydosporia* es un parásito facultativo de huevos de nemátodos endoparásitos sedentarios, como pueden ser: formadores de quistes (Heterodera, Globodera), agalladores (Meloidogyne), *Rotylenchulus reniformis* y el falso agallador *Nacobus aberrans*. Este hongo no produce toxinas ni trampas y normalmente no parasita estadios activos de nemátodos. Puede colonizar hembras adultas, huevos de quistes y nemátodos agalladores por medio apresorios que se forman de las hifas.

Por otro lado, Kerry y Hirsch, 2011, citado por Ceiro et al., 2020, mencionan que este hongo parásito facultativo de huevos de nemátodos posee dos fases, la primera es la fase de vida saprofítica, el cual consiste en sobrevivir a partir de los nutrientes que existentes en la materia orgánica del suelo o sustrato. En cambio, la segunda fase, que es parasítica, depende más que nada del hospedante en común, que generalmente son nemátodos fitoparásitos.

Aunado a esto, la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones edáficas de *P. chlamydosporia* está ligada a la actividad microbiana nativa del suelo en que se encuentre, el cual influirá en su crecimiento y desarrollo (Monfort et al., 2006).

1.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

De acuerdo a Gams y Zare, citado por Castillo y Medina (2014), esta especie se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Fungi

Phylum: Deuteromycota

Clase: Hyphomycetes

Género: *Pochonia*

Especie: *Pochonia chlamydosporia*

1.1.3. MECANISMO DE ACCIÓN

Según Jansson *et al.* (2006), indican que estos hongos endoparásitos atacan parasitando las etapas inmóviles de los nemátodos, es decir, los huevos. Las hifas de *Pochonia chlamydosporia* y de otros hongos crecen a través de los huevos formándose los apresorios en la punta de las hifas, los cuales penetran la cubierta del huevo, digiriendo así su contenido.

1.2. HIDROGEL AGRÍCOLA

Palacios *et al.* (2016), nos dicen que el hidrogel es un polímero con capacidad de almacenar grandes cantidades de agua, mitigar el estrés hídrico y mejorar la germinación y crecimiento de las plantas. Su uso data desde los años 80, en donde se empezó a demostrar su efectividad en estos parámetros siendo en los años 2000, y mediante estudios posteriores, la confirmación del efecto del hidrogel en mitigar el estrés hídrico y mejorar la supervivencia, crecimiento e incremento de biomasa en condiciones de sequía en una gran variedad de especies vegetales.

Otros estudios realizados con hidrogeles como el Stockosorb, el cual es un copolímero de acrilamida/ácido acrílico, que al igual que los demás, cumple la misma función como un agente auxiliar del suelo, retenedor de agua y que da la

oportunidad a las plantas de desarrollarse correctamente en zonas áridas o en épocas de sequía; así mismo, puede cumplir la función como barrera física al ataque de nemátodos al adherirse el producto a las raíces del cultivo (Carbonell y Tapia, s.f.).

1.2.1. USO DE HIDROGEL EN ESPECIES AGRÍCOLAS

Varios estudios detallan que el uso del hidrogel en la germinación de las plantas, específicamente durante condiciones de sequía, mejoran su porcentaje de emergencia al proveerles del recurso hídrico que, en circunstancias adversas, reducirían la supervivencia de las mismas.

Algunos estudios como el de Rojas de Gáscue *et al.* (2004), demuestran que al agregar 1% de hidrogel en suelos áridos de la región de Araya en Venezuela, se obtienen hasta un 100% de germinación de plantas de tomates, en comparación con suelos sin hidrogel, pero con abonos aplicados obteniendo resultados similares. Un estudio realizado con *Agrostis stolonifera* por Agaba *et al.* (2011), indican que el uso de hidrogel en suelos arenosos mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas con respecto a aquellos sin hidrogel, ya que estos pueden mejorar las propiedades del suelo en lo que se refiere a retención del agua, manteniéndola en la matriz del suelo y así las plantas puedan absorber el agua, lo que conlleva también a una reducción en la frecuencia de riego.

Sin embargo, algunos autores no están de acuerdo o desacreditan los resultados obtenidos con respecto a la efectividad del hidrogel. Por ejemplo, tenemos a Hernández *et al.* (2007), cuyo estudio de tres cultivares de *Brachiaria spp* en suelos de la región del valle de Iguala en México, no mostraron efectos positivos del hidrogel en el rendimiento de las semillas, esto contradice a otros autores como Rojas de Gáscue *et al.* (2004). No obstante, señalan que esto pudo deberse a que las condiciones climáticas eran favorables en ese año, como las precipitaciones que fueron mayores y a las características físicas del suelo, ya que trabajaron con un suelo arcilloso, por lo que las plantas no se vieron afectadas por estrés hídrico.

1.3. EL AJO

El ajo además de ser un condimento indispensable en la cocina popular, constituye la base de determinadas especialidades culinarias, que cada día tiene más adeptos. El ajo se aprovecha fundamentalmente de las siguientes formas: consumo de bulbos semisecos o secos, consumo en forma de ajo deshidratado, en especialidades farmacéuticas, consumo en verde (ajetes) y otros usos (encurtidos, ornamentales, etc.). A nivel mundial hay un incremento tanto en superficie como en producción, derivada de la divulgación de las excelentes cualidades del ajo para la salud (InfoAgro, s.f.).

1.3.1. ORIGEN

Lluís (1997), nos dice que el origen del ajo es incierto, debido principalmente a que su uso es antiquísimo, y su diseminación como planta silvestre y de cultivo se produjo hace milenios. Por otro lado, Salmer (2012), sostiene que el ajo proviene de Oriente abarcando todo el norte de África, Cercano Oriente, India y China, algunas islas del Pacífico y Sudamérica.

1.3.2. CLASIFICACIÓN TAXÓNOMICA

Pinzón (2007), clasifica esta especie de la siguiente manera:

Clase: Monocotiledoneae

Superorden: Liliiflorae

Orden: Asparagales

Familia: Alliaceae

Tribu: Alliae

Género: *Allium*

Además, menciona que algunos autores clasificaban la familia de las Alliaceae, tanto en las Liliaceae como en las Amaryllidaceae, pero en la actualidad se consideran como una familia independiente.

1.3.3. MORFOLOGÍA DEL CULTIVO

1.3.3.1. RAÍZ

Pinzón (2007) nos dice que el sistema de raíces del ajo es poco desarrollado, ya que estas son gruesas y escasamente ramificadas, lo que se le compara con la mayoría de plantas cultivadas. Por otra parte, según Guenko, citado por Morales (1998), el sistema de raíces de esta especie es parecido al de la cebolla (fibrosas adventicias), las cuales desarrollan a partir del tallo verdadero y alcanzan profundidades de 70 a 80 cm, concentrándose la mayoría entre los 45 a 50 cm.

1.3.3.2. TALLO

De acuerdo a Pinzón (2007), el tallo verdadero, llamado “plato” o “disco”, se encuentra en la base de la cabeza o bulbo y sobre él se forman las yemas y las hojas; así mismo, de esta estructura crecen las raíces.

1.3.3.3. HOJAS

En lo referente a hojas, Morales (1998) indica que estas son alternas y están compuestas de limbo y vaina, el limbo es plano o laminado y sólido, de aproximadamente 3 cm de ancho, lineal y termina en punta y las vainas son cilíndricas y constituyen el falso tallo. Así mismo, el FDA (1995) añade que en la base de las vainas de las hojas no se acumulan sustancias nutritivas y que al morir estas, se convierten en túnicas protectoras de los bulbos.

1.3.3.4. FLOR

Según indica Yamaguchi, citado por Morales (1998), la flor es una umbela densa, con flores de pétalos rosados sobre largos pedicelos conbrácteas; el pistilo y los estambres se proyectan fuera del perianto. Generalmente estas flores son estériles y en múltiples ocasiones abortan.

1.3.3.5. BULBO

Para Pinzón (2007), el bulbo del ajo está compuesto y formado por una serie de vainas foliares delgadas que encierran en sus axilas yemas engrosadas denominadas “dientes” o “bulbillos”; esta es la diferencia más importante respecto de la cebolla.

Por otra parte, Burba (2003) nos dice que cada “diente” es un bulbo en potencia y está formado desde afuera hacia dentro por:

Hoja de protección: Es una vaina (carece de lámina), envolvente y lignificada, que por lo general esta coloreada.

Hoja de reserva: Se trata de un tejido compacto que representa más del 85% del peso del bulbo. Las reservas acumuladas en ella serán utilizadas para la brotación del nuevo ejemplar.

Hoja de brotación: Es la responsable de proteger al nuevo brote durante la emergencia. Tiene forma tubular (carece de lámina), y su crecimiento se inhibe ante la luz, dejando pasar a las hojas verdaderas.

Hojas verdaderas: Son aquellas que poseen lámina, y que pueden ser estériles o fértiles.

1.3.4. USOS Y VALOR NUTRITIVO

Pinzón e Isshiki (2001), mencionan que el ajo es conocido como condimento y como tal tiene vitaminas (especialmente la A y C), minerales y proteínas, siendo muy bajo en calorías. Además, el ajo presenta cualidades medicinales muy grandes, cuyas sustancias en él son los que le dan la purgencia (picante) y una acción antibiótica. Estos son la alicina y la garlicina, la primera siendo una sustancia con poder antibiótico contra bacterias y gérmenes causantes de la tuberculosis, tifus, difteria, y disentería. Por otro lado, la garlicina es eficaz en tratamientos de infecciones respiratorias e intestinales.

1.3.5. CULTIVARES

1.3.5.1. AJO, CULTIVAR CHINO

El Ajo Chino presenta una calidad inferior al Ajo morado, siendo menos picante y presentando mayores mermas a lo largo del tiempo de almacenamiento si se compara con el morado, pero este cultivar tiene un buen rendimiento pues puede llegar a rendir hasta 16 toneladas por hectárea (INIA, 2020).

El ajo chino posee una túnica morada violácea, de tamaño de regular a grande, forma una cabeza dividida en gajos que comúnmente son llamados dientes, el número de dientes varía de 10 a 12 son carnosos y curvada arqueada en uno de sus extremos, de piel blanca al retirar las túnicas que cubre el diente, el bulbo es de forma esférica achatada por los costados. Cada uno de los dientes puede dar origen a una nueva planta de ajo, ya que poseen en su base una yema terminal que es capaz de germinar incluso sin necesidad de plantarse previamente (InfoAgro, s.f.).

1.4. NEMÁTODO DEL BULBO Y TALLO

1.4.1. DITYLENCHUS DIPSACI

Su presencia en nuestro país, de acuerdo a Galdos (2014), fue como consecuencia de las importaciones de bulbos procedentes de Chile y Argentina. Se calcula pérdidas hasta de un 80 a 90% afectando la producción del mercado local y de exportación.

Según el CIPF (2016), la posición taxonómica de este nematodo es la siguiente: Nematoda, Secernentea, Diplogasteria, Tylenchida, Tylenchina, Tylenchoidea, Anguinidae. Conocido comúnmente como el nematodo del bulbo y tallo, infesta a más de 1200 especies de plantas silvestres y cultivadas. Este nematodo tiene como hospedantes muchas malas hierbas y gramíneas, que podrán tener una función importante en su supervivencia en ausencia de plantas cultivadas.

Como señala Escuer (1998), este nemátodo endoparásito puede alcanzar una altura en su etapa adulta de 1 mm de longitud y una anchura de 20 – 35 micras de espesor.

Estos nadan de forma activa cuando salen de los tejidos enfermos triturados en agua. Aunado a esto, Bongers (2015) nos dice que los nemátodos poseen órganos sensoriales llamados anfidios cuya función es aparentemente quimiorreceptora, los cuales se encuentran ubicados en la parte posterior. Sin embargo, los nemátodos parásitos como *Ditylenchus dipsaci* poseen otro tipo de órganos sensoriales llamados fasmidios, los cuales tiene una función similar a los anfidios, pero estos se encuentran ubicados en la parte anterior, es decir, en la parte final de la cola del nemátodo.

1.5. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS

- A. Argomedo y Cruz (2019) en su trabajo de investigación determinaron el efecto in vitro de *Pochonia chlamydosporia* nativo sobre la viabilidad del estadio de huevo de *Meloidogyne incognita*. Para ello, trabajaron con dos grupos: Grupo control, que contenía huevos de *Meloidogyne incognita* y Grupo experimental, que contenía huevos de *Meloidogyne incognita* con *Pochonia chlamydosporia*. A partir de los cultivos puros de *Pochonia chlamydosporia* se prepararon una suspensión de 2×10^6 conidios/mL en Caldo Papa Dextrosa y una suspensión de 200 huevos de *Meloidogyne incognita*/mL. Para el grupo experimental, se utilizaron 0.5 mL de la suspensión de 1×10^6 conidios de *P. chlamydosporia* y 0.5 mL de suspensión de 100 huevos de *Meloidogyne incognita*, sembrándose en 5 puntos en Agar Agua (2%). Para el grupo control, utilizaron solamente 0.5 mL de suspensión de 100 huevos de *Meloidogyne incognita*, sembrándose en 5 puntos en Agar Agua (2%). Cada grupo contó con seis repeticiones, incubándose por 96 horas y se examinaron aproximadamente 100 huevos de *Meloidogyne incognita* en cada placa. Estos se evaluaron como huevos viables y noviables. Concluyeron que *Pochonia chlamydosporia* nativo disminuye la viabilidad del estadio de huevo de *Meloidogyne incognita* in vitro.
- B. Heredia (2014), evaluó el efecto del control biológico del hongo *Pochonia chlamydosporia*, en conjunto con los factores ambientales como la temperatura, pH

y humedad de suelo. El experimento se llevó a cabo en el campamento San José del Proyecto Especial Chavimochic, distrito de Virú - Trujillo. Se establecieron cuatro tratamientos: 5gr de hongo/planta, 10gr de hongo/planta, 15gr de hongo/planta, 20gr de hongo/planta del hongo *P. chlamydosporia*. Los parámetros evaluados fueron: contenido de huevos y juveniles J2 de *Meloidogyne spp.* en el suelo, con los cuales se obtuvo el nivel de infestación (NI). En cada tratamiento después de 10 días por intervalo de aplicación, se evaluó la temperatura el pH y la humedad de suelo. Además, se evaluó el peso de la planta y la semilla al final de la cosecha del cultivo de *Phaseolus vulgaris* “frijol”. Se obtuvieron valores promedios de J2 de: 47.5; 59.75; 6.25 y 28.25 de huevos y/o larvas por 100cc. de suelo bajo las concentraciones de: 5gr de hongo/planta, 10gr de hongo/planta, 15gr de hongo/planta, 20gr de hongo/planta de *P. chlamydosporia* respectivamente; en comparación con el promedio de 76.0 huevos y/o larvas por 100cc. de suelo para el testigo, al final de la cosecha del cultivo. No se encontró un efecto estadísticamente significativo entre los tratamientos aplicados y la temperatura evaluada durante el ciclo de aplicación del hongo *P. chlamydosporia*. Mientras que para los valores de regresión lineal cuyas pendientes fueron: $y = -0.0551$; -0.0609 ; y -0.0692 para T1, T2 y T3, respectivamente, la temperatura en función al tiempo de aplicación mostró una diferencia estadísticamente significativa mínima. El valor del pH hallado en suelo fue de 8.46, rango altamente alcalino para el desarrollo y eficiencia de un hongo nematopatógeno. Los valores de la humedad de suelo obtenidos mostraron un efecto estadísticamente significativo con un nivel del 95.0% de confianza ($p = 0.05$) en función al número de las aplicaciones realizadas del hongo *P. chlamydosporia*. Los valores de regresión lineal para la humedad de suelo mostraron diferencias estadísticamente significativas, cuyas pendientes fueron: $y = 0.1026$; 0.0505 ; y 0.0129 para H1, H2 y H3, respectivamente. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre Promedio humedad y Promedio Temperatura con un nivel de confianza del 95.0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 57.0261% de la variabilidad en Promedio humedad. El coeficiente de correlación es igual a -0.755156 , indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. Se observó un efecto

endofítico del hongo *P. chlamydosporia* al encontrarse diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0% respecto al peso de planta final de la cosecha en función a los tratamientos de 5gr de hongo/planta, 10 gr de hongo/planta, 15 gr de hongo/planta, 20 gr de hongo/planta del hongo *P. chlamydosporia*.

- C. Chapilliquen (2018), evaluó el empleo de polímeros hidroabsorbentes agrícolas e industriales reciclados que influyen en la supervivencia de plantaciones de mango (*Mangifera indica* L.), bajo condiciones de estrés hídrico; a través del crecimiento en altura, diámetro del cuello de la raíz y la producción de brotes de las plantas de mango; y de vigor en: número de hojas y número de hojas secas y/o amarillas de las plantas de mango; llevándose a cabo en el caserío de Sancor, provincia de Morropón, región de Piura, durante el periodo de mayo a noviembre de 2018. Se emplearon 03 tratamientos: 40 plantas usando polímero agrícola - T01, 40 usando polímero industrial reciclado (pañales descartables) - T02, y 40 usando solo el testigo (sin polímeros) - T03; trabajando cada tratamiento en partes iguales (20- 20) en 02 parcelas: parcela con maleza (sin labor cultural) - Pr01 y parcela sin maleza (con labor cultural) - Pr02. El empleo de los polímeros consistió en colocarlos en las faldas de las raíces de las plantas al trasplante o siembra de las mismas estando estos hidratados, aplicando uniformemente abono, hojarasca y agua en el 1er riego. Promediando los datos los mejores resultados tanto de los tipos de tratamientos y parcelas de acuerdo a: el incremento en altura (cm) se da en el tratamiento con polímero agrícola - T01+ parcela con maleza - Pr01 con un incremento promedio de 1.863 cm; el incremento del diámetro (cm) se dan en el tratamiento con polímero agrícola - T01+ parcela con maleza - Pr01 con un incremento promedio de 0.0325 cm; el incremento de la producción de brotes (und) se dan en el tratamiento con polímero agrícola - T01+ parcela con maleza - Pr01 con un incremento promedio de 1.845 brotes por planta; el incremento del número de hojas (und) se dan en el tratamiento con polímero agrícola - T01+ parcela con maleza - Pr01 con un incremento promedio de 1.937 hojas por planta; el incremento del número de hojas secas y/o amarillas (und) se dan en el tratamiento con polímero agrícola - T01+ parcela con maleza - Pr01 con un incrementopromedio de 0.313 hojas secas por

planta. Concluyendo que, de los resultados del análisis de varianza, en todos los indicadores de toma de datos de las plantas, el tipo de tratamiento si influye significativamente y el tipo de parcela por lo general no influye significativamente en el desarrollo de las plantas de mango (*Mangifera indica L.*).

- D. Frank, Castillo y Sulen (2020), hipotetizaron que los hidrogeles a base de celulosa podrían exhibir degradación en el suelo y en soluciones de diferente pH y que estos geles cargados con un nematicida podrían utilizarse para reducir el número de nematodos del nudo de raíz en el suelo. Su trabajo concluye que el número de juveniles de segundo estadio del género *Meloidogyne sp.* recuperados de suelo infectado fue $513,33 \pm 80,83$ y $543,33 \pm 47,26$ después de la exposición al hidrogel y al hidrogel nematicida con el nematicida, respectivamente. El número de nematodos recuperados después de la exposición a los hidrogeles se reduce significativamente en comparación al número de nematodos recuperados en el control negativo ($1043,33 \pm 25,17$) y en el control positivo ($906,67 \pm 15,28$).
- E. Matamoros (2015), determinó el efecto de *Trichoderma harzianum* solo o combinado con *Pochonia chlamydosporia*, sobre la dinámica de población de fitonematodos, promoción de crecimiento y la salud radical en una plantación comercial de banano. La fuente de los organismos de estudio, fueron los productos biológicos comerciales Trichomax WP, a base de *Trichoderma harzianum* y Klamic WP, a base de *Pochonia chlamydosporia*, y se realizaron diluciones, para las aplicaciones, en agua y té de compost. En total se evaluaron ocho tratamientos: T1= *T. harzianum* (1,25 g/L) disuelto en agua; T2= *T. harzianum* (2,5 g/L) disuelto en agua; T3= *T. harzianum* (2,5 g/L) + *P. chlamydosporia* (2,5 g/L) disueltos en agua; T4= *T. harzianum* (1,25 g/L) disuelto en té de compost; T5= *T. harzianum* (2,5 g/L) disuelto en té de compost; T6= *T. harzianum* (2,5 g/L) + *P. chlamydosporia* (2,5 g/L) disueltos en té de compost; T7= Testigo en té de compost y T8= testigo en agua. Dentro de las variables de evaluación se consideraron: la dinámica de población de fitonematodos, el índice de necrosis, el índice de salud radical, el peso de raíz funcional, muerta y total, la altura y la circunferencia de las plantas. Al final de la evaluación los resultados reflejaron que se obtuvo un mejor control de fitonematodos totales con el T5 y el T6 los cuales redujeron las poblaciones de 11 549 y 6 477 FNT,

respectivamente, en comparación con su testigo que presentó valores de 18 920 FNT. En la evaluación por especies se encontró que para *H. multincinctus* el T6 logro el mejor control, reduciendo las poblaciones a 1511 nematodos por 100 g de raíz, mientras que en los tratamientos testigos las poblaciones fueron de 5911 nematodos por 100 g de raíz. Para el caso de *R. similis* y *M. incognita* no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Para el índice de necrosis en el T6 fue el mejor tratamiento presentando un 7 % de daños internos en las raíces, mientras que su testigo presento valores de 58 %. De igual manera en el índice salud radical el T6, fue el mejor tratamiento presentando un valor de 1 en la escala de evaluación que corresponde a un máximo de 10 % de daños al sistema radical, mientras que su testigo presento un valor de 7, que corresponde hasta un 70 % de daños radicales. En altura los mejores tratamientos fueron el T5 y T6 en los cuales las plantas alcanzaron 223,25 cm y 222,65 cm respectivamente, mientras que los tratamientos testigos alcanzaron valores 211,04 cm de altura. En cuanto a la circunferencia del pseudotallo se reflejaron valores de 62,37 cm y 61,37 cm para los tratamientos T5 y T6, respectivamente. Mientas que los tratamientos testigos alcanzaron una circunferencia de 57,14 cm. En cuanto al solvente utilizado se encontraron que el té de compost fue estadísticamente superior al agua en todas las variables evaluadas.

- F. Xavier, Dalle mole-Giaretta, Freitas, Lopes, Gardiano & Ferraz (2017), condujeron un experimento bajo condiciones de invernadero, donde se evaluaron tres aislamientos de *Pochonia chlamydosporia* (Pc-3, Pc-10 y Pc-28), que se aplicaron individualmente y en combinaciones. En el tratamiento testigo no se aplicó *P. chlamydosporia* al suelo, y también se incluyó un tratamiento testigo sin nematodos. Vasos de un litro de capacidad con suelo esterilizado fueron infestados con 3 g de sustrato de arroz colonizados con el respectivo aislamiento del hongo más 3.000 huevos de *M. javanica*. Quince días más tarde, se trasplantó en cada vaso una plántula de tomate 'Santa Clara'. Ninguno de los aislamientos del hongo, en forma individual o en mezcla, fueron capaces de reducir el número de agallas en comparación con el tratamiento testigo. Sin embargo, el número de huevos de *M. javanica* se redujo para el aislamiento Pc-10 y las combinaciones de Pc-10 + Pc-3 y Pc-10 + Pc-28 + Pc-3.

La asociación de los aislamientos de *P. chlamydosporia* no aumentó el control de *M. javanica* en comparación con la aplicación de Pc-10 individualmente.

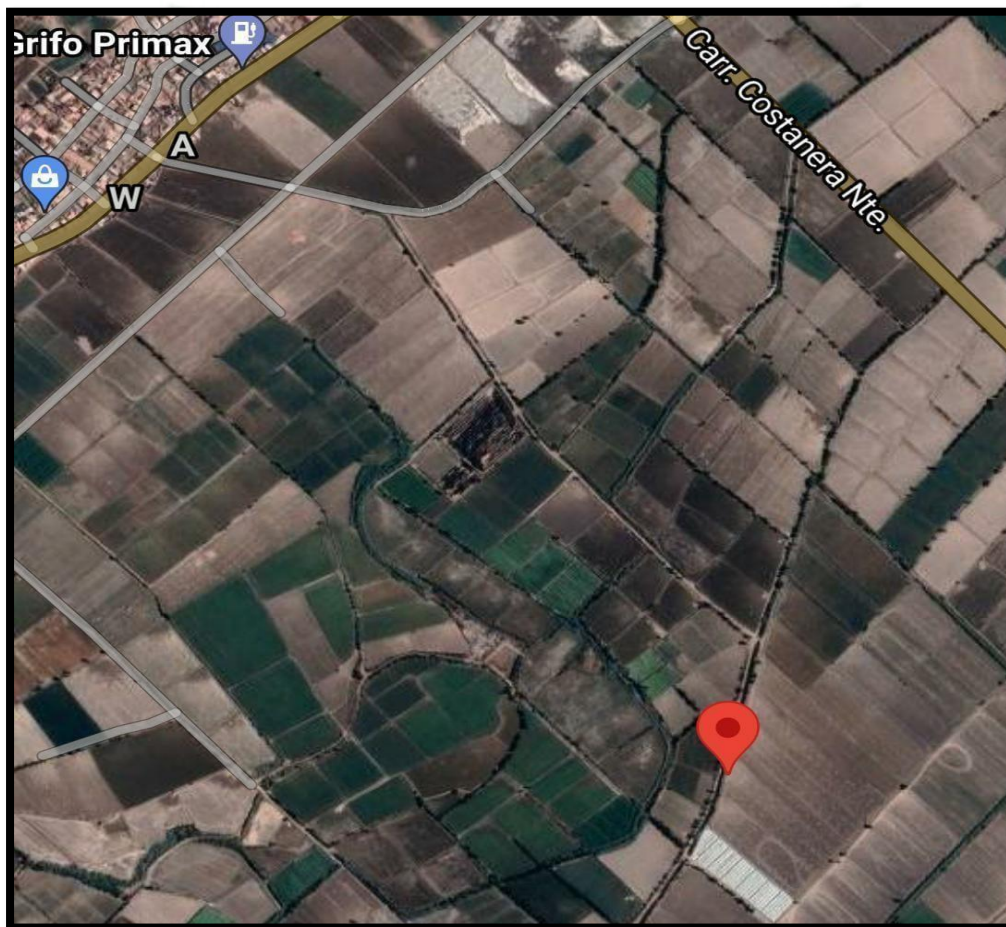
- G. Flores, Manzanilla, Del Prado, y Martínez (2003), evaluaron cinco aislamientos mexicanos y uno brasileño del hongo *Pochonia chlamydosporia* como agentes de control biológico de tres poblaciones mexicanas de *Nacobbus aberrans*. Dos de las poblaciones del nematodo, procedentes de Montecillo (Estado de México) y Tecamachalco (Puebla), se evaluaron en jitomate (*Lycopersicon esculentum*) y otra de Zacatecas (Zacatecas) en frijol (*Phaseolus vulgaris*). Los experimentos se realizaron bajo condiciones controladas de temperatura (26°C), humedad relativa (80%) y fotoperiodo (14 h luz/10 h oscuridad) en una cámara de crecimiento. Todos los aislamientos del hongo ejercieron un alto porcentaje de parasitismo sobre las masas de huevos y huevos de *N. aberrans* por gramo de raíz, reduciendo el número de juveniles de segundo estadio del nematodo disponible como inóculo en el suelo. El número de agallas por sistema radical se redujo significativamente en la población Tecamachalco del nematodo. Los tratamientos con el aislamiento brasileño VC10 tuvieron el menor número de agallas. Los aislamientos mexicanos más eficientes en el control de *N. aberrans* fueron SMB3 y SC1. La proliferación del hongo en el sustrato (turba-arena de cuarzo 3:1 v: v) fue considerablemente superior a lo reportado por otros investigadores.

CAPÍTULO III

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se llevó a cabo en el Valle de Tambo, distrito de Cocachacra, provincia de Islay. Geográficamente se halla a $17^{\circ}07'34.0''$ de latitud sur, $71^{\circ}48'07.2''$ de longitud Oeste y una altitud de 73 msnm.



FOTOGRAFÍA 01: Ubicación del Área experimental.

1.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO

El trabajo de investigación, se inició en junio del 2021 y culminó en diciembre del 2021.

1.3. CLIMATOLOGÍA

El clima del valle es templado y cálido desértico. Las precipitaciones son escasas, llegando a un promedio de 5 mm/año. El Gráfico 01 presenta la temperatura promedio reportada por la Estación Meteorológica Pampa Blanca, donde se aprecia que La temporada templada dura 3.3 meses, del 26 de diciembre al 3 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 25 °C. El día más caluroso del año es el 6 de febrero, con una temperatura máxima promedio de 26 °C y una temperatura mínima promedio de 20 °C. La temporada fresca dura 4.0 meses, del 6 de junio al 5 de octubre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 20 °C. El día más frío del año es el 13 de agosto, con una temperatura mínima promedio de 14 °C y máxima promedio de 19 °C.

Fuente: Weatherspark.com - 2021

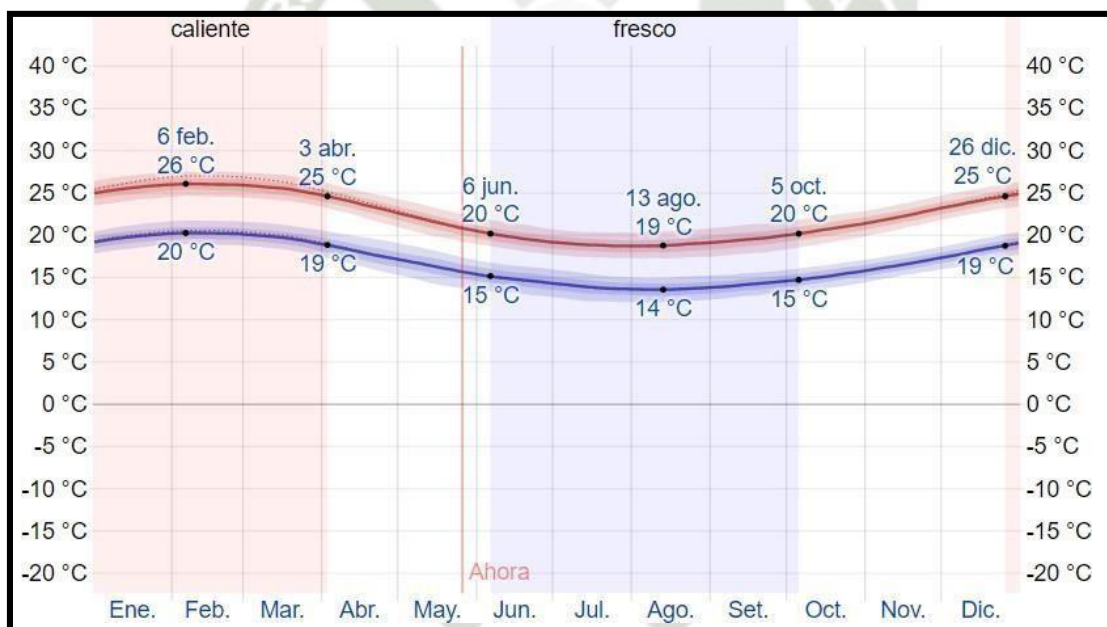


GRÁFICO 01: Temperatura máxima y mínima promedio.

En Cocachacra llueve durante el año. En el gráfico 02 se aprecia que la mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 6 de febrero, con una acumulación total promedio de 12 milímetros.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 29 de octubre, con una acumulación total promedio de 0 milímetros.

Fuente: Weatherspark.com - 2021

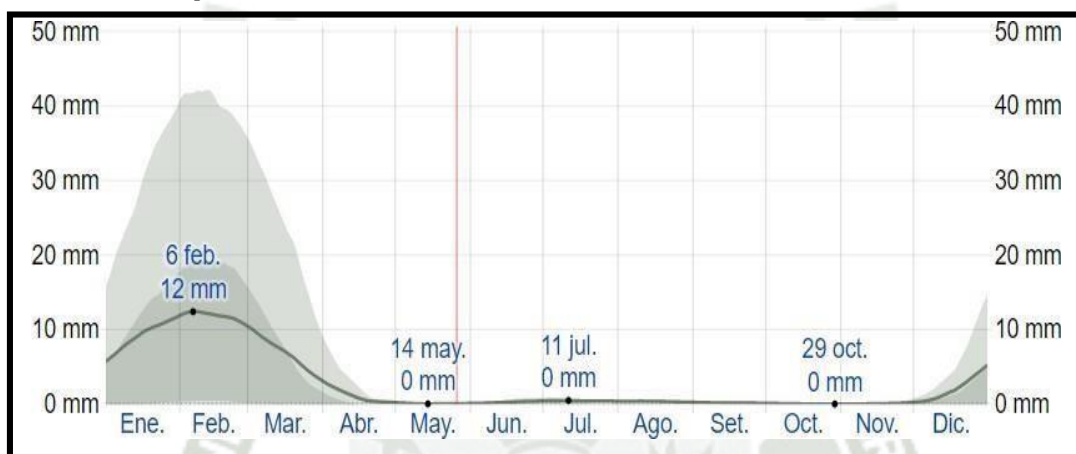


GRÁFICO 02: Precipitación de lluvia mensual promedio.

En el gráfico 03 se observa que el período más húmedo del año dura 4.8 meses, del 16 de diciembre al 11 de mayo, y durante ese tiempo el nivel de comodidades bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 17 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 16 de febrero, con humedad el 64 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 28 de julio, con condiciones húmedas el 1 % del tiempo.

Fuente: Weatherspark.com - 2021

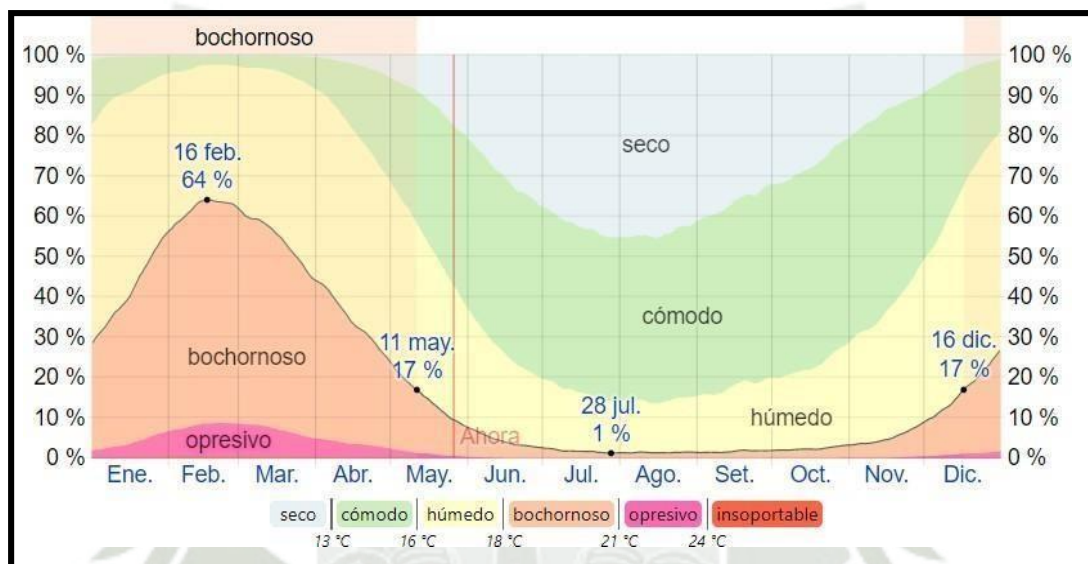


GRÁFICO 03: Niveles de comodidad de la humedad.

1.4. COMPONENTES DE ESTUDIO

a) Hidroabsorbentes

- Dosis 1: 0.0 kg/ha
- Dosis 2: 40 kg/ha
- Dosis 3: 60 kg/ha

b) *Pochonia chlamydosporia*

- Dosis 1: 0.0 kg/ha
- Dosis 2: 8 kg/ha
- Dosis 3: 10 kg/ha

1.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Hidroabsorbente (H)	<i>Pochonia chlamydosporia</i> (P)	Tratamiento
Hidroabsorbentes dosis 1 (0 kg/ha) (H1)	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 1 (0 kg/ha) (P1)	T1
	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 2 (8 kg/ha) (P2)	T2
	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 3 (10 kg/ha) (P3)	T3
Hidroabsorbentes dosis 2 (40 kg/ha) (H2)	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 1 (0 kg/ha) (P1)	T4
	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 2 (8 kg/ha) (P2)	T5
	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 3 (10 kg/ha) (P3)	T6
Hidroabsorbente dosis 3 (60 kg/ha) (H3)	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 1 (0 kg/ha) (P1)	T7
	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 2 (8 kg/ha) (P2)	T8
	<i>Pochonia chlamydosporia</i> dosis 3 (10 kg/ha) (P3)	T9

1.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se empleó fue un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A), con un arreglo factorial de 3x3 distribuidos en 9 tratamientos y 3 repeticiones.

1.7. MATERIALES EMPLEADOS

1.7.1. Materiales Biológicos

Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.)

Hongo nematicida *Pochonia chlamydosporia*

Trichoderma spp.

Bacillus subtilis

Lactobacillus

1.7.2. Materiales de campo

Herbicidas preemergentes (Prowl, Raft, Ronstar)

Herbicidas postemergentes (Goal, Afalon, Lorox, Gesagard, Sencor)

Hidroabsorbente Hidrosorb

Atomizador

Pala

Carteles

Fertilizantes (Nitrato de amonio, sulfato de potasio, Biol, Azufre y Terranut)

1.7.3. Materiales de laboratorio

Balanza analítica

Probeta

Papel toalla

Tamices de malla

Placas Petri 10ml

Estereoscopio

Piseta

Vaso de precipitados 500 ml

Bagueta

Estilete

1.7.4. Materiales de escritorio

Calculadora

Lapiceros

Computadora

Regla graduada

Vernier

Libreta de campo

Rotulador

Tijera

1.7.5. Maquinaria

Arado de vertedera o de discos

Rastrojeador

1.7.6. Otros materiales

Tachuelas

Pegamento

Martillo

Bolsas herméticas

Bandejas de plástico

Paleta de plástico

Recipientes de plástico

Balde

Colador

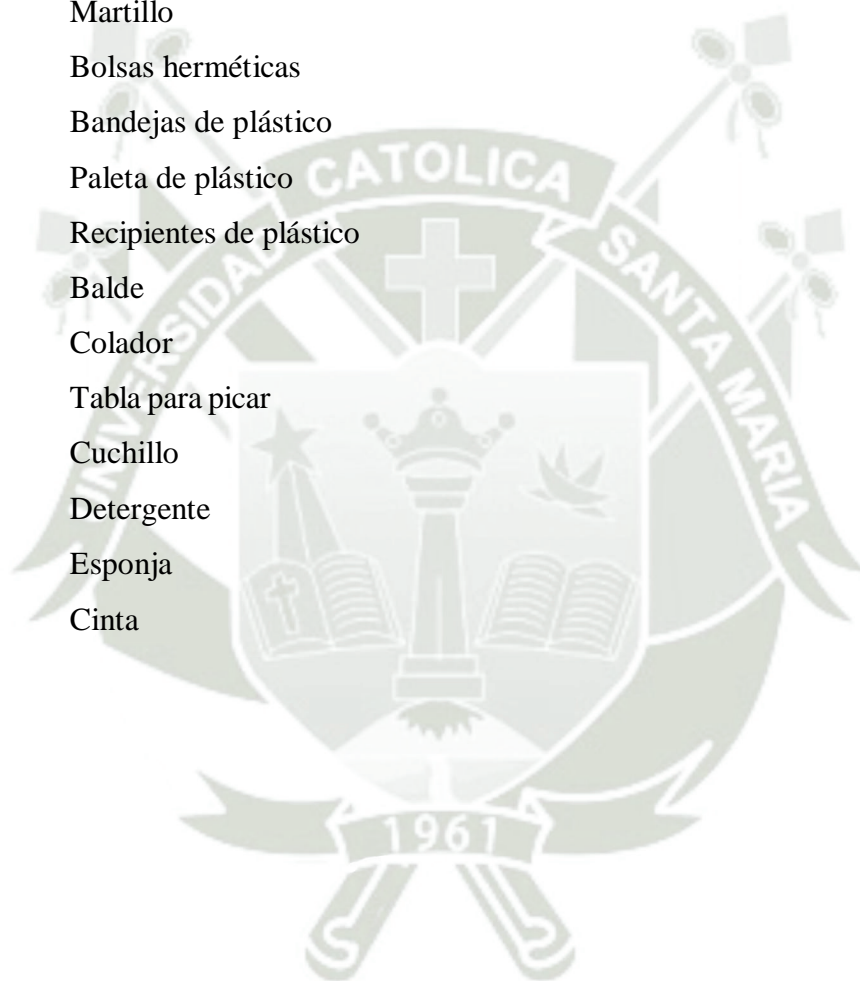
Tabla para picar

Cuchillo

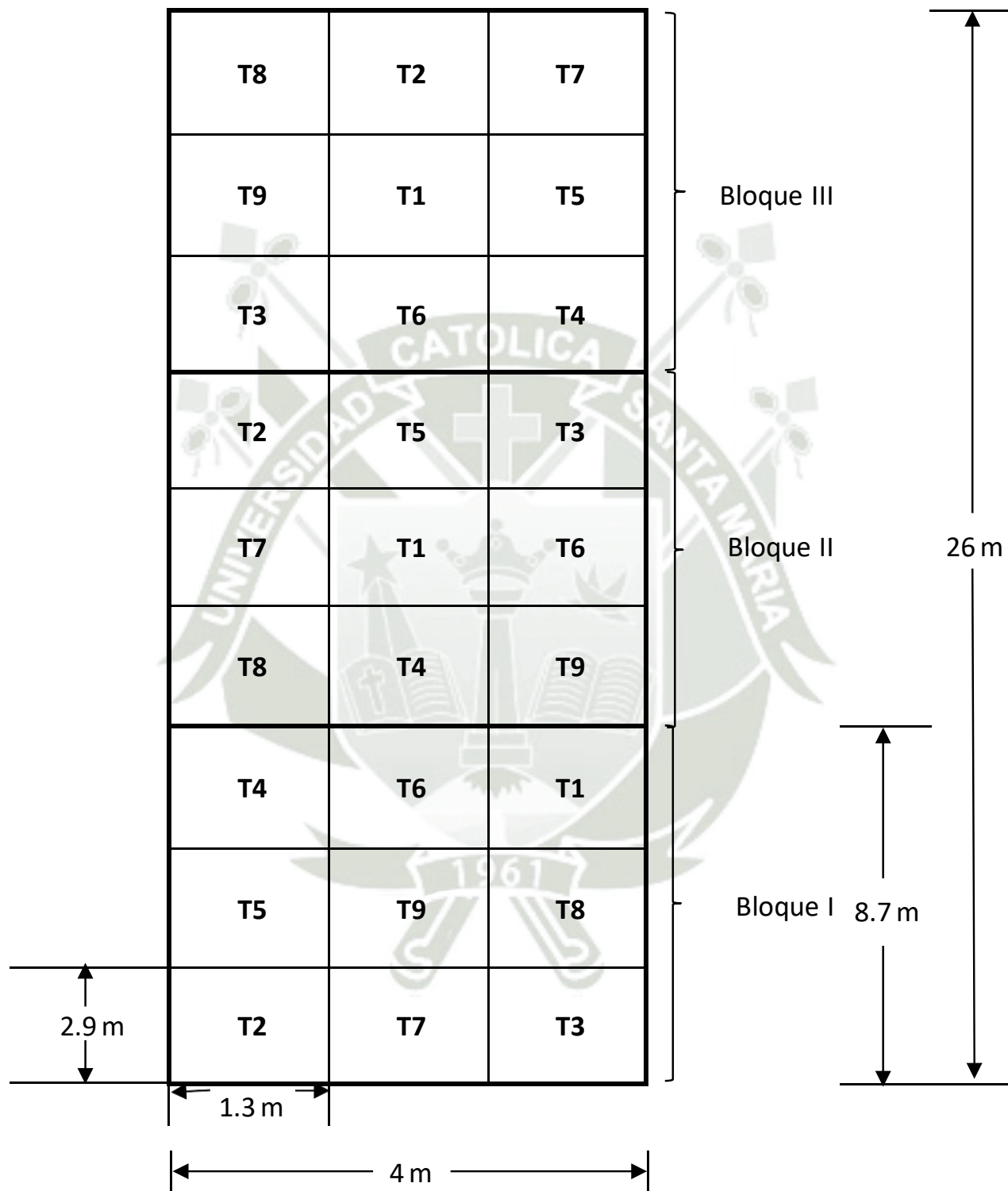
Detergente

Espanja

Cinta



1.8. CROQUIS EXPERIMENTAL



1.9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.9.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se dio una labor profunda con arado de vertedera o arado de discos, preferentemente para desterronar bien la tierra, preparando así una capa mullida para la siembra. Con estas últimas labores se pudo efectuar la incorporación del abono de fondo (Japon, 1984).



FOTOGRAFÍA 02: Área del experimento previamente preparado.

1.9.2. SIEMBRA DE BULBILLOS

De acuerdo con Artigas, citado por Capuz (2013), Puede realizarse de formas: mediante semillas o a partir de bulbillos. El primer método apenas se aplica, ya que retrasa la obtención de ajos maduros y útiles para el consumo hasta dos años, por lo tanto, se utilizó la plantación de bulbillos, ya que se obtiene ajos con mayor precocidad y de gran homogeneidad.



FOTOGRAFÍA 03: Siembra de bulbillos de Ajo cv. Chino.

1.9.3. MARCO DE PLANTACIÓN

Uno de los marcos de plantación más empleados en la zona y el que se utilizó fue el de líneas separadas entre sí (hileras) a unos 60 cm de ancho de los surcos, los bulbillos o semillas previamente desgranadas se plantaron a 12 cm entre plantas.

1.9.4. LABORES CULTURALES

A criterio de Martínez y Rivera (2008), El ajo es un cultivo que por sus características morfológicas se cubre de malezas y, por tanto, ofrece cierta facilidad al desarrollo de plagas y enfermedades. Es importante mantener el cultivo limpio de malas hierbas, mediante las escardas oportunas. Es por ello que se realizó la limpieza de forma manual con la ayuda de herramientas previamente desinfectadas.

Durante el cultivo se recurrió a escardas o deshierbos manuales y al uso de productos químicos herbicidas. Los herbicidas aplicados en forma pre-

emergente a la maleza fueron Prowl, Raft, Ronstar, que se aplican después de la siembra y del primer riego. También se recurrió al control postemergente de las malezas de hoja ancha como fueron el Goal o Galligan y Afalón.

1.9.5. ABONAMIENTO

Luego de haber preparado el terreno, se hizo un abonado de fondo con niveles de abonamiento de 200 unidades de nitrógeno y 150 unidades de potasio en una hectárea. Dicho abonamiento se realizó antes de la siembra y mediante laboreo.

1.9.6. APLICACIÓN DE HIDROABSORBENTES

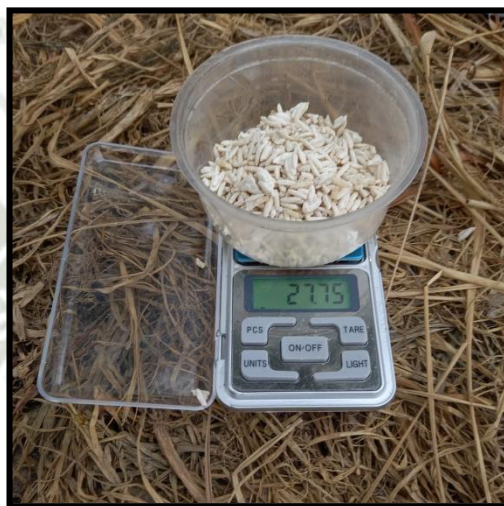
El producto utilizado para esta investigación se llama Hidrosorb, el cual es distribuido por la empresa VAMONT S.A. (2021) y es un tipo de hidrogel agrícola retenedor de agua y nutrientes en suelos. Su incorporación al terreno se hizo antes de la siembra de manera manual, previamente hidratado con el agua de riego de la zona; y de acuerdo a las dosis sugeridas por la empresa y a los tratamientos correspondientes.



FOTOGRAFÍA 04: Aplicación de hidrogel hidratado a los surcos de manera manual y superficialmente.

1.9.7. APLICACIÓN DE *POCHONIA CHLAMYDOSPORIA*

De acuerdo a las indicaciones de la empresa que distribuye este producto, la aplicación se realizó después de que emergieran las primeras plántulas de ajo con la ayuda de una mochila aspersora manual. La mezcla del producto se hizo dentro de una cubeta con agua de riego y aceite agrícola, así mismo, con las dosis y en los tratamientos correspondientes (PBA, 2021).



FOTOGRAFÍA 05: Pesado del producto *Pochonia chlamydsporia*.



FOTOGRAFÍA 06: Aplicación de *Pochonia chlamydsporia* con mochila aspersora en campo.

1.9.8. APLICACIÓN DE TRICHOVIT Y *BACILLUS SUBTILIS*

Como preventivos para controlar las plagas y enfermedades que puedan presentarse en campo. El Trichovit fue aplicado mediante una mochila aspersora y el *Bacillus subtilis* mediante una bomba fumigadora aspersora. El *Bacillus subtilis* se aplicó en conjunto con biol y una mezcla de microorganismos eficientes (*Rhodobacteria*, *Lactobacillus* y *Pseudomonas sp.*).



FOTOGRAFÍA 07: Aplicación de Trichovit con mochila aspersora manual.



FOTOGRAFÍA 08: Aplicación de *Bacillus subtilis*, Biol y microorganismos eficientes con una bomba fumigadora aspersora.

1.9.9. RIEGO

Los riegos se realizaron en forma frecuente y ligeros inicialmente, por gravedad con una frecuencia de 8 días. Según Martínez y Rivera (2008), las necesidades más importantes de agua se producen durante la formación del bulbo. Durante el periodo de maduración del bulbo, las necesidades de agua van decreciendo, hasta que dos semanas antes de la recolección se hacen nulas.



FOTOGRAFIA 09: Campo completamente regado con sistema de riego por gravedad.

1.10. EVALUACIONES

1.10.1. ALTURA DE PLANTAS

Se utilizó una regla graduada y tomando en forma lineal se midió desde la base del cuello de planta hasta el ápice de la hoja más larga. Las mediciones se realizaron de 10 plantas por repetición a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. La altura de las plantas se expresó en centímetros (Galdos, 2015).

1.10.2. DIÁMETRO DE TALLOS

A los 30 días después de la siembra se procedió a realizar las respectivas evaluaciones cada 15 días llegando a un total 6 evaluaciones con la ayuda

de un vernier, se escogieron al azar 10 plantas para ser evaluadas. Los resultados se expresaron en mm (Galdos, 2015).

1.10.3. DIÁMETRO PROMEDIO DE BULBOS

Una vez cosechados, se tomaron dos medidas del diámetro ecuatorial de cada uno de los bulbos obtenidos en un área de 1.0 m² de cada repetición, se tuvo el diámetro promedio por bulbo en milímetros. Esto se hizo con la ayuda de un vernier (Galdos 2015).

1.10.4. RENDIMIENTO TOTAL

Se determinó el rendimiento total de acuerdo a cada unidad experimental y tratamiento pesando en una balanza analítica los bulbos cosechados en un área de 1 m². Los resultados se expresaron en t/ha. Para esta evaluación se hizo secar las muestras de ajo cosechadas de cada unidad experimental durante un periodo de 10 días como es común en el ajo cv. chino en la ciudad de Arequipa (Galdos 2015).

1.10.5. SEVERIDAD DE BULBOS COSECHADOS

Se observaron los bulbos tomados al azar de los cuales se analizaron los dañados por nematodo, obteniendo un porcentaje de bulbos dañados por repetición. También se evaluaron la cantidad de bulbos sanos (Galdos, 2015).

1.10.6. ANÁLISIS NEMATOLÓGICO

Se realizó 15 días después de la siembra y antes de la aplicación *Pochonia chlamydosporia*. Se extrajeron dos tipos de muestras, la de suelo y de raíces por cada tratamiento y repetición. Para las muestras de suelo se hizo un hoyo de una profundidad de 20 cm y 15 cm de diámetro, en donde se extrajo 500 gr de muestra por cada tratamiento. Para muestra vegetal o de raíz, se extrajo 1 planta procurando no dañar las raíces en el proceso. Después de la cosecha, las muestras vegetales son los bulbos que se han cosechado.

1.10.6.1. MÉTODO DEL TAMIZADO

Es empleado para el análisis de muestras de suelo. El procedimiento para preparar las muestras fue el siguiente:

Se extrajo muestras de suelo de 500 gr por tratamiento del campo de investigación (27 muestras en total, 3 para cada tratamiento), los cuales se combinaron 3 muestras de un tratamiento y de ahí se extrajo 500 gr de suelo representativo. Las muestras no deben estar ni muy secas ni muy húmedas.

Luego fueron etiquetados y rotulados con la información necesaria para su identificación, después de eso, son llevados al laboratorio.

En laboratorio, se procedió a vaciar la muestra en una bandeja esparcido de manera homogénea con la ayuda de una paleta de plástico, después se extrajo 150 ml de tierra con la ayuda de un vaso de precipitados.

Con la ayuda de un tamiz se cernió la tierra extraída hasta tener 100 ml de suelo cernido.

Luego, se preparó un tamiz con papel toalla como filtro y se humedece los bordes con la ayuda de una piseta. Después, se colocó un poco de agua en un recipiente de plástico y se coloca el tamiz dentro del recipiente y por encima del agua.

A continuación, se colocó la tierra cernida en el tamiz y se agregó un poco de agua hasta que este rozó la base del tamiz, se rotuló y se dejó reposar dos noches. Una vez transcurrido ese periodo de tiempo, se extrajo 30 ml del agua del tamiz y se colocó en 3 placas Petri de 10 ml.

Por último, se procedió a contar los nematodos dentro de las placas Petri con la ayuda de un estereoscopio, los datos fueron anotados en una libreta de apuntes. Luego, se procedió a limpiar los materiales con agua y detergente para próximos usos.



FOTOGRAFÍA 10: Procedimientos para el método del tamizado.

1.10.6.2. CONTEO DE NEMÁTODOS

Una vez terminado todos los procedimientos de preparación de cada tipo de muestra, se procedió a contar los nemátodos de cada placa Petri con la ayuda de un estereoscopio. Cada dato fue registrado en un cuadro contando los nemátodos activos e inactivos y se sacó el promedio de cada uno.



FOTOGRAFÍA 13: Conteo de nemátodos con estereoscopio.

1.10.7. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (D.B.C.A.), con un arreglo factorial de 3x3 (tres dosis de hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia*), distribuidos en 27 sectores (parcelas) contando con 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Los datos obtenidos de las evaluaciones fueron analizados mediante un software llamado infostat para el análisis de varianza (ANVA) correspondiente y la prueba para determinar diferencias entre tratamientos fue la Prueba de Tukey ($p = 0,05$).

CAPÍTULO IV

1. RESULTADOS DEL CULTIVO DE AJO CV. CHINO (*Allium sativum* L.)

1.1. ALTURA DE LA PLANTA (CM)

De acuerdo al análisis de varianza para las evaluaciones realizadas a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds), se determina significancia solo a los 60 y 120 dds, en los factores Hidrogel (H), *Pochonia chlamydosporia* (P) y a los 60 dds en la combinación de los mismos (H*P), por lo que se realiza el análisis de los efectos simples. (Anexo 02, 04 y 18). A los 60 y 120 dds, el factor H en sus dosis de 40 (H2) y 60 (H3) kg/ha, generaron las mayores alturas a diferencia de la dosis de 0 kg/ha (H1), el factor P en la dosis de 10 kg/ha (P3), generó las mayores alturas (Cuadro 01). Finalmente, para la combinación de H*P, las dosis combinadas de 60 kg/ha de hidrogel con 10 kg/ha de *Pochonia chlamydosporia* generaron las mayores alturas solo en la evaluación de 60 dds, mostrando nula significancia a los 120 dds (Cuadro 02).

CUADRO 01. Análisis de los efectos principales de los factores H y P para las evaluaciones de altura de planta (cm) a los 60 y 120 dds. 2021

Altura (cm)					
Hidrogel	60 dds	120 dds	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	60 dds	120 dds
H1	54.02 a	78.43 a	P1	54.15 a	80.23 a
H3	56.36 b	82.54 b	P2	55.37 b	81.04 a
H2	56.62 b	83.00 b	P3	57.48 c	82.70 b

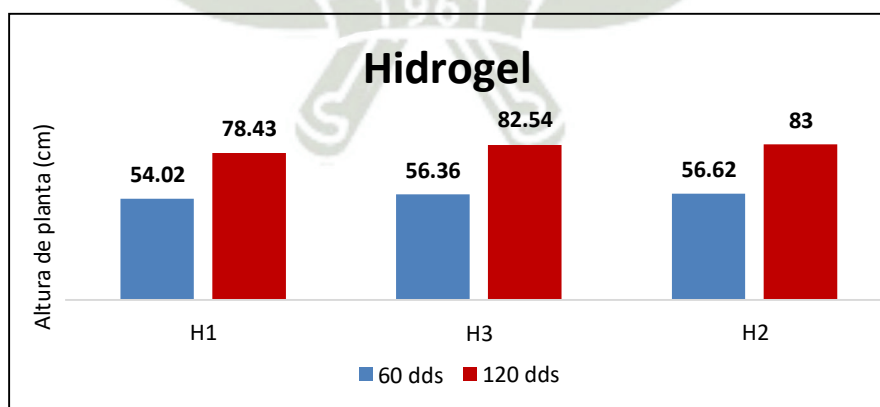


GRÁFICO 04. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre la altura de planta (cm) a los 60 y 120 dds.

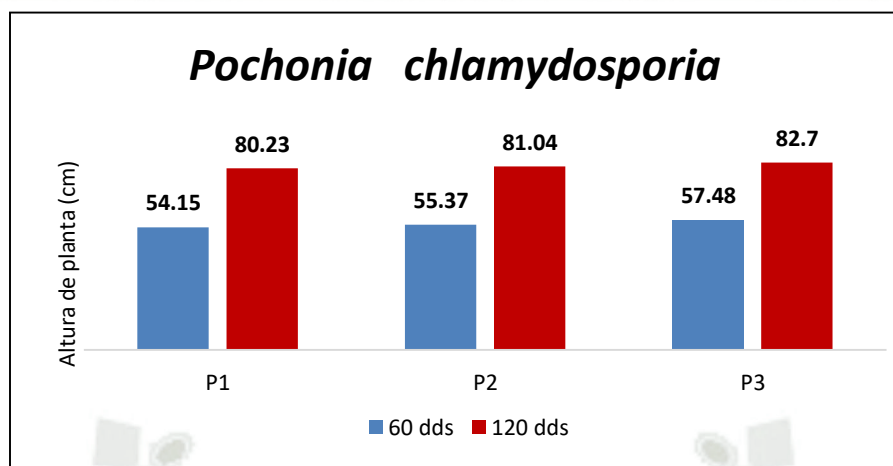


GRÁFICO 05. Efecto de las aplicaciones de *Pochonia chlamydosporia* sobre la altura de planta (cm) a los 60 y 120 dds.

CUADRO 02. Análisis de los efectos simples de los factores H*P para las evaluaciones de altura de planta (cm) a los 60 dds. 2021

Hidrogel	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Altura (cm)
H1	P2	53.38 a
H1	P1	53.42 a
H3	P1	53.66 a
H1	P3	55.25 ab
H2	P1	55.38 ab
H2	P2	56.20 bc
H3	P2	56.54 bcd
H2	P3	58.29 cd
H3	P3	58.89 d

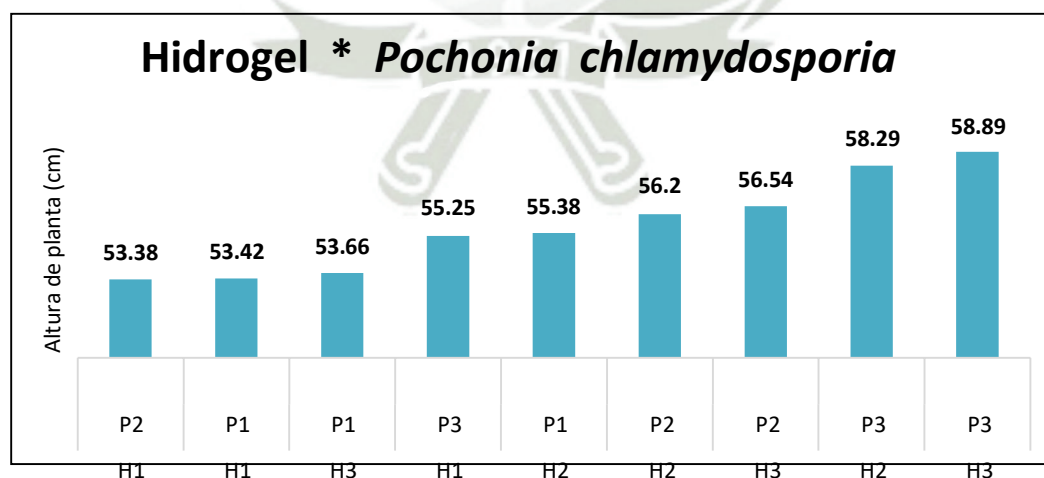


GRÁFICO 06: Efecto de las aplicaciones combinadas de Hidrogel y *Pochonia chlamydosporia* sobre

la altura de planta (cm) a los 60 dds.



1.2. ANCHO DE CUELLO DE PLANTA (mm)

De acuerdo al análisis de varianza para las evaluaciones realizadas a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra (dds), se determina significancia solo a los 60, 75 y 90 dds, en los factores Hidrogel (H), *Pochonia chlamydosporia* (P) (Anexos 07, 08 y 09) y a los 45, 60 y 90 dds en la combinación de los mismos (H*P) (Anexos 06, 07 y 09) por lo que se realiza el análisis de los efectos simples (Anexos 19, 20 y 21). A los 60, 75 y 90 dds, el factor H en sus dosis de 40 (H2) y 60 (H3) kg/ha, generaron los mayores diámetros a diferencia de la dosis de 0 kg/ha (H1), el factor P en la dosis de 10 kg/ha (P3) y 8 kg/ha (P2) generaron los mayores diámetros (Cuadro 03). Por su parte, a los 45, 60 y 90 dds, la combinación de los factores H*P las dosis combinadas de 60 kg/ha de hidrogel con 10 kg/ha de *Pochonia chlamydosporia* generaron los mayores diámetros (Cuadro 04).

CUADRO 03. Análisis de los efectos principales de los factores H y P para las evaluaciones de ancho de cuello de planta (mm) a los 60, 75 y 90 dds. 2021

Ancho de cuello de planta (mm)							
Hidrogel	60 dds	75 dds	90 dds	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	60 dds	75 dds	90 dds
H1	6.87 a	9.09 a	10.62 a	P1	7.00 a	9.25 a	10.85 a
H2	7.43 b	9.60 b	11.14 b	P2	7.44 b	9.59 b	11.13 b
H3	7.73 c	9.94 c	11.44 c	P3	7.59 b	9.80 b	11.21 b

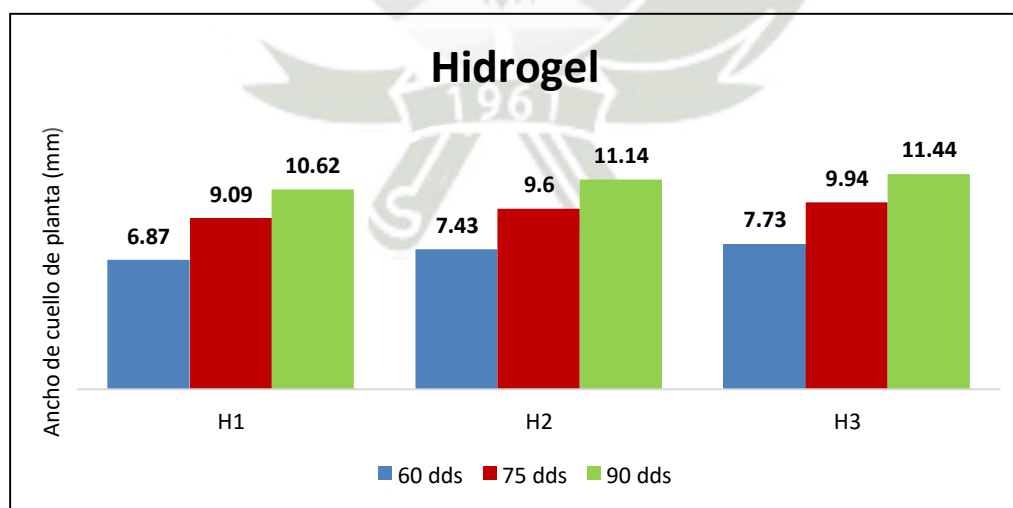


GRÁFICO 07. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre el ancho de cuello de planta (mm) a los 60, 75, 90 dds.

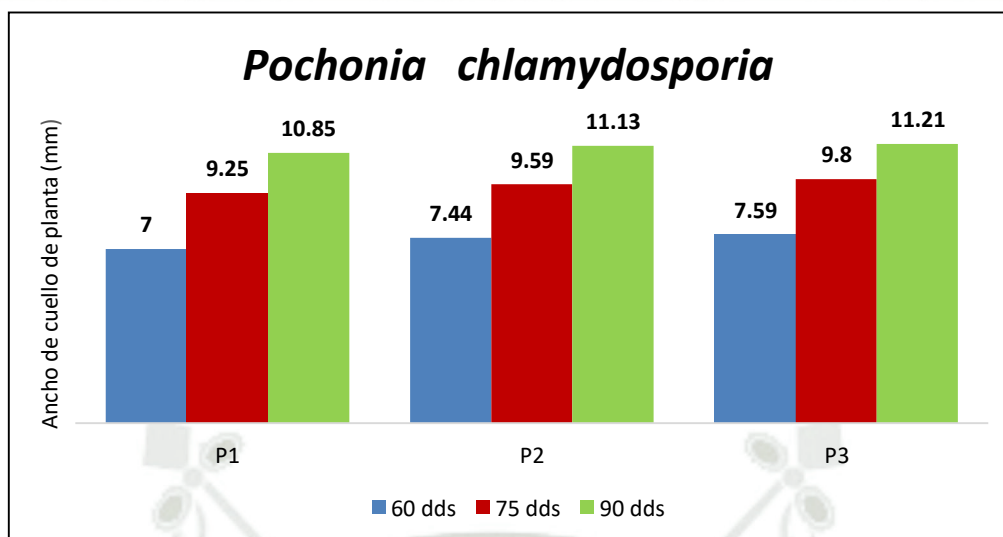


GRÁFICO 08. Efecto de las aplicaciones de *Pochonia chlamydosporia* sobre el ancho de cuello de planta(mm) a los 60, 75, 90 dds.

CUADRO 04. Análisis de los efectos simples de los factores H*P para las evaluaciones de ancho de cuello de planta (mm) a los 45, 60 y 90 dds. 2021

Ancho de cuello de planta (mm)								
Hidrogel	Pochonia	45 dds	Hidrogel	Pochonia	60 dds	Hidrogel	Pochonia	90 dds
H1	P3	6.227 a	H1	P1	6.38 a	H1	P3	10.49 a
H2	P3	6.270 ab	H1	P2	7.05 b	H1	P1	10.57 a
H3	P2	6.277 ab	H1	P3	7.17 bc	H1	P2	10.78 ab
H1	P2	6.290 ab	H2	P1	7.28 bc	H3	P1	10.94 abc
H2	P1	6.323 ab	H3	P1	7.34 bc	H2	P1	11.05 abc
H3	P1	6.340 ab	H2	P2	7.46 bcd	H2	P2	11.11 abc
H2	P2	6.343 ab	H2	P3	7.55 cd	H2	P3	11.27 bcd
H1	P1	6.370 ab	H3	P2	7.81 de	H3	P2	11.50 cd
H3	P3	6.397 b	H3	P3	8.04 e	H3	P3	11.87 d

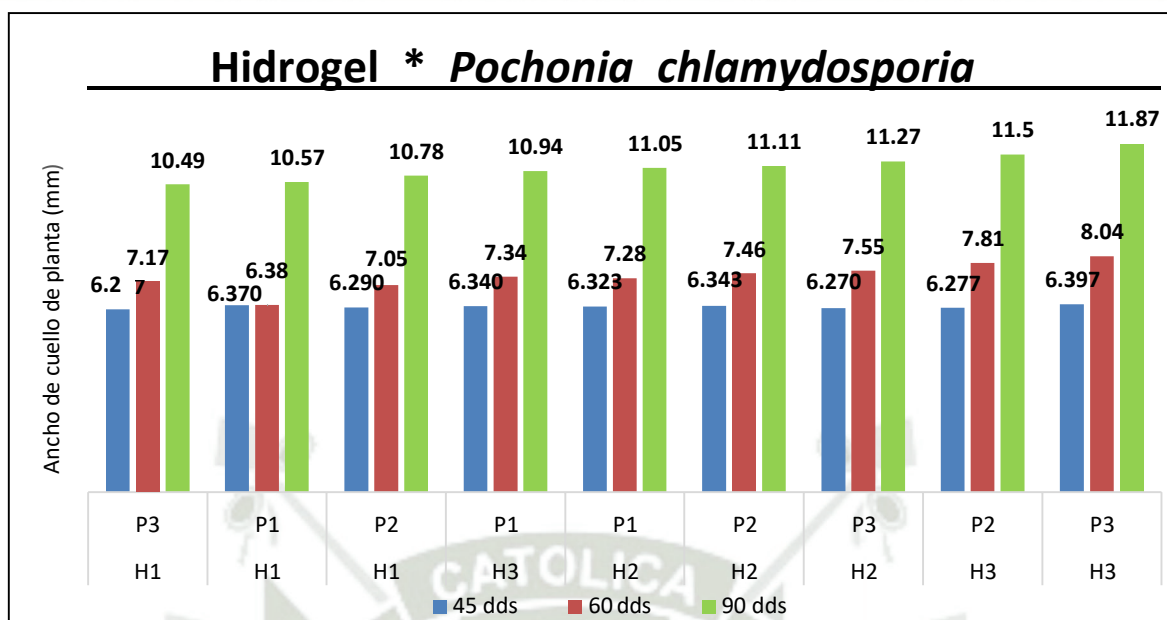


GRÁFICO 09. Efecto de las aplicaciones combinadas de Hidrogel y *Pochonia chlamydosporia* sobre el ancho de cuello de planta (mm) a los 45, 60, 75, 90 dds.

1.3. NÚMERO DE HOJAS

De acuerdo al análisis de varianza para las evaluaciones realizadas a los 60, 90 y 120 dds, no hay significancia en ningún factor, así como la combinación de los mismos (Anexos 12, 13 y 14).

1.4. DIÁMETRO DE BULBOS (mm)

Según el cuadro de análisis de varianza en el anexo 15, hay significancia en los factores H y P, mas no en la combinación de los mismos. El factor H en su dosis de 40 y 60 kg/ha (H2 y H3 respectivamente), genero los mayores diámetros a diferencia de la dosis de 0 kg/ha (H1), el factor P en la dosis de 10 kg/ha (P3) generó los mayores diámetros (Cuadro 05).

CUADRO 05. Análisis de los efectos principales para los factores H y P para la evaluación de diámetro de bulbos (mm). 2021

Diámetro de bulbo (mm)			
Hidrogel		<i>Pochonia chlamydosporia</i>	
H1	35.83 a	P1	35.44 a
H2	37.08 b	P2	36.99 b
H3	37.6 b	P3	38.08 c

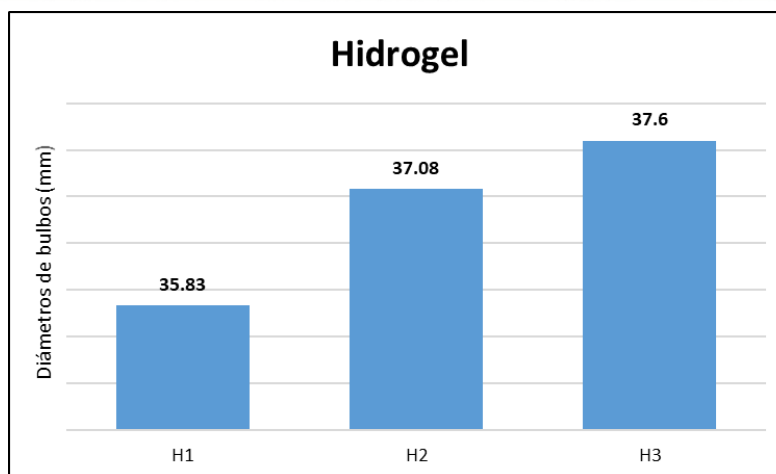


GRÁFICO 10. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre el diámetro de bulbos (mm).

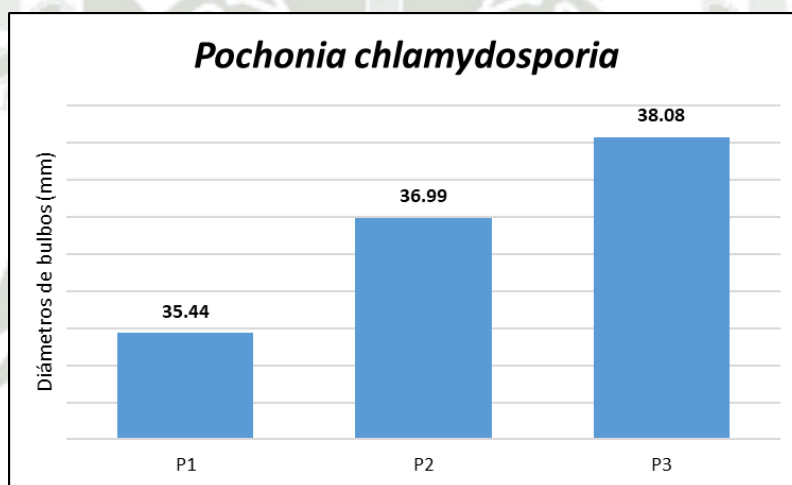


GRÁFICO 11. Efecto de las aplicaciones de *Pochonia chlamydosporia* sobre el diámetro de bulbos (mm).

1.5. RENDIMIENTO

De acuerdo con el análisis de varianza en el anexo 16, hay significancia en el factor H, P y la combinación de estos, por lo tanto, se realiza el análisis de los efectos simples (Anexo 22). Puede observarse que el mayor rendimiento de bulbos sanos de ajo para el factor H se obtiene con la dosis 3 (60 kg/Ha) (H3), en el factor P, la dosis de 10 kg/ha (P3) genera los mayores resultados (Cuadro 06). En cuanto a la combinación de los factores, se nota una clara tendencia de la combinación de dosis más alta de hidrogel (H3) con las dosis más altas de *Pochonia chlamydosporia* (P3 y P2) genera los mayores rendimientos (Cuadro 07).

CUADRO 06. Análisis de los efectos principales de los factores H y P para la evaluación de rendimiento (t/ha). 2021

Rendimiento t/ha			
Hidrogel		<i>Pochonia chlamydosporia</i>	
H1	6.12 a	P1	6.72 a
H2	8.03 b	P2	8.30 b
H3	10.56 c	P3	9.69 c

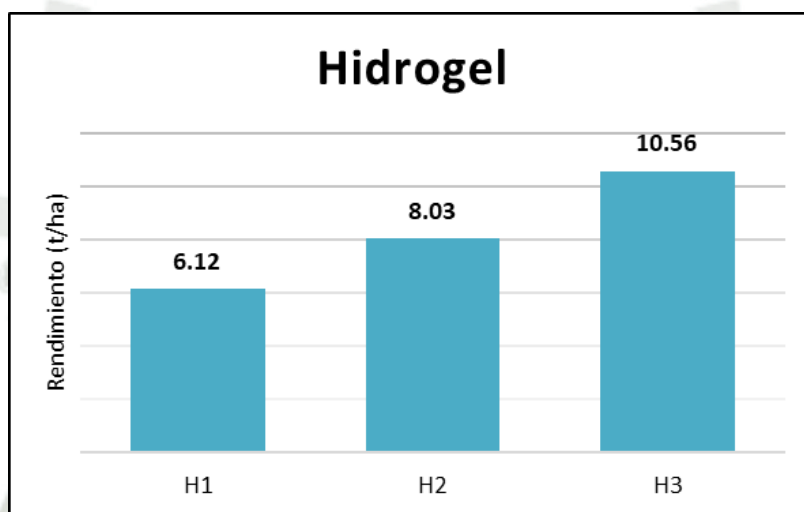


GRÁFICO 12. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre el rendimiento (t/ha).

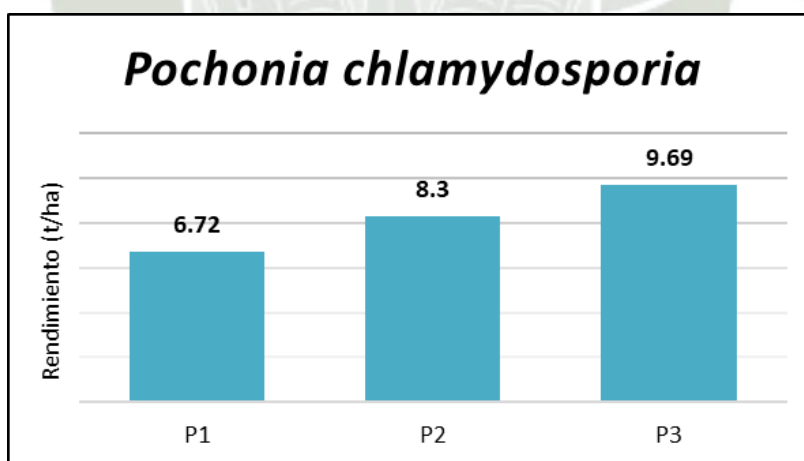


GRÁFICO 13. Efecto de las aplicaciones de *Pochonia chlamydosporia* sobre el rendimiento (t/ha).

CUADRO 07. Análisis de los efectos simples de los factores H*P para la evaluación de rendimiento (t/ha). 2021

Hidrogel	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Rendimiento (t/ha)
H1	P1	5.6 a
H2	P1	6.07 a
H1	P2	6.14 a
H1	P3	6.62 ab
H2	P2	7.53 bc
H3	P1	8.5 c
H2	P3	10.5 d
H3	P2	11.22 de
H3	P3	11.96 e

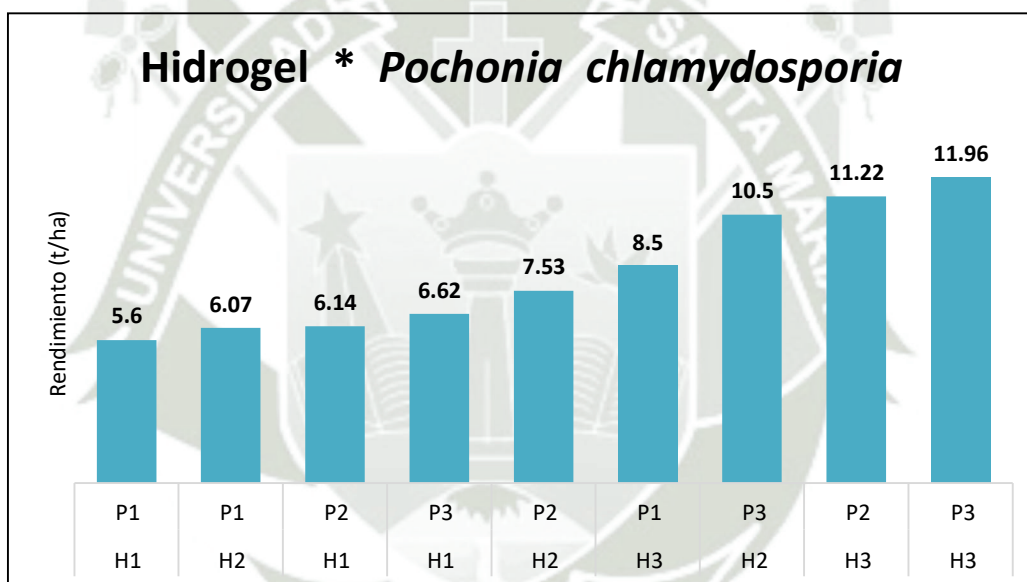


GRÁFICO 14. Efecto de las aplicaciones combinadas de Hidrogel y *Pochonia chlamydosporia* sobre el rendimiento (t/ha).

1.6. CONTEO DE NEMÁTODOS INICIAL (ind./100gr)

En el cuadro 08, se muestra el Análisis nematológico en 100 cc. de suelo, utilizando el método del tamiz.

CUADRO 08. Análisis de nematodos en suelo 15 dds de la siembra. 2021

Muestra	Lote	Género	Método del tamiz (ind./100gr)
01	Cultivo de ajo	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	14

1.7. CONTEO FINAL DE NEMÁTODOS (ind./100gr)

De acuerdo con el análisis de varianza en el anexo 17, hay significancia en el factor H, P y la combinación de estos, por lo tanto, se realiza el análisis de los efectos simples (Anexo 23). Puede observarse que las menores poblaciones de nemátodos se encuentran en las dosis más altas de *Pochonia chlamydosporia* e Hidroabsorbentes, del mismo modo, se observa una tendencia a la disminución de número de individuos por cada 100 gr de suelo, mientras las dosis más altas se van juntando entre sí (Cuadro 09 y 10).

CUADRO 09. Análisis de los efectos principales de los factores H y P para la evaluación de población de nemátodos (individuos/ 100 cc de suelo). 2021

Número de nemátodos/ 100 cc de suelo			
Hidrogel		<i>Pochonia chlamydosporia</i>	
H3	4.44 a	P3	5.67 a
H2	8.22 b	P2	7.56 b
H1	13.33 c	P1	12.78 c

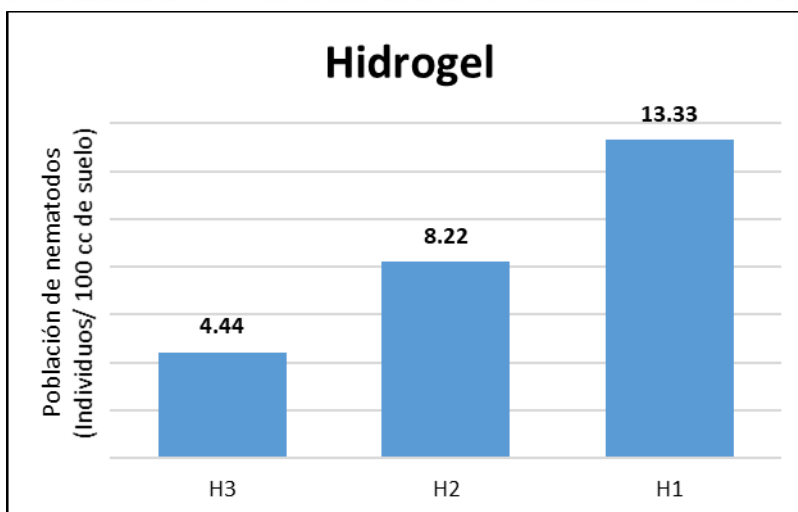


GRÁFICO 17. Efecto de las aplicaciones de Hidrogel sobre la población de nemátodos(individuos/ 100 cc de suelo)

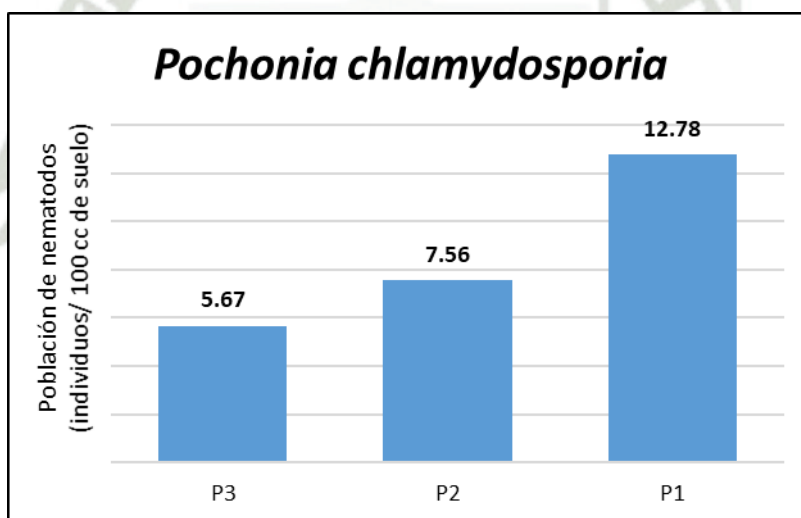


GRÁFICO 18. Efecto de las aplicaciones de *Pochonia chlamydosporia* sobre la población de nemátodos(individuos/ 100 cc de suelo)

CUADRO 10. Análisis de los efectos simples de los factores H*P para la evaluación de población de nemátodos (individuos/ 100 cc de suelo). 2021

Hidrogel	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Número de individuos/ 100 cc de suelo
H3	P3	1.33 a
H3	P2	3.33 ab
H2	P3	5.33 b
H2	P2	5.67 b
H3	P1	8.67 c
H1	P3	10.33 c
H2	P1	13.67 d
H1	P2	13.67 d
H1	P1	16.00 d

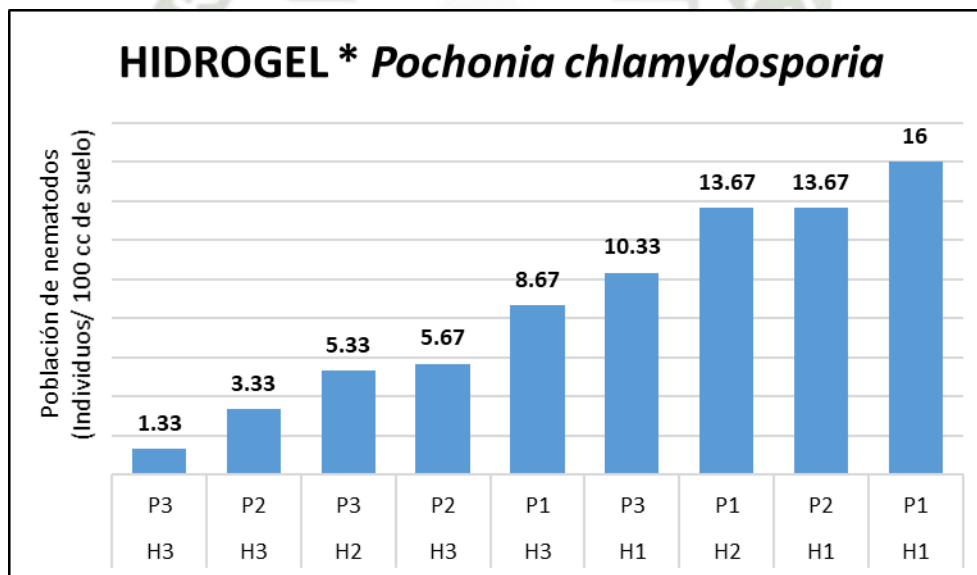


GRÁFICO 19. Efecto de las aplicaciones combinadas de Hidrogel y *Pochonia chlamydosporia* sobre la población de nemátodos (individuos/ 100 cc de suelo)

CAPÍTULO V

1. DISCUSIÓN

1.1. ALTURA DE PLANTAS

D. dipsaci es una especie endoparásito migratoria, bisexual, anfimíctica y diploide, cuyo ciclo biológico se completa en 17-23 días a temperatura entre 13-22 °C. Se ha observado que la máxima actividad y la mayor habilidad invasora se da entre 10 - 20 °C de temperatura y 57-70% de humedad. Teniendo en cuenta estos datos, el Valle de Tambo ha experimentado las condiciones ideales durante la campaña 2021 (17.42°C en promedio y una humedad relativa de 62%), para el desarrollo de dicho nemátodo.

Por su parte, en cuanto a altura de planta, se observó significancia estadística en el Factor Hidrogel y *Pochonia chlamydosporia* de manera independiente, la combinación de ambos factores solo mostro significancia en la evaluación de 60 dds en donde destaco la combinación P3*H3, con una altura 58.89 cm, sin embargo, el factor H2 y H3 generaron las mayores alturas con 56.36 y 56.62 cm respectivamente a los 60 dds y 82.54 y 83 cm para cada cual a los 120 dds. Por su parte, el factor P3 destaco por sobre el P2 y P1 generando 57.48 y 82.70cm de altura a los 60 y 120 dds respectivamente. Con respecto a ello, es notoria la actividad de los nematodos sobre el desarrollo normal de las plantas, Rushda & Ambreen (2014) al respecto, mencionan que este hongo nematófago en interacción con una fertilización nitrogenada, estimuló el crecimiento en altura de *Phaseolus vulgaris* L., debido al incremento de los contenidos de clorofila, proteínas totales, nitrógeno, fósforo y actividad enzimática de la nitrato reductasa de las plantas, considerada como un factor limitante del crecimiento, desarrollo y producción de proteínas en plantas y otros organismos.

Aunado a ello, Meza (2020), en ensayos realizados en ajo chino y ajo rosado, muestra un aumento en la altura de plantas a los 30 dds, todo ello al aplicar 1) *Trichoderma* (150 gramos/100 litros de agua); 2) BioFence, Pellet de Brásicas (dosis comercial) y 3) Triform (dosis comercial). Al realizar las evaluaciones, en el caso de ajo chino se puede apreciar que en sectores tratados con *Trichoderma* y Triform se alcanzó una altura mayor a la del tratamiento testigo, con valores de 12.6 y 12.8 cm respectivamente, frente a los 11.2 cm alcanzados por el testigo. Esto demuestra la eficacia de los agentes de control

biológico, mismos que pueden inclusive ser tan efectivos como productos químicos que encontramos habitualmente en los mercados. Raigón et al., (2006) menciona que los valores de la actividad máxima de la enzima nitrato reductasa es mayor en el material vegetal procedente de los sistemas agronómicos ecológicos en comparación con bibliografía.

Por su parte, los hidrogeles, son utilizados en la agricultura para retener el agua y la humedad en el suelo por periodos prolongados de tiempo, existen antecedentes sobre la utilización de nemátodos encapsulados en hidrogeles para controlar plagas insectiles, no obstante, no se tiene mucha información sobre su utilización en el control de nemátodos fitoparásitos. Sin embargo, la capacidad del hidrogel para retener agua provocaría una escasez de la misma entre los poros del suelo disminuyendo la movilidad y el desplazamiento de los nemátodos, lo que provocaría una disminución en el nivel de agallamiento en raíces de plantas hospederas, por su parte, Frank et al. (2020), hipotetiza que los hidrogeles a base de celulosa podrían exhibir degradación en el suelo y en soluciones de diferente pH y que estos geles cargados con un nematicida podrían utilizarse para reducir el número de nematodos del nudo de raíz en el suelo. Esta acción de los hidrogeles sobre el control de nemátodos en el suelo estaría generando condiciones más adecuadas para el desarrollo de las plantas. Torres et al. (2020) recalca en su investigación realizada con la utilización de hidrogel como sustrato y su función de disminuir la pérdida de fertilizantes y ser reserva de agua, permitiendo mantener la producción de los cultivos. De acuerdo con las variables estudiadas la altura de la planta y el peso de materia seca fueron significativas a la del testigo en cualquiera de las dosis aplicadas del hidrogel.

1.2. ANCHO DE CUELLO DE PLANTAS

En lo que a ancho de cuello de planta respecta, se determina significancia solo a los 45, 60, 75 y 90 dds, en el factor Hidrogel (H3), con valores de 7.73, 9.94 y 11.44 mm respectivamente. En el caso de *Pochonia chlamydosporia*, tanto la dosis de 8 como la de 10 kg/ha (P2 y P3 respectivamente) generaron los valores más altos, P2 generó 7.44, 9.59 y 11.13 mm de diámetro a los 60, 75 y 90 dds, P3 por su lado, dio como resultado diámetros de 7.59, 9.80 y 11.21 mm de diámetro a los 60, 75 y 90 dds

respectivamente. Finalmente, la combinación de los factores H*P, mostro significancia a los 45, 60, 75 y 90 dds en donde se muestra una clara tendencia al aumento de diámetros en relación al uso de dosis más altas de hidrogel y *Pochonia chlamydosporia*, en donde se obtuvieron valores máximos de 6.397, 8.04, 10.27 y 11.87 mm a los 45, 60, 75 y 90 respectivamente.

Meza (2020), al evaluar el diámetro de cuello de planta a los 30 dds en ajo chino con aplicaciones de *Trichoderma* (150 gramos/100 litros de agua) BioFence y Triform, mostro significancia nula, sin embargo, en ajo rosado, se observó que en los sectores tratados con *Trichoderma*, Pellet de Brásicas y Triform, se alcanzaron mayores valores en relación al testigo. Esto indica un efecto positivo de los tratamientos en el establecimiento de las plantas, generando 7.6 cm de diámetro en los tres tratamientos mencionados a diferencia de los 6.9 cm de diámetro obtenidos por las plantas testigo.

Figueroa et al. (2020) menciona que, al aplicar hidrogel en pimiento, respecto a la variable diámetro de tallo sobresalieron los tratamientos A3xB3 (riego cada 16 días con 2 g de Hidrogel por planta) y A2xB4 (riego cada 12 días con 3 g de Hidrogel por planta) sobre los tratamientos en los que no se aplicó hidrogel, con 14,23 y 14,05 cm, respectivamente, este parámetro es importante porque a mayor grosor de tallo la planta se mantiene más erecta.

1.3. NÚMERO DE HOJAS

El número de hojas no presentó variaciones significativas, por lo que se considera que es una variable biométrica que no se vio afectada por mayores o menores incidencias del nemátodo.

1.4. DIÁMETRO DE BULBOS

Por su parte, al momento de la cosecha, se observó que el diámetro de bulbos mostro diferencias significativas en los factores Hidrogel y *Pochonia chlamydosporia*, mas no la combinación de ambos. En el caso del hidrogel, la dosis de 40 kg/ha (H2) y 60 kg/ha (H3) dio como resultado los valores más altos con 37.23 y 37.64 mm. Por su parte, *Pochonia chlamydosporia* en sus dosis de 8 kg/ha (P2) y 10 kg/ha (P3) produjo los diámetros más altos con 37.06 y 37.83 mm en promedio respectivamente. El mayor

rendimiento de bulbos sanos de ajo para el factor H se obtiene con la dosis 3 (60 kg/Ha) (H3), con 10.56 t/ha, para el factor P, la dosis de 10 kg/ha (P3) con 9.69 t/ha es la que sobresale por sobre las demás. En cuanto a la combinación de los factores, se nota una clara tendencia de la combinación de dosis más alta de hidrogel (H3) con las dosis más altas de *Pochonia chlamydosporia* (P3 y P2) generan los mayores rendimientos, mismos que van de 5.6 a 11.96 t/ha, con una clara tendencia a obtener mayores datos con la combinación de las mayores dosis de ambos factores. La presencia de nemátodos se constituye como una limitante en los rendimientos de nuestros cultivos dado que estos atacan los tejidos de las raíces, afectando el crecimiento, reduciendo sus funciones mecánicas (anclaje) y fisiológicas (absorción y transporte de agua y nutrientes) del sistema radical y por ende el rendimiento de la planta, *Ditylenchus dipsaci* se encuentra dentro del grupo de los nemátodos de mayor importancia económica junto con otros como *Globodera rostochiensis* y *Meloidogyne hapla* (Zouhar et al., 2010).

1.5. POBLACIÓN DE NEMÁTODOS

Finalmente, las poblaciones de nemátodos muestran una tendencia de disminución en las dosis más altas de *Pochonia chlamydosporia* e Hidrogel, la dosis de *Pochonia chlamydosporia* de 10 kg/ha (P3) da como resultado un total de 5.67 individuos/100 gr de suelo a diferencia de los 12.78 individuos/100 gr obtenidos por la dosis de 0 kg/ha (P1), del mismo modo, la dosis de 60 kg/ha de hidrogel da como resultado 4.44 individuos/100 gr de suelo a diferencia de los 13.33 individuos/100 gr de suelo que se obtienen con la dosis de 0 kg/ha (H1). Por su lado, se observa una tendencia a la disminución de número de individuos por cada 100 gr de suelo, mientras las dosis más altas se van juntando entre sí, dando como resultados con poblaciones que van desde 1.33 a 16 individuos /100 gr de suelo. De acuerdo con los datos proporcionados por el proyecto Ajo de la Gerencia Regional de Agricultura, en relación a individuos/100 cc de suelo, 0 representa una nula infestación, 1-2 infestación baja, 3-10 infestación media, 11-30 infestación alta, 31-99 infestación susceptible y >100 infestación altamente susceptible. Frank et al. (2020), en un estudio realizado sobre el efecto de los hidrogeles sobre el control de *Meloidogyne*, concluyen que el número de juveniles de segundo estadio del nemátodo en cuestión, recuperados de suelo infectado fue $513,33 \pm 80,83$ y $543,33 \pm 47,26$

después de la exposición al hidrogel y al hidrogel cargado con el nematicida, respectivamente. El número de nematodos recuperados después de la exposición a los hidrogeles se reduce significativamente en comparación al número de nematodos recuperados en el control negativo ($1043,33 \pm 25,17$) y en el control positivo ($906,67 \pm 15,28$). Por tanto, se puede llegar a la conjetura que el uso combinado de los hidrogeles con productos químicos de efecto nematicida, hongos fitófagos, etc. genera un efecto positivo y maximizado sobre el control de las poblaciones de estos microorganismos y un consecuente aumento de la calidad de las cosechas que se puedan obtener.



CAPÍTULO VI

1. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados, las mayores alturas de planta se obtuvieron de manera independiente por ambos factores, mostrando un nulo efecto combinado, el factor H2 y H3 generaron las mayores alturas con 56.36 y 56.62 cm respectivamente a los 60 dds y 82.54 y 83 cm para cada cual a los 120 dds. Mientras tanto, el factor P3 generó 57.48 y 82.70 cm de altura a los 60 y 120 dds respectivamente. En lo que a ancho de cuello de planta respecta, el factor Hidrogel (H3) obtuvo buenos resultados con valores de 7.73, 9.94 y 11.44 mm a los 45, 60, 75 y 90 dds respectivamente. En el caso de *Pochonia chlamydosporia*, los factores P2 y P3 generaron los valores más altos, con P2 se obtuvo 7.44, 9.59 y 11.13 mm de diámetro a los 60, 75 y 90 dds; P3 por su lado obtuvo 7.59, 9.80 y 11.21 mm de diámetro a los 60, 75 y 90 dds respectivamente. Finalmente, la combinación de los factores H*P en sus dosis más altas, mostro significancia a los 45, 60, 75 y 90 dds cuyos valores máximos fueron 6.397, 8.04, 10.27 y 11.87 mm de diámetro respectivamente. El número de hojas no presento significancias en sus promedios. La combinación de las dosis más altas de *Pochonia chlamydosporia* con las de Hidrogel muestra una tendencia positiva, sin embargo, el efecto en solitario de los mismos, muestran resultados más que satisfactorios.
- En lo referente a diámetro de bulbos, las dosis de hidrogel de 40 kg/ha (H2) y 60 kg/ha (H3) dieron como resultado los valores más altos con 37.23 y 37.64 mm. *Pochonia chlamydosporia* en sus dosis de 8 kg/ha (P2) y 10 kg/ha (P3) produjo los diámetros más altos con 37.06 y 37.83 mm en promedio respectivamente, mientras que la combinación de ambos no hubo diferencias significativas. El mayor rendimiento de bulbos sanos de ajo fueron para el factor H3, con la dosis de 60 kg/ha con 10.56 t/ha y para el factor P3, con la dosis de 10 kg/ha con 9.69 t/ha. En cuanto a la combinación de los factores, se observa mejores resultados aplicando las dosis más altas de cada uno (H3, P2 y P3), cuyos rendimientos van de 5.6 a 11.96 t/ha, por lo tanto, utilizar dosis más altas ayuda a generar mejores rendimientos.
- Las poblaciones de nemátodos muestran una tendencia de disminución en las dosis más altas de *Pochonia chlamydosporia* e Hidrogel, la dosis de *Pochonia chlamydosporia* de 10 kg/ha (P3) da como resultado un total de 5.67 individuos/100 gr de suelo a diferencia

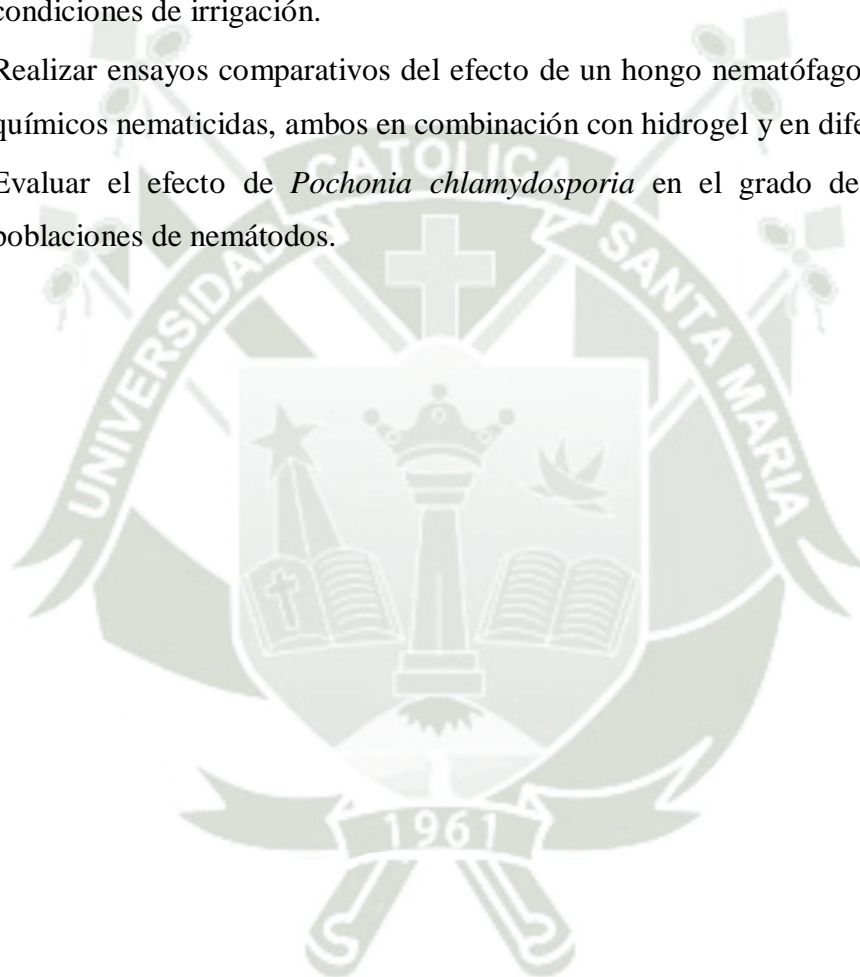
de los 12.78 individuos/100 gr obtenidos por la dosis de 0 kg/ha (P1), del mismo modo, la dosis de 60 kg/ha de hidrogeldio como resultado 4.44 individuos/100 gr de suelo a diferencia de los 13.33 individuos/100gr de suelo que se obtienen con la dosis de 0 kg/ha (H1). Por su lado, los factores combinados obtienen la mayor disminución de número de individuos por cada 100 gr de suelo con las dosis más altas (H3 y P3), dando como resultados poblaciones de 1.33 individuos/100 gr de suelo.



CAPÍTULO VII

1. RECOMENDACIONES

- Para próximas investigaciones evaluar el efecto de las aplicaciones combinadas de hidrogel y *Pochonia chlamydosporia* sobre otras variedades de ajo como el Napuri, Morado Arequipeño o Masone.
- Evaluar la aplicación combinada de hidrogel y *Pochonia chlamydosporia* bajo condiciones de irrigación.
- Realizar ensayos comparativos del efecto de un hongo nematófago versus agentes químicos nematocidas, ambos en combinación con hidrogel y en diferentes campos.
- Evaluar el efecto de *Pochonia chlamydosporia* en el grado de mortalidad en poblaciones de nemátodos.



CAPÍTULO VIII

1. REFERENCIAS

Agaba, H; Baguma Orikiriza, LJ; Obua, J; Kabasa, JD; Worbes, M; Hüttermann, A. 2011. Hydrogel amendment to sandy soil reduces irrigation frequency and improves the biomass of *Agrostis stolonifera* (en línea, sitio web). *Agricultural Sciences* 2(4): 544-550.

Consultado el 17 de nov. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/274442631_Hydrogel_amendment_to_sandy_soil_reduces_irrigation_frequency_and_improves_the_biomass_of_Agrostis_stolonifera

Arévalo Ortega, J; Pocasangre, LE; Hidalgo Díaz, L; Hernández Socorro, MA; Sariol, DM; Acosta Izquierdo, N. 2019. *Pochonia chlamydosporia* como agente de control biológico endófito para el manejo de nematodos fitoparásitos en plátanos y bananos (en línea). Costa Rica. Proyecto MUSA, CENSA, Universidad EARTH. 4p. Consultado el 24 de mar. 2022. Disponible en http://www.projectmusa.eu/wp/wp-content/uploads/2019/05/Manual-Pochonia_chlamydosporia-banano-MUSA-Arreglado-small.pdf

Argomedeo Alquizar, ES; Cruz Chiclayo, OB. 2019. Efecto in vitro de *Pochonia chlamydosporia* nativo sobre la viabilidad del estadio de huevo de *Meloidogyne incognita* (en línea). Tesis Biól. Microbiól. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 32p. Consultado el 05 de jun. 2021. Disponible en

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12440/ARGOMEDO%20ALQUIZAR%2c%20Elizabeth%20Stephanie%20Nathalie%20y%20CRUZ%20CHICLAYO%2c%20Odaliz%20Briggith.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Armendáriz, I; Quiña, D; Ríos, M; Landázuri, P. 2015. Nematodos fitopatógenos y sus estrategias de control (en línea). Sangolquí, Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. 89p. Consultado el 24 de mar. 2022. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/10174/3/Nem%C3%A1todos%20Fitop%C3%A1togenos%20y%20sus%20Estrategias%20de%20Control.pdf>

topat%C3%B3genos.pdf

Bongers, T. 2015. Morfología de los nematodos: curso de identificación (en línea). Costa Rica, Universidad Nacional de Costa Rica. 42p. Consultado el 14 de mar. 2022. Disponible en <http://nemaplex.ucdavis.edu/Courseinfo/Curso%20en%20Español/Costa%20Rica%20Course/Esquivel%20ManualIdentif%202015.pdf>

Burba, JL. 2003. Producción de ajo (en línea). Estación Experimental Agropecuaria La Consulta PROAJO/INTA, Mendoza, Argentina. 43p. Consultado el 14 de mar. 2022. Disponible en <http://tumi.lamolina.edu.pe/bvbe/wp-content/uploads/2016/09/NORMAS-IICA-ULTIMO.pdf>

Capuz Bravo, NJ. 2013. CONTROL DE PUDRICIÓN BLANCA (*Sclerotium cepivorum*) EN BULBILLOS DE AJO (*Allium sativum*) VARIEDAD COLORADO PARA REPRODUCCIÓN DE PLANTAS. Tesis Ing. Agrop. Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 22p. Consultado el 10 dic. 2021. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/558/1/T-UTEQ-0102.pdf>

Carbonell, E; Tapia, LM. s.f. Stockosorb en el manejo de nematodos fitoparásitos: sub proyecto de ajo y cebolla, Arequipa, Perú.

Cares, JE; Huang, SP. 2006. Capítulo 5: Nematodos del suelo (en línea). Manual de biología de suelos tropicales, Brasil. Consultado el 24 de mar. 2022. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/667/cap5.pdf>

Castillo Ávila, ML; Medina Medina, JV. 2014. CONTROL BIOLÓGICO DEL NEMATODO AGALLADOR DEL TOMATE DE MESA *Meloidogyne incognita* (Kofoit and White, 1919) Chitwood, 1949 MEDIANTE AISLAMIENTOS DE HONGOS NEMATÓFAGOS NATIVOS (en línea). Tesis Ing. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 93p. Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12075/1/TESIS%20CASTILLO%20-%20MEDINA.pdf>

Ceiro-Catasú, WG; Hidalgo-Viltres, M; Hidalgo-Díaz, L; Arévalo-Ortega, J; García-Bernal, M; Mazón-Suástegui, JM. 2020. Establecimiento *in vitro* del hongo nematófago *Pochonia chlamydosporia* var. *Catenulata* en diferentes suelos (en línea). Terra Latinoamericana 39: 1-7. Consultado el 16 de nov. 2021. Disponible en <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/792/1246>

Chapilliquen Navarro, JF. 2018. Polímeros hidroabsorbentes agrícolas e industriales reciclados para la supervivencia de mango. (*Mangifera indica* L.), bajo condiciones de estrés hídrico, Morropón, Piura, Periodo 2018. (en línea, sitio web). Tesis Ing. Amb. Lima, Perú, Universidad César Vallejo. 136p. Consultado el 05 de jun. 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28012>

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria). 2016. PD 8: *Ditylenchus dipsaci* y *Ditylenchus destructor* (en línea). Consultado el 14 de mar. 2022. Disponible en https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2016/01/DP_08_2015_Es_2016-01-29.pdf

Escuer, M. 1998. Nematodos del género *Ditylenchus* de interés fitopatológico (en línea). Bol. San. Veg. Plagas, Madrid, España, 24(4): 773-786. Consultado el 14 de mar. 2022. Disponible en https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSV_P-24-04-773-786.pdf

FAO. 2020. Cultivos (Producción). (En línea). Consultado el 26 de mayo de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

FDA (Fundación de Desarrollo Agropecuario, República Dominicana). 1995. Cultivo de ajo (en línea, sitio web). 2 ed. Boletín Técnico N.º5, Santo Domingo, República Dominicana. Consultado el 14 de mar. 2022. Disponible en <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/ajo.pdf>

Figuroa, F. Andrade, J. Santana, J & Menéndez, C. 2020. Evaluación de diferentes

niveles de hidrogel en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) para prolongar los periodos de riego. Revista Científica SAPIENTIAE. 3 (6)

Flores-Camacho, R; Manzanilla-López, RH; Del Prado-Vera, IC; Martínez-Garza, Á. 2003. Control de *Nacobbus aberrans* (Thorne) Thorne y Allen con *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Gams y Zare (en línea, sitio web). Revista mexicana de fitopatología 25(1). Consultado el 05 jun. 2021. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092007000100004

Frank, A. Castillo, J & Sulén, M. 2020. Biomass-based hydrogels to prevent diseases related to nematodes in agricultura (en línea). Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay. Consultado el 26 de mayo de 2021. Disponible en: <https://repositorio.yachaytech.edu.ec/handle/123456789/133>

Galdos Medina, LJ. 2015. CONTROL DE *Ditylenchus dipsaci* y *Sclerotium cepivorum* MEDIANTE EL USO DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN AJO (*Allium sativum* L.) cv. NAPURI EN LA CAMPAÑA DE AREQUIPA – 2014 (en línea). Tesis Ing. Agr. Arequipa, Perú, Universidad Católica de Santa María. 111p. Consultado el 14 de mar. 2022. Disponible en <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/3050/4I.0262.AG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Heredia Chuquiruna, JC. 2014. Efecto de la temperatura, humedad y pH de suelo sobre la patogenicidad de *Pochonia chlamydosporia* para el control de *Meloidogynespp*. En el cultivo de *Phaseolus vulgaris* “frijol” (en línea). Tesis Biól. Trujillo, Perú, Universidad Nacional de Trujillo. 71p. Consultado el 05 de jun. 2021. Disponible en <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4343>

Hernández Santana, B; Peralta Martínez, A; Santos Eméstica, OA; Gutierrez Reyes, G. 2007. Efecto del hidrogel sobre el rendimiento de semilla en tres cultivares de *Brachiaria spp* en el valle de Iguala, gro., México (en línea, sitio web). Revista

Electrónica de Veterinaria 8(9): 1-10. Consultado el 17 de nov. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/26475815_Efecto_del_hidrogel_sobre_el_rendimiento_de_semilla_en_tres_cultivares_de_Brachiaria_spp_en_el_valle_de_Iguala_gro_Mexico_Efect_of_hidrogel_on_yield_of_seed_of_three_cultivars_of_Brachiaria_ssp_in_the

INIA. 2020. El Ajo en el Contexto Mundial y Nacional: El covid-19 una oportunidad para las exportaciones de ajo en el Perú (en línea). Nota técnica N°2, MINAGRI. Perú. Consultado el 23 jun. 2021. Disponible en https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/El_Ajo_MercadoMundial.pdf

InfoAgro. s.f. El cultivo del ajo (en línea, sitio web). Consultado el 26 de may. 2021. Disponible en <https://www.infoagro.com/hortalizas/ajo.htm>

Jansson, HB; Tunlid, A; Nordbring-Hertz, B. 2006. Nematophagous Fungi (en línea). Alicante, España. 11p. Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/228034002_Nematophagous_Fungi

Japon Quintero, J. 1984. EL CULTIVO DE AJO (en línea). Publicaciones de extensión agraria, Madrid, España. 5-6p. Consultado el 11 nov. 2021. Disponible en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_01.pdf

Lluís Berdonces, J. 1997. Como cura el ajo: el protector más poderoso contra la enfermedad (en línea). 1 ed. Barcelona, España. 34p. Consultado el 05 de jun. 2021. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=wz_ODwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=como+cura+el+ajo+lluis&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=como%20cura%20el%20ajo%20lluis&f=false

Martínez Benitez, RC; Rivera Mancía, MA. 2008. EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN REPELENTE, INSECTICIDA Y PROTECTORA DE LOS EXTRACTOS ACUOSO E HIDROALCOHOLICO DE *Allium sativum* (AJO) CONTRA EL *Zabrotes subfasciatus*

(GORGOJO COMUN) DEL FRIJOL ALMACENADO. Tesis Lic. Quím. y Farm. El Salvador. Universidad de El Salvador. 39-40p. Consultado el 13 dic. 2021. Disponible en <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3031/1/16100243.pdf>

Matamoros Ortiz, HE. 2015. Uso de *Trichoderma harzianum* y *Pochonia chlamydosporia* como biocontroladores de nemátodos y promotores de crecimiento de banano (en línea, sitio web). Proy. Lic. Guácimo, Costa Rica, Universidad EARTH. 26p. Consultado el 05 de jun. 2021. Disponible en <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=earth.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=040288>

Medina Canales, MG. 2018. Control Biológico de Nematodos Fitoparásitos con el Hongo *Pochonia chlamydosporia* (en línea, sitio web). Serie Fitosanidad, Núm. 109. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 2p. Consultado el 15 de nov. 2021. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-biologico-de-nematodos-fitoparasitos>

Meza, P. 2020. Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de ajo (*Allium sativum*L.) en la región de O'Higgins (en línea). Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en: <https://fdocuments.in/document/valorizacin-del-cultivo-del-ajo-allium-sativum-en-1-valorizacin-del-cultivo.html>

Monfort, E; Lopez-Llorca, LV; Jansson, HB; Salinas, J. 2006. In vitro soil receptivity assays to egg-parasitic nematophagous fungi (en línea, sitio web). Mycol Progress 5(1): 18-23. Consultado el 16 de nov. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/225723682_In_vitro_soil_receptivity_assays_to_egg-parasitic_nematophagous_fungi

Morales Negrete, J. 1998. El Cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), y su importancia en México (en línea). Tesis Ing. Agr. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". 86p. Consultado el 12 de mar. 2022. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/714/T10027%20M>

ORALES%20NEGRETE%20JAVIER%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Palacios, A; Rodriguez, R; Prieto, F; Meza, J; Razo, R & Hernández, M. 2016. Hidrogel como mitigador de estrés hídrico: una revisión (en línea). Revista Iberoamericana de Ciencias 3(5): 81-90. Consultado el 17 de nov.2021. Disponible en <http://www.reibci.org/publicados/2016/oct/1700103.pdf>

PBA (Productos Biológicos para la Agricultura). 2021. MASRAIZ Nematicida biológico (*Pochonia chlamydosporia*). Perú. Consultado el 21 may. 2021. Disponible en <https://pba.pe/wp-content/uploads/2018/07/F-T-MASRAIZ-Pochonia.pdf>

Piedra, R. 2007. Manejo Biológico de nemátodos fitoparásitos con hongos y bacterias. Tecnología en Marcha, 21(1): 123-132.

Pinzón, H. 2007. El cultivo del Ajo (en línea). PRODUMEDIOS, Baquero, C (ed.), Bogotá, Colombia. 32p. Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2366/59454_50747.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pinzón, H; Isshiki M. 2001. El Cultivo de Algunas Hortalizas Promisorias en Colombia (en línea). AGROSAVIA, 1 ed. Bogotá, Colombia. 34p. Consultado el 05 de jun. 2021. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12838/42605_46661.pdf?sequence=1&isAllowed=y419&sa=X&ved=2ahUKEwj43JzK0ITxAhUEE7kGHaxAASwQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=El%20Cultivo%20de%20Algunas%20Hortalizas%20Promisorias%20en%20Colombia&f=false

Raigón, M; Martínez, M; Guerrero, C; Esteve, P. 2006. Actividad del nitrato reductasa y su relación con los factores productivos en lechuga (en línea). Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en: <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/157%20Raig%C3%B3n%20>

Com-%20Actividad.pdf

Rojas de Gáscue, B; Aguilera, R; Prin, JL; Cequea, H; Cumana, J; Rosales, E; Ramírez, M. 2004. Estudio de la germinación de semillas de tomate en suelos áridos extraídos de la península de Araya (Venezuela) al utilizar polímeros de tipo hidrogeles (en línea). Revista Iberoamericana de Polímeros, 5(1): 17-27. Consultado el 17 de nov. 2021. Disponible en <https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/08/2004-blanca.pdf>

Rushda, S; Ambreen, A. 2014. Combined effect of biofertilizers and fertilizer in the management of *Meloidogyne incognita* and also on the growth of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) (en línea). International Journal of Plant Pathology, 5(1), 1–11. Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3923/ijpp.2014.1.11>

Salmer, JL. 2012. El libro de oro del ajo y cebolla. Brontes, Barcelona, España. 190p.

Torres, A; Flores, L; Guevara, R; García, E; Soto, G. 2020. El Hidrogel acrilato de potasio como sustrato en cultivo de pepino y jitomate (en línea). Consultado el 14 mar.2022. Disponible en <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2222>

VAMONT S.A. 2021. Hidrosorb: Guía de Aplicación. Lima, Perú. 6p

Weatherspark. 2021. El clima y el tiempo promedio en todo el año en Cocachacra (en línea, sitio web). Consultado el 25 may. 2021. Disponible en <https://es.weatherspark.com/y/25828/Clima-promedio-en-Cocachacra-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Xavier, D; Dallemole-Giaretta, R; Freitas, L; Lopes, E; Gardiano, C; Ferraz, S. 2017. Combination of isolates of *Pochonia chlamydosporia* for the control of *Meloidogyne javanica* in tomato (en línea). Chilean journal of agricultural & animal sciences, 33(1), 24-27. Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0719->

38902017005000103

Zouhar, M; Douda, O; Novotny, D; Nováková, J; Mazáková, J. 2010. Evaluation of the pathogenicity of selected nematophagous fungi (en línea). CZECH MYCOL. 61(2):139–147. Consultado el 14 mar. 2022. Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en http://www.czechmycology.org/_cm/CM61202.pdf



ANEXOS

ANEXO 01. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 30 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	10.74	2	5.37	1.8	0.1973 NS
Pochonia (P)	7.07	2	3.54	1.18	0.3313 NS
Bloque	13.17	2	6.58	2.21	0.1425 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	7.12	4	1.78	0.6	0.6702 NS
Error	47.75	16	2.98		
Total	85.86	26			

C.V. = 5.43%

ANEXO 02. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	37.14	2	18.57	38.72	0.0001 *
Pochonia (P)	50.81	2	25.41	52.97	0.0001 *
Bloque	2.5	2	1.25	2.61	0.1046 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	10.69	4	2.67	5.57	0.0053 *
Error	7.67	16	0.48		
Total	108.81	26			

C.V. = 1.24%

ANEXO 03. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 90 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	0.49	2	0.25	0.06	0.9414 NS
Pochonia (P)	3.39	2	1.7	0.42	0.6658 NS
Bloque	0.05	2	0.02	0.01	0.994 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	39.9	4	9.98	2.45	0.0881 NS
Error	65.07	16	4.07		
Total	108.91	26			

C.V. = 2.64%

ANEXO 04. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 120 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	113.65	2	56.83	30.84	0.0001 *
Pochonia (P)	28.57	2	14.28	7.75	0.0044 *
Bloque	1.12	2	0.56	0.3	0.7428 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	20.26	4	5.07	2.75	0.0648 NS
Error	29.48	16	1.84		
Total	193.08	26			

C.V. = 1.67%

ANEXO 05. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 30 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	0.16	2	0.08	0.91	0.4217 NS
Pochonia (P)	0.44	2	0.22	2.51	0.1126 NS
Bloque	0.53	2	0.26	2.99	0.0787 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	0.72	4	0.18	2.02	0.1402 NS
Error	1.42	16	0.09		
Total	3.27	26			

C.V. = 6.2%

ANEXO 06. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 45 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	0.01	2	0.004	1.35	0.2875 NS
Pochonia (P)	0.01	2	0.006	1.94	0.1763 NS
Bloque	0.01	2	0.006	1.83	0.1922 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	0.05	4	0.012	4.1	0.0178 *
Error	0.05	16	0.003		
Total	0.13	26			

C.V. = 0.87%

ANEXO 07. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	3.44	2	1.72	79.04	0.0001 *
Pochonia (P)	1.67	2	0.83	38.28	0.0001 *
Bloque	0.14	2	0.07	3.31	0.0629 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	0.28	4	0.07	3.25	0.0395 *
Error	0.35	16	0.02		
Total	5.88	26			

C.V. = 2.01%

ANEXO 08. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 75 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	3.28	2	1.64	50.74	0.0001 *
Pochonia (P)	1.37	2	0.69	21.19	0.0001 *
Bloque	0.5	2	0.25	7.66	0.0046 *
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	0.22	4	0.05	1.7	0.2 NS
Error	0.52	16	0.03		
Total	5.89	26			

C.V. = 1.88%

ANEXO 09. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 90 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	3.11	2	1.55	31.7	0.0001 *
Pochonia (P)	0.62	2	0.31	6.33	0.0094
Bloque	0.59	2	0.3	6.03	0.0112*
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	0.89	4	0.22	4.54	0.0122 *
Error	0.78	16	0.05		
Total	5.99	26			

C.V. = 2%

ANEXO 10. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 105 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	0.78	2	0.39	0.77	0.4778 NS
Pochonia (P)	0.12	2	0.06	0.11	0.8922 NS
Bloque	0.01	2	0.002	0.01	0.9953 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	0.66	4	0.16	0.33	0.8568 NS
Error	8.05	16	0.5		
Total	9.61	26			

C.V. = 5.77%

ANEXO 11. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 120 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	0.33	2	0.17	0.33	0.725 NS
Pochonia (P)	1.6	2	0.8	1.57	0.238 NS
Bloque	0.09	2	0.05	0.09	0.9155 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	0.41	4	0.1	0.2	0.9335 NS
Error	8.13	16	0.51		
Total	10.56	26			

C.V. = 6.36%

ANEXO 12. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de número de hojas a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrosorb (H)	0.61	2	0.3	1.16	0.3385 NS
Pochonia (P)	0.02	2	0.01	0.03	0.9708 NS
Bloque	1.82	2	0.91	3.47	0.056 NS
Hidrosorb (H)*Pochonia (P)	0.06	4	0.02	0.06	0.9923 NS
Error	4.18	16	0.26		
Total	6.69	26			

C.V. = 5.07%

ANEXO 13. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de número de hojas a los 90 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	0.07	2	0.04	1	0.3897 NS
Pochonia (P)	0.07	2	0.04	1	0.3897 NS
Bloque	0.07	2	0.04	1	0.3897 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	0.15	4	0.04	1	0.4362 NS
Error	0.59	16	0.04		
Total	0.96	26			

C.V. = 1.48%

ANEXO 14. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de número de hojas a los 120 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrosorb (H)	0.41	2	0.21	0.83	0.4547 NS
Pochonia (P)	0.1	2	0.05	0.21	0.816 NS
Bloque	0.02	2	0.01	0.04	0.9595 NS
Hidrosorb (H)*Pochonia (P)	1.32	4	0.33	1.32	0.3035 NS
Error	4	16	0.25		
Total	5.86	26			

C.V. = 4.43%

ANEXO 15. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de diámetro de bulbos (mm). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	14.91	2	7.46	12.7	0.0005 *
Pochonia (P)	31.71	2	15.86	27.01	0.0001 *
Bloque	0.55	2	0.27	0.47	0.6348 NS
*Hidrogel (H)*Pochonia (P)	5.04	4	1.26	2.15	0.1219 NS
Error	9.39	16	0.59		
Total	61.61	26			

C.V. = 2.08%

ANEXO 16. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de rendimiento (t/ha). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	89.14	2	44.57	239.06	0.0001 *
Pochonia (P)	39.77	2	19.88	106.65	0.0001 *
Bloque	0.59	2	0.3	1.59	0.2343 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	12.35	4	3.09	16.56	0.0001 *
Error	2.98	16	0.19		
Total	144.84	26			

C.V. = 5.24%

ANEXO 17. Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones población de nemátodos (individuos/ 100cc de suelo). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	p-valor
Hidrogel (H)	358.22	2	179.11	195.39	0.0001 *
Pochonia (P)	244.22	2	122.11	133.21	0.0001 *
Bloque	2.67	2	1.33	1.45	0.2628 NS
Hidrogel (H)*Pochonia (P)	24.22	4	6.06	6.61	0.0024 *
Error	14.67	16	0.92		
Total	644	26			

C.V. = 11.05%

ANEXO 18. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de altura de plantas (cm) a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulado	Significancia
P en H1	2	6.82	3.41	7.12	3.63	*
P en H2	2	13.46	6.73	14.04	3.63	*
P en H3	2	41.22	20.61	42.99	3.63	*
H en P1	2	6.88	3.44	7.18	3.63	*
H en P2	2	18.04	9.02	18.81	3.63	*
H en P3	2	22.91	11.45	23.89	3.63	*
Error	16	7.67	0.48			

ANEXO 19. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 45 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulado	Significancia
P en H1	2	0.0310	0.0155	4.9529	3.63	*
P en H2	2	0.0086	0.0043	1.3796	3.63	NS
P en H3	2	0.0216	0.0108	3.4596	3.63	NS
H en P1	2	0.0034	0.0017	0.5369	3.63	NS
H en P2	2	0.0075	0.0037	1.1947	3.63	NS
H en P3	2	0.0468	0.0234	7.4916	3.63	*
Error	16	0.05	0.0031			

ANEXO 20. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 60 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulado	Significancia
P en H1	2	1.0777	0.5388	24.6329	3.63	*
P en H2	2	0.1134	0.0567	2.5920	3.63	NS
P en H3	2	0.7576	0.3788	17.3171	3.63	*
H en P1	2	1.7228	0.8614	39.3788	3.63	*
H en P2	2	0.8682	0.4341	19.8446	3.63	*
H en P3	2	1.1324	0.5662	25.8824	3.63	*
Error	16	0.35	0.0219			

ANEXO 21. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de ancho de cuello de plantas (mm) a los 90 dds. Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulado	Significancia
P en H1	2	0.1371	0.0685	1.4060	3.63	NS
P en H2	2	0.0770	0.0385	0.7893	3.63	NS
P en H3	2	1.2956	0.6478	13.2884	3.63	*
H en P1	2	0.3716	0.1858	3.8115	3.63	*
H en P2	2	0.7651	0.3825	7.8468	3.63	*
H en P3	2	2.8584	1.4292	29.3172	3.63	*
Error	16	0.78	0.0488			

ANEXO 22. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones de rendimiento (t/ha). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulado	Significancia
P en H1	2	1.5620	0.7810	4.1933	3.63	*
P en H2	2	30.6661	15.3330	82.3250	3.63	*
P en H3	2	19.8896	9.9448	53.3950	3.63	*
H en P1	2	14.5265	7.2632	38.9972	3.63	*
H en P2	2	41.3546	20.6773	111.0191	3.63	*
H en P3	2	45.6110	22.8055	122.4457	3.63	*
Error	16	2.98	0.1863			

ANEXO 23. Análisis de Varianza (ANVA) de los efectos simples para las evaluaciones población de nemátodos (individuos/ 100cc de suelo). Aplicaciones de tres dosis de Hidroabsorbentes y tres dosis de *Pochonia chlamydosporia* en la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de Ajo cv. Chino (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de Valle de Tambo en la provincia de Islay, Arequipa. 2021

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulado	Significancia
P en H1	2	22.22	11.11	12.12	3.63	*
P en H2	2	20.22	10.11	11.03	3.63	*
P en H3	2	144.89	72.44	79.01	3.63	*
H en P1	2	176.22	88.11	96.10	3.63	*
H en P2	2	122.00	61.00	66.53	3.63	*
H en P3	2	38.00	19.00	20.72	3.63	*
Error	16	14.67	0.92			



ANEXO 24. Costos de Producción y Análisis Económico de un campo sin experimentar de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.

Nº	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES
I.	COSTOS DIRECTOS				24,335.36
TERRENO DEFINITIVO					
AJ.-	MANO DE OBRA		179.00		12,970.00
1	Preparación de Terreno Definitivo		10		750.00
	Recojo de Maleza, Junta y Quema	Jornal - H	3	75.00	225.00
	Limpieza de Acequias, Desagües y Drenes	Jornal - H	2	75.00	150.00
	Riego de Aniego y Remojo	Jornal - H	1	75.00	75.00
	Tomeo y Arreglo de Bordos y Surcos	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Otras Actividades				
2	Siembra		56		4,070.00
	Desgrane de semilla	Jornal - M	20	70.00	1,400.00
	Desinfección Mezcla y Distribución Semilla	Jornal - M	6	70.00	420.00
	Siembra a Mano	Jornal - H	30	75.00	2,250.00
	Otras Actividades				0.00
3	Labores Culturales		28		2,100.00
	Aplicación de Herbicidas (2)	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Aplicación de Fertilizantes (2)	Jornal - M	6	75.00	450.00
	Deshierbo o Descore	Jornal - M	12	75.00	900.00
	Aplicación de Insecticidas	Jornal - H	2	75.00	150.00
	Aplicación de Fungicidas	Jornal - H	2	75.00	150.00
	Riegos	Jornal - H	2	75.00	150.00
	Otras Actividades				0.00
4	Cosecha		85		6,050.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontonado	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontonado	Jornal - M	5	70.00	350.00
	Desmoche y Selección	Jornal - M	60	70.00	4,200.00
	Ensayado y Pesado	Jornal - H	5	75.00	375.00
B).-	MAQUINARIA AGRICOLA		13		1,040.00
	Rastrojeada	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Aradura	Hora / Maquin	4	80.00	320.00
	Gradoo, Gancho y Nivelación	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Surqueo para la Siembra	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Otras Actividades				0.00
C).-	INSUMOS				10,325.36
1	Semillas		1,200.00		5,400.00
		kg / Ha	1,200	4.50	5,400.00
2	Fertilizantes		19.00		4,020.00
	Nitrato de amonio	sacos/ha	10	200.00	2,000.00
	Fosfato Diamonico	sacos/ha	4	300.00	1,200.00
	Sulfato de Potasio	sacos/ha	4	200.00	800.00
	Abono Foliar	lt/ha	1	20.00	20.00
	Otros				0.00
3	Insecticidas		3.50		164.50
	Metomilo	kg o Lts	0.5	11.00	5.50
	Cypermtrina	kg o Lts	1.0	74.00	74.00
	Clorpirifos	kg o Lts	1.0	40.00	40.00
	Metamidofos	kg o Lts	1.0	45.00	45.00
	Otros				0.00
4	Fungicidas		3.00		185.00
	Propineb+Cim oxamil	kg o Lts	1.0	60.00	60.00
	Mancozeb	kg o Lts	1.0	80.00	80.00
	Metiram	kg o Lts	1.0	45.00	45.00
5	Herbicidas		5.00		374.86
	Pedimetalim	kg o Lts	4.0	93.71	374.86
	Cletodina	kg o Lts	1.00	0.00	0.00
6	pH, Adherentes, Surfactante, Emulsificante o Coadyuvante		1.00		20.00
	Varios	kg o Lts	1.00	20.00	20.00
	Otros				0.00
7	Agua		7,000.00		161.00
	Canon de Agua	M³	7,000	0.023	161.00
II.	COSTOS INDIRECTOS				1,216.77
III.	COSTOS TOTAL				25,552
ANÁLISIS ECONÓMICO					
Precio de venta en chacra S/. Kg					3.5
Producción Estimada kg/ha					9000
Valor Bruto de Producción					31500
Costo Total de Producción					25,552
GANANCIA NETA					5,948

ANEXO 25. Costos de Producción y Análisis Económico aplicando dosis 2 de Hidroabsorbentes (40 kg/ha) y dosis 2 de *Pochonia chlamydosporia* (8 kg/ha) en un campo de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.

N°	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES
I.	COSTOS DIRECTOS				27,004.00
TERRENO DEFINITIVO					
A).-	MANO DE OBRA		193.00		14,020.00
1	Preparación de Terreno Definitivo		10		750.00
	Recojo de Maleza, Junta y Quema	Jornal - H	3	75.00	225.00
	Limpieza de Acequias, Desagües y Drenes	Jornal - H	2	75.00	150.00
	Riego de Aniego y Remojo	Jornal - H	1	75.00	75.00
	Tomeo y Arreglo de Bordos y Surcos	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Otras Actividades				
2	Siembra		56		4,070.00
	Desgrane de semilla	Jornal - M	20	70.00	1,400.00
	Desinfección Mezcla y Distribución Semilla	Jornal - M	6	70.00	420.00
	Siembra a Mano	Jornal - H	30	75.00	2,250.00
	Otras Actividades				0.00
3	Labores Culturales		42		3,150.00
	Aplicación de Herbicidas (2)	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Aplicación de Abonos líquidos(2)	Jornal - M	6	75.00	450.00
	Deshierbo o Descore	Jornal - M	12	75.00	900.00
	Aplicación de hidrogel	Jornal - M	3	75.00	225.00
	Aplicación de biocontroladores	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Riegos	Jornal - H	2	75.00	150.00
4	Cosecha		85		6,050.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontono	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontono	Jornal - M	5	70.00	350.00
	Desmoche y Selección	Jornal - M	60	70.00	4,200.00
	Ensayado y Pesado	Jornal - H	5	75.00	375.00
B).-	MAQUINARIA AGRICOLA		13		1,040.00
	Rastrojeada	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Aradura	Hora / Maquin	4	80.00	320.00
	Gradeo, Gancho y Nivelación	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Surqueo para la Siembra	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Otras Actividades				0.00
C).-	INSUMOS				11,944.00
1	Semillas		1,200.00		5,400.00
		kg / Ha	1,200	4.50	5,400.00
2	Fertilizantes, abonos y otros		84.00		4,314.00
	Nitrato de amonio	sacos/ha	5	200.00	1,000.00
	Sulfato de Potasio	sacos/ha	4	200.00	800.00
	Biol	lt/ha	12	5.00	60.00
	Azufre	kg/ha	3	18.00	54.00
	Hidrogel	kg/ha	40	50.00	2,000.00
	Terranut	lt/ha	20	20	400.00
3	Controlador biológico		14.00		2,019.00
	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	kg/ha	8.0	200.00	1,600.00
	<i>Trichoderma spp.</i>	Lts/ha	2.0	40.00	80.00
	<i>Bacillus subtilis</i>	kg/ha	3.0	98.00	294.00
	Lactobacillus	Lts/ha	1.0	45.00	45.00
6	pH, Adherentes, Surfactante, Emulsificante o Coadyuvante		1.00		50.00
	Aceite agrícola (nutrioil)	Lts/ha	1.00	50.00	50.00
7	Agua		7,000.00		161.00
	Canon de Agua	M³	7,000	0.023	161.00
II.	COSTOS INDIRECTOS				1,350.20
III.	COSTOS TOTAL				28,354
ANÁLISIS ECONÓMICO					
Precio de venta en chacra S/. Kg					3.5
Producción Estimada kg/ha					8165
Valor Bruto de Producción					28577.5
Costo Total de Producción					28,354
GANANCIA NETA					223

ANEXO 26. Costos de Producción y Análisis Económico aplicando dosis 2 de Hidroabsorbentes (40 kg/ha) y dosis 3 de *Pochonia chlamydosporia* (10 kg/ha) en un campo de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.

N°	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES
I.	COSTOS DIRECTOS				27,404.00
TERRENO DEFINITIVO					
A)-	MANO DE OBRA		193.00		14,020.00
1	Preparación de Terreno Definitivo		10		750.00
	Recojo de Maleza, Junta y Quema	Jornal - H	3	75.00	225.00
	Limpieza de Acequias, Desagües y Drenes	Jornal - H	2	75.00	150.00
	Riego de Aniego y Remojo	Jornal - H	1	75.00	75.00
	Tomeo y Arreglo de Bordos y Surcos	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Otras Actividades				
2	Siembra		56		4,070.00
	Desgrane de semilla	Jornal - M	20	70.00	1,400.00
	Desinfección Mezcla y Distribución Semilla	Jornal - M	6	70.00	420.00
	Siembra a Mano	Jornal - H	30	75.00	2,250.00
	Otras Actividades				0.00
3	Labores Culturales		42		3,150.00
	Aplicación de Herbicidas (2)	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Aplicación de Abonos líquidos(2)	Jornal - M	6	75.00	450.00
	Deshierbo o Descore	Jornal - M	12	75.00	900.00
	Aplicación de hidrogel	Jornal - M	3	75.00	225.00
	Aplicación de biocontroladores	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Riegos	Jornal - H	2	75.00	150.00
4	Cosecha		85		6,050.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontono	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontono	Jornal - M	5	70.00	350.00
	Desmoche y Selección	Jornal - M	60	70.00	4,200.00
	Ensayado y Pesado	Jornal - H	5	75.00	375.00
B)-	MAQUINARIA AGRICOLA		13		1,040.00
	Rastrojeada	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Aradura	Hora / Maquin	4	80.00	320.00
	Gradeo, Gancho y Nivelación	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Surqueo para la Siembra	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Otras Actividades				0.00
C)-	INSUMOS				12,344.00
1	Semillas		1,200.00		5,400.00
		kg / Ha	1,200	4.50	5,400.00
2	Fertilizantes, abonos y otros		84.00		4,314.00
	Nitrato de amonio	sacos/ha	5	200.00	1,000.00
	Sulfato de Potasio	sacos/ha	4	200.00	800.00
	Biol	lt/ha	12	5.00	60.00
	Azufre	kg/ha	3	18.00	54.00
	Hidrogel	kg/ha	40	50.00	2,000.00
	Terranut	lt/ha	20	20	400.00
3	Controlador biológico		16.00		2,419.00
	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	kg/ha	10.0	200.00	2,000.00
	<i>Trichoderma spp.</i>	Lts/ha	2.0	40.00	80.00
	<i>Bacillus subtilis</i>	kg/ha	3.0	98.00	294.00
	Lactobacillus	Lts/ha	1.0	45.00	45.00
6	pH, Adherentes, Surfactante, Emulsificante o Coadyuvante		1.00		50.00
	Aceite agrícola (nutrioil)	Lts/ha	1.00	50.00	50.00
7	Agua		7,000.00		161.00
	Canon de Agua	M ³	7,000	0.023	161.00
II.	COSTOS INDIRECTOS				1,370.20
III.	COSTOS TOTAL				28,774
ANÁLISIS ECONÓMICO					
	Precio de venta en chacra S/. Kg				3.5
	Producción Estimada kg/ha				8860
	Valor Bruto de Producción				31010
	Costo Total de Producción				28,774
	GANANCIA NETA				2,236

ANEXO 27. Costos de Producción y Análisis Económico aplicando dosis 3 de Hidroabsorbentes (60 kg/ha) y dosis 2 de *Pochonia chlamydosporia* (8 kg/ha) en un campo de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.

N°	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES
I.	COSTOS DIRECTOS				28,004.00
TERRENO DEFINITIVO					
A)-	MANO DE OBRA		193.00		14,020.00
1	Preparación de Terreno Definitivo		10		750.00
	Recojo de Maleza, Junta y Quema	Jornal - H	3	75.00	225.00
	Limpieza de Acequias, Desagües y Drenes	Jornal - H	2	75.00	150.00
	Riego de Aniego y Remojo	Jornal - H	1	75.00	75.00
	Tomeo y Arreglo de Bordos y Surcos	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Otras Actividades				
2	Siembra		56		4,070.00
	Desgrane de semilla	Jornal - M	20	70.00	1,400.00
	Desinfección Mezcla y Distribución Semilla	Jornal - M	6	70.00	420.00
	Siembra a Mano	Jornal - H	30	75.00	2,250.00
	Otras Actividades				0.00
3	Labores Culturales		42		3,150.00
	Aplicación de Herbicidas (2)	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Aplicación de Abonos Líquidos(2)	Jornal - M	6	75.00	450.00
	Deshierbo o Descore	Jornal - M	12	75.00	900.00
	Aplicación de hidrogel	Jornal - M	3	75.00	225.00
	Aplicación de biocontroladores	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Riegos	Jornal - H	2	75.00	150.00
4	Cosecha		85		6,050.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontono	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontono	Jornal - M	5	70.00	350.00
	Desmoche y Selección	Jornal - M	60	70.00	4,200.00
	Ensayado y Pesado	Jornal - H	5	75.00	375.00
B)-	MAQUINARIA AGRICOLA		13		1,040.00
	Rastrojeada	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Aradura	Hora / Maquin	4	80.00	320.00
	Gradeo, Gancho y Nivelación	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Surqueo para la Siembra	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Otras Actividades				0.00
C)-	INSUMOS				12,944.00
1	Semillas		1,200.00		5,400.00
		kg / Ha	1,200	4.50	5,400.00
2	Fertilizantes, abonos y otros		104.00		5,314.00
	Nitrato de amonio	sacos/ha	5	200.00	1,000.00
	Sulfato de Potasio	sacos/ha	4	200.00	800.00
	Biol	lt/ha	12	5.00	60.00
	Azufre	kg/ha	3	18.00	54.00
	Hidrogel	kg/ha	60	50.00	3,000.00
	Terranut	lt/ha	20	20	400.00
3	Controlador biológico		14.00		2,019.00
	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	kg/ha	8.0	200.00	1,600.00
	<i>Trichoderma spp.</i>	Lts/ha	2.0	40.00	80.00
	<i>Bacillus subtilis</i>	kg/ha	3.0	98.00	294.00
	Lactobacillus	Lts/ha	1.0	45.00	45.00
6	pH, Adherentes, Surfactante, Emulsificante o Coadyuvante		1.00		50.00
	Aceite agrícola (nutrioi)	Lts/ha	1.00	50.00	50.00
7	Agua		7,000.00		161.00
	Canon de Agua	M³	7,000	0.023	161.00
II.	COSTOS INDIRECTOS				1,400.20
III.	COSTOS TOTAL				29,404
ANÁLISIS ECONÓMICO					
	Precio de venta en chacra S/. Kg				3.5
	Producción Estimada kg/ha				9430
	Valor Bruto de Producción				33005
	Costo Total de Producción				29,404
	GANANCIA NETA				3,601

ANEXO 28. Costos de Producción y Análisis Económico aplicando dosis 3 de Hidroabsorbentes (60 kg/ha) y dosis 3 de *Pochonia chlamydosporia* (10 kg/ha) en un campo de ajo en el Valle de Tambo, provincia de Islay - Arequipa.

N°	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES
I.	COSTOS DIRECTOS				28,404.00
TERRENO DEFINITIVO					
A)-	MANO DE OBRA		193.00		14,020.00
1	Preparación de Terreno Definitivo		10		750.00
	Recojo de Maleza, Junta y Quema	Jornal - H	3	75.00	225.00
	Limpieza de Acequias, Desagües y Drenes	Jornal - H	2	75.00	150.00
	Riego de Aniego y Remojo	Jornal - H	1	75.00	75.00
	Tomeo y Arreglo de Bordos y Surcos	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Otras Actividades				
2	Siembra		56		4,070.00
	Desgrane de semilla	Jornal - M	20	70.00	1,400.00
	Desinfección Mezcla y Distribución Semilla	Jornal - M	6	70.00	420.00
	Siembra a Mano	Jornal - H	30	75.00	2,250.00
	Otras Actividades				0.00
3	Labores Culturales		42		3,150.00
	Aplicación de Herbicidas (2)	Jornal - H	4	75.00	300.00
	Aplicación de Abonos líquidos(2)	Jornal - M	6	75.00	450.00
	Deshierbo o Descore	Jornal - M	12	75.00	900.00
	Aplicación de hidrogel	Jornal - M	3	75.00	225.00
	Aplicación de biocontroladores	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Riegos	Jornal - H	2	75.00	150.00
4	Cosecha		85		6,050.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontonado	Jornal - H	15	75.00	1,125.00
	Arranque de Plantas, recojo y amontonado	Jornal - M	5	70.00	350.00
	Desmoche y Selección	Jornal - M	60	70.00	4,200.00
	Ensacado y Pesado	Jornal - H	5	75.00	375.00
B)-	MAQUINARIA AGRICOLA		13		1,040.00
	Rastrojeada	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Aradura	Hora / Maquin	4	80.00	320.00
	Gradeo, Gancho y Nivelación	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Surqueo para la Siembra	Hora / Maquin	3	80.00	240.00
	Otras Actividades				0.00
C)-	INSUMOS				13,344.00
1	Semillas		1,200.00		5,400.00
		kg / Ha	1,200	4.50	5,400.00
2	Fertilizantes, abonos y otros		104.00		5,314.00
	Nitrato de amonio	sacos/ha	5	200.00	1,000.00
	Sulfato de Potasio	sacos/ha	4	200.00	800.00
	Biol	lt/ha	12	5.00	60.00
	Azufre	kg/ha	3	18.00	54.00
	Hidrogel	kg/ha	60	50.00	3,000.00
	Terranut	lt/ha	20	20	400.00
3	Controlador biológico		16.00		2,419.00
	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	kg/ha	10.0	200.00	2,000.00
	<i>Trichoderma spp.</i>	Lts/ha	2.0	40.00	80.00
	<i>Bacillus subtilis</i>	kg/ha	3.0	98.00	294.00
	Lactobacillus	Lts/ha	1.0	45.00	45.00
6	pH, Adherentes, Surfactante, Emulsificante o Coadyuvante		1.00		50.00
	Aceite agrícola (nutriol)	Lts/ha	1.00	50.00	50.00
7	Agua		7,000.00		161.00
	Canon de Agua	M ³	7,000	0.023	161.00
II.	COSTOS INDIRECTOS				1,420.20
III.	COSTOS TOTAL				29,824
ANÁLISIS ECONÓMICO					
Precio de venta en chacra S/. Kg					3.5
Producción Estimada kg/ha					10125
Valor Bruto de Producción					35437.5
Costo Total de Producción					29,824
GANANCIA NETA					5,613

ANEXO 29. Comparación de longitud de raíces de ajo cv. chino con aplicaciones de Hidroabsorbentes y *Pochonia chlamydosporia* (izquierda y derecha) vs. sin aplicaciones (centro).



ANEXO 30. Hidrosorb (Hidroabsorbente) previamente hidratado con agua de riego antes de su aplicación al campo.



ANEXO 31. *Pochonia chlamydosporia* previamente pesado de acuerdo al área de nuestro campo y a las dosis establecidas.



ANEXO 32. Medición de la altura y diámetro a los 60 dds en las plantas de Ajo cv. Chino.



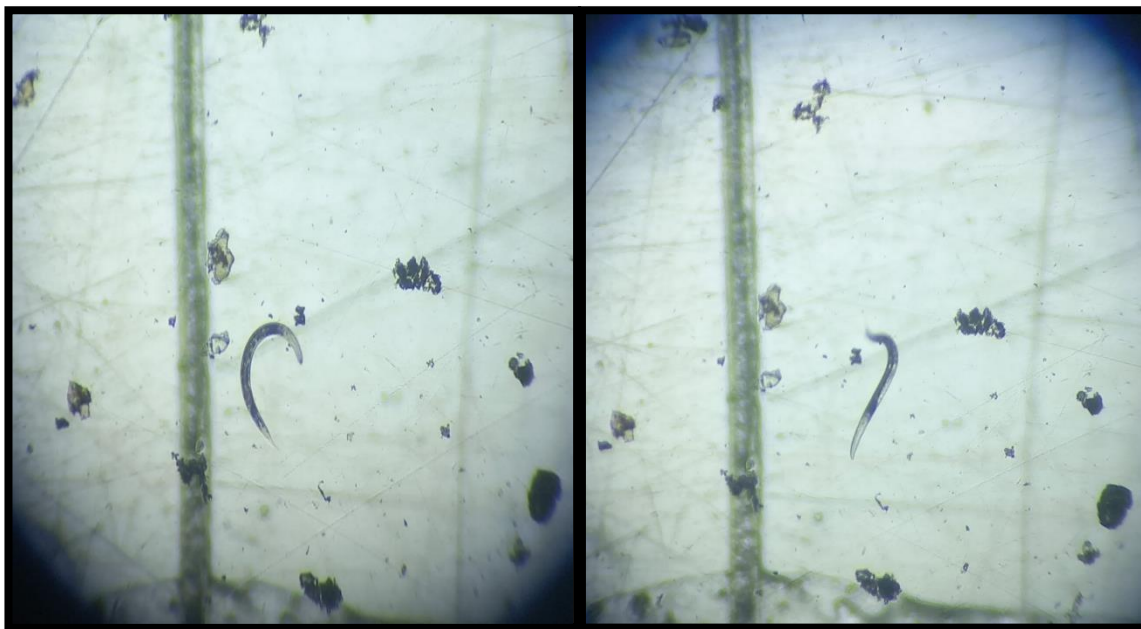
ANEXO 33. Daños ocasionados por el ataque del nemátodo *Ditylenchus dipsaci* en bulbos cosechados.



ANEXO 34. Diferencias en el diámetro de bulbos de plantas de Ajo (*Allium sativum* L.) cv. Chino sin aplicaciones VS con aplicaciones de Hidroabsorbentes y *Pochonia chlamydosporia*.



ANEXO 35. Presencia del nemátodo *Ditylenchus dipsaci* en muestras de suelo observándose a través de un estereoscopio.



ANEXO 36. Diferencias en el diámetro de cuello de plantas de Ajo (*Allium sativum* L.) cv. Chino sin aplicaciones VS con aplicaciones de Hidroabsorbentes y *Pochonia chlamydosporia* a los 90 dds.

