



TESIS

CON EL TEMA:

"Control de *Nacobbus aberrans* (Nematoda: *Pratylenchidae*) con extractos hidroalcohólicos de *Artemisia ludoviciana* y *Artemisia absinthium* en jitomate"

QUE PRESENTA:

JORGE AYALA AMEZCUA

ASESOR:

DRA. IRMA GUADALUPE LOPEZ MURAIRA

REVISORES:

**DR. HECTOR FLORES MARTINEZ
MC. CAROLINA LEON CAMPOS**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGRONOMIA**



Instituto Tecnológico de Tlajomulco
Dirección
Subdirección Académica

Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **02/septiembre/2022**

No. DE OFICIO: D.SA/763/2022
ASUNTO: Autorización de impresión
definitiva y digitalización.

**C. JORGE AYALA AMEZCUA
PASANTES DE LAS CARRERAS DE INGENIERIA EN AGRONOMIA
PRESENTES**

Dado que el Comité dictaminó como **APROBADA** su TITULACIÓN INTEGRAL: OPCIÓN I (TESIS), con el tema "**Control de *Nacobbus aberrans* (Nematoda: Pratylenchidae) con extractos hidroalcohólicos de *Artemisia ludoviciana* y *Artemisia absinthium* en jitomate**" y determinó que da cumplimiento con los requisitos establecidos, se le notifica que tiene la autorización para su impresión definitiva y digitalización.

Sin otro particular quedo de usted.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica® |
Educar para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro

**C. MARÍA ISABEL BECERRA RODRÍGUEZ
DIRECTORA DEL PLANTEL**



C.c.p.- Coordinación de Apoyo a la Titulación. - Edificio
C.c.p.- Minutario. -

MIBR/AIBR/ALGC/mjhc



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **31/agosto/2022**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/222/2022
ASUNTO: Liberación de proyecto para la titulación integral.

ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

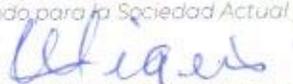
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

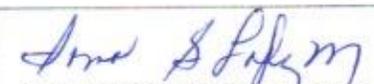
NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	JORGE AYALA AMEZCUA
NO. DE CONTROL:	18940072
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMIA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"Control de <i>Nacobbus aberrans</i> (Nematoda: Pratylenchidae) con extractos hidroalcohólicos de <i>Artemisia ludoviciana</i> y <i>Artemisia absinthium</i> en jitomate"

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educativa para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro


ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

 DRA. IRMA GUADALUPE LOPEZ MURAIRA Nombre y firma del asesor	 DR. HECTOR FLORES MARTINEZ Nombre y firma del revisor	 MC. CAROLINA LEON CAMPOS Nombre y firma del revisor
--	--	--

C.c.p.- Expediente.
PYC/mjhc*



Agradecimientos.

Me gustaría agradecer a mi familia y amigos, principalmente a mi madre quien me apoyó y me dio palabras de aliento para motivarme a emprender una carrera nueva, una carrera la cual a pesar de ser una persona que en mi opinión ya no estaba a tiempo de comenzar, fue ella quien me dijo las palabras indicadas para motivarme a iniciar este camino. Claro que no olvido y no olvidaré a esos compañeros de trabajo quienes me apoyaron y me despertaron el interés por la carrera de Ingeniería en Agronomía, lejos de ponerse celosos de que entendiera los análisis de laboratorio, me motivaron y me impulsaron a buscar información de la carrera para que comenzara a estudiarla.

A aquellos amigos que me ayudaron a realizar los ensayos necesarios para llevar a cabo este documento, Luis Alberto López Tejeda y Abisaid Agustín Franco Romo quienes me apoyaron a realizar algunas de las actividades de este ensayo, las cuales hubieran sido muy entretenidas de no ser por su apoyo.

Por supuesto que no dejaré de mencionar a la Doctora quien me permitió realizar este trabajo y quien siempre estuvo al pendiente de las dudas que surgieran y del avance del mismo, gracias, muchas gracias Dra. Irma Guadalupe López Muraira.

Gracias a todos por creer y confiar en mí.



Índice:

Resumen.....	V
Introducción	1
Hipótesis.	2
Objetivos.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos específicos	2
Justificación.....	3
Antecedentes.....	4
2.2 Ciclo de Vida.....	5
2.3 Control de Nematodos	7
2.4 Generalidades de Artemisia.....	8
Materiales y Métodos.....	10
Resultados y Discusión.....	16
Conclusiones.....	30
Literatura citada:.....	31
Anexo	34



Índice de Figuras

Figura 1 Nacobbus aberrans.	5
Figura 2 Bolsa de Sustrato.....	10
Figura 3 Extractos de Plantas	12
Figura 4 Croquis de las posiciones en las que se corrieron los ensayos.....	13
Figura 5 Lavado de Raíces	14
Figura 6 Embudo de Baermann	15
Figura 7 Charolas de Semillas Germinadas.....	16
Figura 8 Plantas de Tomate.....	16
Figura 9 Nódulos Totales Por tratamiento.....	17
Figura 10 Gráficas de intervalos de Número de nódulos vs. Tratamiento.	19
Figura 11 Gráfica de intervalos de Número de nódulos vs. Corte	20
Figura 12 Gráficas de intervalos de C1 Número de nódulos vs. C1 Tratamiento.	21
Figura 13 Gráficas de intervalos de C2 Número de nódulos vs. C2 Tratamiento.	23
Figura 14 Gráficas de intervalos de C3 Número de nódulos vs. C3 Tratamiento.	24
Figura 15 Grafica de Altura de planta vs. Tratamiento.	27
Figura 16 Altura de Planta vs. Tiempo.	28
Figura 17 Crecimiento de plantas por Tratamiento vs. Tiempo.	29
Figura 18 Raíz tamaño normal de Jitomate.	40
Figura 19 Hembra de Nacobbus.	40
Figura 20 Huevecillos de Nacobbus.....	41
Figura 21 Juvenil de Nacobbus.....	41
Figura 22 Planta con nódulos.	42
Figura 23 Estilete de Nacobbus.	42



Índice de Tablas.

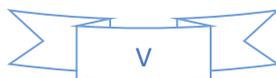
Tabla 1 Número de nódulos totales por tratamiento.....	17
Tabla 2 ANOVA: Número de nódulos vs. Tratamiento.	18
Tabla 3 ANOVA: Número de nódulos vs. Corte.	19
Tabla 4 ANOVA: C1 Número de nódulos vs. C1 Tratamiento.	21
Tabla 5 ANOVA: C2 Número de nódulos vs. C2 Tratamiento.	22
Tabla 6 ANOVA: C3 Número de nódulos vs. C3 Tratamiento.	24
Tabla 7 ANOVA: C4 Número de nódulos vs. C4 Tratamiento.	25
Tabla 8 ANOVA Altura de planta vs. Tratamiento	26
Tabla 9 Altura de Planta vs. Tiempo	28

Resumen.

Los nematodos son parásitos de las plantas las cuales afectan a diversos cultivos y por ende, su rendimiento económico, ya sea por cuestión de afectación de la planta o por los altos costos que se generan para poder controlar dichos parásitos.

Uno de los géneros de nematodos que más daño ocasiona es *Nacobbus* y entre los cultivos a los que ocasiona grandes pérdidas es en el tomate o jitomate.

Este trabajo se realiza con el objetivo de encontrar un método de control, lo más natural posible, el cual nos ayude a realizar una disminución del número de nódulos ocasionados por los nematodos, probando como tratamientos extractos de plantas de *Artemisia ludoviciana* y *Artemisia absinthium*



Introducción

Nacobbus, también conocido como falso nematodo del nudo, nematodo de rosario, falso nematodo de la agalla o nematodo falso agallador, es un fitoparásito que daña las raíces. Las lesiones que provoca en los tejidos de conducción modifican el flujo normal de agua y nutrientes generando importantes pérdidas de rendimiento en los cultivos (Ripodas et al., 2017). Es considerado como uno de los 10 principales fitonematodos de mayor importancia a nivel mundial por las pérdidas que causa en la producción de hortalizas tales como chile (*Capsicum annuum* L.), jitomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Su control se realiza mediante la aplicación de nematicidas fumigantes y no fumigantes que son costosos y dañan al ambiente. (Cortez-Hernández et al., 2019) Entre las alternativas de manejo amigables con el ambiente están el control biológico y en este trabajo se propone el manejo mediante el uso de extractos de plantas como lo son *Artemisia ludoviciana* y *Artemisia absinthium*, ambas de la familia Asteraceae.

Hipótesis.

Los extractos hidroalcohólicos de las especies *Artemisia ludoviciana* y *Artemisia absinthium* ayudan al control en el número de nódulos que genera el nematodo *Nacobbus aberrans* en plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*).

Objetivos.

Objetivo General

Evaluar los extractos hidroalcohólicos de *Artemisia ludoviciana* y *Artemisia absinthium* para el control del número de nódulos generados por *Nacobbus aberrans* en las raíces de las plantas de jitomate.

Objetivos específicos

- 1) Establecer en bolsas de invernadero plantas de jitomate, para la infestación con nematodos.
- 2) Preparar extractos hidroalcohólicos de plantas de *Artemisia ludoviciana* y *Artemisia absinthium*.
- 3) Evaluar el efecto del tiempo de elaboración de los extractos con su efectividad sobre el *Nacobbus*.
- 4) Contar el número de nódulos y medir la altura de las plantas de los seis tratamientos y sus cuatro cortes.

Justificación.

Nacobbus es un nematodo que causa nódulos y daña la raíz en diversos cultivos, es de difícil manejo y control. El uso de agroquímicos puede ser dañino al medio ambiente y ser de altos costos de modo que una estrategia es el uso de extractos vegetales para su control.

Con el gran crecimiento de la población y la gran necesidad que se tiene por la alimentación de la misma, la humanidad se ha empeñado en encontrar maneras de elevar la producción de alimentos en el menor espacio posible, es por ello que no se puede permitir la reducción de la producción en alimentos esenciales como los que son afectados por *Nacobbus*, pues el efecto que se provoca con la reproducción del mencionado nematodo es de 73% en pérdidas del cultivo (Franco, 1994).

Antecedentes.

El nematodo agallador *Nacobbus aberrans* puede afectar cultivos tales como chile (*Capsicum annuum* L.), jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), papa (*Solanum tuberosum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*). (Cabrera-Hidalgo, *et al.*, 2014)

En jitomate uno de los problemas fitosanitarios que limitan su producción es el nematodo agallador *N. aberrans*, que puede llegar a ocasionar pérdidas de hasta 80% en la producción (Cristóbal *et al.*, 2006).

Se reporta que desarrollo embriogénico de *N. aberrans* puede presentarse de 9 a 10 días a 25 °C y de 51 días a 15 °C donde la temperatura afecta significativamente la aparición de juveniles (Iserra *et al.*, 1983).

Existen varias estrategias para su control lo que incluye extractos de plantas siendo una de ellas el estafiate perteneciente al género *Artemisia* que incluye aproximadamente 400 especies. Se caracterizan por ser hierbas o arbustos aromáticos importantes compuestos bioactivos (Rzedowski y Calderón, 1997).

Artemisia ludoviciana es una especie ampliamente distribuida en todo el territorio mexicano y se reporta con actividad antifúngica contra vertebrados (Damián *et al.*, 2008).

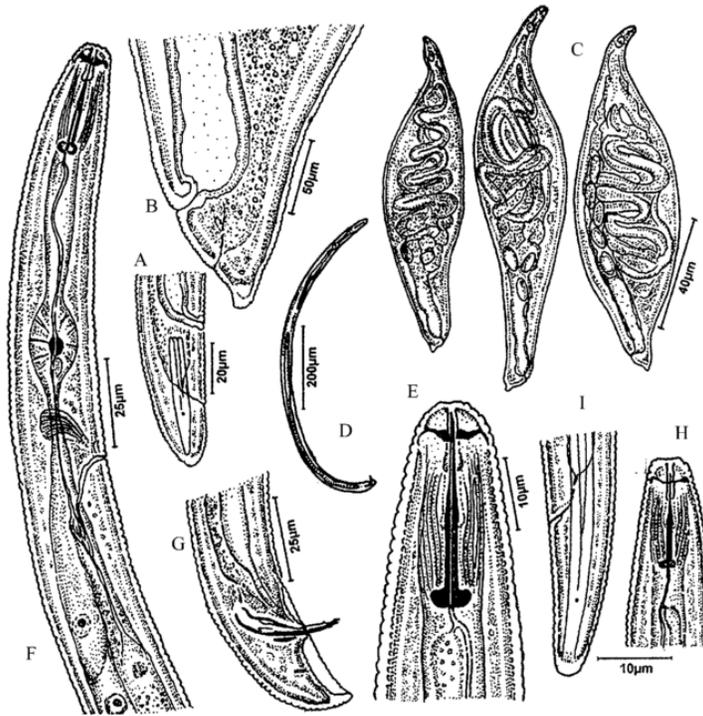


Figura 1 *Nacobbus aberrans*. A. Hembra inmadura; B. Región posterior de hembra madura; C. Hembras maduras; D. Masculino; E. Región anterior del macho; F. Esófago de macho; G. Región posterior del macho; H. Región anterior del segundo estadio juvenil (J2); I. Región posterior de J2. tomada de Manzanilla-López et al., 2002

2.2 Ciclo de Vida

Nacobbus aberrans posee un amplio rango de hospedantes. Induce la formación de agallas en la raíz. Los nódulos son de menor tamaño que los ocasionados por *Meloidogyne sp.* y poseen pelos secundarios. Estos nódulos radicales impiden una normal absorción y aprovechamiento del agua y nutrientes por parte de la planta.

Las larvas y hembras jóvenes penetran en las raíces y barrenan el parénquima cortical, ocasionando lesiones necróticas; como consecuencia se produce la muerte de las raicillas y el descortezado de la raíz. El ciclo de vida se cumple entre 40 y 60

días. No es muy susceptible a las bajas temperaturas (<https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/nacobbus-aberrans>)

Nacobbus aberrans parece tener dos estrategias principales para desarrollarse hasta la etapa adulta:

- 1) Después de la penetración de las raíces por juvenil etapa 2 (J2), el desarrollo puede ocurrir dentro y fuera de la raíz, con penetración y emigración repetidas hasta que se alcanzan las etapas adultas;
- 2) Después de la penetración de J2, el desarrollo puede continuar dentro de la raíz hasta que se alcanza la etapa joven inmadura femenina o masculina.

Según Thorne y Schuster (1956) y Clark (1967), el ciclo de vida de *N. aberrans* comienza con huevos puestos en una gelatina matriz secretada por la hembra. Los juveniles de primera etapa (J1) se desarrollan dentro del huevo, una semana después de la primera división celular a una temperatura de 20°C (Clark, 1967). La primera muda ocurre dentro del huevo y puede durar desde una hora hasta varios días, dependiendo de la temperatura. Después de la eclosión, el J2 penetra en una raíz, donde puede permanecer o salir para volver a entrar en la raíz en otro sitio (Clark, 1967). El J2 muda ya sea en la raíz o en el suelo a juvenil etapa 3 (J3), que es menos activo y tiende a permanecer enrollado en la corteza de la raíz. El J3 inicialmente se parece al J2 pero tiende a adoptar una forma de 'C' o a enrollarse a medida que se alimenta y se agranda, y se produce una reducción notable en la longitud de las glándulas esofágicas. El género se puede distinguir poco después de la muda a la etapa J3: la hembra juvenil es más corta que el macho, con un primordio genital alargado ubicado más cerca de la cola que en el macho. Las hembras J3 tardías muestran la vulva en desarrollo como un parche claro dentro del contenido oscuro y granular del cuerpo, cerca de la cola. La muda a hembra o

macho juvenil etapa 4 (J4) puede ocurrir en la raíz o en el suelo (Quimí, 1979; ManzanillaLópez, 1997). La muda del J4 al adulto puede tener lugar dentro o fuera de la raíz, siendo las hembras inmaduras vermiformes. J3 y J4 mantenidos en agar agua son capaces de completar su desarrollo y alcanzar el estado adulto sin alimentarse (Quimí, 1979). Clark (1967) sugirió que, después de que la hembra J4 muda en la corteza, el adulto migra al sistema vascular, un movimiento forzado ya sea por la necrosis celular (Quimí, 1979) o por el desprendimiento de células dentro de las cavidades ocupadas por los nematodos (Johnson, 1971). (Citado por Manzanilla-López *et al.* 2002).

Según Inserra (1983) en estudios llevados a cabo en remolachas azucareras la duración del desarrollo embriogénico de *Nacobbus aberrans* fue de 9 a 10 días a 25 C y de 51 días a 15 C. El Juvenil 1 muda en el huevo; de ahí que el Juvenil emergiera del huevo la temperatura afecta significativamente la aparición de juveniles. Los huevos eclosionaron a 5, 10 y 15 C. El porcentaje de eclosión acumulada a 20 C fue cuatro veces mayor que a 15 C, mientras que el porcentaje más alto de juveniles emergió a 25 C. La duración del desarrollo postembriogénico desde la inoculación de Juvenil dos hasta la aparición de hembras maduras con masas de huevos tomó 38 días, y el ciclo de vida de huevo a huevo se completó en 48 días a 25 C.

2.3 Control de Nematodos

Se plantean diversas alternativas para el control de nematodos, como lo menciona Marro *et al.* (2017), en donde propone el uso de los hongos micorrízicos

arbusculares *Rhizophagus intraradices* y *Funneliformis mosseae* (tanto individualmente como combinados) ya que se redujo la entrada de nematodos en las raíces del tomate.

Dentro de manejo Flores-Camacho *et al.* (2003), emplea como alternativas el uso de hongo *Pochonia chlamydosporia* como agentes de control biológico de poblaciones de *Nacobbus aberrans* en donde se menciona que existe una reducción del número de juveniles de segundo estadio.

Velasco (2014) analizó extractos metanólicos de la raíz de *Prostechea varicosa* y la parte aérea de *Adenophyllum aurantium*, los cuales son más activos contra los juveniles de *Nacobbus*.

Artemisia ludoviciana ha sido reportada para el control de nematodo parásito *Haemonchus contortus* (De Paz, 2020) y sin embargo no se ha empleado como nematocida fitopatógeno para el *Nacobbus aberrans*, sin embargo, se reporta para nematodos intestinales en humanos.

2.4 Generalidades de Artemisia.

Artemisia, siendo el género más grande y ampliamente distribuido de la familia de plantas Asteraceae, abarca más de 400 especies. Se informa que algunas especies populares poseen varias propiedades medicinales debido a la rica diversidad fitoquímica. En total, 839 componentes químicos, incluidos los volátiles y los

compuestos no volátiles de estas especies. Los aceites de diferentes especies del género *Artemisia* exhibieron una fuerte actividad antimicrobiana contra patógenos de plantas y actividad insecticida contra plagas de insectos. Sin embargo, sólo unas pocas especies han sido exploradas. (Odunayo Ayodeji Adewumi, Vijender Singh and Gunjan Singh, 2020)

Artemisia ludoviciana ha sido reportada con un 100% de eficacia contra *Fasciola* (Ezeta-Miranda, *et al.* 2016)

La caracterización de la actividad nematocida y la valorización del hidrolato obtenido como subproducto de la extracción semi-industrial de aceite esencial a presión de vapor de una población domesticada de *Artemisia absinthium* (Teruel, España), en comparación con una población (Sierra Nevada, España) en proceso de domesticación. (Julio *et al.* 2017)

Los hidrolatos de tres cultivos mostraron fuertes efectos nematocidas *in vitro* contra el nematodo agallador *Meloidogyne javanica* y perfiles químicos similares. El hidrolato de la población de *A. absinthium* suprimió fuertemente la eclosión de huevos de nematodos (>95%) tras 5 días de incubación. En vivo, las pruebas en plántulas de tomate mostraron una reducción significativa en la tasa de penetración de la raíz de *M. javanica* J2 tratada con una concentración subletal de hidrolato (33%). En experimentos en macetas, el hidrolato de *A. absinthium* probado en plantas de tomate afectó significativamente la población de nematodos, la frecuencia de infección y la tasa de reproducción. La extracción de la fracción orgánica del hidrolato dio un extracto nematocida y un residuo acuoso inactivo (Julio *et al.* 2017)

Materiales y Métodos

Se realizó el ensayo en cultivo traspatio en El Álamo, en Guadalajara Jalisco, para evitar la contaminación en áreas cultivables, ya que *Nacobbus* está reportado como altamente infectivo.

Se prepararon 2 charolas de germinación con peat most las cuales tenían una capacidad de 128 plantas cada una. Se utilizaron semillas que fueron de tomate o jitomate. Se sembraron 256 semillas para la siembra y 47 para la resiembra y se realizó un replante en las charolas para aquellas semillas que no germinaron.

Se prepararon 170 bolsas de plástico negras con una medida de 15 X 30 cm, las cuales fueron llenadas con 500 gr de peat most y 200 gr de suelo infectado con nematodos. Se colocó una malla antiáfida y el riego se realizó 3 veces por semana.



Figura 2 Bolsa de Sustrato

Para la fertilización de las plantas se disolvieron en 90 litros de agua los siguientes fertilizantes:

200 gr de 10-52-10 de Atlantic®

40 gr de sulfato de magnesio

80 gr de nitrato de potasio

40 gr de nitrato de calcio

Se midió la conductividad eléctrica con un medidor portátil marca Hanna®. La preparación quedó a 4 mS de CE, a dicha solución se realizó un ajuste o dilución con 90 litros de agua de la llave para quedar con los siguientes parámetros 6.4 de pH y CE de 2.5mS. La solución con la que se regaron las plantas fue 50% de la solución mencionada más 50% de agua de la llave quedando una solución con los siguientes parámetros 1.70 mS de CE y pH de 6.5.

Para la preparación de los extractos se colectaron plantas fresca de *Artemisia ludoviciana* y *Artemisia absinthium* de los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, dichas plantas fueron secadas a temperatura ambiente, en la sombra y encima de papel estraza; una vez secas se molieron con un molino para grano de café (modelos de aspas para evitar contaminación). Se colocaron 300 gr de la planta seca y se pusieron en frascos de vidrio claro, para después agregar alcohol al 70% hasta cubrir la planta molida. Dichos envases se cubrieron o taparon con papel aluminio y fueron colocados en reposo, en un lugar sin luz a temperatura ambiente. Se dejaron 10 días en reposo y transcurrido este tiempo se filtró.

Los extractos con más de 11 meses (Extractos viejos) de preparación fueron elaborados en el laboratorio de Alimentos y Productos Naturales del Instituto Tecnológico de Tlajomulco.



Figura 3 Extractos de Plantas

Una vez trasplantada la plántula a la bolsa previamente preparada, se llevó a cabo la aplicación de cada uno de los tratamientos o extractos los cuales son diluidos a una concentración de 15.75 mL de extracto por cada 500 mL de agua, las aplicaciones de los extractos fueron realizadas cada semana. Se agregaron 50 ml a cada una de las bolsas.

Se realizaron 4 cortes de plantas cada 15 días, y se evaluó el número de nódulos y la altura de las plantas en centímetros.

Cabe aclarar que cuando se hace referencia a “corte” implica la extracción completa de la planta de dicho ensayo, desde la raíz con todo y sustrato. En cada uno de los mencionados cortes se realiza la separación de la parte aérea de la planta y la parte radicular, la parte aérea de la planta es medida en altura y la radicular se lleva a un lavado para la exposición de los nódulos y su respectivo conteo.

El diseño experimental fue completamente al azar con 6 tratamientos, 7 repeticiones y 4 cortes (15, 30, 45 y 60 días) para cada uno de los tratamientos, dando un total de 168 de plantas para el ensayo.

Los tratamientos son:

Tratamiento 1 (T1): Extracto de *Artemisia absinthium* nuevo

Tratamiento 2 (T2): Extracto de *Artemisia absinthium* viejo

Tratamiento 3 (T3): Extracto de *Artemisia ludoviciana* nuevo

Tratamiento 4 (T4): Extracto de *Artemisia ludoviciana* viejo

Tratamiento 5 (T5): Blanco con Nematodos sin extracto

Tratamiento 6 (T6): Blanco sin Nematodos.

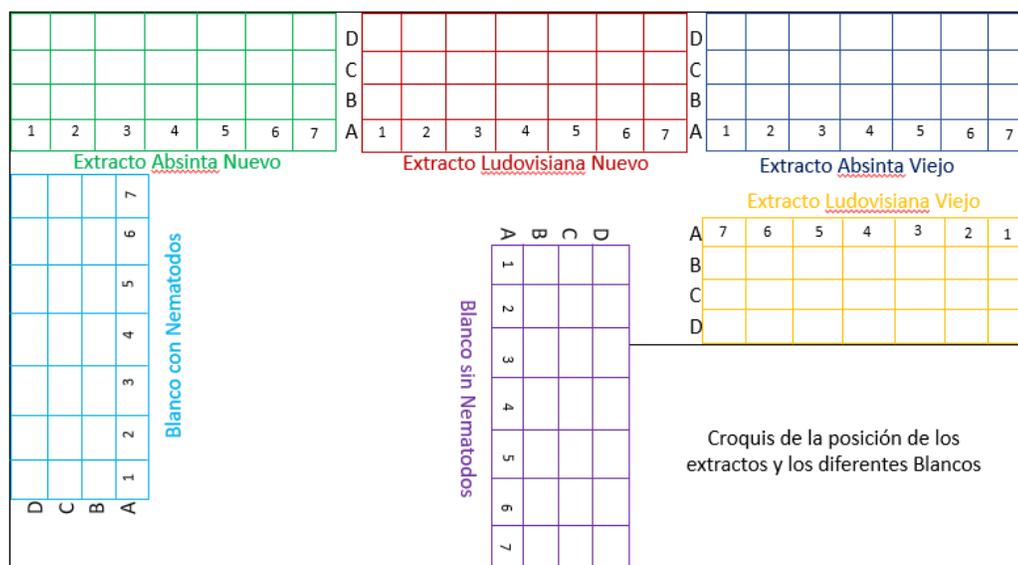


Figura 4 Croquis de las posiciones en las que se corrieron los ensayos.



Figura 5 Lavado de Raíces

El análisis de varianza de las variables evaluadas se realizó con el paquete estadístico MINITAB, 2019, por el método de la ANOVA y con las pruebas de tukey al 95% de confianza.

Para la observación de los nematodos juveniles se utilizó un embudo de Baermann (figura 6) y la técnica consiste en recolectar 100 gr la muestra de suelo y colocarla en papel poroso en un embudo con agua con un cierre en la parte inferior. Pasadas 24 horas, los nematodos migran hacia la base del embudo, donde son recolectados en un vaso de precipitados para su observación.



Figura 6 Embudo de Baermann

Para la observación y la extracción de las hembras, se utilizó un estereomicroscopio, pinzas finas, cajas Petri y agua. Se llevó a cabo la recolección de nódulos los cuales fueron colocados en las cajas Petri con agua, apoyados con el estereomicroscopio y las pinzas, se ejerció presión en cada uno de ellos para obtener la extracción de la hembra procurando no dañarla.

Resultados y Discusión.

El total de semillas sembradas fue de 303. En el primer establecimiento de semillas germinaron 76% en la primera charola y 51% de la segunda. En el replante se presentó el 89% de germinación



Figura 7 Charolas de Semillas Germinadas.



Figura 8 Plantas de Tomate

Se contaron 6884 nódulos en total de las 168 plantas evaluadas en los 6 tratamientos (Tabla 1 y figura 9).

El tratamiento con mayor número de nódulos fue el 5 (Testigo sin aplicar) con 1916 nódulos.

Tratamiento	Número de nódulos
1	1387
2	1281
3	1203
4	1097
5	1916
6	0

Tabla 1 Número de nódulos totales por tratamiento.

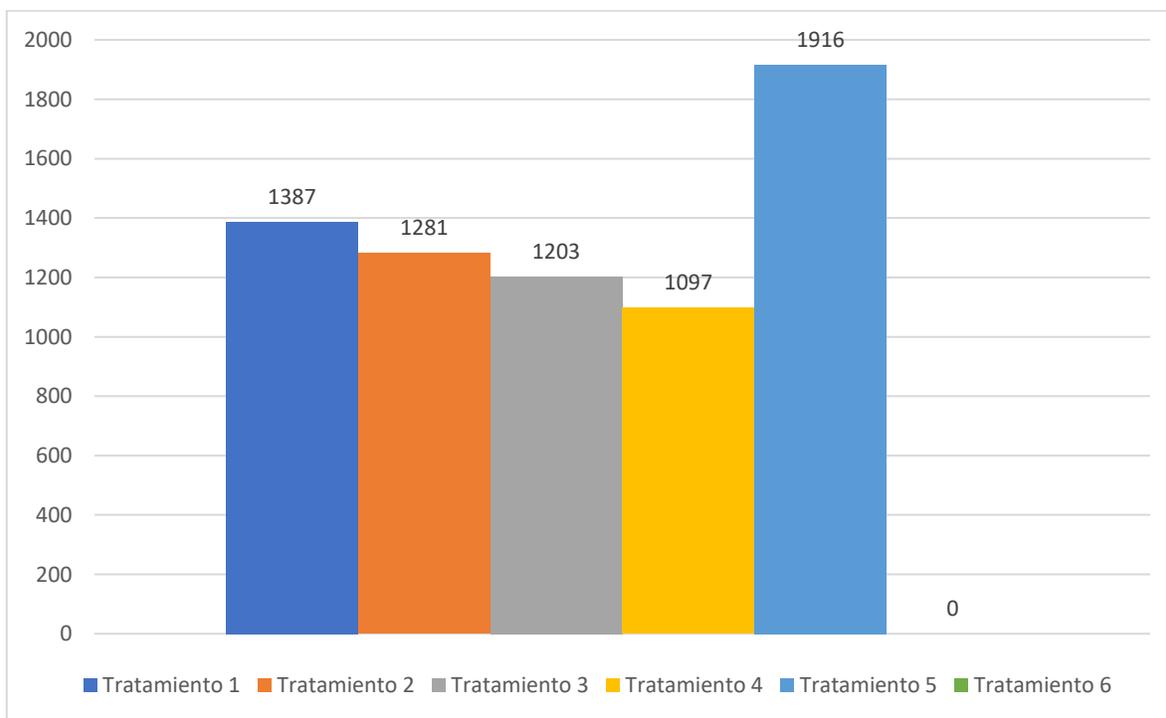


Figura 9 Nódulos Totales Por tratamiento

Para el análisis de ANOVA: Número de nódulos vs. Tratamiento, los resultados muestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con extracto de plantas, es decir todos los extractos tienen un efecto similar. El efecto de los extractos es significativo con el blanco de nematodos que no tiene extracto, por ejemplo: la media para el tratamiento 5 (Blanco con nematodos) comparado con el tratamiento 4 (Ludoviciana Viejo) presentó 75% más de nódulos (Tabla 2 y figura 10).

Se han reportado hasta un 55% de pérdidas en el cultivo de jitomate (Manzanilla-López *et al.*, 2002) que probablemente se deba al daño ocasionado por *Nacobbus*.

En la tabla 2 y figura 10 se compara el número de nódulos vs. tratamiento de los 60 días que duro el ensayo.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
5	28	68.43	A
1	28	51.50	B
2	28	45.75	B
3	28	42.96	B
4	28	39.18	B
6	28	0.000000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 2 ANOVA: Número de nódulos vs. Tratamiento.

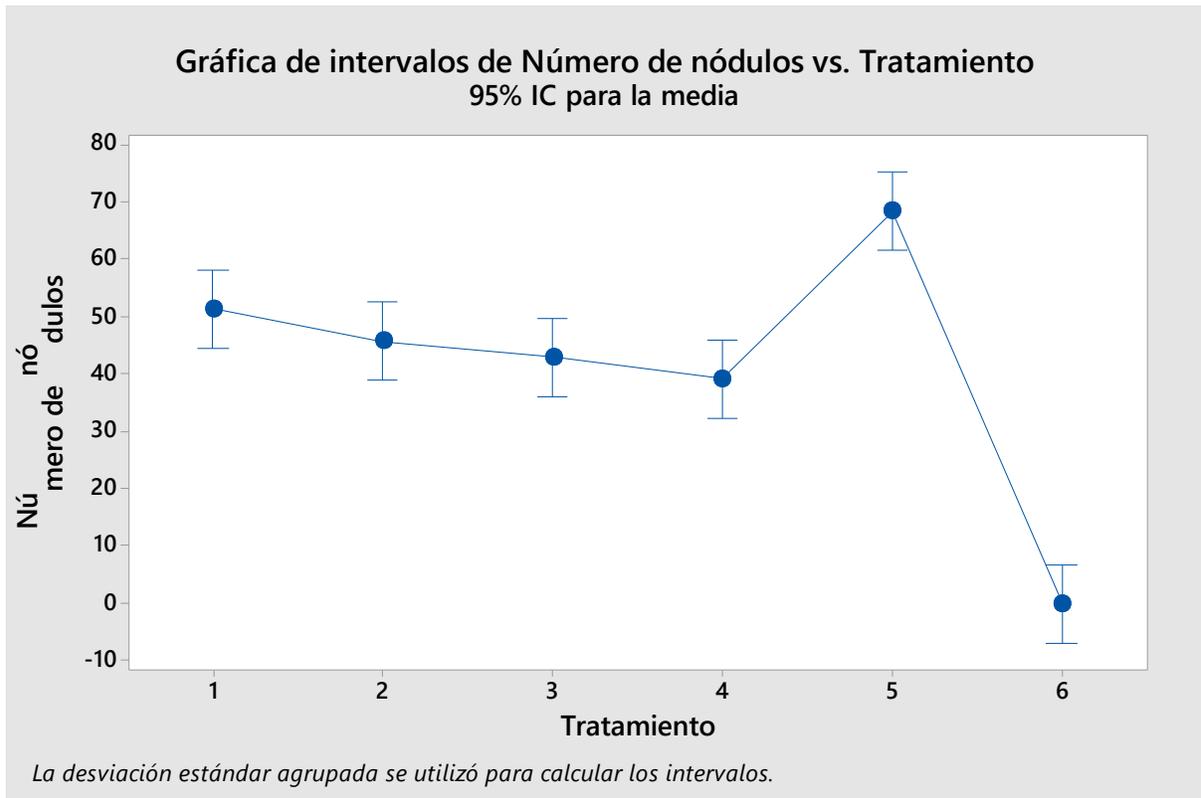


Figura 10 Gráficas de intervalos de Número de nódulos vs. Tratamiento.

Para el análisis ANOVA: Número de nódulos vs. Corte, los resultados muestran que existe una diferencia estadística significativa, la media del corte 1 comparado con el corte 3 existe un incremento del 70%, lo que nos muestra que la cantidad de nódulos va en aumento en los cortes hasta el tercero y a partir de dicho corte existe un decremento en la cantidad de nódulos (Tabla 3 y figura 11).

Corte	N	Media	Agrupación
3	42	49.12	A
4	42	45.19	A
2	42	41.98	A B
1	42	28.93	B

Tabla 3 ANOVA: Número de nódulos vs. Corte. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

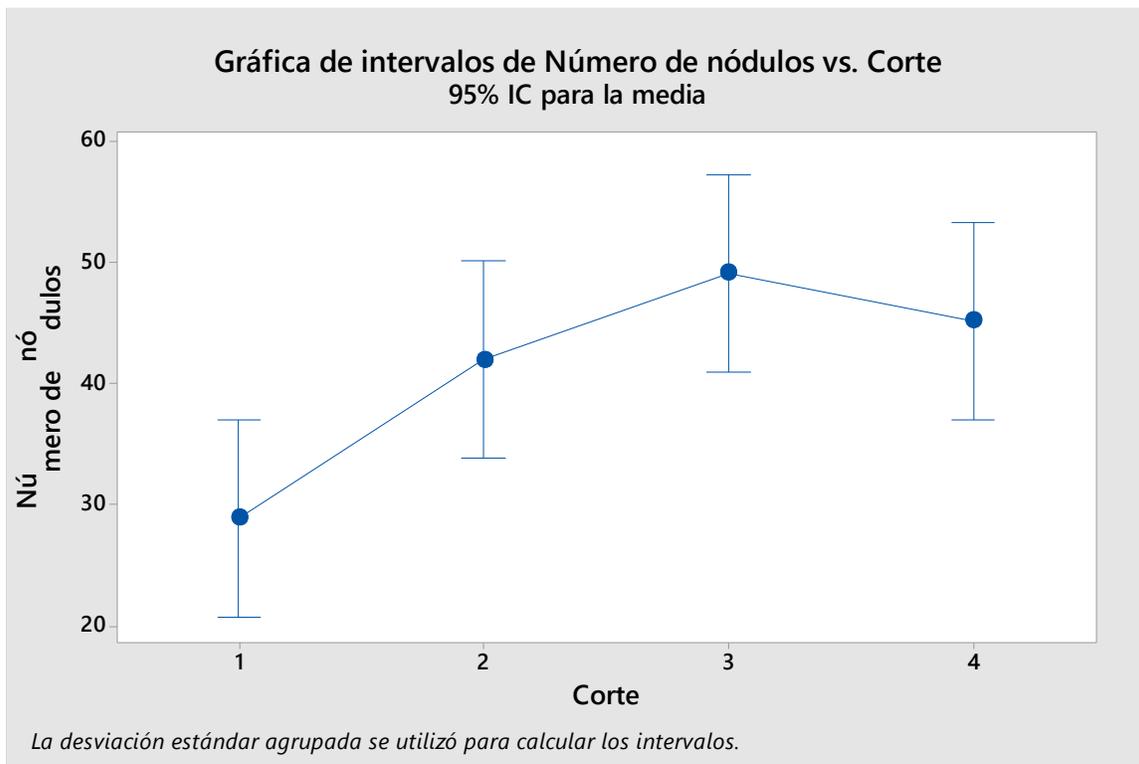


Figura 11 Gráfica de intervalos de Número de nódulos vs. Corte

Otros autores han analizado este mismo efecto de incremento de nódulos, en el caso específico del cultivo de papa es reportada por Otazu et al. (1985) donde menciona que existe un incremento del número de nódulos/planta con un aumento rápido a medida que se empezaron a formar los tubérculos. El 44.5% de las papas infectadas demostraron una disminución significativa en el rendimiento.

Para el análisis ANOVA: C1 Número de nódulos vs. C1 Tratamiento, en el primer corte (C1). Los resultados muestran que no se presenta ninguna diferencia estadística significativa, entre los tratamientos con extracto de plantas, es decir todos los extractos tienen un efecto similar. El efecto de todos los extractos es

significativo con el blanco de nematodos que no tiene extracto, por ejemplo: se puede observar el efecto que tiene el tratamiento 4 contra el tratamiento 5, teniendo una disminución del 54% en el incremento de los nódulos (Tabla 4 y figura 12).

C1				
Tratamiento	N	Media	Agrupación	
5	7	46.14	A	
2	7	41.71	A	B
1	7	35.71	A	B
3	7	28.86	A	B
4	7	21.14	B	
6	7	0.000000	C	

Tabla 4 ANOVA: C1 Número de nódulos vs. C1 Tratamiento. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

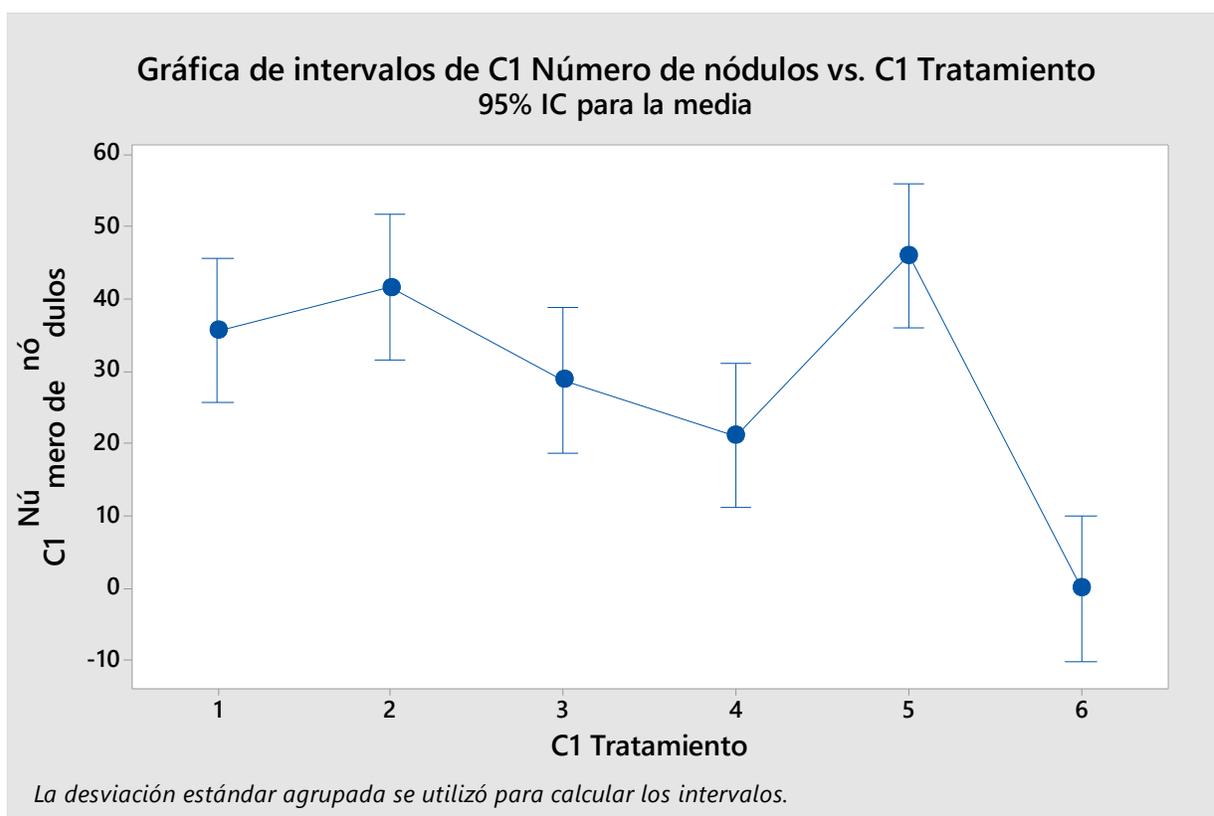


Figura 12 Gráficas de intervalos de C1 Número de nódulos vs. C1 Tratamiento.

Para el análisis ANOVA: C2 Número de nódulos vs. C2 Tratamiento, en el corte 2 (C2). Los resultados muestran que no se presenta ninguna diferencia estadística significativa entre los tratamientos con extracto de plantas, es decir todos los extractos tienen un efecto similar. El efecto de todos los extractos es significativo con el blanco de nematodos que no tiene extracto, por ejemplo: se puede observar el efecto que tiene el tratamiento 4 contra el tratamiento 5, tiene una diferencia del 54% en la cantidad de los nódulos. (Tabla 5 y figura 13).

C2			
Tratamiento	N	Media	Agrupación
5	7	73.9	A
1	7	53.29	A B
3	7	50.00	A B
2	7	41.00	B
4	7	33.71	B
6	7	0.000000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 5 ANOVA: C2 Número de nódulos vs. C2 Tratamiento.

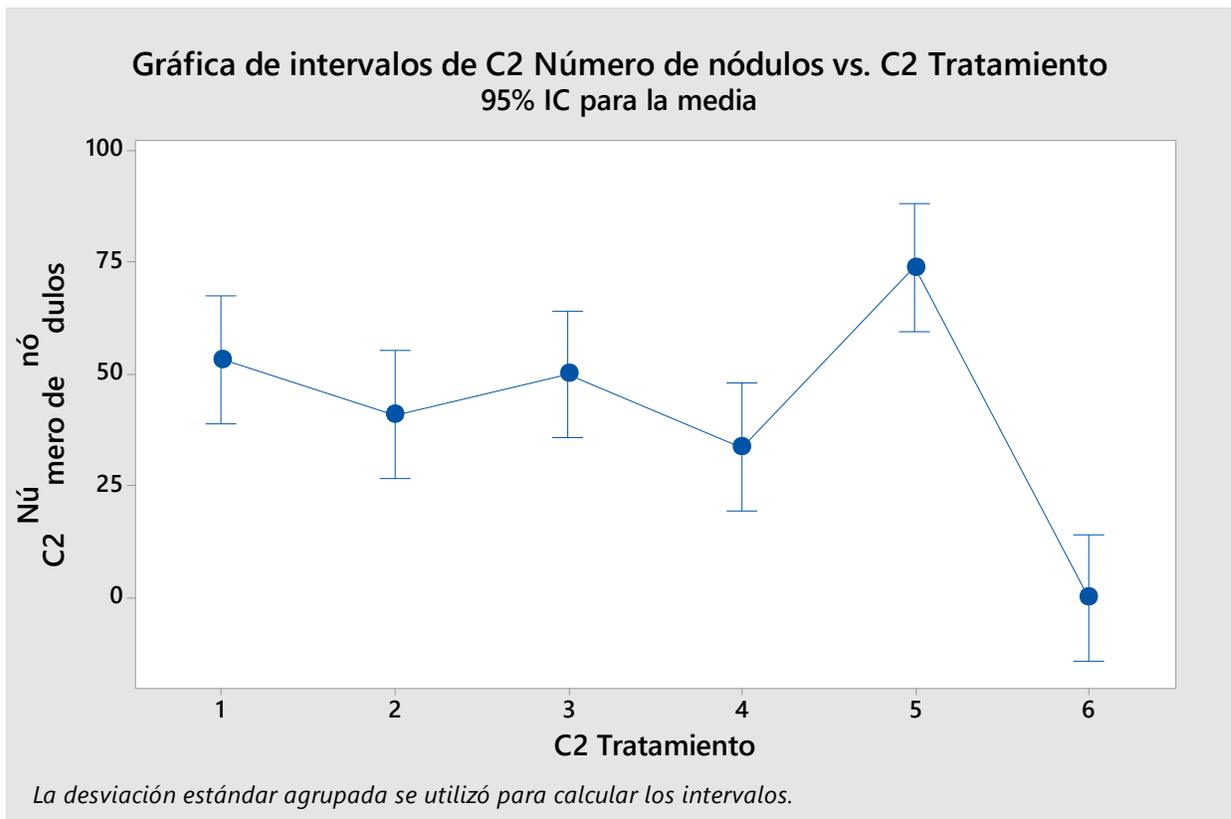


Figura 13 Gráficas de intervalos de C2 Número de nódulos vs. C2 Tratamiento.

Para el análisis ANOVA: C3 Número de nódulos vs. C3 Tratamiento, corte 3 (C3). Los resultados muestran que no se presenta ninguna diferencia estadística significativa entre los tratamientos con extracto de plantas, es decir todos los extractos tienen un efecto similar. El efecto de los extractos es significativo con el blanco de nematodos que no tiene extracto, por ejemplo: se puede observar el efecto que tiene el tratamiento 3 y 4 contra el tratamiento 5 los cuales tienen una diferencia del 40% aproximadamente en la cantidad de los nódulos, mostrando un efecto similar en la especie *A. Ludoviciana* (Tabla 6 y figura 14).

C3				
Tratamiento	N	Media	Agrupación	
5	7	80.86	A	
1	7	60.86	A	B
2	7	56.57	A	B
4	7	49.00	A	B
3	7	47.4	B	
6	7	0.000000	C	

Tabla 6 ANOVA: C3 Número de nódulos vs. C3 Tratamiento. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

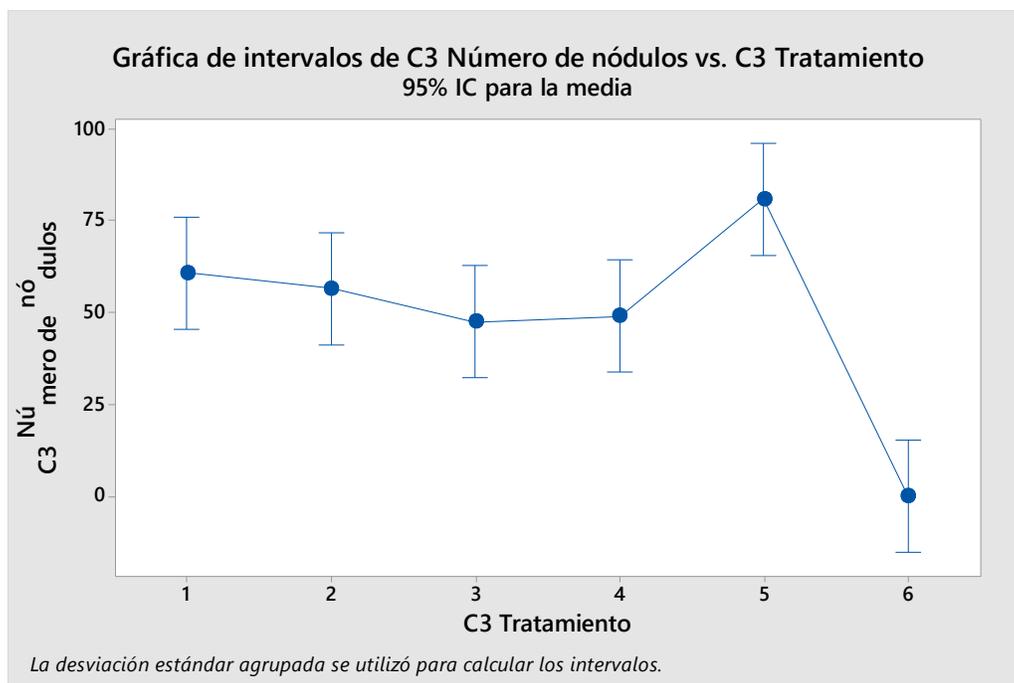


Figura 14 Gráficas de intervalos de C3 Número de nódulos vs. C3 Tratamiento.

Para el análisis ANOVA: C4 Número de nódulos vs. C4 Tratamiento, corte 4 (C4).

Los resultados muestran que no se presenta ninguna diferencia estadística significativa con extracto de plantas, es decir todos los extractos tienen un efecto

similar. El efecto de los extractos es significativo con el blanco de nematodos que no tiene extracto, por ejemplo: se puede observar el efecto que tiene el tratamiento 2 y 3 contra el tratamiento 5, teniendo una diferencia del 40% aproximadamente en la cantidad de los nódulos (Tabla 7 y figura 15).

C4				
Tratamiento	N	Media	Agrupación	
5	7	72.86	A	
1	7	56.14	A	B
4	7	52.86	A	B
3	7	45.57	B	
2	7	43.71	B	
6	7	0.000000	C	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 7 ANOVA: C4 Número de nódulos vs. C4 Tratamiento.

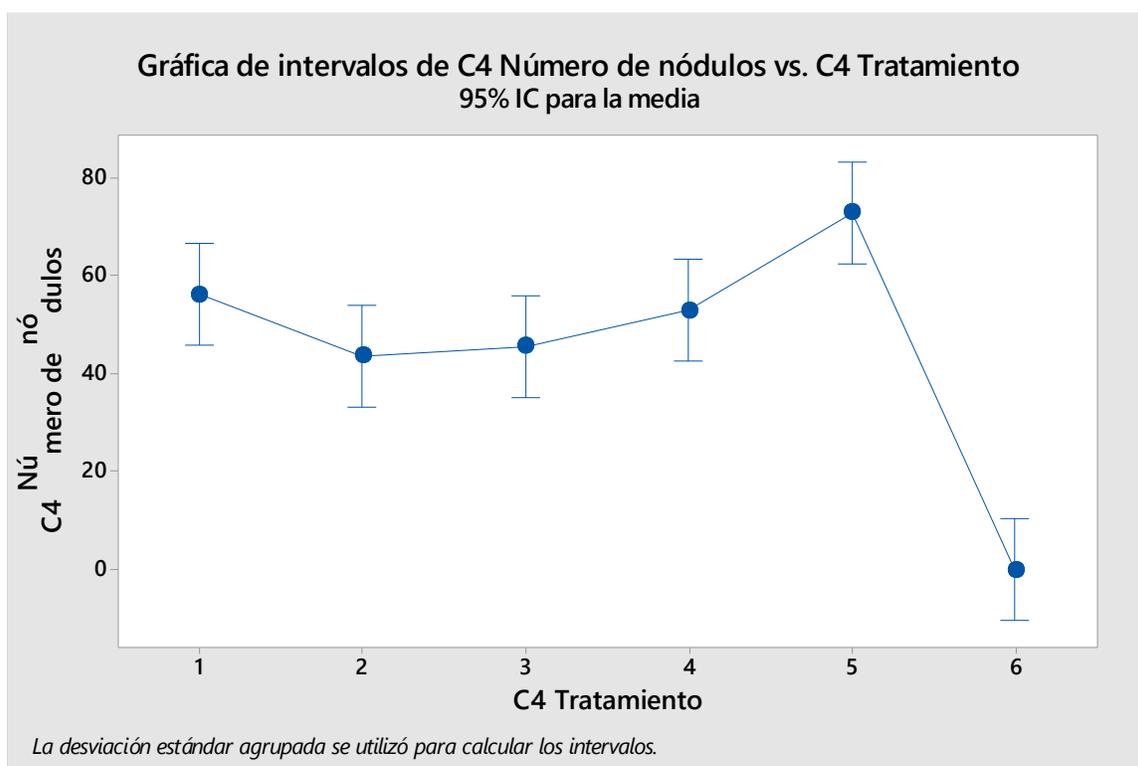


Ilustración 1 Gráfica de intervalos de C4 Número de nódulos vs. C4 Tratamiento.

Tabla de medias en el periodo de la evaluación del ensayo.

	Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Promedio
1	A. <i>Absinthium</i> nuevo	34.71	53.29	60.86	56.14	51.25
2	A. <i>Absinthium</i> viejo	41.71	41.0	56.57	43.71	45.75
3	A. <i>Iudoviciana</i> nuevo	28.86	50.0	47.4	45.57	42.96
4	A. <i>Iudoviciana</i> viejo	21.14	33.71	49.0	52.86	39.18
5	Blanco nematodos sin extracto	46.14	73.9	80.86	72.86	68.44
6	Blanco sin nematodos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Para el análisis ANOVA: Altura de plantas vs. Tratamiento. Los resultados muestran que se presenta diferencia estadística significativa, sin embargo, cabe hacer notar que el tratamiento con nematodos sin extracto presenta una media 12.30 cm más que el tratamiento 4, en relación al testigo si nematodos que tiene 7.94 cm de diferencia (Tabla 8 y figura 15).

Tratamiento	N	Media	Agrupación
5	168	64.29	A
6	168	56.35	A B
3	168	54.61	A B
2	168	54.40	A B
1	168	52.03	B
4	168	51.99	B

Tabla 8 ANOVA Altura de planta vs. Tratamiento. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

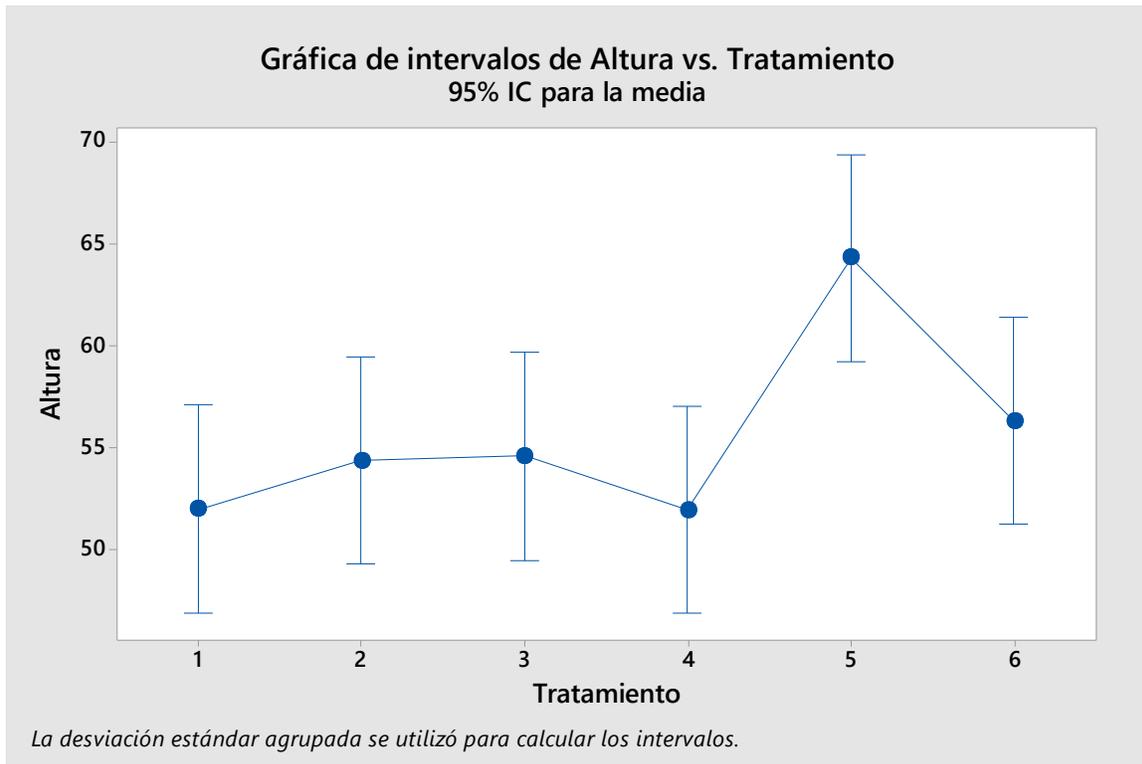


Figura 15 Grafica de Altura de planta vs. Tratamiento.

N. aberrans se ha reportado en tres municipios de Guanajuato asociados a los cultivos de zanahoria, tomate y chile, y tres municipios de Michoacán en los cultivos de jitomate y pepino, con daños superiores al 60% de agallamiento (Anselmo, et al 2012).

Para el análisis ANOVA: Altura de plantas vs. Fecha. La fecha Los resultados muestran que se presenta diferencia estadística significativa, lo cual muestra que en el transcurso del ensayo en diferentes fechas de evaluación se aprecia un crecimiento en toda la plantas a pesar de la diferencia del número de nódulos que presenta la raíz de cada planta (Tabla 9, Figura 16).

Fecha	N	Media	Agrupación
8	42	109.36	A
7	84	98.61	B
6	84	93.76	B
5	126	84.64	C
4	168	60.52	D
3	168	41.000	E
2	168	25.452	F
1	168	19.690	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 9 Altura de Planta vs. Tiempo

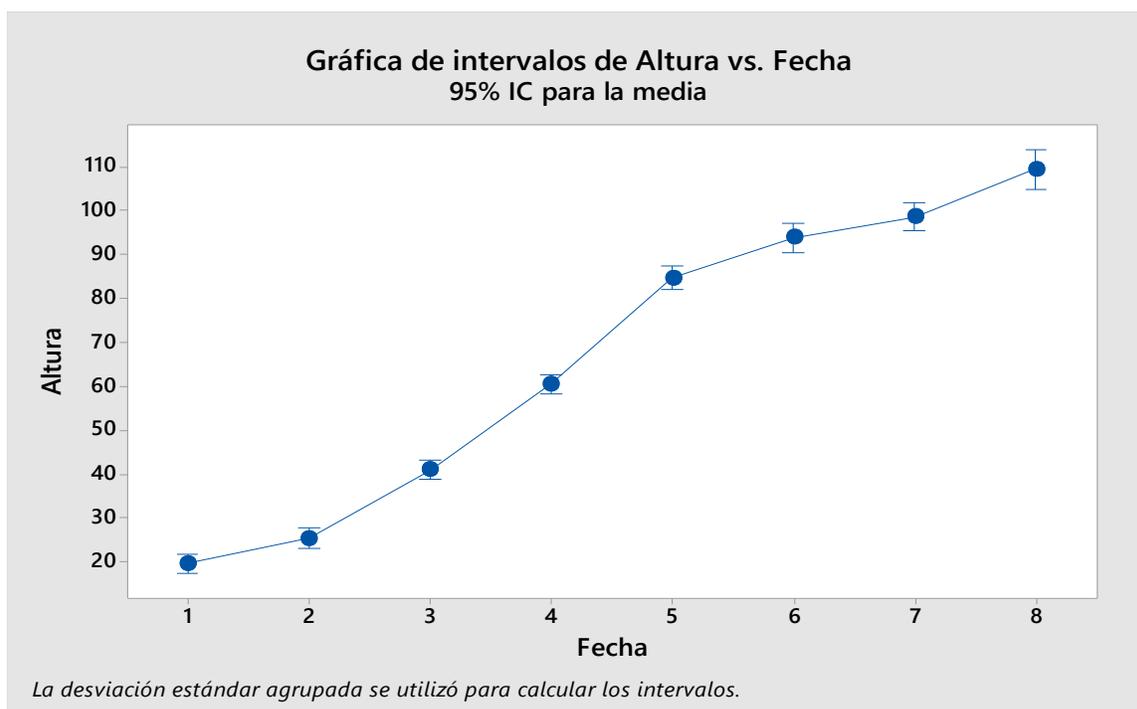


Figura 16 Altura de Planta vs. Tiempo.

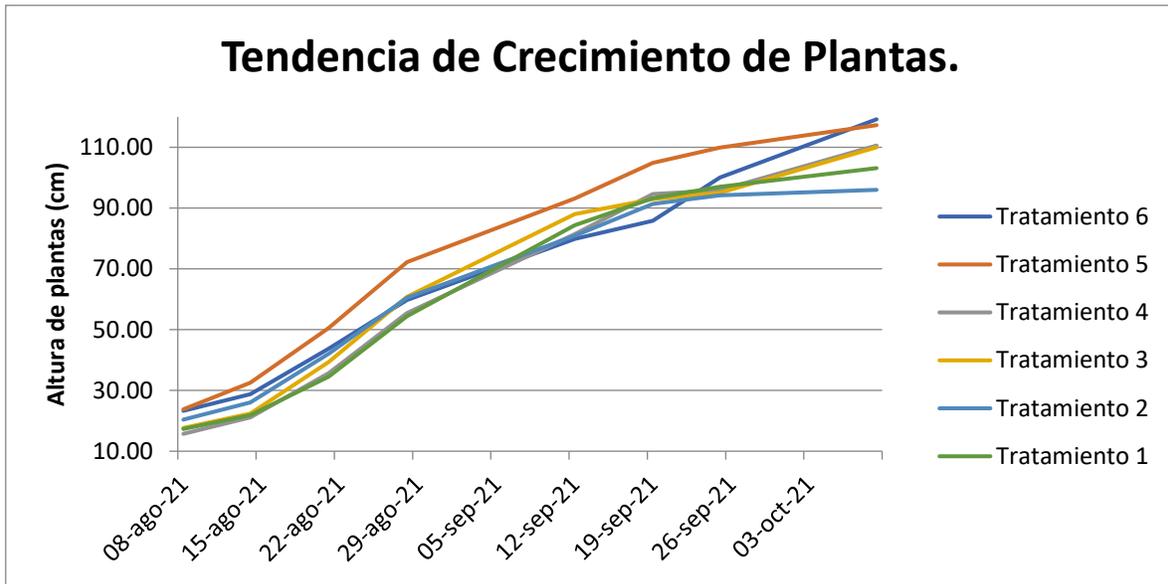


Figura 17 Crecimiento de plantas por Tratamiento vs. Tiempo.

Conclusiones.

Los resultados no muestran diferencia estadística significativa entre los tratamientos en relación al número de nódulos total, sin embargo, se presenta 823 más nódulos que representa el 43% en tratamiento 5 que en el tratamiento 4 que fue el extracto de *A. ludoviciana* viejo, donde se puede observar que el extracto de dicha planta es la que tiene mayor efecto. En conjunto existe diferencia entre el tratamiento blanco con nematodos y los demás tratamientos, es decir que los extractos funcionan para disminuir los nódulos en las raíces.

Es probable que el dejar los extractos en reposo por varios meses, ayude al manejo y control de los nematodos en suelo.

Con los resultados presentados, se muestra que existe un efecto de los extractos desde la primera aplicación.

Se puede considerar que existe un efecto de crecimiento en la altura de la planta ocasionado por *N. aberrans*. La altura que tiene el tratamiento 5 (Blanco con nematodos) comparado con el tratamiento 4 (Extracto de *A. Ludoviciana* viejo) presenta una diferencia de 12 cm.

Literatura citada:

- Cabrera-Hidalgo A. J. Valdovinos-Ponce, G. Marbán-Mendoza, N. Mora-Aguilera, G. Valadez-Moctezuma, E. (2012) *Nacobbus aberrans*: distribución, daño en cultivos y control en la región del bajo, México. Resúmenes de congreso Nematropica 42(2) pag. 363.
- Cortez-Hernández R.I., Pérez-Moreno J., Ayala-Escoba V., Silva-Valenzuela M., Zavaleta-Mejía E. (2019) Control biológico de *Nacobbus aberrans* mediante hongos antagonistas, Nematropica, 49(2).
- Clark, S. A. 1967. The development and life history of the false root-knot nematode, *Nacobbus serendipiticus*. Nematologica 13:91-101.
- Cristóbal-Alejo, J.; Mora-Aguilera, G.; Manzanilla-López, R. H.; Marbán-Mendoza, N.; Sánchez-García, P.; Cid Del Prado, V. I.; Evans, K. 2006. Epidemiology and Integrated control of *Nacobbus Aberrans* on Tomato in México. Nematology 8: 727-737.
- Damián, B. L. M., Salgado, G. R., Martínez, M. R. E. & Martínez, P. M. M. (2008). Antifungal Properties of Some Mexican Medicinal Plants. The Open Natural Products Journal 1: 27-33.
- De Paz, N. (2020) evaluación de un extracto hidroalcohólico de estafiate (*Artemisia ludoviciana nutt.*) sobre inhibición de eclosión de huevos del nematodo parásito *Haemonchus contortus*, tesis profesional Universidad Autónoma del Estado de México, 69 pp.
- Ezeta-Miranda, A. Vera-Montenegro, Y. Ávila-Acevedo, J.G. Álvarez-Mercado, J.M. Francisco-Márquez, G. (2016). In vitro fascioliscide activity of the raw extract of estafiate (*Artemisia ludoviciana nutt. spp mexicana*), Mexican Journal of Biotechnology, 1(1):177-183
- Flores-Camacho, R, Manzanilla-López, R, Cid del Prado-Vera, I, & Martínez-Garza, Á. (2007). Control de *Nacobbus aberrans* (Thorne) Thorne y Allen con *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Gams y Zare. Revista mexicana de fitopatología, 25(1), 26-34. Recuperado en 29 de junio de 2022, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092007000100004&lng=es&tlng=es.

- Franco J. 1994. Problemas de nematodos en la producción de papa en climas templados en la región andina. *Nematropica* 24, 179-195
- Inserra, R. N., Vovlas, N., Griffin, G. D. Anderson, J. L. 1983. Development of the false root-knot nematode, *Nacobbus aberrans*, on sugarbeet. *J Nematol* v.15(2).
- Julio L.F., González-Coloma A., Burillo J., Diaz C.E., Andres M.F. (2017) Nematicidal activity of the hydrolate byproduct from the semi industrial vapor pressure extraction of domesticated *Artemisia absinthium* against *Meloidogyne javanica*, *Crop Protection*, 94: 33-37.
- Manzanilla-López, M. A. Costilla, M. Doucet, J. Franco, R. N. Inserra, P. S. Lehman, I. Cid del Prado-Vera, R. M. Souza and K. Evans. The genus *nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: pratylenchidae): systematics, distribution, biology and management. *Nematropica*, 32 (2): 149-227.
- Marro N, Caccia M, Doucet M, Cabello M, Becerra A, Lax P. 2017. Mycorrhizas reduce tomato root penetration by false root-knot nematode *Nacobbus aberrans*, *Applied Soil Ecology* 124. https://www.researchgate.net/publication/321313998_Mycorrhizas_reduce_tomato_root_penetration_by_false_root-knot_nematode_Nacobbus_aberrans
- Odunayo Ayodeji Adewumi, Vijender Singh and Gunjan Singh (2020) Chemical composition, traditional uses and biological activities of *Artemisia* species. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5): 1124-1140.
- Otazu, V.; Hoops, R.; Caero, g.; Huaita, I. (1985). The false rootknot nematode of potatoes *Nacobbus aberrans*; its effect on yield and some aspects that favour its dissemination and prevalence in Bolivia. *Fitopatologia* 20 (2): 65-70.
- Ripodas, J. I., Garita, S., Ruscitti, M., & Arango, M. C. (2017). Tratamientos no convencionales para el control de *Nacobbus Aberrans* en acelga.

Investigación Joven, 4(2), 69. Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/4944>.

- Rzedowsky, J. & Calderón, G. (1997). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Familia Compositae. Fascículo 60. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán. 6-29.
- Velasco, R. (2014) Actividad toxica de doce especies vegetales del estado de Oaxaca contra *Nacobbus aberrans*. Tesis profesional Universidad del Mar. 89 pp.

Referencias Páginas Web.

- Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/nacobbus-aberrans>

Anexo

Fotografías de nematodos.

—



Figura 18 Raíz tamaño normal de Jitomate.



Figura 19 Hembra de Nacobbus.



Figura 20 Huevecillos de Nacobbus.



Figura 21 Juvenil de Nacobbus.



Figura 22 Planta con nódulos.



Figura 23 Estilete de Nacobbus.