

“Obtención de extracto de barbasco (*Thephrosia sinapou*), para su evaluación potencial como agente nematocida en tomate (*Cyphomandra betacea*)”



Rommel Rolando Fúel Ibujes
Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA)
Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Nuevo Campus, Av. Universitaria y Antisana
Tulcán- Ecuador
rommelf2178535@hotmail.com

Resumen

Debido a los altos costos de los nematocidas y sus efectos sobre el equilibrio de los ecosistemas terrestres y acuáticos se buscó una alternativa para su manejo, como fue evaluar el efecto de los extractos (etéreo, etanólico y acuoso) de raíz de barbasco (*Thephrosia sinapou*), en cuatro concentraciones para cada extracto determinadas en dosis letales (Alta, Media, Baja y Mínima), comparándolos con los testigos absoluto (agua), blanco (etanol) y químico (Rotenona) sobre el nemátodo agallador *Meloidogyne spp* en condiciones *in vitro*. Se aplicaron 5 mL de cada extracto sobre 20 larvas de *Meloidogyne spp*, depositadas en caja de Petri. Después de (6, 12, 24 y 48 h), se evaluó el efecto nematocida de los extractos bajo un diseño al azar. En los cuatro tiempos de exposición *in vitro*, los extractos etéreo con dosis letal alta de 41.67%, y el extracto etanólico con dosis letal alta de 44.01%, tuvieron un efecto nematocida entre 90 y 100% en 48 h, sin diferencias estadísticas significativas al testigo blanco que tuvo un efecto nematocida de 96% en 48 h, estos valores presentaron diferencia estadística al tiempo de exposición que tuvo el testigo químico con un efecto nematocida de 100% en 6 h; a su vez, estos tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas con el extracto acuoso con dosis letal alta de 0.14% , que presentó valores de mortalidad de 65% en 48 h, frente al testigo agua que tuvo valores menores de 10% de mortalidad. Se concluye que, el extracto etéreo y etanólico no ejercieron un efecto nematocida debido al similar efecto que produjo su testigo blanco; sin embargo el extracto acuoso ejerció un efecto nematocida de 65% en 48 h, efecto mayor a su testigo agua y menor al testigo químico (Rotenona).

Palabras claves; concentración, control, *Thephrosia sinapou*, nemátodos agalladores, nematocida.

SUMMARY.

Due to the high cost of nematicides and their effects on the balance of terrestrial and aquatic ecosystems an alternative for management sought, as was to evaluate the effect of extracts (ether, ethanol and aqueous) Root Mullein (*Thephrosia sinapou*), in four concentrations for each sample determined lethal doses (High, Medium, Low and Low), compared with the absolute white and chemical controls (water), (ethanol) (Rotenone) on the nematode *Meloidogyne spp* under *in vitro* conditions. 5 mL of each extract about 20 larvae of *Meloidogyne spp* deposited in a Petri dish were applied. After (6, 12, 24 and 48 h), the nematicide effect of the extracts on a random design was evaluated. Four times *in vitro* exposure, the ethereal extracts with high lethal dose of 41.67%, and the ethanol extract with high lethal dose of 44.01%, nematicide had a 90 to 100% in 48 hours, without significant statistical differences to White witness who had a nematicide effect of 96% in 48 h, these values showed statistical difference in exposure time was the chemical control with a nematicide effect of 100% in 6 h; These treatments had statistically significant differences with the aqueous extract with high lethal dose of 0.14%, which showed values of mortality from 65% in 48 h, compared to the control water had lower values of 10% mortality. We conclude that the ether and ethanol extract did not exert a nematicide effect due to the similar effect produced her white witness; however the aqueous extract exerted a nematicide effect of 65% in 48 h, higher than its control water and less than chemical control (Rotenone) effect.

Key words; concentration, control, *Thephrosia sinapou*, root-knot nematodes, nematicide.

INTRODUCCION

El cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae.*), es uno de los frutales con una excelente perspectiva comercial para el mercado nacional e internacional (Ramirez, 2009). Una de sus principales limitantes en su producción es el nemátodo agallador *Meloidogyne spp.* (Cantuña, 2013). Este tipo de nemátodos genera pérdidas de alrededor de un 20 % en la producción (Lopez, 2009), y con un estimado de \$500.00 millones invertidos para el control de este nemátodo (Farban & Zambrano, 2010).

El nemátodo agallador *Meloidogyne spp.*, invade la raíz de su hospedero y penetra en el interior del tejido vascular vegetal (raíz de tomate), produce cambios fisiológicos y morfológicos que impiden a la planta la absorción de agua y nutrientes esenciales para su normal desarrollo (Sandoval & Lomas, 2007). En Ecuador el método de control más utilizado es el uso de nematicidas químicos, que además de costosos son altamente tóxicos (Lopez, 2009). Esto indica la importancia de la investigación de extractos vegetales, con criterios ecológicos y económicos, que desarrollen un control con efecto nematicida o nemostático.

En el reino vegetal se producen metabolitos como fenoles, terpenoides

alcaloides, acetilenos, ácidos carboxílicos, ácidos grasos, entre otros, con propiedades insecticidas, acaricidas y nematicidas (Naveda, 2010). El uso de solventes orgánicos como agua, alcohol, éter etílico, aceites cetonas y benceno, permite aprovechar estos metabolitos mediante técnicas tradicionales y no tradicionales de extracción (Sharapin, 2000).

Los extractos botánicos que han sido reportados con propiedad nematicida son; *M. acuminata* y *M. balbisiana* (Arboleda, Guzman, & Mejia, 2012), *Phaseolus vulgaris* (Parada & Guzman, 1997), *Quassia amara* y *Brugmancia suaveolens* (Salazar & Guzman, 2014) *Choenocaulon officinale* (Vinueza, 2006) y *Ricinus communis L.* (Arboleda, Guzman, & Mejia, 2012). Esto confirma la diversidad de investigaciones para encontrar principios activos con acción selectiva dentro de cada clase de plaga, cuyos tejidos vegetales a utilizar provengan de recursos renovables naturales. En este sentido, el objetivo de este estudio fue el de evaluar *in vitro* la posible acción nematicida de los extractos (etéreo, etanólico y acuoso) de raíz de barbasco *Thephrosia sinapou* sobre el nemátodo agallador *Meloidogyne spp.*, considerado como el género más importante en Ecuador, ya que afecta a un sin número de cultivos tanto de ciclo corto como perennes.

Materiales y Métodos

Ubicación

La obtención de los extractos; etéreo, etanólico y acuoso de barbasco se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Así mismo, la evaluación del efecto de estos extractos sobre el nemátodo agallador *Meloidogyne spp*, presente en la raíz de *Cyphomandra betaceae*, se realizó en el laboratorio de Nematología de la Agencia Ecuatoriana de Calidad del Agro- AGROCALIDAD.

Material Vegetal

Para el ensayo se utilizó el tejido vegetal raíz de barbasco (*Thephrosia sinapou*), las cuales se recolectaron en la comunidad de Quinshull ubicada al nor-occidente de la Provincia del Carchi, cantón Tulcán, Parroquia de Maldonado a una altitud 2000 msnm, con precipitación anual entre los 1000 y 2000 milímetros, registrando una temperatura media anual entre 12 y 18°C.

Preparación de los extractos (etéreo, etanólico y acuoso) de raíz de barbasco *Thephrosia sinapou*

Los extractos (etéreo y etanólico) de la raíz de barbasco se prepararon utilizando solventes orgánicos de polaridad creciente (éter al 100 % y etanol al 96%), se pesó 50 g de raíz pulverizada de barbasco, y se adicionó

350 mL del primer solvente (éter al 100%) en un matraz erlenmeyer herméticamente sellado, previo a una agitación de 60 minutos se dejó en maceración por periodos continuos de 24 horas hasta el agotamiento total del tejido, trascurrido el tiempo de maceración se procedió a filtrar y su contenido se etiquetó y se guardó en un lugar fresco y oscuro a 4 °C, para su posterior rotaevaporación. En el mismo material vegetal utilizado en la primera maceración, se procedió a colocar 350 mL de (etanol al 96%) en un recipiente de vidrio herméticamente sellado, previo a una agitación continua de 60 minutos, luego se dejó en maceración por periodos continuos de 24 horas hasta el agotamiento total del tejido vegetal, trascurrido el tiempo de macerado se procedió a filtrar, luego se etiquetó y se guardó en un lugar fresco y oscuro a 4 °C, para su posterior rotaevaporación. Las soluciones etéreas y etanólica obtenidas después del proceso de maceración y filtrado, se llevaron a un proceso de rotaevaporación a (34- 78 °C) respectivamente, se trasvasó en frascos color ámbar, se etiquetó y se guardó en un lugar fresco y oscuro a 4°C, para su posterior aplicación como nematocida *in vitro*

Para la obtención del extracto acuoso de raíz de barbasco, se procedió trocear la raíces frescas en trozos de 1- 2 cm, utilizando tijeras de podar, se pesó 50 g de raíz y se adicionó 350 ml de agua destilada en frascos de vidrio

herméticamente sellado, seguidamente se dejó reposar por un periodo de tiempo de 48 horas para luego proceder a licuar el macerado utilizando una licuadora Osterizer, modelo 565-15, luego se filtró utilizando un colador y se llevó a un proceso de rotavaporado para concentrar el extracto e inactivar enzimas que puedan producir algún tipo de fermentación, luego se trasvasó, etiquetó y se guardó en un lugar fresco y oscuro a 4°C, para su posterior aplicación como nematocida *in vitro*.

A cada dosis letal perteneciente a los extractos; etéreo, etanólico y acuoso de raíz de barbasco, se le evaluó el punto de acidez (pH) para descartar mortalidad de los nemátodos por esta condición.

Obtención del Inóculo de *Meloidogyne spp*, presente en *Cyphomandra betaceae*

Los nemátodos se extrajeron del sistema radical de plantas de tomate de árbol *Cyphomandra betacea*, provenientes de la provincia del Carchi. La extracción se la realizó en el laboratorio de Nematología de la Agencia Ecuatoriana de Calidad del Agro- AGROCALIDAD, basados en el principio de licuado con hipoclorito de sodio al 5% (Meredith, 1973; Araya et al 1995).

El procedimiento se lo realizó de la siguiente manera: las raíces se lavaron con agua corriente, después se pesaron 10 g de ella en una balanza de dos

platos y con la ayuda de tijeras se cortaron transversalmente trozos de raíces de 1cm, que luego se homogenizaron. Estos trozos se colocaron dentro del vaso de una licuadora Osterizer, modelo 565-15, con 100 mL de agua y 2 cc de hipoclorito de sodio al 5% y luego se licuaron a alta velocidad por 30 seg.

La solución del licuado fue depositado en un tamiz de 63 μm el cual estaba colocado sobre un tamiz de 38 μm . La muestra se lavó con agua a presión para que hubiera desprendimiento de los nemátodos, y del material que quedaba en el tamiz de 38 μm , luego se depositó 50 mL de su contenido en un matraz Erlenmeyer de 100 mL para su posterior verificación y captura.

Obtención de las concentraciones de los extractos (etéreo, etanólico y acuoso) de raíz de barbasco (*Thephrosia sinapou*).

Los extractos de raíces (etéreo, etanólico y acuoso), fueron evaluados en cuatro concentraciones (41.67 %, 31.25%, 20.83% y 10.42%) para el extracto etéreo; (44%, 33%, 22% y 11%) para el extracto etanólico; y de (0,14%, 0,10%, 0,07%, 0,03%) para el extracto acuoso. Cada una de las concentraciones fueron consideradas como dosis letales de poder nematocida (Alto, Medio, Bajo y Mínimo) sobre larvas J2 de *Meloidogyne spp* en condiciones *in vitro*,

La dosis letal más alta para los extractos; etéreo, etanólico y acuoso fue la misma solución madre. Para obtener la solución madre de los extractos etéreos y el etanólico tuvieron que ser disueltos con el solvente (etanol) debido a que presentaron una escasa y mediana solubilidad con el agua destilada. A diferencia del extracto acuoso que presentó una total solubilidad. Las diferentes dosis fueron trasvasadas y etiquetadas en frascos de color ámbar ubicadas en un lugar fresco y oscuro a 4 °C en el refrigerador. Para obtener las dosis letales medias, bajas y mínimas, las soluciones madres de cada uno de los extractos fueron diluidas en agua destilada.

Estandarización de la dosis del insecticida “Rotenona”, aplicada sobre los nemátodos

En ensayos previos al establecimiento de esta área de investigación, se aplicó la dosis del producto químico “Rotenona” recomendada por la etiqueta del producto químico el cual era de 330 ppm, pero esta dosis tenía un efecto nematicida mínimo de 0.1% sobre *Meloidogyne spp*, a las 48 horas después de ser aplicado, tiempo en el cual los extractos; etéreo, etanólico y acuoso de raíz de barbasco mostraron un efecto nematicida, razón por la cual se aumentó la dosis de Rotenona a 1680 ppm (datos no mostrados), donde se obtuvo una mortalidad del 100%, para poder hacer una comparación de su

efecto nematicida a las 48 horas acorde con el efecto nematicida de los extractos; etéreo, etanólico y acuoso.

Evaluación de los extractos (etéreo, etanólico y acuoso) de raíz de barbasco *Thephrosia sinapou* sobre *Meloidogyne spp*.

En cuatro cajas de Petri pequeñas de 5 cm de diámetro x 1 cm de alto, se colocaron, 5 mL del extracto (etéreo, etanólico y acuoso) de raíz de barbasco en dosis letales (Alta, Media, Baja y Mínima), adicionalmente se colocaron 20 larvas J2 perteneciente al género *Meloidogyne spp* presentes en el extracto de raíz de *Cyphomandra betacea*, utilizando un pincel #01. Este mismo procedimiento, se realizó con el testigo químico (Rotenona) testigo blanco (etanol) y el testigo absoluto (Agua destilada). Por cada concentración se tuvieron 4 repeticiones en 4 tiempos diferentes (6, 12, 24 y 48 horas) con sus respectivos testigos (químico, blanco y agua).

Después de (6, 12, 24 y 48 horas) de estar expuestos los nemátodos a los diferentes tratamientos, en cada caja de Petri, se evaluó el número de larvas J2 de *Meloidogyne spp* muertas (efecto nematicida). Después de evaluar esta variable, los nemátodos se colocaron en agua destilada durante 24 horas, y luego se evaluó el número de larvas vivas después de ser expuestas a la acción del agua destilada. La diferencia entre el porcentaje de larvas inactivas obtenidas

en las primeras lecturas (6, 12, 24 y 48 horas), y el porcentaje de larvas muertas en la segunda lectura (24 horas) permitió calcular el efecto nemostático.

Para evaluar el efecto nemostático, las larvas J2 de *Meloidogyne spp* obtenidos de la raíz de *Cyphomandra betacea*, se pasaron a un tamiz de 25 μm y se les lavó los extractos con agua destilada usando una piceta y se volvieron a pasar con agua destilada a las cajas de Petri debidamente marcadas. Las larvas se observaron bajo un estereomicroscopio marca LW Scientific, se cuantificaron y clasificaron en móviles e inmóviles, los inmóviles se diferenciaron por su aspecto rectilíneo y por no responder al ser estimulado con una pestaña.

Para determinar si las larvas fueron destruidas por la acción de alguno de los extractos; etéreo, etanólico y acuoso, de raíz de barbasco, en cualquiera de sus concentraciones o por el testigo químico, blanco o el agua, se determinó la diferencia entre el número de larvas móviles presentes por unidad experimental (cajas de Petri) antes y después de ser expuestas a la acción de los tratamientos (6, 12, 24 y 48 horas), y después de estar expuestas por 24 horas al Agua destilada.

Análisis Estadístico

Para cada extracto ; etéreo, etanólico y acuoso) de raíz de barbasco, se estimó

el promedio y la variación con la variable mortalidad de larvas J2 del género *Meloidogyne spp*, presentes en la raíz de *Cyphomandra betacea*, bajo un diseño completamente al azar. Cuando el análisis de varianza mostró diferencia de tratamientos en las variables evaluadas se aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis estadísticos mediante la prueba de Tukey al 5%, permitieron determinar que existe una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la obtención de extracto de raíz de barbasco (*Thephrosia sinapou*) (Cuadro 1).

Cuadro 1: Prueba de significación Tukey al 5% para el rendimiento de los diferentes extractos utilizados en los diferentes tratamientos.

RENDIMIENTO EN CADA EXTRACTO	MEDIAS	RANGOS
EXTRACTO ACUOSO	0,83	A
EXTRACTO ETEREO	2,05	B
EXTRACTO ETANOLICO	2,56	C

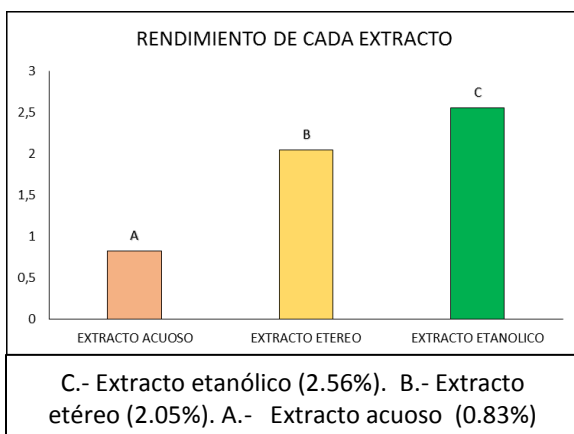
Medias = % de rendimiento
Rangos = C; mayor B; medio y A; mínimo

Elaboración: Fúel R. (2015).

El mejor rendimiento lo presentó el extracto etanólico con un 2,56% de extracto blando; frente al extracto etéreo con un porcentaje de 2,05% de extracto seco. Los anteriores rendimientos presentaron una diferencia estadística mayor al extracto acuoso que presentó un porcentaje de 0,83% de extracto

fluido, considerado el valor más bajo en con respecto a los demás tratamientos. (Gráfica 1).

Gráfica 1: Rendimiento en la obtención de los extractos; etéreo, etanólico y acuoso.



Elaboración: Fuel R. (2015).

En el análisis de varianza cuadro 2, se observa que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos y bloques (% concentración, y Tiempo de exposición) a nivel del porcentaje de mortalidad (efecto Nematicida), El coeficiente de variación, en esta medición, es 2,40%, con un promedio del experimento del 72,87%.

Cuadro 2: ADEVA para el análisis del efecto Nematicida de los extractos (etéreo, etanólico y acuoso).

F.V.	GL	SC	CM	F	F.TAB 5%	F.TAB 1%
Total	203	115147.43	567.2287192			
TRATAMIENTOS	50	114678.68	2293.5736	3.64	1,4382 ns	1,6582 ns
EXTRACTO	2	72790.89	36395.445	57.69	3,0588 ns	4,7476 ns
% CONCENTRACION	3	15419.14	5139.713333	8.15	2,6594 ns	3,9082 ns
TIEMPO	3	2685.81	895.27	1.42	2,6594*	3,9082**
EXTRACTO*% CONCENTRACION	6	1941.41	323.5683333	0.51	2,1588*	2,9182**
EXTRACTO*TIEMPO	6	637.24	106.2066667	0.17	2,1588*	2,9182**
% CONCENTRACION*TIEMPO	9	272.01	30.22333333	0.05	1,9394*	2,5282**
EXTRACTO*% CONCENTRACION*TIEMPO	18	497.14	27.61888889	0.04	3,8994*	6,8097**
TRATAMIENTOS QUIMICOS VS TRATAMIENTO ABSOLUTO	1	19551.04	19551.04	30.99	3,8994 ns	6,8097 ns
TRATAMIENTO QUIMICO BLANCO VS TRATAMIENTO QUIMICO	1	253.13	253.13	0.40	3,8994*	6,8097**
TESTIGOS VS RESTO	1	630.89	630.89			
ERROR	153	431.25				
CV		2.40%				
X		72.87%				

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

Elaboración: Fuel R. (2015).

Elaboración: Fúel R. (2015).

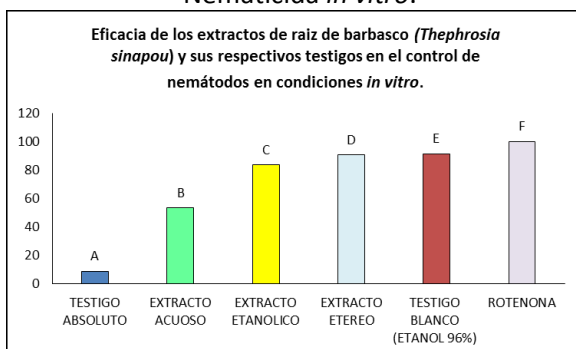
En el cuadro 3, se observa los niveles de mortalidad más altos, siendo el testigo químico (Rotenona), con 100% de mortalidad, seguidamente el testigo blanco (etanol), con un índice de mortalidad de 91.25%, significativamente similar al que presentó el extracto etéreo con un efecto nematocida de 90.55%, diferencia significativa frente al extracto etanólico con 83.52% de mortalidad de nemátodos fitoparasíticos, cuyo efecto fue estadísticamente superior al extracto acuoso que presentó una mortalidad de 53.44%. Los valores anteriores son estadísticamente superiores al que presentó el testigo absoluto (agua destilada) con un índice bajo de mortalidad de 8.75% (Gráfica 2).

Cuadro 3: Prueba de significación Tukey al 5% para el tipo de Extracto.

TIPO DE EXTRACTO	MEDIAS	RANGOS
TESTIGO ABSOLUTO	8,75	A
EXTRACTO ACUOSO	53,44	B
EXTRACTO ETANOLICO	83,52	C
EXTRACTO ETEREO	90,55	D
TESTIGO BLANCO (ETANOL 96%)	91,25	E
ROTENONA	100	F

Elaboración: Fúel R. (2015).

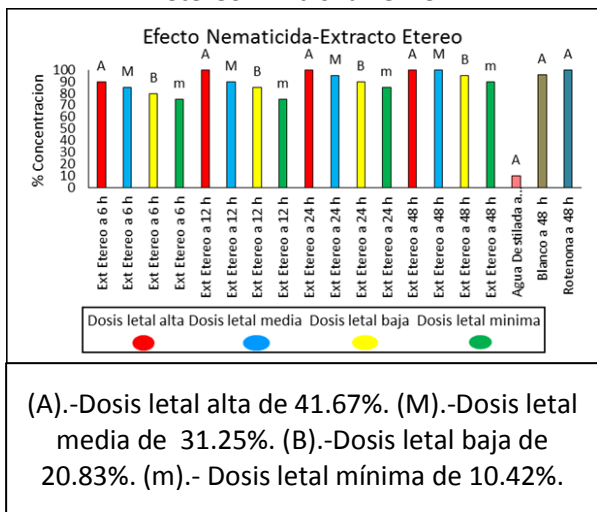
Gráfica 2: Tipos de extractos, con sus respectivos testigos, utilizados para evaluar el efecto Nematocida *in vitro*.



(F).- Rotenona 100%. (E).-T. Blanco 91.25%. (D).- Extracto etéreo 90.55%. (C).- Extracto etanólico 83.52%. (B).- Extracto acuoso 53.44%. (A).- T. Absoluto 8.75%

La Gráfica 3, evidencia un efecto nematocida de 100% con DLA, entre (12 a 48 h) de exposición, similar efecto tuvo la DLM a las 48 h, conjuntamente con el testigo químico (Rotenona), que presentó un efecto nematocida mayor de 100 %, entre (6 a 48 h), seguido del testigo blanco (etanol), que tuvo una mortalidad de 96%, en 48 h, este valor es similar al efecto nematocida que presentó la DLM y DLB de 95% entre (24 a 48 h); sin embargo, se evidenció una mortalidad menor de 90%, para la (DLA, DLM, DLB y DLm) en (6, 12, 24 y 48 h), respectivamente. Posteriormente se evidencia una mortalidad de 85% con (DLM, DLB y DLm) en (6, 12 y 24 h), respectivamente. Un efecto nematocida menor de 80%, se evidenció con la DLB en 6h de exposición *in vitro*, frente al 75% de la DLm entre (6 a 12h) de estar expuestos los nemátodos al extracto. Los anteriores tratamientos presentan una diferencia estadística superior a la del testigo absoluto (agua destilada) que tuvo una mortalidad muy reducida como nematocida de 10%.

Gráfica 3: Efecto nematicida en el extracto etéreo *in vitro* a 23 ° C

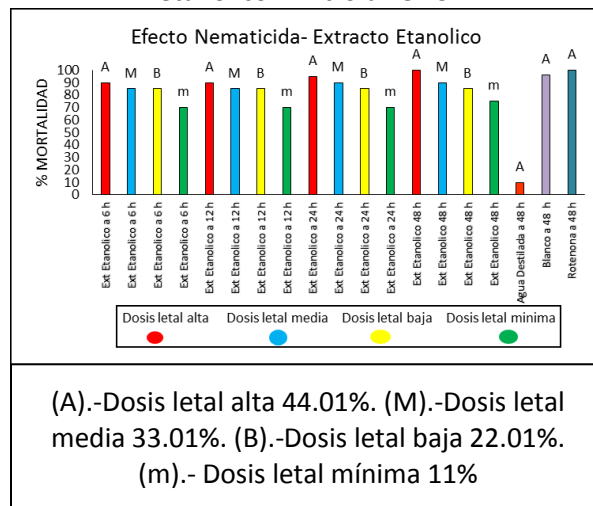


Elaboración: Fuel R. (2015).

En la Gráfica 4, se evidencia una mortalidad de 100% con DLA en 48 h de exposición *in vitro*, similar efecto nematicida se evidenció con el testigo químico (Rotenona), similar efecto nematicida de 96% tuvo el testigo blanco (etanol) en 48h, cuyo efecto nematicida es significativamente similar el que presentó la DLA en 24 h, con 95% de mortalidad; sin embargo, los anteriores valores son estadísticamente mayores al 90% de mortalidad, que demostró la DLA entre (6 a 12h), similar efecto nematicida presentó la DLM entre (24 a 48 h) de exposición *in vitro*, estos valores presentan una diferencia estadística mayor frente al 85% de mortalidad que tuvo la DLM entre (6 a

12 h) y la DLB entre (6 a 24), de estar expuestos al producto, con diferencia significativa al efecto nematicida de 75%, en 48 h de exposición, que produjo la DLM. Los anteriores tratamientos presentan una mortalidad estadística superior frente al 70% que presentó la DLM entre (6 a 24h), de exposición en condiciones *in vitro*. A diferencia del testigo absoluto (agua destilada) que obtuvo una eficiencia muy reducida como nematicida de 10%, frente a los demás tratamientos. (Grafico 4).

Gráfica 4: Efecto nematicida en el extracto etanólico *in vitro* a 23 ° C



Elaboración: Fuel R. (2015).

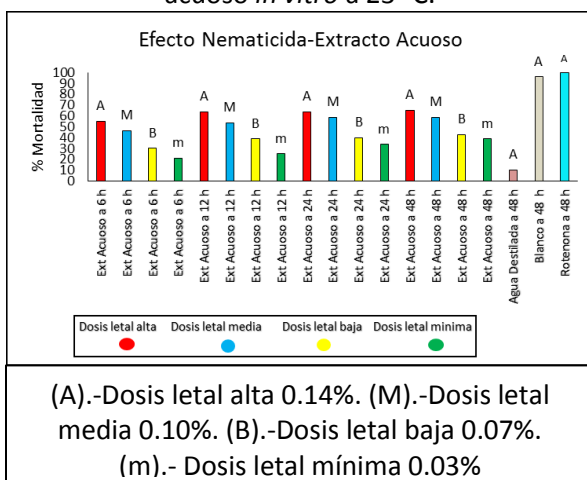
La Grafica 5, demuestra el efecto nematicida que tuvo el testigo químico (Rotenona) con 100% de mortalidad entre (6 a 48 h), similar al del testigo absoluto (etanol), con 96% de mortalidad en 48 h de estar expuestos al producto. Posteriormente la DLA acuosa, tuvo un

efecto nematocida de 65% en 48 h, y 63.75% entre (12 a 24h) de exposición *in vitro*, con efecto nematocida menor de 58.75% , presentó la DLM entre (24 a 48 h), con diferencia estadística de 55% de mortalidad, tuvo la DLA en 6 h, similar efecto nematocida tuvo la DLM, con 53.75% de mortalidad en 12h, frente al 46.25% de mortalidad que tuvo la DLM en 6 h, efecto nematocida superior al 42.5% que evidenció la DLB en 48 h, cuyo efecto nematocida similar presentó la DLB con 40% de mortalidad en 24h. Estos valores son estadísticamente superiores al 38.75%, que presentó la DLB en 12h, y la DLM en 48 h, valores superiores frente al efecto nematocida de 33.75% de la DLM en 24h, seguido de la DLB con 30% en 6 h, y la DLM de 25% en 12 h , finalizando con un efecto nematocida de 21.25% en 6h frente al testigo absoluto (agua destilada) que obtuvo una eficiencia muy reducida como nematocida de 10%, con respecto a los anteriores tratamientos.

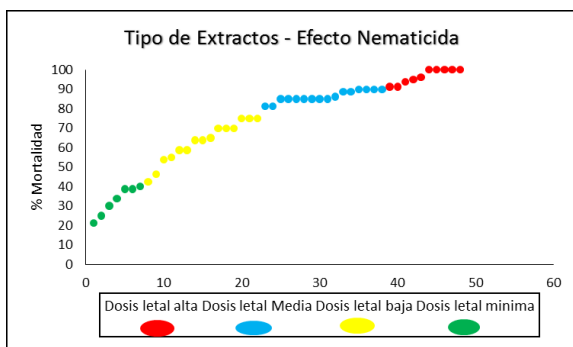
Elaboración: Fúel R. (2015).

En la Gráfica 6, se demuestra que el testigo químico (Rotenona) presentó el mayor efecto nematocida de 100% entre (6 a 48 h), cuya mortalidad es similar a la que presentó la DLA etérea entre (24 a 48 h), además de la DLA etanólica y DLM etérea en 48h de exposición *in vitro*, con escasa diferencia estadística al que presentó el testigo blanco (etanol) de 96% de mortalidad en 48 h, similar efecto nematocida de 95% tuvo la DLA etanólica en 24 h y (DLM y DLB) etéreas entre (24 a 48 h), frente a 90% de mortalidad de la DLA etérea y DLA etanólica en 6h de exposición *in vitro*, efecto nematocida que aumentó con la DLA etanólica y DLM etérea en 12 h, seguida de la DLM etanólica y DLB etérea en 24 h, terminando con la DLM etanólica y DLM etérea en 48 h de exposición *in vitro*. Posteriormente se evidenció una mortalidad de 85% para la DLM etérea y (DLM y DLB) etanólicas en 6 h, cuyo efecto nematocida aumentó a las 12 h con la DLB etérea y DLM, DLB etanólica, seguido de la DLM etérea en 24h, finalizando con la DLB etanólica entre (24 a 48 h), con diferencia estadística significativa mayor al 80% que presento la DLB etérea en 6 h, frente a un 75% de mortalidad que demostró la DLM etérea entre (6 a 12h) y DLM etanólica en 48 h de exposición *in vitro*, frente al 70% de mortalidad que tuvo la DLM etanólica entre (6 a 24 h) de exposición *in vitro*.

Gráfica 5: Efecto nematocida en el extracto acuoso *in vitro* a 23 °C.



Gráfica 6: Efecto Nematicida de cada extracto



Elaboración: Fuel R. (2015).

Los anteriores valores Grafica 6, son significativamente mayores, frente a la DLA acuosa, que tuvo un efecto nematicida de 65% en 48 h, y 63.75% entre (12 a 24h) de exposición *in vitro*, con efecto nematicida menor de 58.75% , presentó la DLM entre (24 a 48 h), con diferencia estadística de 55% de mortalidad, tuvo la DLA en 6 h, similar efecto nematicida tuvo la DLM, con 53.75% de mortalidad en 12h, frente al 46.25% de mortalidad que tuvo la DLM en 6 h, efecto nematicida superior al 42.5% que evidenció la DLB en 48 h, cuyo efecto nematicida similar presentó la DLB con 40% de mortalidad en 24 h . Estos valores son estadísticamente superiores al 38.75%, que presentó la DLB en 12h, y la DLM en 48 h, valores superiores frente al efecto nematicida de 33.75% de la DLM en 24h, seguido de la DLB con 30% en 6 h, y la DLM de

25% en 12 h, finalizando con un efecto nematicida de 21.25% en 6h frente al testigo absoluto (agua destilada) que obtuvo una eficiencia muy reducida como nematicida de 10%, con respecto a los anteriores tratamientos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- A nivel de laboratorio el mejor rendimiento de obtención de extracto a partir de la raíz de barbasco (*Thephrosia sinapou*), mediante extracciones simultaneas y continuas, se presentó en la extracción etanólica con 2.56 %, seguido de la extracción etérea con 2.05%, finalizando en el rendimiento más bajo para la extracción acuosa de 0.83%.
- Entre los diferentes tratamientos el mejor resultado como agente nematicida, lo presentó el testigo químico (Rotenona) con un porcentaje de 100% en las primeras 6 h de exposición con diferencia estadística en el tiempo de exposición respecto al testigo blanco (etanol), con 96% en 48h de mortalidad, similar resultado estadístico presentaron los extractos etéreo y etanólico.
- Los extractos etéreo y etanólico no poseen un efecto nematicida sobre las larvas de *Meloidogyne spp*, debido a que su solvente y testigo (etanol), presentó

estadísticamente un efecto nematocida similar.

- El extracto acuoso tuvo una mortalidad baja de 65% con respecto al resto de tratamientos, con una diferencia estadística superior a la presentada por el testigo absoluto (agua destilada) que fue de 10%.
- Se concluye que el extracto acuoso de raíz de barbasco (*Thephrosia sinapou*), tiene propiedades nematocidas convirtiéndose en una alternativa promisoriosa que debe ser validada con condiciones en campo dentro de un manejo integrado de *Meloidogyne spp*, posibilitándole a los agricultores producir estos productos en sus fincas de una forma económica y viable, aprovechando sus recursos y al mismo tiempo generando una agricultura respetuosa con el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA:

- Arboleda, F., Guzman, A., & Mejia, L. (2012). Efecto de extractos cetonicos de higuierilla sobre el nematodo barrenador en condiciones in vitro. *Luna Azul*, 4.
- Cantuña, N. (2013). *Deteccion e Identificacion del nematodo formador de agallas Meloidogyne spp mediante la tecnica*
- PCR. Sangolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Farban, D., & Zambrano, M. (2010). *Plan de negocio para comercializar el tomate de arbol desde el Ecuador hacia los Estados Unidos de Norte America*. Manta: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi.
- Lopez, I. (2009). *Control de nematodos Meloidogyne spp en viveros de cafe mediante el hongo Paecilomyces lilacinus*. Universitaria: Universidad de El Salvador.
- Naveda, F. (2010). *Establecimiento de un proceso de obtencion de extracto de Ruda con alto contenido de polifeniles*. Quito: Universidad Politecnica Nacional.
- Parada, R., & Guzman, R. (1997). Evaluacion de extractos botanicos contra el nematodo *Meloidogyne incognita* en frijol . *Agronomia Mesoamericana*, 108-114. |
- Ramirez, T. (2009). Perfil de tomate de arbol . *Centro de Informacion e Inteligenacia Comercial*, 2-3.
- Salazar, W., & Guzman, T. (2014). Efecto nematocida de extractos de Quassia amara y Brugmancia suaveolens sobre *Meloidogyne sp*, asociado al tomate en Nicaragua. *Agronomia Mesoamericana*, 111-119.
- Sandoval, A., & Lomas, L. (2007). *Incidencia severidad rango de hospederos y especies del nematodo del rosario en el valle del chota*. Ibarra: Universidad Tecnica del Norte.

Repositorio del Centro de Investigación,
Transferencia Tecnológica y Emprendimiento (CITTE)
Artículo Investigación Código: (CI-01-2011-)