

## Utilización de extractos vegetales sobre el nemátodo de las agallas (*meloidogyne* spp.) en variedades de zanahoria (*daucus carota* l.)

Rocio Celeste Mora de Giacomi

[rochyysapy@gmail.com](mailto:rochyysapy@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-1910-0127>

Universidad Nacional de Concepción

Ruth Esther Pistilli de Franco

[ruthpistilli@hotmail.com](mailto:ruthpistilli@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-1946-617X>

Universidad Nacional de Concepción

Carlos Alberto Mongelós Barrios

[carlos526mongelos@hotmail.com](mailto:carlos526mongelos@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-4011-2958>

Universidad Nacional de Concepción

Concepción-Paraguay

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes extractos vegetales y biofertilizantes sobre el nemátodo agallador en el cultivo de zanahoria. El experimento fue realizado en la localidad de Panchito López, situado a 7 km de la ciudad de Concepción, utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar dispuesto en parcelas subdivididas con seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo el factor A variedades (Nantes y Brasilia) y el factor B extractos y biofertilizantes. Las determinaciones evaluadas fueron: número de agallas en las raíces, grado de infestación del suelo por el nematodo, longitud de la raíz principal y masa fresca de la raíz principal. Se compararon los resultados de cada determinación mediante el análisis de varianza. Con base a los resultados obtenidos se concluye que: para la determinación número de agallas en las raíces y grado de infestación los mejores resultados se obtuvieron con Bio 2, Bio 1 y Tagetes siendo la infestación ligera, para longitud de la raíz principal el uso de extractos de Tártago y Ruda arrojaron los mejores resultados, mientras que para la masa fresca de la raíz se obtuvo mayor peso con extractos de Ruda, Tagetes y Bio 1. En todas las determinaciones evaluadas la variedad Nantes tuvo un mejor comportamiento agronómico.

**Palabras clave:** biofertilizantes; *daucus carota* l.; extractos vegetales; *meloidogyne* spp.

Correspondencia: [rochyysapy@gmail.com](mailto:rochyysapy@gmail.com)

Artículo recibido: 16 mayo 2022. Aceptado para publicación: 30 mayo 2022.

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Como citar: Mora de Giacomi, R. C., Pistilli de Franco, R. E., & Mongelós Barrios, C. A. (2022) Utilización de extractos vegetales sobre el nemátodo de las agallas (*meloidogyne* spp.) en variedades de zanahoria (*daucus carota* l.). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 4094-4111. DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i3.2528](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2528)

## Use of vegetable extracts on the agemas nematode (*meloidogyne* spp.) in carrot varieties (*daucus carota* l.)

### ABSTRACT

The objective of the following work was to evaluate the effect of different plant extracts and biofertilizers on root-knot nematode in carrot cultivation. The experiment was carried out in the town of Panchito López, located 7 km from the city of Concepción, using the experimental design of complete random blocks arranged in subdivided plots with six treatments and four repetitions, the factor A being varieties (Nantes and Brasilia) and factor B extracts and biofertilizers. The evaluated determinations were: number of galls on the roots, degree of infestation of the soil by the nematode, length of the main root and fresh mass of the main root. The results of each determination were compared by analysis of variance. Based on the results obtained, it is concluded that: for the determination of the number of galls in the roots and the degree of infestation, the best results were obtained with Bio 2, Bio 1 and Tagetes, the infestation being light, for the length of the main root the use of Tártago and Ruda extracts yielded the best results, while for the fresh mass of the root a greater weight was obtained with a Ruda, Tagetes and Bio 1. In all the evaluated determinations, the Nantes variety had a better agronomic performance.

**Keywords:** biofertilizers; *daucus carota* l, plant extracts; *meloidogyne* spp.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el consumo de hortalizas ha aumentado principalmente por el cambio en el hábito de consumo, privilegiándose productos frescos y naturales que sean fáciles de preparar y consumir. Como consecuencia de lo anterior, ha aumentado la demanda por estos hacia un tipo más elaborado, como son los jugos, ensaladas picadas y mezcladas (mínimo proceso o IV Gama, V Gama) de todo tipo de hortalizas, incluyendo a la zanahoria, que juega un papel importante por el gran contenido de carotenoides, los que resultan ser un antioxidante natural (Rosas, 2011).

Es un alimento rico principalmente en calcio y beta caroteno, que en el organismo humano es transformado en vitamina A. Además del consumo en forma fresca, puede ser utilizada como materia prima para la industria procesadora de alimentos (Carvalho et al., 2005).

La identificación de variedades de zanahoria que pueden ser cultivadas en épocas donde la producción nacional es baja permitiría ampliar el período de producción de este rubro en el país.

Entre los principales patógenos que atacan a la zanahoria se destacan los nematodos fitoparásitos que ocasionan perjuicios a la raíz, pérdida de vigor y falta de crecimiento; además, esta actividad parasítica posibilita la entrada de otros patógenos que producen infecciones. Los nematodos constituyen una de las principales plagas del cultivo de la zanahoria. Particularmente los géneros *Meloidogyne*, son los que causan los mayores daños económicos en el cultivo (Regnault et al., 2011).

Estos nemátodos son plagas polífagas e importantes económicamente, poseen distribución mundial y están adaptadas como parásitos obligados de un altísimo número de especies de plantas (Moens et al., 2009). Las especies del género *Meloidogyne* causan severos daños en las raíces, alteran el flujo de nutrientes en los tejidos de las plantas y retardan el crecimiento de las raíces, todo lo que puede contribuir a disminuir el rendimiento de la planta (Rodríguez et al., 2006).

El combate de los nemátodos no es tarea fácil y en la agricultura alternativa es particularmente difícil (Liriano, 2012). Los nemátodos formadores de agallas representan una plaga importante en la producción protegida de hortalizas (Gomes, 2009), así como una amplia gama de cultivos de importancia económica donde deben

concentrarse esfuerzos para disminuir el impacto negativo de esta plaga en los rendimientos, fundamentalmente en el cultivo del hortícolas.

En el mercado local existen numerosas variedades de zanahoria para ser cultivadas, sin embargo, no existen informaciones científicas sobre el comportamiento de las mismas en las condiciones locales, por lo que existe la necesidad de realizar investigaciones para conocer el desempeño de las mismas en estas condiciones.

Este experimento se condujo con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de zanahoria en el periodo verano-otoño, de tal forma a seleccionar las más productivas que puedan posteriormente ser utilizadas en plantaciones comerciales. Los objetivos específicos de la investigación fueron: cuantificar el número de agallas en la raíz, determinar el grado de infestación de *Meloidogyne*, medir la longitud de la raíz principal y determinar la masa fresca de la raíz.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Marco geográfico y referencial del local del experimento

El trabajo de investigación se realizó en la Localidad de Panchito López, Distrito de Concepción, ubicada a 7 km de la Capital Departamental, distante a 4 km de la ruta V General Bernardino Caballero circunscrita en las coordenadas de latitud -23.385294 y longitud -57.321937. El periodo del experimento fue comprendido entre los meses de abril a agosto del 2019.

### Características del clima y suelo del lugar

El clima en la zona norte predomina el sub tropical posee un tipo de clima templado cálido, siendo el invierno la estación seca, las precipitaciones en verano se da con frecuencia. Las temperaturas medias registradas en la región oscilan en el rango de 20°C a 24°C. Con picos máximos de 48°C de temperatura en la estación de verano siendo mayor la sensación térmica, e invierno temperatura de 3°C con heladas leves a fuertes (Py-search, 2014).

El suelo del área experimental, de acuerdo al análisis realizado arrojaron los siguientes datos que se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 1.**

*Características físico-químicas del suelo donde se desarrolló el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L) utilizado para el experimento. Concepción, Paraguay, 2020.*

Profundidad de muestreo (cm).	pH Agua	M.O (%)	N.O (%)	Ca+Mg (mg.Kg <sup>-1</sup> )	P (mg.dm <sup>-3</sup> )
0-20	6.7	2.5	0.12	6	12

Dado el antecedente en la localidad mencionada, afectando a cultivos hortícolas, antes de la implantación del experimento se verificó la presencia de *Meloidogyne* en el área experimental extrayendo plantas de tomate en forma aleatoria y observando la presencia de agallas en las raíces de las mismas, así también, cabe destacar que en la parcela se realizaron anteriormente otros trabajos sobre manejo de nematodos, tras la confirmación de la presencia del género *Meloidogyne* en el resultado del análisis de suelo expedido por el laboratorio de Sanidad vegetal y Biología Molecular del Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE).

### Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) dispuesto en parcelas subdivididas (4x6); constituyéndose la parcela principal factor A por dos variedades de zanahoria (Nantes y Brasilia), y la parcela secundaria factor B por los extractos vegetales aplicados y dos biofertilizantes con efectos sobre nematodos, totalizando doce tratamientos con cuatro repeticiones.

Cada unidad experimental (UE) estuvo representada por una superficie de 1m<sup>2</sup> (80 plantas), con un total de 48 UE en el área experimental, a un espaciamiento de 20 cm entre hileras, siendo la cantidad de plantas por área útil de 10 plantas. La descripción de los tratamientos del experimento se detalla en la Tabla 1. El experimento tuvo una superficie total de 104 m<sup>2</sup>.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos. Concepción, Paraguay, 2020.

Tratamientos	P. Principal	P. Secundario	Descripción
T <sub>1</sub>	Nantes	Agua	4 L.m <sup>2</sup>
T <sub>2</sub>		Tagetes	
T <sub>3</sub>		Ruda	
T <sub>4</sub>		Tártago	
T <sub>5</sub>		Bio 1	30 ml. m <sup>2</sup> .4 L H <sub>2</sub> O
T <sub>6</sub>		Bio 2	30 ml. m <sup>2</sup> .4 L H <sub>2</sub> O
T <sub>1</sub>	Brasilia	Agua	4 L.m <sup>2</sup>
T <sub>2</sub>		Tagetes	
T <sub>3</sub>		Ruda	
T <sub>4</sub>		Tártago	
T <sub>5</sub>		Bio 1	30 ml. m <sup>2</sup> .4 L H <sub>2</sub> O
T <sub>6</sub>		Bio 2	30 ml. m <sup>2</sup> .4 L H <sub>2</sub> O

### Proceso de instalación y desarrollo del experimento

Se prepararon tablones de 1 m de ancho y 1 m de largo, con una elevación de 20 cm de altura, aplicando estiércol bovino a razón de 3 kg.m<sup>2</sup> en forma homogénea, realizando la incorporación con azada y la nivelación con rastrillo. La siembra se realizó en forma manual a chorrillo, abriendo en cada tablón cuatro surcos separados entre sí cada 0,20 m. Posteriormente se efectuó el raleo dejando 20 plantas por metro lineal (espacio de 5 cm entre plantas), utilizando cinta de goteo como sistema de riego. Los momentos de aplicación tanto de los extractos naturales como de los biofertilizantes fueron: M<sub>1</sub>: 1 día antes de la siembra (DAS) y M<sub>2</sub>: 70% de emergencia.

En la preparación de los extractos vegetales se emplearon ramas y hojas de botón de oro (*Tagetes* spp.), ruda (*Ruta graveolens*) y tártago (*Ricinus communis*). Los órganos vegetales fueron licuados en agua, en una proporción másica de 1:3 y almacenado por 24 horas en recipientes de plástico oscuro para la liberación de los compuestos químicos. Posteriormente fueron filtrados, siendo la dilución en agua de los extractos almacenados en proporción 1:6, y la aplicación de los extractos diluidos se realizó en una proporción de 4 L.UE<sup>-1</sup> (1 m<sup>2</sup>) mediante aspersion manual, correspondiente a cada

momento de aplicación, conforme a la cantidad de agua a capacidad de campo que cubría el área de la UE.

Los productos Biofertilizantes 1 y 2, se utilizaron a una dosis de 150 ml.20 litros de agua, empleándose 30 ml para cada UE. El Biofertilizante 1 es un fertilizante Biológico posee macro y micro nutrientes esenciales que favorecen el equilibrio natural de la microbiota de los diferentes sistemas de producción, actúa como un activador de la vida del suelo, promoviendo la recuperación del equilibrio de los microorganismos responsables del ciclo de los nutrientes, del agua, de la nutrición y salud de las plantas. Es un producto 100% natural, que puede ser utilizado para la producción orgánica. El Biofertilizante 2 es un Inoculante multibacterial, maximiza la fijación biológica de nitrógeno a través de la co-inoculación NP + bacterias solubilizadoras de fósforo, además de bacterias conocidas como promotoras del crecimiento vegetal PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria).

Para el buen desarrollo del cultivo se realizaron los cuidados culturales correspondientes conforme a su aparición (malezas, insectos, etc.). La cosecha se realizó en forma manual a los 94 días después de la siembra, cuando las hojas superiores adquirieron una coloración amarilla y comenzaron a inclinarse.

#### **Determinaciones y procedimientos de evaluación**

Se midieron número de agallas en la raíz, grado de infestación de *Meloidogyne*, longitud de la raíz principal, masa fresca de la raíz. Para la evaluación fueron seleccionadas las dos hileras centrales de cada unidad experimental, tomando del área útil (AU)10 plantas de las que se evaluaron cinco raíces.

**Número de agallas en las raíces:** A los 94 DDS al momento de la cosecha se extrajeron las plantas dentro del AU con el mayor cuidado posible a fin de no separar las raicillas de la raíz principal, las cuales sirvieron para cuantificar las agallas presentes.

**Grado de Infestación:** Se determinó con base a una escala de 5 grados que permite determinar la infestación del suelo a través del número de agallas en las raíces de las plantas, la cual clasifica cuanto sigue: Grado 0 = libre; Grado 1 = ligera; Grado 2 = moderada; Grado 3= elevada y Grado 4= fuerte (Revelo et al., 2006). El mismo se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 3.**

*Escala de infestación del suelo por Meloidogyne incognita a través del número de agallas en las raíces de la zanahoria. Concepción, Paraguay, 2020.*

Grado	Número de agallas	Infestación del suelo.
0	0	Libre
1	1-10	Ligera
2	11-30	Moderada
3	31-75	Elevada
4	> 75	Fuerte

Fuente: (Rivera 1994 citado por Ramos, 1998).

**Longitud de la raíz principal:** se realizó esta medición desde la punta de la raíz principal hasta el cuello del tallo, con la ayuda de un Escalímetro de Vernier, siendo los resultados expresados en cm.

**Masa fresca de la raíz:** esta determinación se realizó con la ayuda de una balanza digital de 0.01 g de resolución, pesando las raíces de las plantas para cada tratamiento evaluado.

#### **Análisis de los datos obtenidos**

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) y al Test de Fisher. Donde se detectaron diferencias significativas se aplicaron la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **Número de agallas en las raíces**

Las medias del número de agallas del nemátodo *Meloidogyne* desarrolladas en el sistema radicular de las plantas de zanahoria tratadas con distintos extractos vegetales y biofertilizantes se presentan en la Tabla 4.

Efectuando un análisis de los datos obtenidos en cuanto al número de agallas por efecto de variedades de zanahoria, se observa que no existen diferencias significativas para el factor principal. El menor número de agallas corresponde a la variedad Nantes, con una media de 2,33 resultando ser agrónomicamente el menos afectado por el nemátodo.

**Tabla 4.**

*Comparación de medias para la determinación de número de agallas de M. incognita en el sistema radicular de zanahoria con la aplicación de diferentes extractos vegetales. Concepción, Paraguay, 2020.*

Tratamientos	Numero Agalla en las raíces	Grado de infestación	Calificación
Nantes	2,33 a*		
Brasilia	2,54 a		
<b>DMS</b>	<b>0,52</b>		
Bio 2	1,89 a	1	Ligero
Bio 1	1,98 a	1	Ligero
Tagetes	2,02 a	1	Ligero
Ruda	2,04 a	1	Ligero
Tartago	2,14 a	1	Ligero
Agua	4,55 b	1	Ligero
<b>DMS</b>	<b>0,76</b>		
MG	2,44		
CV % P	23,41		
Principal	20,7		
CV % P			
Secundario			

*\*Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.*

Para el caso de los extractos vegetales (parcela secundaria), se observa efecto significativo estadísticamente. Las aplicaciones de los Biofertilizantes demostraron menor número de agallas en las raíces de la zanahoria, seguido por la aplicación de los extractos vegetales, pero siendo estadísticamente similares entre los mismos y menores al testigo, con una media de 1,89 y 2,02 para Bio 2 y Tagetes respectivamente. Varios autores han demostrado los efectos que presentan la utilización de los extractos naturales extraídos de plantas vegetales en la reducción del número de agallas del nematodo *Meloidogyne*, así como se ha demostrado en la presente investigación, con resultados satisfactorios al compararlos con el testigo que arrojó en media 4,55 número de agallas. El mejor resultado se observó en el tratamiento con extracto de Tagetes, indicando ser el tratamiento que proporciona mayor protección a las raíces entre los extractos vegetales empleados. En ese sentido, Salin (2016), señala que diversos componentes fitoquímicos de extractos botánicos, como el Tagetes y la Ruda

ejercen acción nematicida, incluyendo también la de actuar como repelentes, inhibidores de eclosión y nematotóxicos.

La formación de las agallas en las raíces es un proceso que involucra un conjunto de factores donde están implicadas las características de la especie del nematodo fitoparásito y del hospedante. Con relación a esto, plantea, que la magnitud de los síntomas en las raíces está a menudo relacionada con el número de juveniles que las penetran y comienzan a establecerse dentro de los tejidos de plantas jóvenes susceptibles (Gheysen et al. 2006, Karssen y Moens 2006 citados por Hernández et al., 2008).

Se pudo evidenciar en la presente investigación, que, al utilizar variedades de zanahoria, ambas mostraron ser atacadas por los nematodos presentes en el suelo de la parcela en estudio, lo cual denota, que la zanahoria es un rubro cuyas raíces destinadas a la comercialización, es decir, al consumo directo sufren un daño directo por parte de la plaga, para el caso, los nematodos.

Trabajos realizados por Herrera-Parra et al. (2009), señalan que extractos de hojas y raíces de *Calea urticifolia* produjeron una reducción en el número de agallas por *Meloidogyne incognita* en tomate cv. Río Grande con respecto al testigo, resultados similares obtenido en el presente trabajo. Estos resultados señalan que el uso de plantas vegetales que poseen en su composición propiedades químicas como nematodas, pueden ser utilizadas dentro de un programa de manejo de integrado de plaga, de manera a reducir la población, para el caso, de nematodos, en el suelo y su grado de infestación a la planta.

En la Tabla 4, se puede observar los resultados del grado de infestación del suelo considerando el número de agallas en las raíces de la zanahoria. Una vez realizado el conteo de agallas, conforme a las medias obtenidas de cada tratamiento, y de acuerdo a la escala utilizada (Tabla 3), se caracterizó el grado de infestación.

Los tratamientos que recibieron los biofertilizantes y extractos vegetales presentaron un grado menor de infestación del suelo por los nematodos, teniendo en cuenta las medias de agallas producidas por el *Meloidogyne* en las raíces de zanahoria, resultando el grado de infestación ligero para todos los tratamientos, considerándose en la escala 1 a 10 el número de agallas. No obstante, cabe destacar que el testigo arrojó mayor número de agallas, con 4,55 sin haber recibido ningún tratamiento.

Resultados obtenidos en el trabajo coinciden con lo que reportaron Monjunder et al. (2002), en el cual mencionan que los extractos vegetales reducen la movilidad de los nemátodos, en especial por componentes obtenidos de la azadiractina, el mimbin y la solanina y los terpenos presentes en las especies de *Tagetes*.

Bakhshi (2015), en el manejo *M. incognita* con extractos vegetales en el cultivo de girasol, obtuvo más del 77% de reducción en la población de nematodos en su trabajo de investigación. Resultados similares fueron obtenidos en la presente investigación, donde a diferencia del testigo que no recibió ningún tratamiento, se obtuvieron resultados significativos en cuanto a la reducción del número de agallas.

La familia Asteráceas es una de la más reconocida controladora de nematodos, un claro ejemplo son los estudios realizados por Tsay et al. (2004), donde demuestran que, de 56 especies y 43 géneros de Asteráceas, el 60% presentó un efecto nocivo ante el nematodo *Meloidogyne incognita*. Un claro ejemplo son los obtenidos en este trabajo, ya que el *Tagetes*, uno de los extractos vegetales utilizados corresponde a la familia mencionada y con la menor incidencia del nemátodo en cuestión.

Un determinado índice de agallamiento, no siempre se relaciona con la población alta o baja de individuos que parasita las raíces, ya que, la respuesta de la planta a la infestación dependerá de la relación parásito-hospedero y, la presencia de agallas solamente demostrará una aproximación del número de juveniles que lograron penetrar la raíz y establecerse. En un trabajo al utilizarse el hongo nematófago *Paecilomyces lilacinus* y el extracto botánico *Tagetes* para el control del nematodo *Meloidogyne* spp. en el cultivo de okra., presentó un mayor porcentaje de reducción de la población con la utilización de esos materiales (Cruz Mejía, 2007). En el presente trabajo, con el extracto vegetal del mismo género utilizado, *Tagetes*, se obtuvieron los mejores resultados entre los extractos vegetales aplicados al cultivo de zanahoria, apreciándose la acción de los componentes de los vegetales.

Guzmán (1997) evaluando extractos acuosos de ajo (*Allium sativum* L.), botón de oro (*Tagetes* sp.) con el propósito de determinar sus efectos nematicidas sobre *Meloidogyne* spp. en habilla (*P. vulgaris*), obtuvo valores del 100% de incidencia 60 días después de la inoculación del nematodo, no obstante, para estos autores la acción nematicida del extracto fue determinada por el grado de infestación de las plantas

comparadas con el testigo absoluto, lo cual demuestra que los extractos de *Tagetes* spp. disminuye considerablemente la población de *Meloidogyne* spp.

### Longitud de la raíz principal

En la Tabla 5, se puede apreciar las medias del análisis de varianza realizado, para la determinación de longitud de la raíz principal con la aplicación de diferentes extractos vegetales y biofertilizantes. Los resultados demuestran que no existe diferencias significativas a nivel estadístico en los factores estudiados, pero si a nivel numérico o agronómico.

Se puede apreciar que, para la parcela principal, la longitud de las raíces de las variedades empleadas fue estadísticamente igual entre sí, con una media de 15,057 cm, donde Nantes presentó la mayor longitud de raíz con 15,32 cm, mientras que la variedad Brasilia arrojó menores longitudes de raíz con un promedio de 14,76 cm. La variedad "Nantes", a pesar de ser estadísticamente "igual" a la variedad "Brasilia", fue la que, numéricamente logro una mayor longitud de la raíz. Estas diferencias numéricas entre las variedades para la variable de la longitud se pueden atribuirse a las características morfológicas propias de las variedades.

### Tabla 5.

*Comparación de medias para la determinación de longitud de la raíz principal de la zanahoria con la aplicación de diferentes extractos vegetales. Concepción, Paraguay, 2020.*

Tratamiento	Longitud de la raíz principal (cm)
Nantes	15,32
Brasilia	14,76
<b>DMS</b>	1,332
Tártago	15,241
Ruda	15,225
Bio 1	15,076
Tagetes	15,038
Bio 2	14,956
Agua	14,805
<b>DMS</b>	3,41
<b>CV% Factor A</b>	9,63
<b>CV% Factor B</b>	14,89

Se puede apreciar que, para la parcela secundaria, la longitud de las raíces de las variedades empleadas fue estadísticamente igual entre sí, con una media de 15,057 cm, donde Nantes presentó la mayor longitud de raíz con 15,354 cm, mientras que la variedad Brasilia arrojó menores longitudes de raíz con un promedio de 14,76 cm.

Los resultados obtenidos superan a lo expresado por Cabral (2019), quien registró con la variedad Brasilia una media de 13,46 cm y con la variedad Nantes, un promedio de 11,11 cm. Para la producción de cualquier cultivar, se sabe que las condiciones edafoclimáticas son muy variables, los cuales podrían haber influenciado en los resultados obtenidos en las investigaciones.

Para la parcela secundaria, respecto a los extractos vegetales utilizados, tampoco se presentaron diferencias estadísticas. Agronómicamente o numéricamente, presentaron las mayores longitudes de raíz los tratamientos a base de extracto de Tártago y Ruda con promedios iguales a 15,225 cm, obteniéndose la menor longitud de raíz con el testigo con un promedio de 14,805 cm, sin aplicación de productos para reducir la población de nematodos.

Los resultados obtenidos corresponden con los criterios de Almeida (2012), quienes en un tiempo de cincuenta días demostraron que el número de agallas y de juveniles se redujo considerablemente con la aplicación de los extractos acuosos al suelo, proporcionando un aumento en el crecimiento de las plántulas.

Trabajos realizados por Arreola (2014), reportando efectos de extractos vegetales sobre chile habanero inoculado con *Meloidogyne*, demostró que, en las plantas tratadas con extractos vegetales las raíces obtuvieron mayor longitud que en los demás tratamientos, resultados similares a lo obtenido en el presente experimento.

El empleo de vegetales con propiedades antagonistas potenciales, puede suprimir organismos por producir diversos metabolitos secundarios tóxicos. Las propiedades antagonistas de algunas especies vegetales pueden explotarse al rotarlas, asociarlas con los cultivos o incorporarlas al suelo agrícola. Las especies de Tagetes constituyen un grupo de antagonistas potenciales, por poseer propiedades nematicidas, fungicidas, insecticidas y antivirales. Estas propiedades podrían variar según especie de Tagetes, de nematodos y de hospederos, tipo de suelo y clima. Varias especies de Tagetes han mostrado eficacia en el control de fitonematodos, especialmente contra *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp (Murga Gutiérrez et al., 2012). El efecto de plantas del género

*Tagetes* spp. ha comprobado su eficacia al suprimir el desarrollo de agallas de poblaciones de *Meloidgyne* en la raíz de zanahoria.

Almeida et al. (2012), obtuvieron valores con longitud de raíz con diferencias estadísticas significativas entre variedades, la variedad Brasilia registro una media de 13,46 cm.pl<sup>-1</sup>, difiriendo con la variedad Nantes la cual indico valor promedio de 11,11 cm.pl<sup>-1</sup>, superando así la variedad Brasilia con una diferencia de 2,35 cm.pl<sup>-1</sup>, no coincidiendo con el presente trabajo, ya que las mismas variedades utilizadas no presentaron diferencias significativas, pudiendo deberse a otros factores como condiciones edafoclimáticas de la región.

Por su parte, Kumar y Khanna (2006), afirman que la reducción en la raíz de las plantas se debe a una alta densidad del patógeno que impide la adecuada expansión de las raíces interrumpiendo los procesos fisiológicos normales de la planta. Esto se evidencia en el testigo, donde las plantas tuvieron un comportamiento de menor crecimiento radicular.

Natarajan (2006), observaron un incremento en el desarrollo de la raíz y altura de la planta de *L. escolentum* al aplicar extractos vegetales frescos de *Tagetes* sobre la superficie del suelo que contenía *M. incognita*.

#### **Masa fresca de la raíz**

En la Tabla 6, se puede observar los resultados para masa fresca de la raíz de zanahoria, donde el análisis de varianza arrojó efecto no significativo para los factores en estudio. En cuanto a la parcela principal, se puede observar que la variedad “Nantes” obtuvo mayor masa fresca, con una media de 174.96 g.pl<sup>-1</sup>, mientras que en la variedad Brasilia fue de 162.85 g.pl<sup>-1</sup>

En la parcela secundaria, se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre los extractos y biofertilizantes aplicados. El extracto de Ruda arrojó una media de 196.12 g.pl<sup>-1</sup>, seguido por extracto de *Tagetes* y Bio 2 con 174,10 g pl<sup>-1</sup> y 173,15 g.pl<sup>-1</sup> respectivamente. El testigo fue el tratamiento que presentó menor masa fresca, con una media de 150.05 g.pl<sup>-1</sup>.

**Tabla 6.**

*Comparación de medias para la determinación de la masa fresca de la raíz de la zanahoria con la aplicación de diferentes extractos vegetales. Concepción, Paraguay, 2020.*

Tratamiento	Masa fresca de la raíz (g.pl <sup>-1</sup> )
Nantes	174,96
Brasilia	162,85
<b>DMS</b>	<b>24,42</b>
Ruda	196,12
Tagetes	174,10
Bio 2	173,15
Bio 1	167,45
Tartago	152,57
Agua	150,05
<b>DMS</b>	<b>86,13</b>
<b>CV % Factor A</b>	<b>29,84</b>
<b>CV % Factor B</b>	<b>36,46</b>

Trabajos realizados por Sherif (2007), señalan que las raíces infestadas con *Meloidogyne* spp. son más cortas que las raíces sanas, además tienen menos raíces laterales y menos pelos radicales reduciendo así el peso radical, lo cual en este presente trabajo se evidencia por la menor masa fresca de las raíces que tuvieron mayor número de agallas.

Arreola (2014), en un trabajo realizado sobre efectos de extractos vegetales sobre Chile habanero inoculado con *M. incognita*, demostró que, en plantas tratadas con extractos vegetales las raíces ganaron mayor peso que en los demás tratamientos, similares resultados a los obtenidos en el presente trabajo.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conforme a los objetivos propuestos y resultados obtenidos en la presente investigación, luego de haber realizado el respectivo análisis e interpretación, se permite llegar a las siguientes conclusiones: Los resultados demostraron la no existencia de diferencias significativas a nivel estadístico entre las variedades de zanahoria evaluada, pero si a nivel numérico o agronómico, donde la variedad Nantes arrojó mejores resultados en todas las determinaciones evaluadas. Los productos

aplicados tanto al suelo como foliar, influyeron en la disminución del número de agallas causado por el nematodo *Meloidogyne* en las raíces de la zanahoria, y, por consiguiente, en un menor grado de infestación del suelo, considerado como infestación ligera, destacándose el Biofertilizante 2 y el Tagetes.

Para la longitud de la raíz, se obtuvo buenos resultados con la aplicación de los productos, sobresaliendo la variedad Nantes por encima de Brasilia y el Tártago.

La variedad Nantes obtuvo mayor masa fresca, no habiendo diferencia entre los productos, destacándose el extracto de Ruda.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida De, F. A., Petter, F. A., Siqueira, V. C., Alcântara Neto, F., Alves, A. U., Leite, M. L. T. (2012). Modos de preparo de extratos vegetais sobre *Meloidogyne javanica* no tomateiro. *Nematropica*, 42, 9-15.
- Arreola, 2014. Manual de Horticultura. 2da edición. Editorial. Hemisferio sur. Buenos Aires-Argentina. 81-89 p.
- Bakhshi. 2015. Nematode antagonistic effects of *Cinnamomum aromaticum* extracts and a purified compound against *Meloidogyne incognita*. *Nematology*. 14(8): 913-924.
- CABRAL, 2019. Boletines técnicos cultivo de zanahoria (en línea) Cochabamba, BO. Consultado 24 abr 2019. Disponible en [http://www.maca.gov.bo/agrobolivia/documentos/zanahoria2\(1\).pdf](http://www.maca.gov.bo/agrobolivia/documentos/zanahoria2(1).pdf). Bolivia.
- CARVALHO. 2005. *Fungitoxicida* de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon martinii* a *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de pimentao.
- Cruz Mejía, S. A. 2007. Control del nematodo nodulador de raíz (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de zanahoria.
- Hernández, M.A., Gómez, L., Rodríguez, M. G., Enrique, R., Miranda, I. 2008. Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para su uso como plantas trampas de *Meloidogyne incognita* Kofoit y White (Chitwood)
- Herrera-Parra, E.; Cristóbal-Alejo, J.; Tún-Suárez, J. M.; Gamboa-Angulo, M. M.; Marbán-Mendoza, E. 2009. Extractos acuosos de *Calea urticifolia* para el control de *Meloidogyne incognita*. (en línea). *Nematropica*, 39(2), 289-296. Consultado 08 set 2019. Disponible:

- [http://www.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/zanahoria.HTM#a1](http://www.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/zanahoria.HTM#a1). La Paz-Bolivia.
- Liriano, 2012. Effects of five plant extracts on the reproduction of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) infested peanut under field condition. *Journal of Agricultural Science*. 28(12): 74477454.
- Moens, M., Perry, R.N., Starr, J.L., 2009. *Meloidogyne* species- a Diverse Group of Novel and Important plant parasites. In: Root-Knot Nematodes (Eds. Perry, R.N., Moens, M. Starr, J. L.). CABI, U.K., pp. 8-9.
- Murga Gutiérrez, S. N., Alvarado Ibáñez, J.C., Vera Obando, N Y. 2012. Efecto del follaje de *Tagetes minuta* sobre la nodulación radicular de *Meloidogyne incognita* en *Capsicum annum*, en invernadero. (en línea). Consultado 10 abr 2018. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v19n3/a04v19n3>
- PY-SEARCH. 2014. Comparación Del rendimiento de cinco variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.). Tesis Ing. Agr. San Lorenzo. Paraguay. Departamento de producción agrícola. CIA. FCA. UNA
- Ramos. 1998. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. En el cultivo de la papa en Bolivia: Pérdidas en el valor bruto de su producción. Cochabamba, IBTA/PROIMPA, 1998. 201 p.
- Regnault, R., C., Philogene, B. y Vincent, C. 2011. Biopesticidas de origen vegetal. 1ra ed., Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 305-316
- Revelo, J., Cazco, C., Castillo, N., Sandoval, A., Sánchez, G., Lomas, L., Corrales, A. 2006. Nematodo del rosario de la raíz (*Nacobbus aberrans*) y nematodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*): epidemiología, importancia y pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control en tomate (*Solanum lycopersicum*, *Lycopersicon esculentum* Mill) en el Valle del Chota, Ecuador. (en línea). Ecuador: Universidad Técnica del Norte. p 27. Disponible: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4539/1/iniapscR2009p29.pdf>
- Rodríguez, J.; Fernández, J.; Rebolledo, L.; Uriza, D. 2006. Uso de extractos vegetales para el combate del nematodo agallador (*Meloidogyne* sp.) de la piña (*Ananas comosus* L.) Merr.) en el campo experimental Cotaxtla del INIFAP. p.59. (en

- línea) En: Decima Cuarta Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Veracruz. México. Consultado 25 jun 2018. Disponible: [file:///C:/Users/FCA-Pistili/Downloads/Dialnet/EvaluacionNematicidaDelAceiteEsencialDeTagetesZypa-5619943%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/FCA-Pistili/Downloads/Dialnet/EvaluacionNematicidaDelAceiteEsencialDeTagetesZypa-5619943%20(3).pdf)
- ROSAS C., V. F. 2011. Evaluación del potencial productivo de tres cultivares de Zanahoria (*Daucus carota* L.) en Valdivia. Tesis de Ingeniería. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 58 p.
- SALIN, 2016. Efecto de humus de residuos urbanos sobre la propiedad del suelo en la producción de zanahoria. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz-Bolivia. 97 p.
- Sherif. 2007. Efecto inhibitorio del crecimiento de los extractos de plantas de Reynoutria sp. Contra larvas de *Spodoptera littoralis*. *Agrociencia* 42(5): 573-584.
- TSAY. 2004. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz. Universidad de Carolina del Norte. 111 p.