

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE FORMULADOS DE RIZOBACTERIAS EN EL
CONTROL DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN VID CV. THOMPSON
SEEDLESS Y CABERNET SAUVIGNON**

JORGE LUIS ALLENDE OLMEDO

SANTIAGO – CHILE

2016

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE FORMULADOS DE RIZOBACTERIAS EN EL
CONTROL DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN VID CV. THOMPSON
SEEDLESS Y CABERNET SAUVIGNON**

**EVALUATION OF THE EFFECT OF FORMULATED RHIZOBACTERIA TO
CONTROL POPULATIONS OF PLANT-PARASITIC NEMATODES ON
GRAPEVINE CV. THOMPSON SEEDLESS AND CV CABERNET SAUVIGNON**

JORGE LUIS ALLENDE OLMEDO

SANTIAGO – CHILE

2016

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE FORMULADOS DE RIZOBACTERIAS EN EL CONTROL DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN VID CV. THOMPSON SEEDLESS Y CABERNET SAUVIGNON

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo.

JORGE LUIS ALLENDE OLMEDO

PROFESOR GUÍA

CALIFICACIÓN

Sr. Erwin Aballay E.
Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph. D.

6.8

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Jaime R. Montealegre A.
Ingeniero Agrónomo

6.0

Sr. Héctor Manterola B.
Ingeniero Agrónomo, M. S.

6.5

**Santiago, Chile
2016**

A mi madre.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero dar gracias a mi familia, ya que sin ellos no sería nada de lo que soy. Por su apoyo incondicional y amor infinito que siempre me han entregado. Quiero hacer una mención especial a mi madre Juana Olmedo que lamentablemente falleció durante el proceso de realización de ésta memoria. Ella siempre lo dio todo por mí y por la familia, agradezco ser su hijo y todo lo que me enseñó en la vida.

A mi profesor Erwin Aballay por darme la oportunidad de trabajar con él y a todo el equipo de Nematología, los me acogieron de gran forma, donde pude encontrar buenos amigos que apoyaron en momentos difíciles y siempre estuvieron dispuestos a cooperar para la realización de la presente investigación.

A mi amiga Camila Ribalta por su apoyo, consejos y correcciones, lo que fue de gran ayuda para realizar este trabajo.

A mi amigo Víctor Beya por su asesoría estadística y comentarios que fueron fundamentales para poder avanzar en la investigación.

A Emilio Rivas que fue de gran ayuda para la finalización de esta memoria y que me acompañó como amigo durante toda la carrera universitaria.

A Giselle Vidal y Carlos Castañeda por apoyo y correcciones que fueron de gran utilidad.

A Simona Prodan por su apoyo, cariño, preocupación y disponibilidad permanente para cooperar con ésta investigación

A todos mis amigos que siempre estuvieron apoyando, motivando y que creyeron en mí. Les agradezco infinito por formar parte de ésta vida y por todo lo que han entregado, lo cual es de gran importancia para aprender y mejorar como persona íntegra.

A profesores y funcionarios de la Universidad que hacen posible el funcionamiento de ésta y crean un ambiente agradable.

Gracias a toda la gente que vive por amor, que hace el bien y que intenta encontrar el verdadero sentido de la vida. Agradecer y bendecir todo y a todos en cada momento es la clave.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis	5
Objetivo general	5
Objetivo específico	5
MATERIALES Y MÉTODOS	6
Localización	6
Materiales	6
Análisis nematológico previo	9
Caracterización físico química del sustrato	9
Parámetros evaluados en ambos ensayos	9
Diseño experimental	10
Análisis estadístico	10
RESULTADOS	11
Análisis nematológico previo	11
Caracterización físico química del sustrato	11
DISCUSIÓN	15
CONCLUSIONES	17
BIBLIOGRAFÍA	18
APENDICES	23

RESUMEN

Los nematodos fitoparásitos continúan siendo un gran problema en muchos cultivos, siendo el control químico, prácticamente la única forma utilizada. En el presente estudio se evaluó el efecto de dos formulados en base a bacterias del género *bacillus* y *pseudomonas* nativas, en diferentes concentraciones, para control de nematodos fitoparásitos en plantas de vid. Para ello se realizaron dos ensayos en macetas, bajo condiciones de invernadero, utilizando suelo naturalmente infestado principalmente con los géneros *Xiphinema* y *Meloidogyne*. En el primer ensayo se evaluaron dos tipos de formulados, arcilla y líquido, comparándolos con dos productos comerciales, de origen químico (Rugby) y biológico (Bafex-N). En el segundo ensayo, se evaluaron tres concentraciones bacterianas de ambos formulados. Los resultados mostraron que las rizobacterias evaluadas en la formulación de arcilla, disminuyeron significativamente las poblaciones de nematodos fitoparásitos, en comparación con el testigo absoluto ($p \leq 0,05$), alcanzando efectos similares a los dos tratamientos con productos comerciales. Las tres concentraciones de rizobacterias evaluadas registraron diferencias significativas en el control de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, comparadas con el testigo. En cuanto al efecto de los tratamientos evaluados sobre las plantas de vid, estos mostraron diferencias significativas en el daño radical, sin embargo el efecto no se reflejó en el peso de las plantas donde no se obtuvieron diferencias significativas. Los formulados rizobacterianos evaluados pueden ser una alternativa para el control de nematodos fitoparásitos en plantas de vid.

ABSTRACT

The plant-parasitic nematodes remain an important problem in many crops systems, being the chemical control almost the only management currently used for it. In the present study, the control effect of two rhizobacteria formulations of native bacillus and pseudomonas with different CFU concentrations, on phytoparasitic nematodes population in grapevines was evaluated. Two assays were performed in pots, under greenhouse conditions, using naturally infested soil, mainly by *Xiphinema* and *Meloidogyne* nematodes genus. In the first assay, two types of formulatates based on the same bacteria mixture were evaluated: clay and liquid, both being compared with two commercial products of chemical (Rugby) and biological (Bafex-N) origin. In the second assay, three bacterial concentrations were evaluated for both formulation types. Results showed that clay rhizobacteria formulatate, significantly decreased phytoparasitic nematodes population, compared to the absolute control ($p \leq 0,05$), reaching similar effects to commercial treatments. The three bacterial concentrations evaluated had significant differences in plant-parasitic nematodes control respect to untreated control. As to the effect of treatments on grapevines, there were significant differences on root damage, without showing an impact on plants weight. The rhizobacteria formulatates could be an interesting alternative for plant-parasitic nematodes control.

INTRODUCCIÓN

El uso sostenido de agroquímicos en la agricultura durante un período prolongado de tiempo, ha generado impactos medioambientales severos como la contaminación de napas freáticas, aumento de gases de efecto invernadero, acumulación de sustancias tóxicas en la cadena trófica, entre otros. Además, eleva significativamente los costos de manejo de agricultores (Camelo *et al.*, 2011; Guzmán *et al.*, 2012.). Es por esta razón, que han surgido numerosas alternativas, para disminuir su uso, como por ejemplo, la utilización de controladores biológicos, que según Albornoz *et al.* (2011), son un factor fundamental en el manejo integrado de plagas. Éstos controladores, pueden ya estar en el suelo y si se logra promover su reproducción, mejoran las condiciones para la supresión de parásitos, patógenos agrícolas. También pueden ser adicionados en forma exógena al sistema. Para ello, los agentes biocontroladores deben cumplir con ciertas condiciones para que su utilización sea viable y efectiva, tales como no ser patógenos de plantas, hombres y/o animales, tener capacidad de suprimir o reducir eficientemente las poblaciones de plagas por debajo del nivel crítico, acondicionarse a diferentes tipos de suelo, poseer habilidad competitiva, alto potencial de reproducción, capacidad de sobrevivir condiciones desfavorables, dispersión efectiva en el suelo, fácil aplicación, resistencia al uso de agroquímicos, entre otras. Lo anterior, condicionará el éxito o fracaso de estos organismos benéficos (Castro-Sowinski *et al.* 2007; Piedra, 2008).

Uno de los principales tipos de organismos estudiados, como agentes biocontroladores, son las bacterias promotoras de crecimiento vegetal, conocidas por su sigla en inglés PGPR, las cuales tienen la capacidad de provocar un cambio en la ecología microbiana de la rizósfera (Kent *et al.* 2002; Kokalis-Burelle *et al.* 2002; Tian *et al.* 2007.) y afectar positivamente a los cultivos, a través de la fijación de nitrógeno al suelo, o afectando el metabolismo y crecimiento vegetal mediante el fomento de síntesis de hormonas, generando una mayor masa de raíces y en consecuencia, mayor disponibilidad de agua y nutrientes, además un aumento del hierro (Fe) asimilable para las plantas. Se ha planteado también una teoría aditiva, que proyecta una intervención interactiva de éstos y otros factores, que afectarían a las plantas mejorando las condiciones para su crecimiento y desarrollo (de-Bashan *et al.* 2008; Camelo *et al.* 2011; Kloepper *et al.* 1992; Hernández *et al.* 2006). Por otra parte, se han detectado diferentes dinámicas de competencia de las bacterias con las plagas y enfermedades del suelo; en primera instancia, existe una competencia directa tanto por nutrientes como por espacio en la rizósfera y a la vez, son capaces de producir antibióticos que atacan a los fitopatógenos. Asimismo, se han identificado una gran variedad de enzimas hidrolíticas como quitinasas, proteasas y colagenasas (Castañeda, 2014 y Curtis *et al.*, 2011), metabolitos antifúngicos y sideróforos, siendo estos últimos sustancias sintetizadas por las bacterias, que transforman el Fe a formas más solubles, con mayor afinidad para las plantas y disminuyen su disponibilidad para patógenos (de-Bashan *et al.* 2007; Camelo *et al.* 2011; Carreón *et al.* 2013; Kloepper *et al.* 1992; Ochoa *et al.* 2010; Piedra, 2008; Tian *et al.* 2007.).

Adicionalmente, las PGPR, generan una inducción de resistencia sistémica, que funcionaría por un aumento de la lignificación y/o un incremento en la actividad de ciertas enzimas, como la peroxidasa y la superóxido dismutasa en plantas. Sin embargo, el estudio de estos mecanismos es aún incompleto (Carreón *et al.* 2013; de-Bashan *et al.* 2008; Fuller *et al.*, 2008; Hernández *et al.* 2006; Ochoa *et al.* 2010).

Los nemátodos fitoparásitos son un problema en muchos cultivos de gran interés económico en Chile, especialmente en vid, donde el control químico es prácticamente la única herramienta utilizada por los agricultores, aún con todas las desventajas ya mencionadas. Por esto, es de gran importancia desarrollar alternativas efectivas, que a su vez sean inocuas para el medio ambiente (Carreón *et al.* 2013). Se han realizado múltiples estudios utilizando bacterias para el control de nemátodos fitoparásitos, especialmente para los géneros *Meloidogyne* y *Xiphinema*, donde se han identificado numerosas rizobacterias que poseen un efecto supresor o antagónico sobre la densidad de nemátodos, reduciendo significativamente el daño a las plantas (Castañeda, 2014; Khan *et al.* 2008; Kluepfel *et al.* 1993; Ordenes, 2010).

Uno de los principales dilemas que presenta el uso de estos microorganismos benéficos, es la gran variación en los resultados obtenidos. Esto, debido a que la mayoría de las bacterias tienen una alta especificidad para un tipo de cultivo o incluso para ciertas variedades, a su vez, se ven afectadas por las condiciones climáticas, la utilización de productos químicos, la forma de aplicación, entre otros factores de difícil control (Castro-Sowinski *et al.* 2007; de-Bashan *et al.* 2008.). En consecuencia, es necesario realizar un gran número de ensayos tanto en laboratorio como en campo, para demostrar la efectividad del producto. Así, resulta de vital importancia contar con una formulación adecuada, ya que de esto dependerá tanto la dispersión y posterior llegada a los parásitos y patógenos, como la forma de aplicación, duración en almacenaje y su peligrosidad al ambiente y a las personas, considerando que las formulaciones líquidas son más riesgosas que en polvos o gránulos (Viguera y Delgado, 2007). Debido a lo anterior, se hace necesario realizar experimentos con diferentes tipos de formulados para dilucidar la mejor opción, comparando sus efectos con productos disponibles en el mercado y de esta manera, lograr una correcta comercialización y masificación de estos productos, los cuales son trascendentales para lograr disminuir el uso de agroquímicos y cambiar definitivamente el modelo de agricultura actual. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de dos formulados en base a rizobacterias nativas en el control de nemátodos fitoparásitos y promoción de crecimiento en vid

Hipótesis

Los formulados en base a rizobacterias son eficaces para el control de nemátodos fitoparásitos, disminuyendo su población, el daño y promoviendo el crecimiento de vides en suelos naturalmente infestados.

Objetivo general

Evaluar el efecto de dos formulados en base a rizobacterias nativas en el control de nemátodos fitoparásitos y promoción de crecimiento en vid cv Thomson Seedless en suelos naturalmente infestados.

Objetivo específico

Comparar los efectos de formulados en acarreadores líquidos y en polvo, en diferentes concentraciones de rizobacterias sobre el control de nemátodos fitoparásitos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Se realizaron dos ensayos independientes en un invernadero y sombreadero, ubicado en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, cuya localización geográfica es 33°40` de latitud sur y 70°38` de longitud oeste (Santibáñez y Uribe, 1990). Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nematología Agrícola de la misma Facultad.

Materiales

Ensayo 1

Para el primer ensayo, se utilizaron plantas de vid del cv. Thompson Seedless, obtenidas del vivero Pihue Ltda., ubicado en la comuna de Los Andes. Éstas, fueron establecidas en macetas de 5 litros con suelo infestado de forma natural con nemátodos, extraído en un viñedo de la Viña Santa Rita, ubicada en la comuna de Casablanca. Éste ensayo se estableció en un invernadero con temperatura controlada de 24°C, con adición de luz en el periodo invernal y estuvo compuesto por 6 tratamientos, los cuales correspondieron a dos formulados bacterianos (líquido y arcilla), uno de bacterias sin formular, un testigo químico (Rugby), un testigo biológico (Bafex-N) y un testigo absoluto. (Cuadro 2)

Ensayo 2

Para el segundo ensayo, se utilizaron estacas de vid del cv. Cabernet Sauvignon, recolectadas de la Viña Santa Rita, comuna de Buin, las cuales fueron enraizadas y establecidas en vasos plásticos de 500 cc, en el sombreadero de la Facultad. Se utilizó un suelo naturalmente infestado, el que se extrajo de otro viñedo de la Viña Santa Rita, Casablanca. El ensayo consistió de 7 tratamientos, tres correspondientes al formulado bacteriano líquido en diferentes concentraciones y tres al formulado en arcilla, también en distintas concentraciones, el séptimo tratamiento corresponde al testigo absoluto. (cuadro 3)

Formulaciones

Las bacterias utilizadas correspondieron a cepas aisladas en la prospección realizada en Casablanca, Rancagua, Los Andes y Copiapó, desde donde se obtuvieron alrededor de 400 cepas (Aballay *et al*, 2011). Posteriormente, en diversos estudios se probaron y seleccionaron las mejores cepas con efecto controlador de nemátodos. (Castañeda, 2014 y Ordenes, 2010) En los dos ensayos realizados fueron evaluadas 5 cepas (Cuadro 1), en dos formulaciones

diferentes, arcilla y líquido. Dichas bacterias fueron evaluadas de forma individual en ensayos *in vitro*, los cuales según Aballay *et al.* (2012) y Ordenes (2012) presentan resultados positivos en cuanto al control de nemátodos y daño generado por éstos. Además, se incluyó la misma mezcla de bacterias sin formular, en solución isotónica con una concentración de 1×10^6 ufc mL⁻¹ por cepa.

Cuadro 1. Cepas de bacterias utilizadas

Nº	Género	Clave
1	<i>Bacillus sp.</i>	FB37BR
2	<i>Bacillus sp.</i>	FB25M
3	<i>Bacillus sp.</i>	FS213P
4	<i>Bacillus sp.</i>	FB833T
5	<i>Pseudomonas sp.</i>	FP805PU

Las formulaciones de bacterias fueron proporcionadas por la empresa Biogram, mientras que la mezcla de bacterias sin formular y los productos químicos para los demás tratamientos fueron obtenidos del Laboratorio de Nematología del Departamento de Sanidad vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Inóculo de bacterias

La totalidad de las bacterias utilizadas provienen de la colección del laboratorio de Nematología de la Universidad de Chile. Para verificar su pureza, las diferentes cepas fueron cultivadas en TSB agar 50% (Tryptic Soy Broth Agar) por 24 a 48 horas (Insunza et al, citado por Ordenes, 2010). Una vez verificada la pureza, se inocularon en un medio estéril líquido TSB 50% y se agitaron a 160 rpm por 16 horas a temperatura ambiente, el cual se ajustó, con agua potable, a la concentración de 10^6 ufc mL⁻¹. Éste procedimiento se realizó para las aplicaciones de bacterias sin formular, utilizadas en el ensayo 1.

Cuadro 2. Tratamientos Ensayo 1.

Tratamiento	Aplicación
T1	Formulado líquido (cepas 1, 2, 3, 4, 5.)
T2	Formulado arcilla (cepas 1, 2, 3, 4, 5.)
T3	Sin formular (cepas 1, 2, 3, 4, 5.)
T4	Testigo químico (Rugby 0,5 mL L ⁻¹)
T5	Testigo biológico (Bafex-N 0,5 g L ⁻¹)
T6	Testigo absoluto

Cuadro 3. Tratamientos Ensayo 2.

Tratamiento	Aplicación
T1	Formulado arcilla (cepas 1, 2, 3, 4, 5.) 10 ⁶ ufc mL ⁻¹
T2	Formulado líquido (cepas 1, 2, 3, 4, 5.) 10 ⁶ ufc mL ⁻¹
T3	Formulado arcilla (cepas 1, 2, 3, 4, 5.) 10 ⁸ ufc mL ⁻¹
T4	Formulado líquido (cepas 1, 2, 3, 4, 5.) 10 ⁸ ufc mL ⁻¹
T5	Formulado arcilla (cepas 1, 2, 3, 4, 5.) 10 ⁹ ufc mL ⁻¹
T6	Formulado líquido (cepas 1, 2, 3, 4, 5.) 10 ⁹ ufc mL ⁻¹
T7	Testigo absoluto

Trasplante y aplicación de tratamientos.

Previo al trasplante, en ambos ensayos, las plantas se sumergieron por 30 minutos en la suspensión de bacterias correspondientes a cada tratamiento. A cada maceta se le agregó 600 mL de la misma solución de bacterias en las que fueron sumergidas. Al ensayo uno se le realizó una nueva aplicación de bacterias una vez que las plantas brotaron, para asegurar su llegada a las raíces.

Para los testigos químico y biológico se aplicó Rugby a 0,5 mL L⁻¹ y Bafex-N (*Bacillus cereus* y *Bacillus thuringiensis*) a 0,5 g L⁻¹.

Las plantas fueron regadas periódicamente con agua potable, tres veces a la semana, de manera uniforme y se mantuvieron durante cinco meses, para luego comenzar con las evaluaciones.

Análisis nematológico previo al montaje de los ensayos

Previo al montaje de los ensayos, se tomaron tres muestras de suelo por cada ensayo, las cuales se promediaron, determinando la población inicial. Con los datos de población inicial y final se pudo conseguir el Índice de Reproducción, utilizando la siguiente fórmula (Aballay *et al*, 2001):

IR= (población final/población inicial)

Caracterización físico química del sustrato

Se realizó un análisis de fertilidad completa y de granulometría, para conocer las principales características del suelo utilizado en ambos ensayos.

Parámetros evaluados en ambos ensayos

Durante el periodo estival se realizaron las evaluaciones de peso fresco aéreo, peso fresco de raíces, porcentaje de daño de raíces y número de daños por sistema radical. También se determinó la población de nemátodos presentes por maceta, para lo cual se extrajo una muestra de suelo de 500cc y se realizó un análisis nematológico.

Peso de la parte aérea

Se realizó un corte en la base de la planta, dejando la raíz en la maceta y se pesó la totalidad de la parte aérea con una balanza digital

Peso de la raíz

Se extrajo la totalidad de las raíces, separándolas cuidadosamente del suelo y se lavaron con

agua corriente, para luego ser pesadas con el uso de una balanza digital. Posteriormente, se guardaron rotuladas en bolsas plásticas, en cámara de frío a 8°C, para evitar una posible deshidratación.

Evaluación de raíz

Se evaluó el porcentaje de daño de las raíces generado por *Xiphinema index*, asignando una nota de 1 a 10, considerando el 1 como menor daño y 10 como daño total. En el caso de daño de *Meloidogyne* sp., se realizó un conteo de nódulos.

Población de nemátodos

Al mismo tiempo que se extrajo la raíz, se tomó una muestra de suelo de cada maceta, mezclando y guardando en bolsas plásticas debidamente etiquetadas, para luego trasladarlas a una cámara de frío a 8°C. Posteriormente, se procesaron 250cc de suelo mediante el Método de Cobb modificado, que consiste en el Método de Tamizado de Cobb en conjunto con el Método del Embudo de Baerman (Ravichandra, 2010). Transcurridas 48 horas en el embudo, se recolectó 10 mL de cada muestra y fueron llevadas a la lupa estereoscópica para identificar y contar la totalidad de los nemátodos presentes.

Diseño experimental

Para ambos ensayos se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA). En el ensayo 1, la unidad experimental fue una planta de vid en maceta de 5 litros, con 6 tratamientos y 10 repeticiones, mientras que en el ensayo 2, la unidad experimental fue una planta de vid en vaso de 500 cc., con 7 tratamientos y 8 repeticiones.

Análisis estadístico

Los índices reproductivos, pesos y evaluaciones de daños fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), y de existir diferencias significativas, se utilizó la prueba de Dunnet ($p < 0,05$). Para proporcionar una distribución normal, los datos porcentuales fueron sometidos a la transformación de Bliss (arcoseno (\sqrt{x})) y los de conteo de nematodos a raíz cuadrada o logaritmo antes del análisis estadístico. Se utilizó el programa MINITAB (versión 17).

RESULTADOS

Análisis nematológico previo al montaje de los ensayos

En el Cuadro 4, se observa que en el ensayo 1 la población de nemátodos del género *Xiphinema* es predominante por sobre el resto, a excepción de los nemátodos saprófagos, los cuales se denominaron en este estudio como no fitoparásitos. Los denominados “otros fitoparásitos”, corresponden a nemátodos de los géneros *Criconemella*, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus* y *Trichodorus*.

En el ensayo 2, la población de nemátodos del género *Xiphinema* es elevada, siendo más del doble de la existente en el primer ensayo. Además, se observa que existe un número elevado de nemátodos del género *Meloidogyne*, que no fueron observados en el primer ensayo. La población de nemátodos saprófagos, por su parte, supera ampliamente a la encontrada en el ensayo 1, casi triplicando su valor.

Cuadro 4. Medias de población inicial de nemátodos de ambos ensayos en los suelos utilizados.

Género nemátodos	N° de nemátodos en 250cc de suelo	
	Ensayo 1	Ensayo 2
<i>Xiphinema index</i>	166	457
<i>Meloidogyne spp.</i>	0	179
Otros fitoparásitos	73	63
Saprófagos	338	995

Caracterización físico química del sustrato

En el Cuadro 5, se muestran los resultados de los análisis realizados al suelo. Se observa que el pH tiene valores entre 6,6 y 7, por lo que ambos son considerados como neutros.

Existe una amplia diferencia en cuanto a la conductividad eléctrica de ambos suelos, con valores muy elevados en el suelo del ensayo 1, correspondientes a un suelo salino. Mientras, en el ensayo 2 los valores se mantienen bajos, sin alcanzar una condición salina.

Los porcentajes de Materia Orgánica (MO) y Nitrógeno (N) de ambos suelos son bajos, con porcentajes similares. Por otra parte, ambos suelos presentan altos y niveles similares de Fosforo (P), mientras que la concentración de Potasio (K), si bien es elevada en ambos ensayos, el primero es prácticamente el doble del segundo.

Los resultados del análisis de granulometría del suelo (datos no mostrados), indicaron que la clase textural corresponde a franco arenosa para ambos ensayos.

Cuadro 5. Análisis químico de suelo de fertilidad completa de los dos ensayos.

	Suelo 1	Suelo 2
pH (en agua)	6,6	7,0
Conductividad eléctrica (dSm⁻¹)	6,12	0,108
MO (%)	1,86	1,99
N (mgkg⁻¹)	12	9
P (mgkg⁻¹)	16	21
K (mgkg⁻¹)	649	328

Ensayo 1:

Los resultados mostrados en el Cuadro 6, indican las medias de los índices reproductivos, donde se observa que *Xiphinema index*, en los tratamientos 2, 4 y 5 disminuyeron significativamente su Índice reproductivo respecto del testigo absoluto, éstos corresponden a las bacterias formuladas en arcilla, el testigo químico y el biológico, respectivamente.

De igual manera, los tratamientos 2 y 4 fueron estadísticamente significativos para disminuir el Índice reproductivo de los otros nemátodos fitoparásitos, observándose diferencias significativas respecto al testigo.

La población de nemátodos saprófagos se mantuvo prácticamente sin diferencias significativas, siendo únicamente el tratamiento 4, correspondiente al testigo químico, el que logró disminuir el parámetro ya mencionado.

Cuadro 6. Medias de índice reproductivo de nemátodos *Xiphinema index*, otros fitoparásitos y saprófagos. Ensayo 1.

Tratamiento	Índice reproductivo nemátodos		
	<i>Xiphinema index</i>	Otros fitoparásitos	Sapórfagos
1	14,53 a	12,27 a	1,15 a
2	9,95	5,56	0,96 a
3	12,01 a	8,08 a	0,87 a
4	9,02	3,29	0,54
5	9,93	9,13 a	0,83 a
(Testigo)	14,81 a	14,59 a	1,17 a

Los datos corresponden a las medias de 10 repeticiones. Las medias no etiquetadas con la letra a, son significativamente diferentes de las medias del testigo, según test de Dunnet ($p \leq 0,05$)

El Cuadro 7 proporciona la información de las medias de peso aéreo y radical, además de una nota correspondiente a la evaluación visual de raíces.

Se puede apreciar que el peso aéreo de las plantas fue superior únicamente en aquellas correspondientes al tratamiento 3, bacterias sin formular, alcanzando valores cercanos a los 40 gramos. Ninguno de los tratamientos tuvo un impacto significativo sobre el peso de raíces.

Por otra parte, el tratamiento testigo absoluto obtuvo la peor calificación al realizar la evaluación visual del daño de raíces. Si bien los tratamientos 1, 2 y 3 mostraron daños similares, sólo el último es estadísticamente igual al testigo, siendo el tratamiento que generó más daño aparente en las raíces.

Cuadro 7. Media de peso aéreo, peso de raíz y evaluación de la raíz. Ensayo 1.

Tratamiento	Peso aéreo(g)	Peso raíz(g)	Nota(1-10)
1	27,57 a	22,31 a	7,2
2	25,18 a	19,55 a	7,5
3	39,49	22,33 a	7,6 a
4	23,63 a	23,31 a	5,6
5	34,41 a	23,26 a	5,4
(testigo)	23,72 a	23,80 a	9,3 a

Los datos corresponden a las medias de 10 repeticiones. Las medias no etiquetadas con la letra a, son significativamente diferentes de las medias del testigo, según test de Dunnet ($p \leq 0,05$)

Ensayo 2:

El Cuadro 8, muestra las medias de los índices reproductivos de los diferentes nemátodos encontrados en el suelo.

Los tratamientos 1 y 6, correspondientes a los formulados en arcilla en baja concentración y líquido en alta concentración, respectivamente, tuvieron un impacto positivo sobre la población de nemátodos del género *Xiphinema*, disminuyendo su índice reproductivo.

Los nemátodos del género *Meloidogyne* tuvieron una alta sensibilidad a los tratamientos, existiendo diferencias significativas en todos los tratamientos, exceptuando el 6, que no tuvo impacto sobre este parámetro.

El índice reproductivo de los otros nemátodos fitoparásitos se vio afectado por la aplicación de los tratamientos 1 y 5, mientras la población de nemátodos saprófagos se afectó únicamente por el tratamiento 4.

Cuadro 8. Medias de índice reproductivo de nemátodos *Xiphinema index*, *Meloidogyne*

spp, otros fitoparásitos y saprófagos. Ensayo 2.

Tratamiento	Índice reproductivo nemátodos			
	<i>Xiphinema index</i>	<i>Meloidogyne</i> spp.	Otros fitoparásitos	Saprófagos
1	0,40	0,36	0,09	2,01 a
2	0,45 a	0,45	0,12 a	1,09 a
3	0,48 a	0,37	0,17 a	1,39 a
4	0,49 a	0,33	0,12 a	1,08
5	0,49 a	0,41	0,08	1,61 a
6	0,33	0,60 a	0,18 a	1,25 a
(Testigo)	0,66 a	0,73 a	0,30 a	1,61 a

Los datos corresponden a las medias de 8 repeticiones. Las medias no etiquetadas con la letra a, son significativamente diferentes de las medias del testigo, según test de Dunnet ($p \leq 0,05$)

En el cuadro 9, se observan las medias de peso aéreo y radical, además del conteo de nódulos producidos por nemátodos del género *Meloidogyne*. Aquí ningún tratamiento tuvo efecto sobre los pesos aéreos y radicales, sin observar diferencias significativas. Mientras, los tratamientos 3 y 5 lograron disminuir el número de nódulos observados en las raíces, producto de una menor infestación de nemátodos del género *Meloidogyne*.

Cuadro 9. Media de peso aéreo, peso de raíz y numero de nódulos. Ensayo 2.

Tratamiento	Peso aéreo(g)	Peso raíz(g)	Nº de nódulos
1	16,66 a	17,86 a	150,38 a
2	16,99 a	18,43 a	156,75 a
3	15,06 a	17,10 a	112,25
4	17,50 a	19,31 a	167,88 a
5	16,35 a	18,78 a	116,38
6	16,28 a	18,94 a	142,88 a
(testigo)	15,10 a	16,11 a	189,25 a

Los datos corresponden a las medias de 8 repeticiones. Las medias no etiquetadas con la letra a, son significativamente diferentes de las medias del testigo, según test de Dunnet ($p \leq 0,05$)

DISCUSIÓN

Diversos estudios han demostrado la efectividad de rizobacterias para el control de nemátodos fitoparásitos (Almaghrabi *et al.*, 2013; Burkett-Cadena *et al.*, 2008; Castañeda, 2014; Fernandes *et al.*, 2013; Jonathan *et al.*, 2000; Ordenes, 2012; Podestá *et al.*, 2013; Radwan *et al.*, 2012), sin embargo, aún no ha sido posible la masificación de su uso, ya que los factores que afectan su funcionamiento no han sido claramente identificados (Castro-Sowinski *et al.* 2007; de-Bashan *et al.* 2008;).

La condición de salinidad del suelo afecta de manera importante la salud de las plantas, generando, principalmente, desbalances nutricionales y disminución de la absorción de agua (Martínez *et al.*, 2011), además influye directamente en la supervivencia de las bacterias. En el primer ensayo, se observó que las bacterias sin formular no controlaron la población de nemátodos respecto al testigo (cuadro 6), lo que se podría atribuir a la condición de salinidad de suelo y/o a los bajos niveles de materia orgánica presente (Siddiqui *et al.* 2003), además de la alta presión inicial de nemátodos. Se suma a esto las condiciones constantes de alta temperatura y humedad, favoreciendo la reproducción de los nemátodos (Aballay *et al.* 2009), generando poblaciones elevadas en la totalidad de los tratamientos y en consecuencia, raíces con un alto nivel de daño. En contraste, las bacterias formuladas en arcilla tuvieron efectos positivos sobre el control, en comparación con el testigo absoluto, lo que sugiere que éste formulado generó protección y persistencia de las cepas bacterianas. Por el contrario, el formulado líquido de bacterias, no se diferenció del testigo absoluto, lo que se atribuye a su baja persistencia u a otros factores de suelo y/o ambientales que no permitieron el accionar de las bacterias (Torriente y Torres, 2010).

El formulado en arcilla se comporta de manera similar al tratamiento químico y al biológico comercial, Rugby y Bafex-N respectivamente, diferenciándose estadísticamente del control absoluto (cuadro 6), lo que indicaría que potencialmente es una formulación que cumpliría con un estándar de calidad para el mercado. Bach y Díaz (2008) afirman que formulados sólidos tienen una mayor estabilidad en el tiempo que los líquidos. Sin embargo, mencionan la existencia de bacterias encapsuladas en matriz de alginato, considerando este tipo de formulación como un avance científico técnico importante para la utilización comercial de este tipo de productos.

Existen modelos que plantean una disminución de peso de las plantas al aumentar la población de nemátodos fitoparásitos (Decraemer y Hunt, 2006), pero los efectos, en ambos ensayos, en cuanto a peso aéreo y de raíz, no se destacaron, sin presentar diferencias estadísticas, debido a que el tiempo experimental no fue suficiente para reflejar variación, lo que concuerda con Siddiqui y Akhtar (2009), que tampoco obtuvieron diferencias en este ítem. En el ensayo 1, sólo se obtuvo mayor peso aéreo con las bacterias sin formular, pero a la vez este tratamiento fue el que registro el mayor daño radical, junto al testigo absoluto. En cuanto al número de nódulos, en el ensayo 2, la menor cantidad fue contabilizada en los

tratamientos 3 y 5, ambos formulados en arcilla, confirmando mayor efectividad del formulado sólido.

Es importante destacar en los resultados obtenidos en el ensayo 1, donde sólo el tratamiento químico presentó diferencias negativas en cuanto a la población de nemátodos saprófagos. Por el contrario, el tratamiento formulado en arcilla no tuvo este efecto sobre la población de nemátodos saprófagos, con igual capacidad de control de fitoparásitos, sin dañar a organismos benéficos del suelo. Esto coincide con la mayoría de las investigaciones realizadas a partir de este tema, las cuales indican que los productos químicos utilizados para el control de nemátodos fitoparásitos, disminuyen considerablemente la microfauna presente en el suelo, eliminando la competencia natural y pueden generar resistencia en los nemátodos fitoparásitos (Hernández *et al.* 2006).

Actualmente existen pocos estudios relacionados a las concentraciones adecuadas formulaciones bacterianas para el control de nemátodos. Las concentraciones generalmente utilizadas, son las que en éste estudio consideramos como bajas y medias (10^6 y 10^8 ufc/mL) siendo las primeras las más frecuentes a nivel comercial (Reyes *et al.* 2008; Terefe *et al.* 2009). En estudios *in vitro* las mayores concentraciones, y el aumento del tiempo de exposición al cultivo bacteriano, aumentaron el porcentaje de mortalidad de los nemátodos (Khan *et al.* 2008.).

Los resultados del estudio 2, indican que para *X. index* hubo control nematológico con el formulado líquido en la mayor concentración (tratamiento 6), en contraste, el formulado en arcilla tuvo mayor efecto sobre este género en baja concentración. Para *Meloidogyne* spp, prácticamente todas las concentraciones, de ambos formulados, fueron suficientes para diferenciarse del testigo. En cuanto a otros nemátodos fitoparásitos presentes, sólo fue efectivo el formulado en arcilla en baja y alta concentración. Esto concuerda con resultados obtenidos en estudios anteriores, los cuales ya con concentraciones de 10^6 ufc logran ser efectivos para el control de nemátodos (Burkett-Cadena *et al.*, 2008; Castañeda, 2014; Ordenes, 2012; Reyes *et al.* 2008; Radwan *et al.*, 2012).

Los efectos negativos de los productos químicos (Camelo *et al.*, 2011.), nos indican lo necesarias que son las herramientas biológicas en la producción orgánica y en el futuro de la agricultura en general, por lo que resulta imprescindible seguir investigando y generando información de éste tipo de productos, de manera de mejorarlos y masificar su utilización.

CONCLUSIONES

El formulado bacteriano en arcilla fue similar, en su efecto, al producto químico y biológico utilizados en este trabajo y superó al uso de las rizobacterias sin formular, debido probablemente a cierta protección otorgada por la formulación ante condiciones del medio.

Las diferencias en concentraciones de las rizobacterias en la suspensión, no se reflejan en mayores o menores grados de control, lo que puede validar el uso de las concentraciones menores recomendadas en trabajo anteriores.

Para dilucidar el mejor formulado a utilizar es necesario realizar investigaciones adicionales, que tengan diferentes tipos de suelo, variados cultivares y/o periodos más prolongados de ensayos, para posteriormente realizar pruebas de campo que comprueben la efectividad de los formulados bacterianos

BIBLIOGRAFÍA

- Aballay, E., P. Flores, y V. Insunza. 2001. Efecto nematocida de ocho especies vegetales sobre *Xiphinema americanum* sensu lato, en *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon en Chile. *Nematropica* 31:95-102.
- Aballay, E.; P. Persson; A. Mårtensson. 2009. Plant-Parasitic Nematodes in Chilean Vineyards. *Nematropica*, 39(1): 85–98.
- Aballay, E.; A. Mårtensson; P. Persson. 2011. Screening of rhizosphere bacteria from grapevine for their suppressive effect on *Xiphinema index* Thorne & Allen on in vitro grape plants. *Plant Soil*, 347: 313–325.
- Aballay, E.; S. Prodan; A. Mårtensson; P. Persson. 2012. Assessment of rhizobacteria from grapevine for their suppressive effect on the parasitic nematode *Xiphinema index*. *Crop Protection*, 42: 36-41.
- Albornoz, F. y M. Salinas. 2011. Controladores Biológicos: *Bacillus subtilis* y *B. thuringiensis*. Fundación para la innovación agraria, Ministerio de Agricultura. Región del Maule, Chile. 30p.
- Almaghrabi, O.; S. Massoud; T. Abdelmoneim. 2013. Influence of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on tomato plant growth and nematode reproduction under greenhouse conditions. Saudi *Journal of Biological Sciences*, 20: 57–61.
- Bach, T. y M. Díaz. 2008. Las Rizobacterias Promotoras de crecimiento Vegetal (PGPR) en la agricultura. *Revista de Agricultura Orgánica*. ACTAF, instituto de Suelo. 35-38.
- Burkett-Cadena, M.; N. Kokalis-Burelle; K. Lawrence; E. van Santen; J. Kloepper. 2008. Suppressiveness of Root-Knot Nematodes Mediated by Rhizobacteria. *Biological Control*, 47(1): 55–59. Retrieved April 18, 2014.
- Camelo, M.; S. Vera; R. Bonilla. 2011. Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Centro de Biotecnología y Bioindustria – CBB, Centro de Investigación Tibaitatá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica, Mosquera, Colombia. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2): 159-166.
- Carreón, Y.; M. Sarabia; M. Martínez; R. Madrigal. 2013. Perspectivas del Empleo de Rizobacterias Como Agentes de Control Biológico en Cultivos de Importancia Económica. *Revista Biológicas*, 12(1): 65–71.

Castañeda, C. 2014. Caracterización fisiológica, molecular e identificación bioquímica de metabolitos y enzimas de cepas rizobacterianas con aptitud nematocida sobre *Xiphinema index* (Thorne y Allen) y *Meloidogyne ethiopica* (Whitehead). Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Sanidad Vegetal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 52p.

Castro-Sowinski, S.; Y. Herschkovitzl; Y. Okon; E. Jurkevitch. 2007. Effects of inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria on resident rhizosphere microorganisms. Department of Plant Pathology and Microbiology, and The Otto Warburg Minerva Centre for Agricultural Biotechnology, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel. 11p.

Curtis, R.; J. Jones; K. Davies; E. Sharon; Y. Spiegel. 2011. Plant Nematode Surfaces. (Chapter 5 p.15-149). In: K. Davies and Y. Spiegel (eds). Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes: Building Coherence between Microbial Ecology and Molecular Mechanisms, Progress in Biological Control. Dordrecht, Netherlands: Springer. 311p. (Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes, Volume 11).

de-Bashan, L.; G. Holguin; B. Glick; Y. Bashan. 2007. Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. In: Microbiología agrícola: hongos, bacterias, micro y macro fauna, control biológico, planta-microorganismo. (Eds.) Ferrera-Cerrato, R., and Alarcon, A. Capítulo 8. Publicado por: Editorial Trillas, Ciudad de México, México. pp. 170-224.

Decraemer, W. y D. Hunt. 2006. Structure and Classification, in: Perry, R.N., Moens., M. (Eds.), Plant Nematology. CABI, Wallingford, UK, p. 447.

Fernandes, R.; E. Lopes; B. Vieira; F. Amanda. 2013. Control of *Meloidogyne javanica* on common beans with *Bacillus* spp. Isolates. *Ciencias Agrárias e Biológicas*, 7(1): 76–81.

Fuller, V.; C. Lilley; P. Urwin. 2008. Nematode resistance. *New Phytologist*, 180(1): 27–44.

Guzmán, O.; J. Castaño; B. Villegas. 2012. Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Revista Argentina de Agronomía*, 20: 38–50.

Jonathan, E.; K. Barker; F. Abdel-Alim; T. Vrain; D. Dickson. 2000. Biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato and banana with rhizobacteria, actinomycetes, and *Pasteuria penetrans*. *Nematropica*, 30: 231–240.

Khan, Z.; S. Kim; Y. Jeon; H. Khan; S. Son; Y. Kim. 2008. A plant growth promoting rhizobacterium, *Paenibacillus polymyxa* strain GBR-1, suppresses root-knot nematode. *Bioresource Technology*, 99: 3016–3023.

Kent, A. y E. Triplett. 2002. Microbial Communities and Their Interactions in Soil and Rhizosphere Ecosystems. Center for Limnology and Department of Agronomy, University of Wisconsin-Madison, Madison, USA. 28p.

Kloepper, J.; R. Rodríguez-Kábana; J. McInroy; D. Collins. 1991. Analysis of populations and physiological characterization of microorganisms in rhizospheres of plants with antagonistic properties to phytopathogenic nematodes. *Plant and Soil*, 136: 95-102.

Kloepper, J.; R. Rodríguez-Kábana; J. McInroy; R. Young. 1992. Rhizosphere bacteria antagonistic to soybean cyst (*Heterodera glycines*) and root-knot (*Meloidogyne incognita*) nematodes: Identification by fatty acid analysis and frequency of biological control activity. Department of Plant Pathology and Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, USA. *Plant and Soil*, 139: 75-84.

Kluepfel, D.; T. McInnis; E. Zehr. 1993. Involvement of root colonizing bacteria in peach orchard soils suppressive of the nematode *Criconebella xenoplax*. *Phytopathology*, 83: 1240-1245.

Kokalis-Burelle, N.; N. Martínez-Ochoa; R. Rodríguez-Kábana; J. Kloepper. 2002. Development of Multi-Component Transplant Mixes for Suppression of *Meloidogyne incognita* on Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of Nematology*, 34(4): 362-369. 2002.

Kokalis-Burelle, N.; J. Kloepper; M. Reddy. 2005. Plant growth-promoting rhizobacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. *Applied Soil Ecology*, 31:91-100.

Hernández-Rodríguez, A.; M. Heydrich-Pérez; M. Velázquez-del Valle; A. Hernández-Lauzardo. 2006. Perspectivas Del Empleo de Rizobacterias Como Agentes de Control Biológico En Cultivos de Importancia Económica. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 24: 42-49.

Martínez, N.; C. López; C.; M Basurto; R. Pérez. 2011. Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. *Tecnociencia Chihuahua*, V(3): 156-161.

Montedónico, M. 2001. Evaluación de la resistencia de trece portainjertos de vid a *Meloidogyne spp.* en una viña de seis años. Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Sanidad Vegetal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 29p.

Ochoa, M.; R. Madrigal; M. Martínez. 2010. Plantas, Hongos Micorrízicos Y Bacterias: Su Compleja Red de Interacciones. *Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias*, 12(1): 65-71.

- Ordenes, P. 2012. Evaluación de rizobacterias en el control de *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968, en *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay. Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Sanidad Vegetal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 24p.
- Piedra, R. 2008. Manejo biológico de nematodos fitoparásitos con hongos y bacterias. *Tecnología en Marcha*, 21(1): 123-132.
- Podestá, G.; L. de Freitas; R. Dallemole-giaretta; R. Falcão; L. Caixeta; S. Ferraz. 2013. *Meloidogyne javanica* control by *Pochonia chlamydosporia*, *Gracilibacillus dipsosauri* and soil conditioner in tomato. *Summa phytopathologica*, 39(2): 122–125.
- Radwan, M.; S. Farrag; M. Abu-Elamayem; N. Ahmed. 2012. Biological control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato using bioproducts of microbial origin. *Applied Soil Ecology*, 56: 58–62.
- Ravichandra N. 2010. Methods and Techniques in Plant Nematology. PHI Learning Private Limited, New Delhi, India. 595p.
- Reyes, I.; L. Alvarez; H. El-ayoubi. 2008. selección y evaluación de rizobacterias promotoras del crecimiento en pimentón y maíz. *Bioagro*, 20(1): 37–48.
- Santibáñez, F. y J. M. Uribe. 1990. Atlas Agroclimático de Chile: Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Lab. De Agroclimatología. Santiago, Chile. 66 p.
- Siddiqui, I.; S. Shaukat; G. Khan; N. Ali. 2003. Suppression of *Meloidogyne javanica* by *Pseudomonas aeruginosa* IE-6S+ in tomato: the influence of NaCl, oxygen and iron levels. *Soil Biology and Biochemistry*, 35: 1625–1634.
- Siddiqui, Z. 2006. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. edited by Z. Siddiqui. Springer Netherlands.
- Siddiqui, Z. y M. Akhtar. 2009. Effect of plant growth promoting rhizobacteria, nematode parasitic fungi and root-nodule bacterium on root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* and growth of chickpea. *Biocontrol Science and Technology*, 19: 511–521.
- Terefe, M.; T. Tefera; P. Sakhuja. 2009. Effect of a formulation of *Bacillus firmus* on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infestation and the growth of tomato plants in the greenhouse and nursery. *Journal of Invertebrate Pathology*, 100: 94–9.
- Tian, B.; J. Yang; K. Q. Zhang. 2007. Bacteria used in the biological control of plant-parasitic nematodes: populations, mechanisms of action, and future prospects. *Federation of*

European Microbiological Societies, 61: 197-213.

Torriente, D. y V. Torres. 2010. El Análisis De Componentes Principales En La Interpretación De Sistemas Agroecológicos Para El Manejo De Rizobacterias Promotoras Del Crecimiento Vegetal Para El Cultivo De La Caña De Azúcar. *Idesia*, 28: 23–32.

Viguera J. y P. Delgado. 2007. Productos Fitosanitarios – Formulaciones y sus riesgos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Sevilla. España. 14p.

APENDICES

Índices reproductivos de nemátodos, evaluación, peso aéreo y radicular ensayo 1

Tratamientos	Xiphinema index	otros fitoparásitos	saprófagos	peso raíz	nota	peso aéreo
T1R1	14,54	1,95	1,55	17,7	7	28,2
T1R2	18,64	31,28	1,10	23,3	6	31,2
T1R3	20,50	37,53	0,77	32,2	8	36,3
T1R4	20,15	5,53	1,01	28,9	5	35,4
T1R5	18,87	7,40	0,77	13,4	6	14,2
T1R6	10,64	17,37	1,01	22,4	10	32,8
T1R7	8,57	5,37	1,00	19,7	8	25,1
T1R8	12,63	4,03	1,66	16,6	5	10,4
T1R9	12,16	4,27	1,39	30,8	8	33,1
T1R10	8,64	8,01	1,22	18,1	9	29
T2R1	6,65	7,32	0,90	19,8	8	27,1
T2R2	8,44	7,42	1,00	19,9	9	29,2
T2R3	15,15	4,07	1,64	16,3	8	24,2
T2R4	7,80	0,98	0,81	12,7	9	14,1
T2R5	13,17	7,69	0,92	27,4	8	31,6
T2R6	5,01	2,89	0,52	13,4	7	19,4
T2R7	12,47	1,10	1,03	17,6	6	27,6
T2R8	10,40	1,72	0,90	25,7	6	35,2
T2R9	15,10	18,33	0,96	17,5	5	24,6
T2R10	5,27	4,08	0,89	25,2	9	18,8
T3R1	14,44	7,61	0,24	28,1	9	43,8
T3R2	15,22	3,95	0,40	17,1	8	23,8
T3R3	13,48	7,36	0,27	16,4	7	28,8
T3R4	14,46	11,31	0,90	13	7	23,2
T3R5	14,51	4,52	1,26	12,8	6	20,5
T3R6	5,23	7,73	0,69	20,5	8	47,3
T3R7	14,17	18,14	1,68	26,6	9	37
T3R8	8,39	15,54	0,84	35,3	9	39,3
T3R9	8,67	2,07	1,39	23,8	7	42,6
T3R10	11,50	2,52	1,06	29,7	6	48,6
T4R1	18,83	9,15	0,60	20	4	19,7
T4R2	9,22	3,82	0,65	24,8	8	38,4

T4R3	5,88	2,07	0,67	24,2	4	39,6
T4R4	13,04	1,02	0,63	27,2	4	18,1
T4R5	6,93	1,63	0,39	16,4	4	18,2
T4R6	9,30	6,39	0,64	23,7	6	18,6
T4R7	9,80	1,72	0,52	18,1	5	14,2
T4R8	6,99	0,81	0,33	28,3	7	24,3
T4R9	3,04	1,63	0,39	14,9	5	15,7
T4R10	7,21	4,68	0,61	35,5	9	29,5
T5R1	8,61	1,55	1,17	18,4	4	29,4
T5R2	7,29	4,96	0,88	17,9	5	27,6
T5R3	10,69	14,40	0,53	35,3	6	64,7
T5R4	9,19	25,79	0,65	43,4	6	46,7
T5R5	10,95	3,54	0,66	15,4	5	21,1
T5R6	13,44	4,64	1,57	23	5	29,8
T5R7	13,80	16,35	0,97	20,3	4	39,9
T5R8	6,32	7,00	0,66	25,3	8	19,7
T5R9	5,77	9,03	0,48	19,6	7	38,2
T5R10	13,27	3,99	0,77	14	5	27
T6R1	10,45	5,86	0,76	24,5	10	24,9
T6R2	11,75	7,44	1,29	34,1	8	27,7
T6R3	10,21	1,94	1,01	30,1	10	24,8
T6R4	20,31	40,80	1,79	18,6	9	21,3
T6R5	9,78	31,04	0,89	25,4	9	26,3
T6R6	12,89	12,20	1,33	23,5	9	25,4
T6R7	24,13	14,77	1,20	15,1	10	19,9
T6R8	13,48	7,77	0,97	19,9	9	23,1
T6R9	15,42	14,32	1,36	32,4	9	31,3
T6R10	19,76	9,72	1,07	14,4	10	12,5

Índices reproductivos de nemátodos, peso aéreo, peso radicular y número de nódulos del ensayo 2

tratamiento	Xiphinema index	Meloidogyne	otros fitoparásitos	saprófagos	peso aéreo	peso raíz	n° nódulos
T1R1	0,43	0,35	0,09	1,82	13,7	16,9	124
T1R2	0,54	0,79	0,19	1,51	13,4	17,5	245
T1R3	0,28	0,30	0,09	2,04	19,6	20,3	163
T1R4	0,73	0,32	0,05	1,79	20,9	18,9	168
T1R5	0,28	0,30	0,05	2,61	16,7	17,3	154
T1R6	0,34	0,18	0,05	2,85	15,7	18,7	114

T1R7	0,20	0,30	0,09	1,53	16,6	16,9	138
T1R8	0,42	0,30	0,09	1,89	16,7	16,4	97
T2R1	0,14	0,49	0,05	1,05	15,5	18,5	111
T2R2	0,61	0,79	0,00	0,77	12,5	15,4	154
T2R3	0,67	0,38	0,05	1,06	18,5	16,8	271
T2R4	0,42	0,45	0,09	1,18	16,8	14,9	109
T2R5	0,61	0,37	0,00	0,89	13,5	21	187
T2R6	0,57	0,49	0,57	1,19	19,7	19,4	128
T2R7	0,14	0,59	0,09	1,05	18	23,1	152
T2R8	0,48	0,07	0,09	1,53	21,4	18,3	142
T3R1	0,41	0,30	0,09	1,13	15,5	19,3	57
T3R2	0,69	0,67	0,14	1,37	16,5	19,8	128
T3R3	0,68	0,37	0,09	1,19	16,1	16,8	126
T3R4	0,60	0,20	0,19	1,41	14,5	15,6	109
T3R5	0,20	0,37	0,05	2,26	13,6	13,8	91
T3R6	0,47	0,60	0,52	1,34	15,8	17,4	159
T3R7	0,27	0,18	0,14	1,08	13,6	16,3	106
T3R8	0,50	0,25	0,09	1,34	14,9	17,8	122
T4R1	0,56	0,23	0,52	1,27	21	24,6	209
T4R2	0,82	0,22	0,09	1,10	16,7	19,7	225
T4R3	0,62	0,45	0,09	1,26	16,5	22,9	209
T4R4	0,35	0,38	0,05	1,07	14	16,9	132
T4R5	0,33	0,12	0,00	0,49	19,7	18,8	165
T4R6	0,28	0,77	0,05	1,43	18,3	15,6	144
T4R7	0,69	0,30	0,09	0,84	17,2	18,2	136
T4R8	0,31	0,15	0,05	1,21	16,6	17,8	123
T5R1	0,31	0,55	0,19	1,59	17,2	23,7	157
T5R2	0,64	0,18	0,09	2,28	14,9	18,8	89
T5R3	0,65	0,55	0,14	1,45	17,2	16,6	85
T5R4	0,40	0,37	0,00	1,67	20,4	19,9	125
T5R5	0,33	0,57	0,09	1,65	19,5	20,2	122
T5R6	0,80	0,50	0,05	1,08	14,7	15	97
T5R7	0,37	0,37	0,05	1,86	13,2	14,2	95
T5R8	0,41	0,18	0,05	1,28	13,7	21,8	161
T6R1	0,26	0,59	0,52	1,48	16,4	18,6	112
T6R2	0,14	0,42	0,09	1,41	19,6	18,4	148
T6R3	0,31	1,12	0,09	1,48	17,2	18,6	123
T6R4	0,38	0,47	0,24	0,97	13	20,4	173
T6R5	0,27	0,69	0,14	1,04	18,6	20,9	182
T6R6	0,48	0,72	0,05	1,24	15,1	21,1	147

T6R7	0,41	0,22	0,09	0,89	17,2	18	151
T6R8	0,14	0,59	0,19	1,53	13,1	15,5	107
T7R1	0,62	0,72	0,14	0,92	13,9	14,7	157
T7R2	0,62	0,80	0,24	2,13	16,1	11,5	123
T7R3	0,79	1,04	0,09	1,16	13,6	14,8	196
T7R4	0,47	0,47	0,62	2,59	14,9	18,5	185
T7R5	0,79	1,05	0,14	0,92	19,8	24,9	344
T7R6	0,45	0,67	0,76	1,93	14,4	13,1	134
T7R7	0,66	0,42	0,33	1,76	13,7	15,1	163
T7R8	0,87	0,69	0,09	1,46	14,4	16,3	212