

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO  
MAESTRIA EN FITOPATOLOGIA**



**“COMPORTAMIENTO DEL NEMÁTODO DEL  
NÓDULO *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919)  
Chitwood, 1949 CON 12 PRODUCTOS QUÍMICOS”**

**Presentado por:  
MCNEIL DANILLO FARFAN MENENDEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN  
FITOPATOLOGIA**

**Lima – Perú  
2011**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO  
MAESTRIA EN FITOPATOLOGIA**

**“COMPORTAMIENTO DEL NEMÁTODO DEL NÓDULO  
*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949  
CON 12 PRODUCTOS QUÍMICOS”**

**Presentado por:  
MCNEIL DANILO FARFAN MENENDEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN  
FITOPATOLOGIA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

---

**Mg.Sc. Walter Apaza Tapia  
PRESIDENTE**

---

**Ph.D. Manuel Canto Sáenz  
PATROCINADOR**

---

**Mg.Sc. Carlos Cadenas Giraldo  
MIEMBRO**

---

**Mg.Sc. Julián Chura Chuquiya  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A **DIOS**: Quien me guía día a día.

A mis amados padres: Ernesto y Delfina, por su amor, comprensión, apoyo incondicional y por su lucha constante en guiarme por el camino de la superación.

A Madeline mi hermana, por todo el apoyo y motivación; quien es mi guía desde la infancia.

A Marisol por comenzar junto a mí este camino; por su cariño; comprensión; paciencia y aliento. Estoy seguro que siempre podré contar contigo.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi gratitud al Ph.D. Manuel Canto Sáenz, por su apoyo, amistad y asesoramiento en la presente tesis.

A los profesores de la Especialidad de Fitopatología de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por los conocimientos y experiencias transmitidas.

A la Cooperación Técnica de la Embajada de Bélgica quienes financiaron mis estudios de Post Grado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haber financiado el presente trabajo.

A mis compañeros de la Especialidad de Fitopatología por su amistad.

<b>INDICE</b>	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Nematodo del nódulo ( <i>Meloidogyne incognita</i> ) .....	2
2.1.1. Generalidades.....	2
2.1.2. Ubicación taxonómica.....	2
2.1.3. Características morfológicas.....	3
2.1.4. Ciclo de vida y síntomas.....	3
2.1.5. Hábitos de alimentación.....	4
2.1.6. Factores que influyen en su desarrollo.....	5
2.1.7. Control.....	5
2.2. Productos químicos naturales.....	6
2.2.3. Productos naturales de plantas.....	6
2.2.4. Productos naturales de organismos marinos.....	7
2.2.5. Productos naturales producidos por microorganismos.....	7
2.2.6. Agentes de biocontrol (ABC) .....	7
2.3. Nematóxicos.....	7
2.3.1. Nemathor 20 L.....	7
2.3.2. Hunter.....	8
2.3.3. Chandler Check.....	8
2.3.4. Nema 100.....	9
2.3.5. Biostat.....	9
2.3.6. Urpi.....	9
2.3.7. Oxamyl.....	10
2.3.8. QL Agri 35.....	10
2.4. Promotores de enraizamiento.....	10
2.4.1. Rizober .....	10
2.4.2. Root Plex.....	11
2.4.3. Resyst.....	11
2.4.4. Kelpak.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Ubicación.....	13
3.2. Prueba de eclosión de huevos en de la ooteca de <i>M. incognita</i> .....	13

3.3. Prueba de eclosión de huevos fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> .....	15
3.4. Prueba de movimiento de Juveniles 2 <i>M. incognita</i> .....	16
3.5. Prueba de supervivencia de <i>M. incognita</i> .....	17
3.6. Metodología de la prueba de infectividad en invernadero.....	18
3.7. Diseño experimental.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
4.1. Prueba de eclosión de huevos en la ooteca de <i>M. incognita</i> .....	21
4.1.1. Nematóxicos a la concentración 2000 ppm. ....	21
4.1.2. Nematóxicos a la concentración 1000 ppm. ....	23
4.1.3. Nematóxicos a la concentración 500 ppm. ....	25
4.2. Prueba de eclosión de huevos fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> .....	26
4.2.1. Nematóxicos a la concentración 2000 ppm.....	26
4.2.2. Nematóxicos a la concentración 1000 ppm.....	28
4.2.3. Nematóxicos a la concentración 500 ppm. ....	30
4.3. Prueba de movimiento de <i>M. incognita</i> .....	32
4.3.1. Nematóxicos a la concentración 2000 ppm.....	32
4.3.2. Nematóxicos a la concentración 1000 ppm.....	34
4.3.3. Nematóxicos a la concentración 500 ppm.....	36
4.4. Prueba de supervivencia de <i>M. incognita</i> .....	37
4.4.1. Nematóxicos a la concentración 2000 ppm.....	37
4.4.2. Nematóxicos a la concentración 1000 ppm.....	39
4.4.3. Nematóxicos a la concentración 500 ppm.....	41
4.5. Prueba de Infectividad.....	43
4.5.1. Altura de Planta.....	43
4.5.2. Peso Fresco Parte Aérea.....	44
4.5.3. Peso Seco Parte Aérea.....	45
4.5.4. Peso Fresco Raíz.....	46
4.5.5. Grado de Nodulación.....	47
4.5.6. Número de Huevos.....	48
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. RECOMENDACIONES.....	53
VII. LITERATURA CITADA.....	54
VIII. ANEXOS.....	57

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1:</b> Nematóxicos usados en pruebas <i>in vitro</i> a una concentración de 2000 ppm.....	14
<b>Cuadro 2:</b> Nematóxicos usados en pruebas <i>in vitro</i> a concentraciones de 1000 ppm y 500ppm.....	14
<b>Cuadro 3:</b> Tratamientos aplicados en la prueba de infectividad en invernadero...	19
<b>Cuadro 4:</b> Número de huevos eclosionados en la ooteca de <i>M. incognita</i> con los distintos tratamientos a una concentración de 2000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	21
<b>Cuadro 5:</b> Número de huevos eclosionados en la ooteca de <i>M. incognita</i> con los distintos tratamientos a una concentración de 1000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	23
<b>Cuadro 6:</b> Número de huevos eclosionados en la ooteca de <i>M. incognita</i> con los distintos tratamientos a una concentración de 500 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	25
<b>Cuadro 7:</b> Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> con los distintos tratamientos a una concentración de 2000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	27
<b>Cuadro 8:</b> Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> con los distintos tratamientos a una concentración de 1000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	28
<b>Cuadro 9:</b> Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> con los distintos tratamientos a una concentración de 500 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	30
<b>Cuadro 10:</b> Número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	32
<b>Cuadro 11:</b> Número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	34
<b>Cuadro 12:</b> Número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	36
<b>Cuadro 13:</b> Número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	38

<b>Cuadro 14:</b> Número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	40
<b>Cuadro 15:</b> Número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm (Prueba de Tukey a 0.01).....	41
<b>Cuadro 16:</b> Promedio de altura de plantas inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey al 0.01).....	43
<b>Cuadro 17:</b> Peso fresco de parte área de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey al 0.01).....	44
<b>Cuadro 18:</b> Peso seco de parte aérea de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey al 0.01).....	45
<b>Cuadro 19:</b> Peso fresco de raíz de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales. (Prueba de Tukey al 0.01).....	46
<b>Cuadro 20:</b> Grado de nodulación según escala del PIM de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey al 0.01).....	47
<b>Cuadro 21:</b> Número de huevos en la raíz de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey al 0.01).....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Procedimiento usado en la prueba de eclosión de huevos en de la ooteca de <i>M. incognita</i> .....	13
<b>Figura 2:</b> Procedimiento usado en la prueba de eclosión de huevos fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> .....	15
<b>Figura 3:</b> Procedimiento usado en la prueba de movimiento de Juveniles 2 de <i>M. incognita</i> .....	17
<b>Figura 4:</b> Procedimiento usado en la prueba de supervivencia de <i>M. incognita</i> ...	18
<b>Figura 5:</b> Número de huevos eclosionados en la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm.....	22
<b>Figura 6:</b> Porcentaje de huevos en la ooteca de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 2000 ppm.....	23
<b>Figura 7:</b> Número de huevos eclosionados en la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm.....	24
<b>Figura 8:</b> Porcentaje de huevos en la ooteca de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 1000 ppm.....	24
<b>Figura 9:</b> Número de huevos eclosionados en la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm.....	25
<b>Figura 10:</b> Porcentaje de huevos en la ooteca de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 500 ppm.....	26
<b>Figura 11:</b> Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm.....	27
<b>Figura 12:</b> Porcentaje de huevos fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 2000 ppm.....	28
<b>Figura 13:</b> Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm.....	29
<b>Figura 14:</b> Porcentaje de huevos fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 1000 ppm.....	29
<b>Figura 15:</b> Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm.....	31
<b>Figura 16:</b> Porcentaje de huevos fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 500 ppm.....	31

<b>Figura 17:</b>	Número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm.....	33
<b>Figura 18:</b>	Porcentaje de J2 móviles de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 2000 ppm.....	33
<b>Figura 19:</b>	Número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm.....	35
<b>Figura 20:</b>	Porcentaje de J2 móviles de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 1000 ppm.....	35
<b>Figura 21:</b>	Número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm.....	36
<b>Figura 22:</b>	Porcentaje de J2 móviles de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 500 ppm.....	37
<b>Figura 23:</b>	Número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm.....	38
<b>Figura 24:</b>	Porcentaje J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 2000 ppm.....	39
<b>Figura 25:</b>	Número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm.....	40
<b>Figura 26:</b>	Porcentaje J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 1000 ppm.....	41
<b>Figura 27:</b>	Número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm.....	42
<b>Figura 28:</b>	Porcentaje J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> no afectados y afectados por los productos a una concentración de 500 ppm.....	42
<b>Figura 29:</b>	Altura de plantas inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	43
<b>Figura 30:</b>	Peso fresco de parte área en gramos de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	44
<b>Figura 31:</b>	Peso seco de parte aérea en gramos de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	45
<b>Figura 32:</b>	Peso fresco de raíz en gramos de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	46

<b>Figura 33:</b>	Grado de nodulación según la escala del PIM de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	48
<b>Figura 34:</b>	Población final del nematodo en la raíz de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	49
<b>Figura 35:</b>	Número de huevos/gramo de raíz de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	49
<b>Figura 36:</b>	Tasa de reproducción del nematodo (Pi/Pf) en plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	50

## ÍNDICE ANEXOS

	Pág.	
<b>Anexo 1:</b>	Datos reales de eclosión en la ooteca de los productos evaluados a distintas concentraciones.....	58
<b>Anexo 2:</b>	Datos reales de eclosión fuera de la ooteca de los productos evaluados a distintas concentraciones.....	58
<b>Anexo 3:</b>	Datos reales de movimiento de J2 en los productos evaluados a distintas concentraciones.....	59
<b>Anexo 4:</b>	Datos reales de supervivencia de J2 en los productos evaluados a distintas concentraciones.....	59
<b>Anexo 5:</b>	Datos reales de evaluación de las plantas en invernadero.....	60
<b>Anexo 6:</b>	Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados en la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm [datos transformados a Ln(x)]......	60
<b>Anexo 7:</b>	Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados en la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm [datos transformados a Ln(x)]......	60
<b>Anexo 8:</b>	Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados en de la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm [datos transformados a Ln(x)]......	61
<b>Anexo 9:</b>	Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	61

<b>Anexo 10:</b>	Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	61
<b>Anexo 11:</b>	Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos fuera de la ooteca a una concentración de 500 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	61
<b>Anexo 12:</b>	Análisis de varianza sobre número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	62
<b>Anexo 13:</b>	Análisis de varianza sobre número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	62
<b>Anexo 14:</b>	Análisis de varianza sobre número de J2 móviles de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	62
<b>Anexo 15:</b>	Análisis de varianza sobre número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	62
<b>Anexo 16:</b>	Análisis de varianza sobre número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	63
<b>Anexo 17:</b>	Análisis de varianza sobre número de J2 supervivientes de <i>M. incognita</i> expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm [datos transformados a $\sqrt{x}$ ].....	63
<b>Anexo 18:</b>	Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	63
<b>Anexo 19:</b>	Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de parte área de plantas inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	63
<b>Anexo 20:</b>	Análisis de varianza sobre datos de peso seco de parte aérea de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con los productos naturales.....	64

<b>Anexo 21:</b> Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de raíz de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	64
<b>Anexo 22:</b> Análisis de varianza sobre severidad según escala del PIM de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	64
<b>Anexo 23:</b> Análisis de varianza sobre datos de número de huevos en la raíz de plantas de tomate inoculadas con <i>M. incognita</i> y tratadas con productos naturales.....	64

## RESUMEN

Para determinar la eficiencia de 12 nematódicos (Kelpak, Root Plex, Rizober, Resyst, Hunter, QL Agri, Chandler Check, Nema100, Urpi, *P. lilacynus*, Nemathor y Oxamyl) en el control de *M. incognita*, se hicieron pruebas *in vitro* con distintas concentraciones (2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm) para establecer su efecto sobre la eclosión, movimiento y sobrevivencia. Además se hizo una prueba de infectividad en invernadero en tomate var. “Río Grande”.

Los resultados obtenidos en laboratorio muestran que los productos Kelpak, Root Plex, Rizober, Hunter y Resyst no afectan la eclosión, movimiento y sobrevivencia del nematodo; los productos QL Agri, Chandler Check, Nema100, Urpi, *P. lilacynus* y Nemathor afectaron negativamente el comportamiento de *M. incognita* siendo Chandler Check, y Nema100 similares al testigo químico (Oxamyl).

Todos los productos tienen efecto nematocida a concentraciones altas (2000 ppm) excepto Oxamyl que mostró efecto nemastático en todas las concentraciones.

En condiciones de invernadero los productos Chandler Check y Nema100 disminuyeron la tasa de reproducción del nematodo significativamente a diferencia del testigo químico.

**Palabras claves:** *M. incognita*; nematódicos; eclosión; movimiento; supervivencia.

## SUMMARY

To determine the efficiency of 12 chemicals (Kelpak, Root Plex, Rizober, Resyst, Hunter, QL Agri Check Chandler, Nema100, Urpi, *P. lilacynus*, Nemathor and Oxamyl) to control *M. incognita*, were tested *in vitro* with different concentrations (2000 ppm, 1000 ppm and 500 ppm). The effects on nematode were determined on the emergence, movement and survival as well as infectivity in the greenhouse on tomato cv. "Río Grande".

The laboratory results show that Kelpak, Root Plex, Rizober, Hunter and Resyst did not affect emergence, movement and survival of the nematode. QL Agri, Chandler Check, Nema100, Urpi, *P. lilacynus* and Nemathor affected negatively the behavior of *M. incognita* being Chandler Check and Nema100 similar to the chemical control (Oxamyl).

All nematotoxic products at high concentrations (2000 ppm) were nematocidal except Oxamyl that was nemastatic at all concentrations.

Under greenhouse conditions Chandler Check and Nema100 decreased nematode reproduction rate significantly in comparison to chemical control.

**Key Words:** *M. incognita*; nematotoxic; emergence; movement; survival

## I. INTRODUCCION

Los daños causados por los nematodos fitoparásitos se van incrementando día a día en Perú, debido a muchos factores que no son tomados en cuenta cuando se va a realizar una campaña agrícola. La poca información que recibe el agricultor para el control de esta plaga es el factor más importante que permite su propagación con los consecuentes bajos rendimientos de campo, sin embargo, está convencido que la prevención o reducción de los nematodos constituye la única forma viable para elevar la producción de campo.

Una de las especies de nematodos de mayor importancia agrícola a nivel nacional y mundial es *Meloidogyne incognita* conocido comúnmente como el nematodo del nódulo y está considerado entre los cinco primeros patógenos que afectan la calidad y cantidad los principales cultivos en Perú. Este nematodo se encuentra distribuido a nivel mundial afectando un amplio rango de hospedantes convirtiéndose en un factor limitante en la producción comercial de muchos cultivos.

El control del nematodo del nódulo con productos naturales es una alternativa, pero actualmente no se conoce cómo y cuánto de estos productos influye en el comportamiento del nematodo en los distintos estados. Siendo necesario conocer estos aspectos para un adecuado control de esta plaga; el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos:

- Evaluar la eficiencia de diferentes productos químicos naturales y de diferentes promotores de enraizamiento en la eclosión, movimiento y supervivencia del nematodo *M. incognita* a nivel de laboratorio.
- Evaluar el efecto de productos químicos naturales y de diferentes promotores de enraizamiento en el control de *M. incognita* a nivel de invernadero.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Nematodo del nódulo (*Meloidogyne incognita*)

#### 2.1.1. Generalidades

El primer reporte de *Meloidogyne* lo hizo Berkeley en 1855; cuando estudiaba los nódulos presentes en raíces de pepino de plantas cultivadas en invernadero en Inglaterra, quien descubrió que la enfermedad de las plantas conocida como nódulo radicular, era producida por este nematodo (Cepeda, 1996).

Reconocida como una enfermedad importante de los vegetales, los nódulos radiculares han sido materia de continuas investigaciones y se han publicado numerosos trabajos sobre el tema. Así, la actividad parasitaria del género *Meloidogyne* ha sido registrada desde 1884 y actualmente presenta más de 80 especies (Siddiqi, 2000) que se encuentran en casi todas las partes del mundo afectando a un amplio rango de plantas cultivadas (Sasser *et al.*, 1985).

En Perú, se realizó un estudio de reconocimiento de los nematodos parásitos de plantas, encontrando 33 especies agrupados en 14 géneros, siendo el género *Meloidogyne*, el más difundido y de mayor importancia económica en la costa y selva del país (Krusberg *et al.*, 1957). Este género está presente en todos los valles de la costa y es limitante en la producción de muchas especies de plantas, algunas de estas son el algodón, cucurbitáceas, tomate, fríjol, pallar, hortalizas, papa, maíz, frutales de hueso, plátano y otros cultivos de menor importancia (Beingolea, 1971).

#### 2.1.2. Ubicación taxonómica

Según Siddiqi (2000).

- Clase** : Secernentea
- Orden** : Tylenchida
- Suborden** : Tylenchina
- Superfamilia** : Tylenchoidea
- Familia** : Heteroderidae
- Subfamilia** : Meloidogyninae

**Género** : Meloidogyne

**Especie** : *M. incognita*

### **2.1.3. Características morfológicas de *M. incognita***

*M. incognita* es un nematodo endoparásito sedentario obligatorio; el macho es un parásito sedentario únicamente durante los estados juveniles (J2, J3, y J4), mientras que la hembra lo es toda su vida con excepción del J1. Los adultos presentan un marcado dimorfismo sexual, pues si bien el macho presenta la forma alargada y cilíndrica con una longitud de 1,5 mm, la hembra se hincha considerablemente y presenta una forma engrosada, como una pera (piriforme) con una longitud de 0,8 mm. Presentan estilete y nódulos medianos visibles al microscopio, la abertura de la glándula esofagial dorsal en el procuero, con bulbo medio redondeado y no ocupa todo el diámetro del cuerpo. Procuero y bulbo medio distinguibles el uno del otro (separados por una constricción más o menos pronunciada) y parte basal del esófago más grande que el bulbo medio (Taylor *et al.*, 1983)

Las hembras en el estado juvenil presentan la vulva distante de la parte anterior de la cabeza en un 70 a 80%, con ovario diprodélfico no reflejo. En su estado adulto son piriformes con ano y vulva separados, y no forman quistes (Sasser *et al.*, 1985).

El poro excretor es anterior al bulbo medio y presenta la cutícula finamente estriada con una anulación irregular y discontinua en la región perineal. El patrón perineal es característico y permite diferenciar a las especies de *Meloidogyne* (Taylor *et al.*, 1983).

Los machos en su segundo estado juvenil presentan un estilete cuya longitud es menor a 20 micras. En su estado adulto presenta un disco labial y aperturas de los anfidios en forma de ranura. Presentan un aparato reproductor con espícula muy cerca de la parte terminal de la cola, la cola es redondeada y sin bursa (Sasser *et al.*, 1985).

### **2.1.4. Ciclo de vida de *M. incognita***

La reproducción es generalmente partenogenética y a veces amfimíctica. La hembra después de la fecundación, deposita sus huevos (200-500 y hasta más de 1000) en una masa mucilaginosa, que puede estar adherida a los tejidos de la raíz de la planta hospedante o a la hembra. El primer estado juvenil se forma dentro del huevo y sufre su primera muda para convertirse en juvenil 2 (J2). Después de la eclosión de los huevos, los J2 salen al

exterior y deben encontrar rápidamente una raicilla, ya que de no ser así morirían en pocas horas (a las 12 horas muere el 90% y a las 19 el 99%). Los J2 que superan esta difícil etapa comienzan a alimentarse inmediatamente del primer punto con el cual entran en contacto, luego con su estilete van realizando un orificio por el cual finalmente consiguen introducirse y se ubican entonces en su sitio definitivo del cual continúan alimentándose vorazmente. Los J2 pasan por dos estadios más en los cuales la alimentación pasa a cumplir un papel secundario (Taylor *et al.*, 1983).

A fines del tercer y principios del cuarto estadio, las hembras comienzan a adoptar su forma de pera. Los machos, en cambio, se mantienen filiformes y transcurren todo su cuarto estadio en el interior de la muda del tercer estadio y luego de la cuarta muda salen los adultos al suelo. Las hembras, alcanzan su estadio adulto y pueden permanecer en el mismo sitio en que se desarrollaron o bien, rasgando los tejidos semidescompuestos, desplazarse hasta la pared radicular, asomando su dilatado cuerpo hacia el exterior. Este nematodo al alimentarse causa la formación de células gigantes y nódulos, provocando en las raíces altamente infectadas, necrosis, acortamiento y disminución de raíces laterales y escasos pelos radiculares. Fisiológicamente los ataques aumentan la producción de proteínas en los nódulos y provocan un mal funcionamiento de los reguladores de crecimiento entre las raíces y el tallo. Estos cambios contribuyen a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas (Sasser *et al.*, 1985)

Bajo la influencia del estímulo que provoca la secreción que inyectan por medio del estilete, se forman las llamadas "células gigantes" de las que se alimentan los nematodos. Éstas son células, con masas de protoplasma muy activas y llenas de organelos. La formación de las células gigantes, no es el único efecto que producen los parásitos en los tejidos que los rodean. La proliferación e hipertrofia de las células corticales da por resultado la formación de las conocidas dilataciones o nódulos (Taylor *et al.*, 1983).

#### **2.1.5. Hábitos de alimentación**

Los juveniles se alimentan antes de penetrar a las raíces de las células epidérmicas, luego penetran por la cofia de raíces secundarias y se establecen dentro de estas, se convierten en parásitos sedentarios, únicamente con movimiento de su cabeza. La alimentación se limita a las células que rodean su cabeza. Varía algo la posición que toman los parásitos aunque la mayor parte de ellos presentan su cabeza sobresaliente en lo que normalmente se hubiera

desarrollado como un cilindro vascular. Si la planta no es un hospedante adecuado, se lignifican las células cercanas a la cabeza del parásito. (Sasser *et al.*, 1977)

#### **2.1.6. Factores que influyen en su desarrollo**

La velocidad de desarrollo de los nematodos se ve influida por diferentes factores, como la temperatura, la aptitud de las plantas que sirven como hospedantes y, asimismo, el vigor de la planta, que se refleja en los nutrimentos disponibles (Rohde, 1972).

La temperatura es uno de los factores más importantes que afecta su supervivencia, distribución, embriogénesis, eclosión, migración, penetración, desarrollo y expresión de síntomas en la planta. En temperaturas entre 27.5°C a 30°C las hembras se desarrollan de la etapa juvenil a la etapa de deposición de huevos en 17 días; a 24.5°C en 21 a 30 días; a 20°C en 31 días; y a 15.4°C en 57 días. A temperaturas inferiores a 15.4°C o superiores a 33.5°C las hembras no llegan a alcanzar su madurez (Taylor *et al.*, 1983).

Asimismo, se sostiene que la humedad del suelo es el segundo factor importante para las especies de este género, ya que éstas dependen del agua del suelo para que su ciclo de vida sea completado. La textura del suelo es el tercer factor importante, ya que existen muchos reportes que la asocian a la distribución y severidad de los síntomas producidos por estos nematodos. La falta de oxígeno en suelos muy húmedos, puede inhibir la emergencia de los juveniles y hacer más lento el movimiento de éstos. Las especies de *Meloidogyne* sobreviven, eclosionan y se reproducen en un rango de pH de 4-8 (Evans, 1993).

#### **2.1.7. Control**

Uno de los cultivos más afectados por este nematodo es el tomate, durante el cultivo ningún método de lucha es eficaz. No obstante se puede aconsejar aporcar las plantas y regarlas en los momentos más cálidos del día, eliminar y destruir el sistema radicular de las plantas severamente atacadas que llevan una gran cantidad de nematodos (Chitwood, 2002).

Las medidas de control para la siguiente campaña del cultivo serían:

- Efectuar varias labores profundas en pleno verano ya que en este período los nematodos expuestos al calor se "desechan" y mueren. Utilizar plantas sanas y variedades resistentes, estas aportan una protección muy eficaz respecto a una o

varias especies de *Meloidogyne*. Es necesario evitar el cultivo demasiado frecuente de una variedad resistente sobre un mismo terreno ya que los nematodos pueden adaptarse a este material y atacarlo (Canto, 2001).

- La desinfección del suelo es una solución a considerar. Puede emplearse vapor, o bromuro de metilo (actualmente se ha prohibido su uso a nivel de campo) solo o en mezcla con la cloropicrina o el dicloropropano-dicloropropeno (D-D). (Fraga, 1984).
- La lucha biológica empleando hongos depredadores de nematodos pertenecientes al género *Arthrobotrys* (debe aplicarse en suelos débilmente contaminados y por lo menos dos meses antes del cultivo). El hongo se esparce sobre el suelo y se entierra ligeramente. La utilización de este hongo solamente es aconsejable si se cumplen ciertas condiciones, como son: pH del suelo superior a 6.4, sales solubles inferiores al 2 %, materia orgánica superior al 8%, plantas sanas, no efectuar tratamientos fungicidas a nivel del suelo. En el caso de parcelas fuertemente contaminadas, conviene efectuar una desinfección antes de implantar el hongo (Yepez, 1972).
- El control químico empleando nematocidas como Carbofuran y Oxamil es la medida más usada por los agricultores. (Evans, 1993).

## **2.2. Productos químicos naturales**

Los productos químicos naturales son moléculas biodegradables, generalmente difíciles de obtener en gran escala. Para cumplir con los requerimientos de biodegradabilidad y producción rentable pueden emplearse microorganismos como productores de sustancias naturales que se pueden cultivar en fermentadores, obteniéndose las cantidades necesarias de producto a precios razonables (Cutler, 1987).

### **2.2.3. Productos naturales de plantas**

Existen muchos otros ejemplos de productos naturales aislados de plantas que se emplean en el agro, o que han servido de modelo para el diseño de agroquímicos. Uno de ellos es el brasinólido, aislado de la planta *Brassica napus* L. Este compuesto es un regulador del crecimiento de plantas que aumenta la producción de los cultivos (Cardellina, 1987).

#### **2.2.4. Productos naturales de organismos marinos**

Las algas y los invertebrados marinos producen metabolitos como agentes de defensa frente a otros organismos con los que tienen que competir por el espacio y los nutrientes. Estos compuestos que suelen tener estructuras únicas y muy diversas también pueden poseer alguna actividad que pueda aplicarse en el agro contra malezas o nematodos. Su gran biodiversidad estructural los convierte en una fuente interesante en la búsqueda de nuevos agroquímicos (Sayed *et al.*, 2000).

#### **2.2.5. Productos naturales producidos por microorganismos**

Para poder utilizar la ventaja de la biodegradabilidad de los productos naturales y que su producción no sea un grave inconveniente, se buscaron productos naturales de otros orígenes, como los producidos por microorganismos, ya que a éstos se los puede cultivar en fermentadores industriales haciendo así su producción a gran escala mucho más sencilla (Cardellina, 1987).

#### **2.2.6. Agentes de biocontrol (ABC)**

Los agentes de biocontrol son microorganismos, que aplicados generalmente al suelo, controlan o dificultan el desarrollo de otros microorganismos patógenos o impiden el ataque de otros organismos como nematodos o insectos. Los mecanismos por los cuales se ejerce el biocontrol son varios y dependen de la interacción entre la planta, el patógeno, el agente de biocontrol y factores ambientales. Los mecanismos involucran la competición por los nutrientes entre el patógeno y el ABC, el parasitismo del ABC sobre el patógeno, la inducción de resistencia sistémica o la producción por parte del ABC de un compuesto químico que inhibe el desarrollo del patógeno (Cutler, 1987).

### **2.3. Nematóxicos**

#### **2.3.1. Nemathor 20 L**

Nematóxico líquido sistémico de acción preventiva y control curativo, en aplicación foliar y por sistema de riego. El producto al ingresar a la planta tiene acción sistémica acropétala y basipétala, distribuyéndose el ingrediente activo en la planta, al alimentarse los nematodos sufren una serie de alteraciones fisiológicas y morfológicas, que ocasionan su muerte (Comercial Andina Industrial S.A.C., 2005).

### **Composición química**

- Quinoleína fenólica 96 g/L
- Fenoles Totales 124.60 g/L
- Inertes 779.4 g/L

### **2.3.2. Hunter**

Es un nematóxico formulado a base de extractos vegetales y minerales mas ácidos grasos vegetales; el cual, cuando es aplicado al suelo y a la planta se biointegra produciendo sustancias con efecto nematicida dentro de la planta y en la rizosfera controlando los principales nematodos y mejorando el equilibrio biológico del suelo, incrementando así la productividad de los cultivos (Silvestre S.A.C., 2003).

### **Composición química**

- Extractos vegetales y minerales 7 g/L
- Derivados de purina 3 mg/L
- ADN 90 ug/L
- ARN 100 ug/L
- Ácidos grasos vegetales 2 g/L
- Agua activada 1 L

### **2.3.3. Chandler Check**

Es un estimulante para la planta con propiedades nematónicas. Este producto es un líquido soluble en agua ya que es una mezcla de ácidos orgánicos como algínico, acético, láctico propiónico, También tiene glicócidos de saponina y aminoácidos que son derivados de la fermentación de vegetales terrestres y del alga *Ascophyllum nodosum* (Serviagro S.A.C., 2006).

### **Composición química**

- Sustancias orgánicas 43.68%
- Inertes 48.12%

#### **2.3.4. Nema 100**

Nema 100 es un nematóxico que actúa en el suelo y en la raíz. No afecta a los microorganismos benéficos del suelo y disminuye la contaminación de los suelos por efecto de agroquímicos. Nema 100 tiene acción sistémica acropétala y basipétala (CBI, 2005).

##### **Composición química**

- Materia orgánica 25%
- Derivados polifenólicos 15%
- Ácidos policarboxílicos 5%
- Extracto de algas 5%

#### **2.3.5. Biostat**

Es un producto formulado en base a una concentración de esporas del hongo *Paecilomyces lilacinus*, purificada y especializada para el control de nematodos del suelo. Luego de ser aplicado al suelo parasita los juveniles y los huevos de los nematodos del suelo. Durante su etapa de crecimiento produce metabolitos secundarios que causan desorientación en el nematodo lo que impide que el nematodo pueda localizar las raíces (Serfi S.A., 2006).

##### **Composición biológica**

- Conidias liofilizadas de *Paecilomyces lilacinus*

#### **2.3.6. Urpi**

Es una formulación de esporas en latencia de dos hongos entomopatógenos que reducen las poblaciones de insectos plagas y nematodos en los cultivos. La fase infectiva del Urpi, se inicia cuando las esporas en latencia se pegan a los insectos o nematodos, germinando y penetrando la cutícula mediante la producción de enzimas. El desarrollo interno es muy rápido y el hongo se establece en el hospedante donde hay invasión de tejidos y del hemocelo, producción de toxinas y muerte; por otro lado también tiene acción invasiva sobre las masas de huevos de los nematodos en el suelo (Serfi S.A., 2009).

##### **Composición biológica**

- *Metarhizium anisopliae* 30 %\*
- *Paecilomyces lilacinus* 30 %\*
- Ingredientes aditivos: c.s.p. 100 gr

### 2.3.7. Oxamyl

Es un carbamato sistémico con actividad insecticida, acaricida y nematicida por ingestión y contacto. Se absorbe por raíces y hojas y posee traslocación acropétala y basipétala. Interfiere en la transmisión de los impulsos nerviosos por inhibición de la colinesterasa (Farmex S.A., 2008).

#### Composición química

- Oxamil 235.2 g/L

### 2.3.8. QL Agri 35

Se obtiene a partir del árbol *Quillaja saponaria* Mol. (Quillay). El producto final es un extracto puro de quillay, natural y rico en todos los componentes presentes de manera original en el árbol: saponinas triterpénicas, polifenoles, azúcares, fitohormonas vegetales y sales. Este producto fomenta el crecimiento de masa radicular, este mayor número de raíces predispone a la planta a tener una mayor defensa ante la presencia de nematodos y una mejor absorción de agua y nutrientes del suelo. Actúa por contacto e ingestión y sus propiedades nematicidas se atribuyen a una sinergia entre las saponinas y otros compuestos activos presentes en el extracto (BASF Peruana S.A., 2006).

#### Composición química.

- Extracto de quillay (saponinas + polifenoles y azúcares) 350g/L

## 2.4. Promotores de enraizamiento

### 2.4.1. Rizober

Es una fitohormona líquida de la familia de las auxinas que inducen y regeneran el sistema radicular. Contiene una crema de algas promotoras de citoquininas, auxinas, giberelinas y otros bioestimulantes como botainas, poliaminas, oligosacáridos, aminoácidos, macro y micro nutrientes. Contiene ácidos fenólicos que se unen a las poliamidas formando las fenolamidas que inciden en el aumento de fitoalexinas (CBI, 2002).

#### Composición química

- Aminoácidos libres 7.7%
- IAB (Ácido indol butírico) 0.4%
- ANA (Ácido naftalenacético) 0.20%
- Extracto de algas 12%
- Ácidos Fenólicos 21%

### **2.4.2. Root Plex**

Es una fuente de micronutrientes quelatizados; que contiene extractos de algas marinas, las cuales son ricas en micronutrientes y hormonas de crecimiento. Un especial constituyente de las algas marinas es el ácido algínico, el cual mejora la actividad de los microorganismos del suelo vital para el desarrollo hormonal. Sus ingredientes activos estimulan el crecimiento vigoroso de las raíces, las cuales incrementan la absorción de nutrientes y promueven la producción de clorofila en la planta. (CONAGRA, 2004).

#### **Composición química**

- Ácido fosfórico soluble 1.00%
- Potasio soluble 5.00%
- Quelatos de Fe 3.00%
- Quelatos de Mn 0.50%
- Ácido húmico 0.50%

### **2.4.3. Resyst**

Es un nuevo concepto empleado para incentivar el crecimiento radicular de las plantas y ser a la vez una fuente de alimento para los microorganismos benéficos del suelo. Uno de los componentes principales de Resyst es la quitina, un polisacárido obtenido naturalmente del cascaron de los crustáceos; y al cual se le atribuyen múltiples propiedades tales como la de incentivar la multiplicación de la fauna benéfica del suelo, lo cual permite formar un suelo vivo y activo en beneficio de la planta; incrementando la capacidad de aprovechar eficientemente los nutrientes y fertilizantes del suelo (CONAGRA, 2005).

#### **Composición química**

- Complejo Quitina 15.00%
- Total de Carbón 33.90%
- Materia Orgánica 13.56%
- Complejo aminoácido 4.66%
- Potasio 1.10%
- Fósforo 1.00%
- Total de Nitrógeno Orgánico 0.93%

#### **2.4.4. Kelpak**

Es un regulador de crecimiento de plantas promotor radicular proveniente del alga marina *Ecklonia maxima*, obtenido por la ruptura en frío de las células por diferencial de presiones, tecnología única en el mundo. Tiene un delicado balance de biorreguladores que promueven el desarrollo radicular y foliar del cultivo, mejorando la capacidad de las plantas para sobreponerse a las condiciones de estrés, maximizando su rendimiento. Es un producto con alto contenido de auxinas y relativamente bajo contenido de citoquininas, esta relación produce un efecto sobre la división y elongación celular aumentando el tamaño de los frutos. Es un producto 100% natural con certificaciones orgánicas mundiales. (BASF Peruana S.A., 2007).

##### **Composición química**

- Auxinas                    11.00 mg/L
- Citoquininas            0.031 mg/L

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

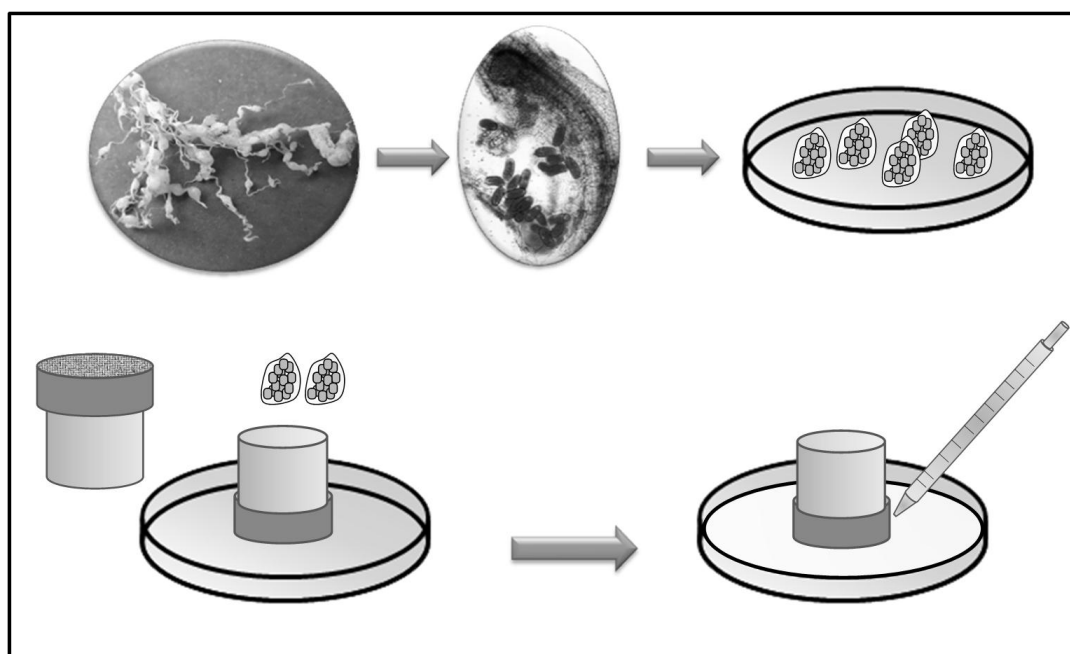
El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio e invernadero de Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

#### 3.2. Prueba de eclosión de huevos en de la ooteca de *M. incognita*

##### a. Obtención del inculo

Las ootecas se obtuvieron colectándolas directamente de raíces infectadas con *M. incognita* con una pinza usando un estereoscopio.

Se transfirieron dos ootecas dentro tubos de PVC de 2 cm de altura y 1 cm de diámetro que tuvieron una malla en la base, estas mallas se colocaron en placas petri de cinco cm de diámetro que contenían los diferentes tratamientos. Se evaluaron cada 3 días hasta que ya no emergió ningún juvenil, entonces se suspendió las ootecas en agua, evaluándose por última vez al tercer día; este procedimiento de muestra en la figura 1.



**Figura 1:** Procedimiento usado en la prueba de eclosión de huevos en de la ooteca de *M. incognita*

## b. Tratamientos

Se evaluó el efecto de distintos nematocidas a concentraciones de 2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm los productos usados se detallan en el cuadro 1 y cuadro 2.

**Cuadro 1:** Nematocidas usados en pruebas *in vitro* a una concentración de 2000 ppm.

Tratamientos	Nombre Comercial	Ingrediente Activo y/o Composición
T1	Nemathor 20 L	Concentrado de Fenoles
T2	Hunter	Extractos vegetales
T3	Chandler Check	Extractos de <i>Ascophyllum nodosum</i>
T4	Nema 100	Ácidos orgánicos
T5	Biostat	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
T6	Urpi	<i>P. lilacinus</i> y <i>Metarrizium anosopliae</i>
T7	QL Agri 35	Extractos de <i>Quillaja saponaria</i>
T8	Rizober	Bioestimulante con auxinas
T9	Root Plex	Nutrientes quelatinizados
T10	Resyst	Quitina de cascarón de crustáceos
T11	Kelpac	Extracto de <i>Ecklonia máxima</i>
T12	Vydate	Oxamyl
T13	Testigo	Agua

Para las pruebas a concentraciones de 1000 ppm y 500 ppm se usaron los nematocidas mostrados en el cuadro 2, debido a que hubo varios nematocidas que no funcionaron a dosis altas (2000 ppm) por lo que lógicamente tampoco funcionan a dosis más bajas (1000 ppm y 500 ppm).

**Cuadro 2:** Nematocidas usados en pruebas *in vitro* a concentraciones de 1000 ppm y 500ppm.

Tratamientos	Nombre Comercial	Ingrediente Activo y/o Composición
T1	Nemathor 20 L	Concentrado de Fenoles
T2	Chandler Check	Extractos de <i>Ascophyllum nodosum</i>
T3	Nema 100	Ácidos orgánicos
T4	Biostat	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
T5	Urpi	<i>P. lilacinus</i> y <i>Metarrizium anosopliae</i>
T6	QL Agri 35	Extractos de <i>Quillaja saponaria</i>
T7	Vydate	Oxamyl
T8	Testigo	Agua

## c. Evaluación

Se determinó el número de juveniles emergidos del segundo estado (J2) por tratamiento a los nueve días de exposición continua, contabilizándose los juveniles que atraviesan la mallita. Los resultados se expresan en porcentaje de J2 emergidos.

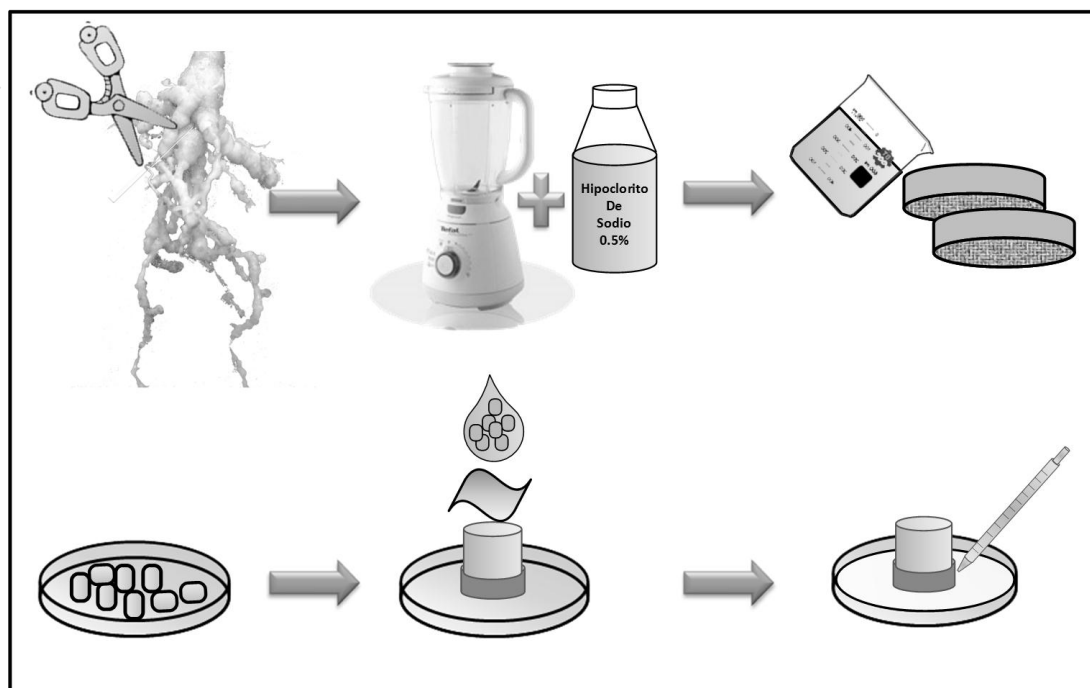
### 3.3. Prueba de eclosión de huevos fuera de la ooteca de *M. incognita*

#### a. Obtención del inóculo

Los Huevos libres se obtuvieron por el método de Hussey y Baker (1973) que consiste en pesar las raíces, picarlas y sumergirlas en un recipiente con 0.5% de concentración de hipoclorito de sodio (lejía) hasta cubrirlas. El frasco se cerró herméticamente y se sacudió manualmente durante tres minutos.

Luego se pasaron las raíces a través de dos tamices, de 200 y de 38 micras de arriba hacia abajo y se enjuagó con abundante agua de caño. En el primer tamiz quedaron los restos de raíces y partes vegetales de la planta. Los huevos quedaron retenidos en el tamiz de 30 micras. Se colectó los huevos en agua que con ayuda de una pizeta, posteriormente se vertió a un vaso beaker. Estos huevos se usaron también para el bioensayo.

Se usó un microscopio estereoscopio para poder transferir alrededor de 100 huevos sobre papel facial humedecido dentro de las mallas, estas mallitas se colocaron en placas petri que contenían los diferentes tratamientos. Una vez que no emergió ningún juvenil se suspendió los huevos restantes en agua. Evaluándose por última vez al tercer día; este procedimiento de muestra en la figura 2.



**Figura 2:** Procedimiento usado en la prueba de eclosión de huevos fuera de la ooteca de *M. incognita*

#### **b. Tratamientos**

Se probaron los efectos de los distintos nematóxicos a concentraciones de 2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm los productos usados son los mismos que se detallan en el cuadro 1 y cuadro 2.

#### **d. Evaluación**

Se evaluó el número de juveniles emergidos por tratamiento a los nueve días de exposición continua a los tratamientos, contabilizándose los juveniles que atravesaron el papel facial. Los resultados se expresan en porcentaje de J2 emergidos.

### **3.4. Prueba de movimiento de Juveniles 2 de *M. incognita***

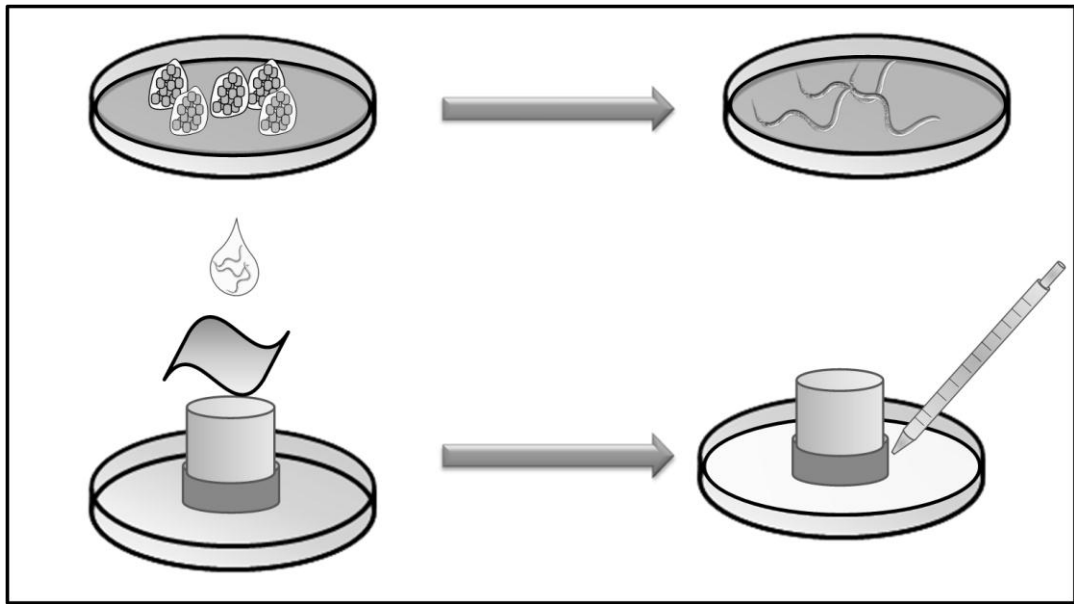
#### **a. Obtención del inóculo**

Para obtener los J2 se colocaron masas de huevos en placas Petri de 10 cm de diámetro conteniendo agua de caño y semillas de tomate, después de unos pocos días se colectó los juveniles que fueron usados en la prueba de movimiento y en la prueba de supervivencia. Se preparó mallas con tubos de PVC de 1 cm de diámetro y dos centímetros de altura, en cuyo interior se colocó papel facial humedecido sobre el cual se puso alrededor de 100 J2; estas mallitas fueron transferidas a placas petri de cinco centímetros de diámetro conteniendo los diferentes tratamientos. Los individuos no afectados por los tratamientos atravesaron el papel facial según el principio del método de la bandeja. (Canto, 2008). Este procedimiento se muestra en la figura 3.

Una vez que ningún J2 traspasó la mallita se cambió la solución del tratamiento por agua y se evaluó por última vez después de tres días.

#### **b. Tratamientos**

Se probaron los efectos de los distintos nematóxicos a concentraciones de 2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm. Los productos usados son los mismos que se detallan en el cuadro 1 y cuadro 2.



**Figura 3:** Procedimiento usado en la prueba de movimiento de Juveniles 2 de *M. incognita*

### **c. Evaluación**

Se determinó el número de individuos móviles que atraviesen el papel facial durante los siguientes nueve días de la exposición continua a los tratamientos. Los resultados se expresan en porcentaje de nematodos móviles (los que atravesaron el papel facial).

## **3.5. Prueba de supervivencia de *M. incognita***

### **a. Obtención del inoculo**

Los J2 usados en esta prueba se obtuvieron de manera similar a la prueba de movimiento. Se prepararon soluciones con los tratamientos en placas petri de cinco cm de diámetro, posteriormente se colocaron alrededor de 100 J2 en estas placas con una pipeta pasteur; este procedimiento se muestra en la figura 4.

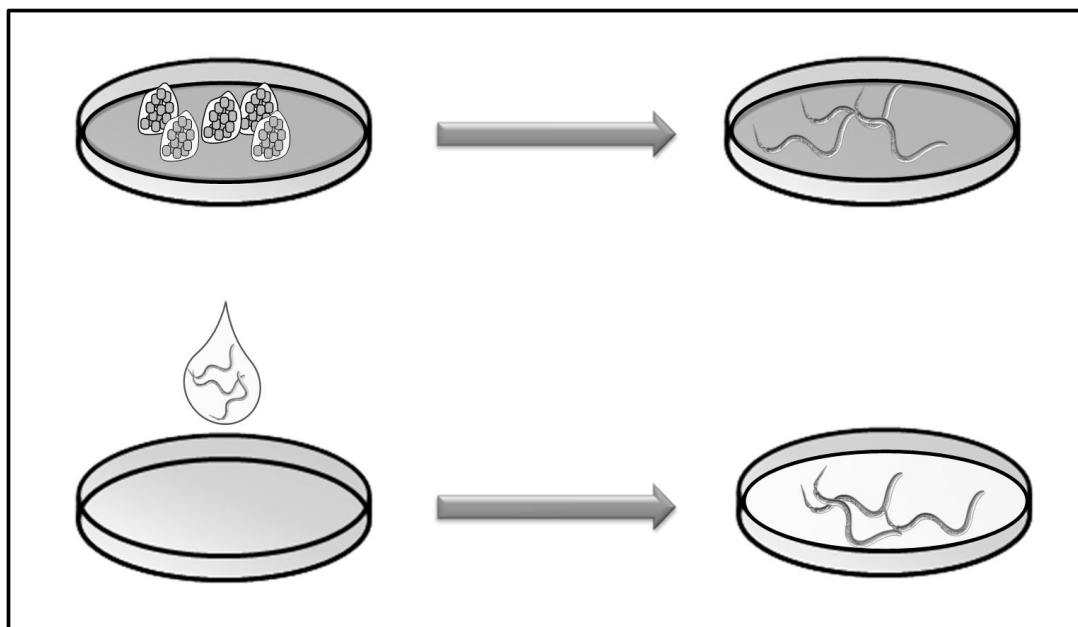
### **b. Tratamientos**

Se probaron los efectos de los distintos nematódicos a concentraciones de 2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm los productos usados se detallan en el cuadro 1 y cuadro 2.

### **c. Evaluación**

Se determinó el número de nematodos aparentemente muertos durante los siguientes dos días de exposición continua a los tratamientos. También se

determinó el número de individuos afectados por el tratamiento al suspender los individuos en agua. Los resultados se expresan en porcentaje de nematodos supervivientes que se calculó restando de la población inicial los individuos aparentemente muertos.



**Figura 4:** Procedimiento usado en la prueba de supervivencia de *M. incognita*

### 3.6. Metodología de la prueba de infectividad en invernadero

#### a. Obtención del inoculo

Para esta prueba se usaron huevos libres que se obtuvieron de manera similar a la prueba de eclosión de huevos fuera de la ooteca, por el método de Hussey y Baker (1973) como se explicó anteriormente.

Se prepararon almácigos de tomate *Lycopersicon sculentum* Var. Rio Grande (susceptible a *M. incognita*) con musgo esterilizado en autoclave a 15 psi a 121 °C por espacio de 45 minutos, posteriormente el musgo fue colocado en bandejas almacigueras, colocándose una semilla por celda y fue regada con agua de pozo. Las plántulas de tomate fueron trasplantadas a los 14 días a bolsas de polietileno de 1 kg conteniendo suelo estéril, compuesto de una parte de tierra de chacra, una parte de arena de río y una parte de compost. Se trasplantó una plántula por bolsa.

Cinco días después del trasplante se inoculó huevos de *M. incognita*, con una población inicial de 10000 huevos/bolsa. Los tratamientos se aplicaron cinco días después del trasplante utilizando las soluciones de los productos a dosis comercial; se aplicó 10 ml de solución por planta. Las plantas de tomate fueron regadas con agua de pozo hasta los 60 días.

### b. Tratamientos

Para la prueba de infectividad se usaron los nematódicos que resultaron más eficientes en las pruebas *in vitro*, estos productos se probaron a dosis comerciales. Los tratamientos aplicados se detallan en el cuadro 3.

**Cuadro 3:** Tratamientos aplicados en la prueba de infectividad en invernadero.

Tratamientos	Nombre Comercial	Ingrediente Activo y/o Descripción
T1	Nemathor 20 L	Concentrado de Fenoles
T2	Hunter	Extractos vegetales
T3	Chandler Check	Extractos de <i>Ascophyllum nodosum</i>
T4	Nema 100	Ácidos orgánicos
T5	Biostat	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
T6	Urpi	<i>P. lilacinus</i> y <i>Metarrizium anosopliae</i>
T7	QL Agri 35	Extractos de Quillaja saponaria
T8	Vydate	Oxamyl
T9	Testigo Inoculado	Solo con inoculación
T10	Testigo Absoluto	Sin producto y sin inoculación

### d. Evaluación

Las plantas de tomate fueron evaluadas en los siguientes parámetros:

- Altura de planta, se midió desde el cuello de planta hasta el último brote en cm
- Peso fresco de parte aérea, (hojas, tallos, flores y frutos) en gramos
- Peso seco de parte aérea: se puso la parte aérea en sobres de papel, llevándolos a estufa durante 10 días a 80 °C.
- Peso fresco de raíces en gramos.
- Grado de nodulación: se usó una escala para el grado de nodulación propuesta por el Proyecto Internacional de *Meloidogyne* (Brigde 1980), que considera el nivel de nodulación.

### **Escala de Evaluación**

- Grado 0:** Ausencia de nódulos y/o masas de huevos.
  - Grado 1:** 1-2 nódulos o masas de huevos.
  - Grado 2:** 3 a 10 nódulos o masas de huevos.
  - Grado 3:** 11 a 30 nódulos o masas de huevos.
  - Grado 4:** 31 a 100 nódulos o masas de huevos.
  - Grado 5:** Más de 100 nódulos o masas de huevos.
- Población de huevos de *Meloidogyne*: Transcurridos 60 días después del trasplante se procesaron las raíces por el método de Hussey y Baker y se contó el número de huevos en un mililitro de suspensión y luego se calculó el número final de huevos en la suspensión.

### **3.7. Diseño experimental.**

En la fase de laboratorio el experimento fue conducido bajo un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con 4 repeticiones por tratamiento. Para comparar éstos tratamientos se usó la Prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.01. Para comparar los tratamientos que no tuvieron efecto se realizó una prueba de Dunnet al 0.01 de significancia.

El diseño experimental en la fase de invernadero fue el Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con 4 repeticiones por tratamiento, usando la prueba de Tukey al 0.01 de significancia para comparar los tratamientos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Prueba de eclosión de huevos en la ooteca de *M. incognita*

#### 4.1.1. Nematóxicos a la concentración de 2000 ppm.

En el cuadro 4 y en la figura 5 se observan los resultados de la prueba de comparación de Tukey, donde se observa que las suspensiones de Oxamyl, Chandler, QL Agri y Nema100 son estadísticamente similares y son los tratamientos que tienen un número menor de juveniles emergidos. Estos resultados son similares a los hallados por (Yamashita, 1986), ya que el efecto de Oxamyl es inhibir la emergencia de los J2 debido a su acción sobre la enzima colinesterasa responsable del movimiento. Chandler y Nema 100 son dos productos naturales que tienen en su composición extractos de algas (*Ascophyllum nodosum*) con propiedades nematocidas lo cual fue mencionado por (Crouch, 1993). QL Agri actúa por contacto e ingestión y sus propiedades nematocidas se atribuyen al contenido de saponinas presentes en su composición; estos resultados coinciden con lo encontrado por (Lazzeri, 2004).

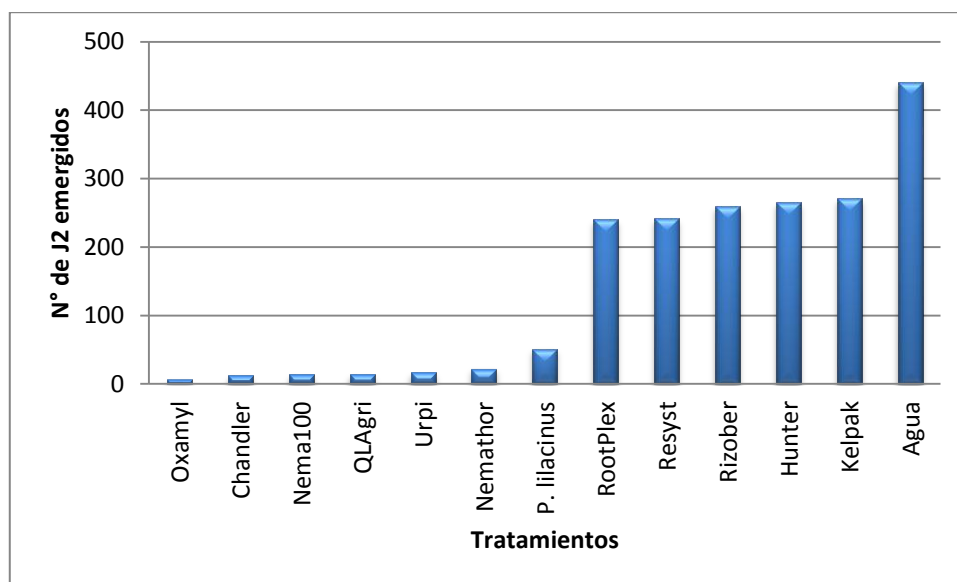
**Cuadro 4:** Número de huevos eclosionados en la ooteca de *M. incognita* con los distintos nematocidas utilizados a una concentración de 2000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio		
Agua	441.0	a	
Kelpak	271.3	a	
Hunter	265.5	a	
Rizober	259.8	a	
Resyst	242.3	a	
Root Plex	240.8	a	
<i>P. lilacinus</i>	51.3	b	
Nemathor	22.0	c	
Urpi	17.0	c	
Nema100	14.5	c	d
QL Agri	14.0	c	d
Chandler	12.8	c	d
Oxamyl	7.0		d

Los productos formulados con controladores biológicos Urpi y *P. lilacinus* se mostraron estadísticamente diferentes, pero tuvieron un efecto inhibitorio de la emergencia de juveniles porque ambos productos están formulados con *Paecilomyces lilacinus*. Estos

resultados son similares a los hallados por (Canto, 2008), ya que este hongo parasita los huevos debido a que metaboliza la quitina presente en estos.

Los productos que son promotores de enraizamiento no tuvieron un efecto inhibitorio significativo con respecto al testigo.



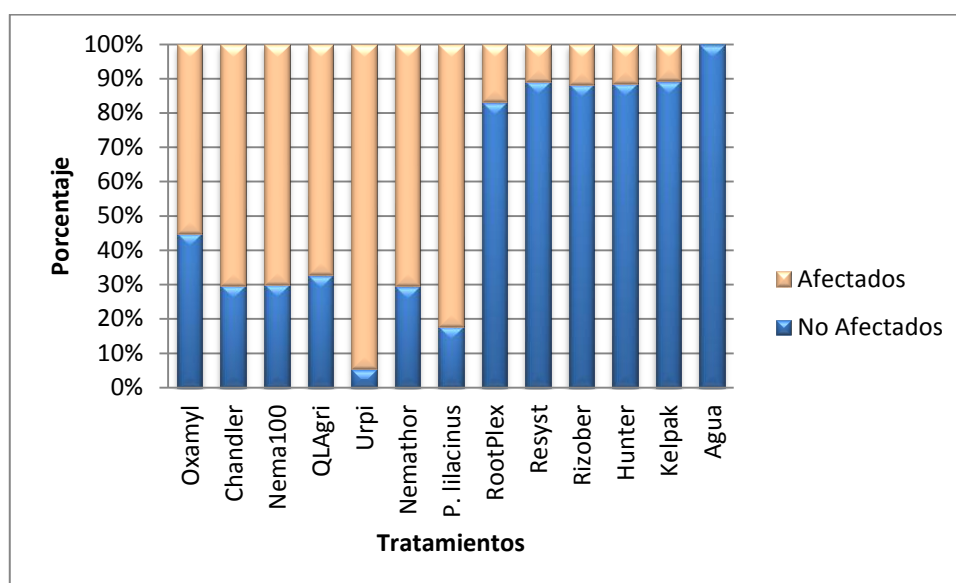
**Figura 5:** Número de huevos eclosionados en la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm.

En el anexo 6 se observa el análisis de varianza realizado del número de juveniles emergidos donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos de los diferentes productos químicos, a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 6.35% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

En la figura 6 se muestra el porcentaje de nematodos no afectados y afectados después de haber sido colocados en agua. Se observa que los tratamientos con los productos naturales Urpi y *P. lilacinus* tienen mayor efecto nematicida que el testigo químico (Oxamyl) ya que estos productos afectan la quitina presente en el huevo, estos no terminan de desarrollar y mueren. Sin embargo el producto Oxamyl afecta la enzima responsable del movimiento pero no mata al nematodo.

Los nematódicos Nema100 y Chandler son principalmente extractos del alga *Ascophyllum nodosum* indicando que su efecto nematicida se debería a derivados de esta alga, estos resultados son similares a los encontrados por (Crouch, 1993). QL Agri está compuesto por extractos del árbol *Quillaja saponaria* rico en todos los componentes presentes de manera original en el árbol siendo las saponinas responsables del efecto nematicida del producto

como lo menciona (Cutler, 1987). El efecto nematicida de Nemathor le atribuye a los fenoles que tiene en su composición, como lo señala (Comercial Andina Industrial, 2005).



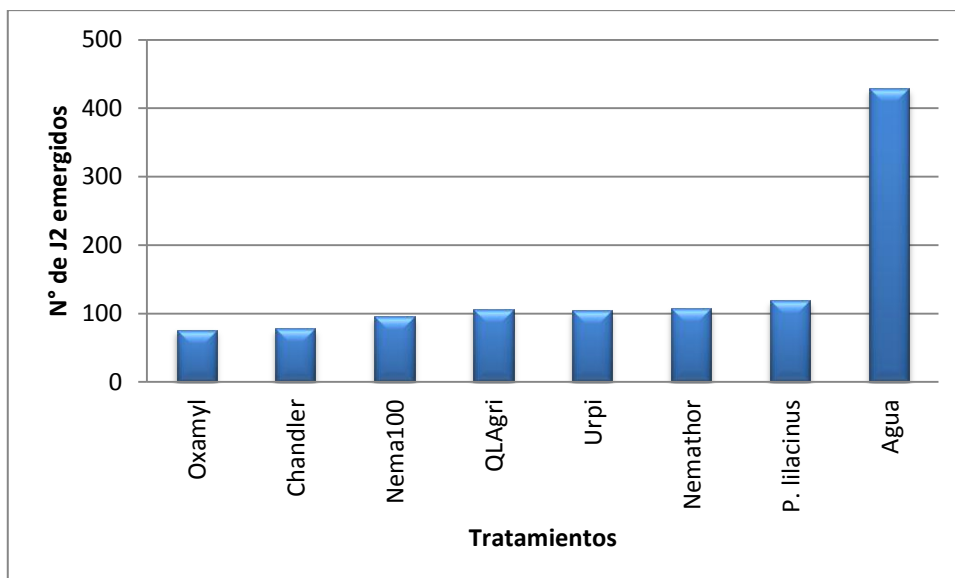
**Figura 6:** Porcentaje de huevos en la ooteca de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 2000 ppm.

#### 4.1.2. Nematóxicos a la concentración de 1000 ppm.

En el cuadro 5 y figura 7 se muestran el resultado de la prueba de Tukey donde se observa que los tratamientos Nema100, Chandler y Oxamyl son los tratamientos que tienen un menor número de juveniles emergidos y son estadísticamente similares. Los demás productos también disminuyeron el número de juveniles emergidos ya que son estadísticamente distintos al testigo (agua). Comparando la prueba de 2000 ppm observamos que la cantidad de juveniles emergidos es mayor en la prueba de 1000 ppm en todos los tratamientos.

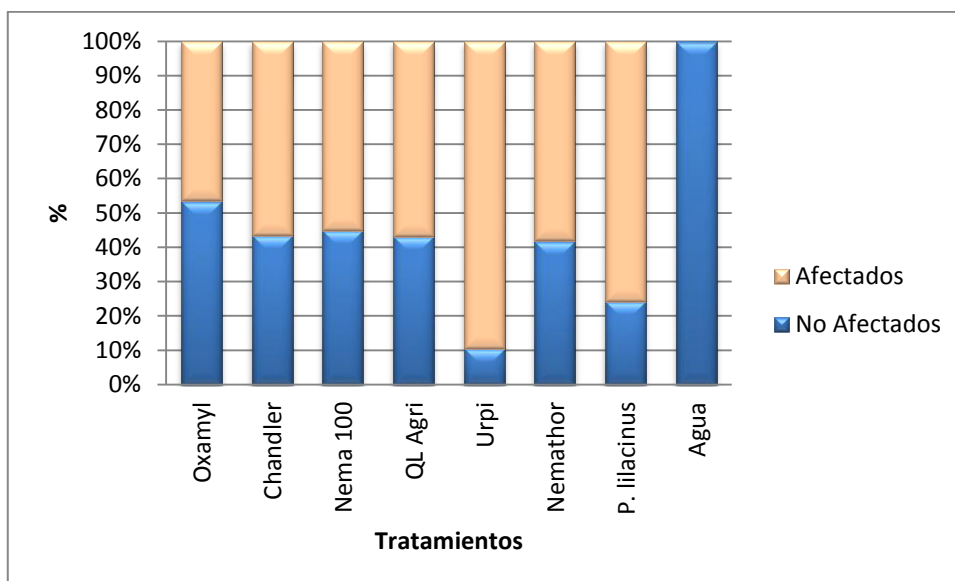
**Cuadro 5:** Número de huevos eclosionados en la ooteca de *M. incognita* con los distintos nematóxicos utilizados a una concentración de 1000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio	
Agua	428.8	a
<i>P. lilacinus</i>	118.5	b
Nemathor	107.5	b
QL Agri	105.5	b
Urpi	104.0	b
Nema100	95.5	b c
Chandler	78.3	c
Oxamyl	76.3	c



**Figura 7:** Número de huevos eclosionados en la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm.

En el anexo 7 se muestra el análisis de varianza realizado al número de juveniles emergidos fuera de la ooteca, donde se observa que existen diferencias altamente significativas entre productos químicos, a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 1.74% indica que los resultados obtenidos son altamente confiables.



**Figura 8:** Porcentaje de huevos en la ooteca de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 1000 ppm.

En la figura 8 se muestra el porcentaje de nematodos no afectados y afectados después de haber sido expuestos a los tratamientos y colocados en agua. Los tratamientos con *P. lilacinus*, Urpi, Chandler, Nema100 y Nemathor tienen un efecto nematicida mayor que el testigo químico (Oxamyl) por las razones explicadas anteriormente. Comparando con la

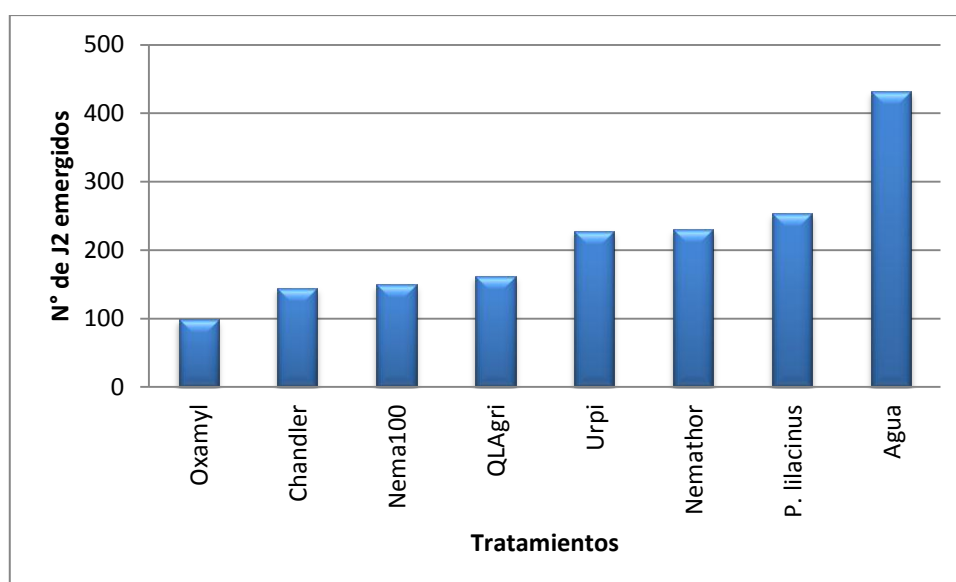
prueba de 2000 ppm se observa que el efecto nematicida de todos los productos es menor en la prueba de 1000 ppm.

#### 4.1.3. Nematóxicos a la concentración de 500 ppm.

En el cuadro 6 y figura 9 se aprecia el número de huevos eclosionados dentro de la ooteca a una concentración de 500 ppm, donde todos los productos tuvieron diferencias altamente significativas con el testigo químico (Oxamyl). Los productos Chandler, Nema100 y Urpi fueron estadísticamente iguales, siendo los más eficaces a bajas concentraciones (500 ppm). Todos los tratamientos fueron estadísticamente distintos al testigo absoluto (agua).

**Cuadro 6:** Número de huevos eclosionados en la ooteca de *M. incognita* con los distintos nematóxicos utilizados a una concentración de 500 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

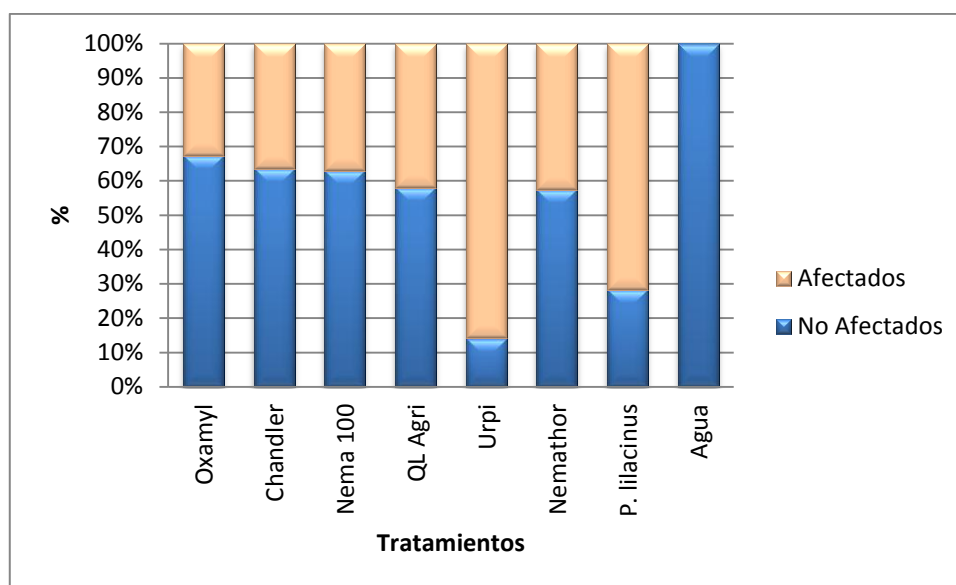
Tratamientos	Promedio	
Agua	431.5	a
<i>P. lilacinus</i>	253.8	b
Nemathor	230.0	b
QL Agri	228.0	b
Urpi	162.0	c
Nema100	149.8	c
Chandler	144.5	c
Oxamyl	99.0	d



**Figura 9:** Número de huevos eclosionados en la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm.

En el anexo 8 se muestra el análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados dentro de la ooteca a una concentración de 500 ppm, se observa que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos, además el coeficiente de variabilidad de 1.97% nos indica que los resultados son altamente confiables.

En la figura 10 se observa que el efecto nematicida baja a una concentración de 500 ppm en comparación de concentraciones de 2000 ppm y 1000 ppm siendo más el efecto nemastático.



**Figura 10:** Porcentaje de huevos en la ooteca de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 500 ppm.

## 4.2. Prueba de eclosión de huevos fuera de la ooteca de *M. incognita*

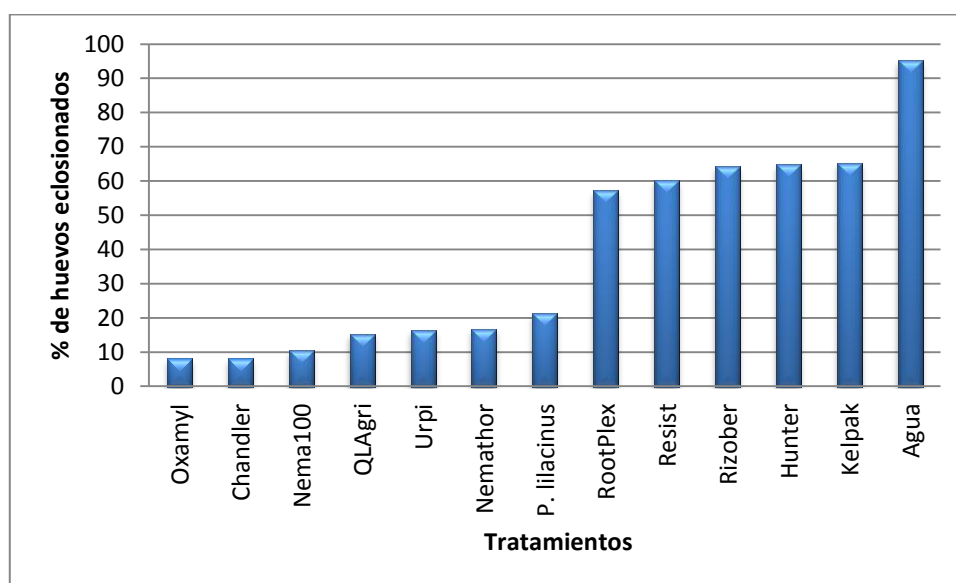
### 4.2.1. Nematóxicos a la concentración de 2000 ppm

En el cuadro 7 y figura 11 se aprecia el porcentaje de huevos eclosionados fuera de la ooteca a una concentración de 2000 ppm. Los nematóxicos que inhibieron la eclosión en un mayor porcentaje fueron: Oxamyl, Chandler y Nema 100 que forman un primer grupo de significancia; QL Agri, Urpi, Nemathor y *P. lilacinus* forman un segundo grupo de significancia. Los promotores de enraizamiento fueron estadísticamente iguales con relación al testigo absoluto.

Comparando con la prueba de eclosión dentro de la ooteca, se observa que los productos inhibieron mejor la eclosión de huevos en la prueba fuera de la ooteca. Se concluye que la masa mucilaginosa que rodea los huevos protege a estos contra factores adversos, tal como lo describió (Sasser, 1985).

**Cuadro 7:** Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de *M. incognita* con los distintos nematocícos utilizados a una concentración de 2000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio		
Agua	95.25	a	
Kelpak	65.25	a	b
Hunter	64.75	a	b
Rizober	64.25	a	b
Resist	60.25		b
Root Plex	57.25		b
<i>P. lilacinus</i>	21.25		c
Nemathor	16.75		c
Urpi	16.25		c
QL Agri	15.25		c
Nema100	10.50		c
Oxamyl	8.00		c
Chandler	8.00		c

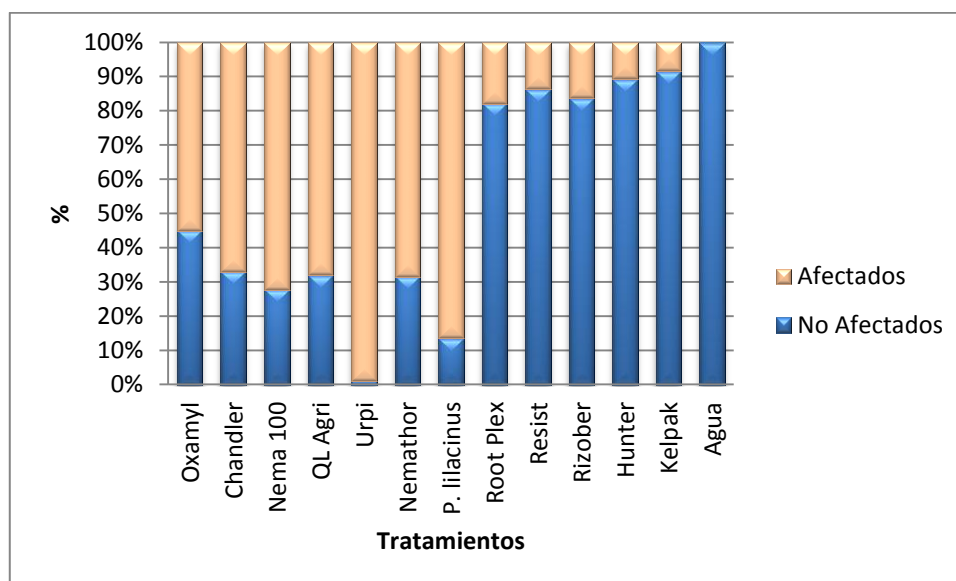


**Figura 11:** Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm.

En el anexo 9 se muestra el análisis de varianza del número de huevos eclosionados fuera de la ooteca. Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y el coeficiente de variabilidad de 12.13% nos indica que los resultados son confiables.

En la figura 12, se muestra el porcentaje de huevos afectados y no afectados después de estar expuestos a los productos. Los nematocícos naturales tuvieron un efecto nematicida superior al del control químico. Urpi y *P. lilacinus* presentan propiedades nematicidas

mayores que los demás productos, ya que están formulados en base a hongos controladores biológicos que metabolizan la quitina de los huevos, estos resultados coinciden con los hallados por (Canto, 2008).



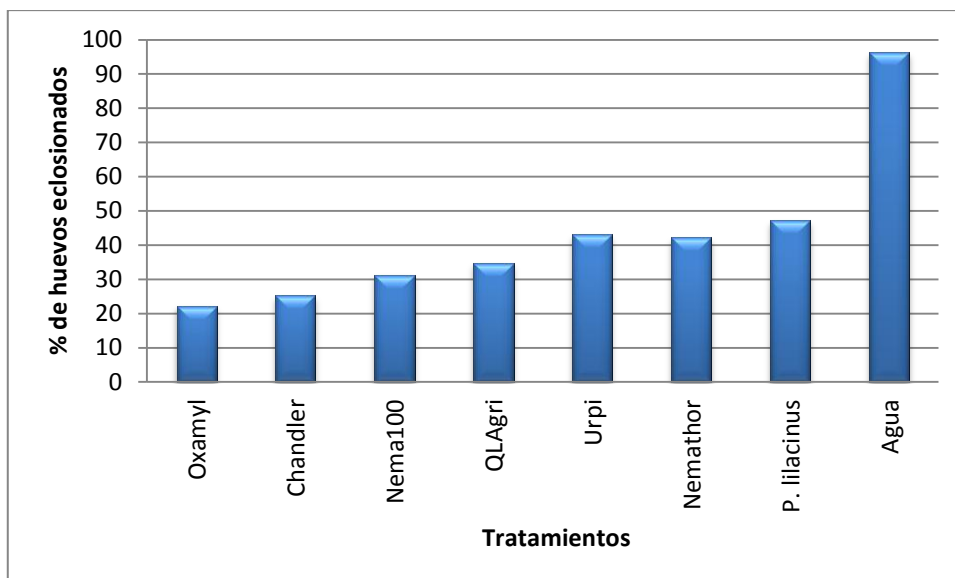
**Figura 12:** Porcentaje de huevos fuera de la ooteca de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 2000 ppm.

#### 4.2.2. Nematóxicos a la concentración de 1000 ppm

En el cuadro 8 y la figura 13, se muestra el número de huevos eclosionados fuera de la ooteca a una concentración de 1000 ppm. Se aprecia que el control químico es estadísticamente similar al producto natural Chandler. Comparando con la prueba de 2000 ppm donde varios productos naturales eran estadísticamente iguales al testigo químico, en la prueba de 1000 ppm solo un producto natural es igual a este.

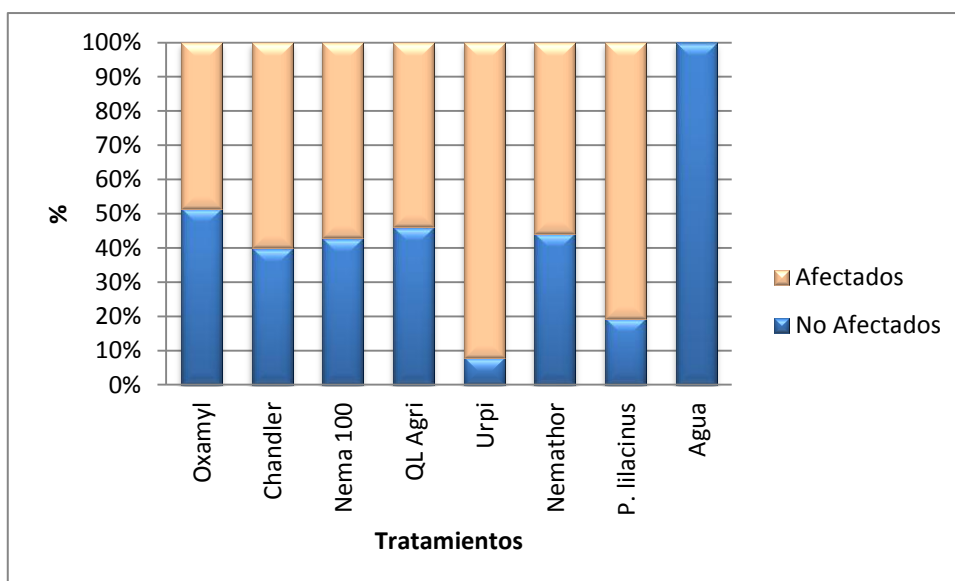
**Cuadro 8:** Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de *M. incognita* con los distintos nematóxicos utilizados a una concentración de 1000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio				
Agua	96.25	a			
<i>P. lilacinus</i>	47.25	b			
Urpi	43.00	b	c		
Nemathor	42.25	b	c		
QL Agri	34.75		c	d	
Nema 100	31.25			d	e
Chandler	25.25				e f
Oxamyl	22.25				f



**Figura 13:** Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm

Se observa que hay seis grupos de significancia donde todos los productos son estadísticamente diferentes al testigo absoluto (agua).



**Figura 14:** Porcentaje de huevos fuera de la ooteca de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 1000 ppm.

En el anexo 10 se muestra el análisis de varianza del número de huevos eclosionados fuera de la ooteca a una concentración de 1000 ppm, se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. Además el coeficiente de variabilidad de 4.59% nos indica que los resultados son altamente confiables.

En la figura 14 se muestra el porcentaje de nematodos afectados y no afectados después de haber sido expuestos a los tratamientos y colocados en agua de caño, se aprecia que los productos naturales presentan un efecto nematicida mayor en comparación con el testigo químico. Estos resultados son similares a la prueba de eclosión de huevos dentro de la ooteca.

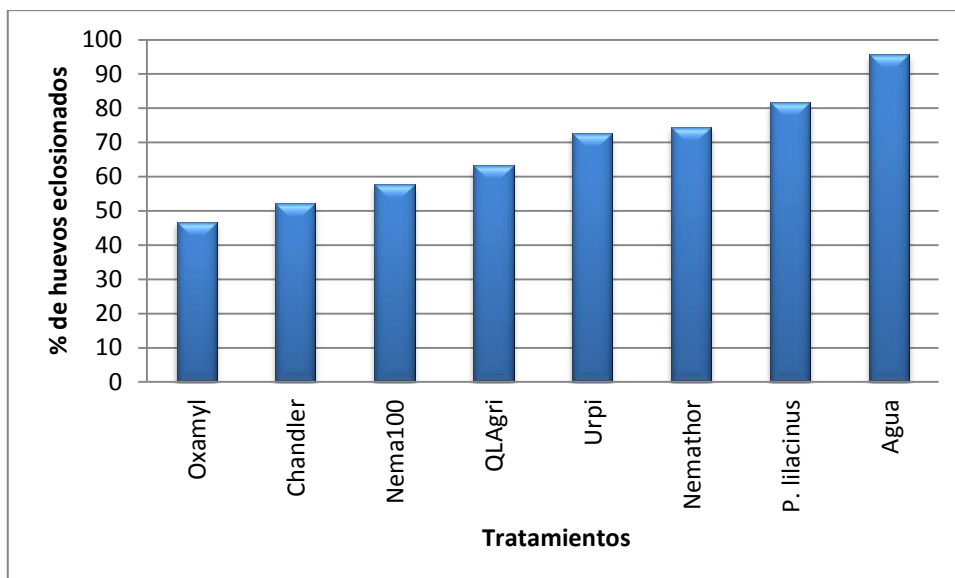
#### 4.2.3. Nematóxicos a la concentración de 500 ppm.

En el cuadro 9 y en la figura 15 se muestran el porcentaje de número de huevos eclosionados fuera de la ooteca a una concentración de 500 ppm. El producto Chandler es estadísticamente similar al control químico. Comparando la prueba de 1000 ppm y 500 ppm, hay pocas diferencias ya que en ambas pruebas se formaron seis grupos de significancia constituidos de manera similar. También se observa a concentraciones de 500 ppm aumentó el número de juveniles emergidos, por lo que a menores concentraciones todos los productos disminuyen su eficiencia.

**Cuadro 9:** Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de *M. incognita* con los distintos nematóxicos utilizados a una concentración de 500 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

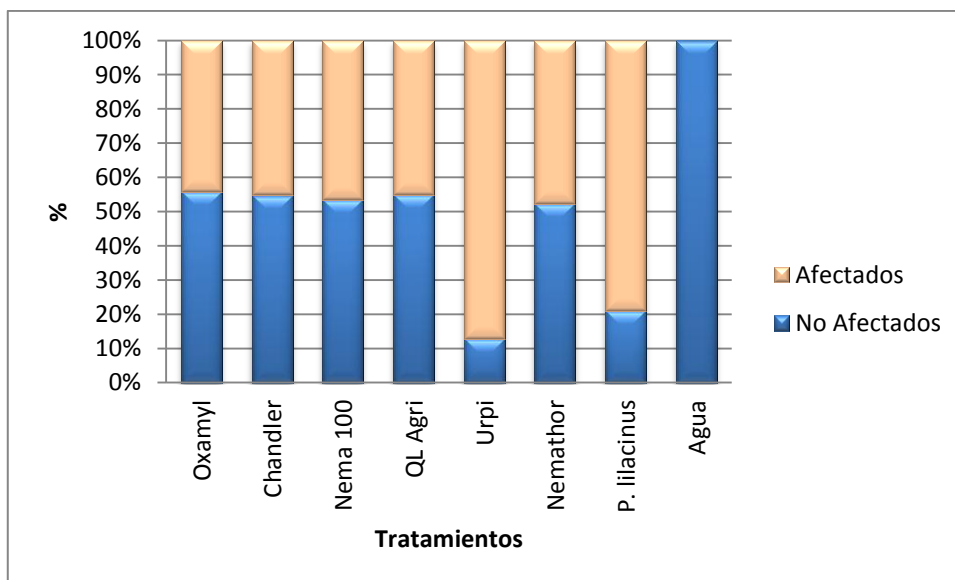
Tratamientos	Promedio				
Agua	95.75	a			
<i>P. lilacinus</i>	81.75	b			
Nemathor	74.50	b	c		
QLAgri	72.75	b	c		
Urpi	63.25		c	d	
Nema100	57.75			d	e
Chandler	52.25				e f
Oxamyl	46.75				f

En el anexo 11 se muestra el análisis de varianza del número de huevos eclosionados fuera de la ooteca a una concentración de 500 ppm, donde existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, además el coeficiente de variabilidad de 2.9% nos indica que los resultados son altamente confiables.



**Figura 15:** Número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm.

En la figura 16 se muestra el porcentaje de nematodos no afectados y afectados expuestos a los tratamientos y posteriormente colocados en agua. Se aprecia que el efecto nematicida de los productos naturales es superior al del control químico siendo Urpi y *P. lilacinus* los productos con mejor efecto nematicida. También se observa que a concentraciones de 500 ppm todos los productos se vuelven nemastáticos a diferencia de concentraciones mayores (2000 ppm y 1000 ppm).



**Figura 16:** Porcentaje de huevos fuera de la ooteca de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 500 ppm.

### 4.3. Prueba de movimiento de *M. incognita*

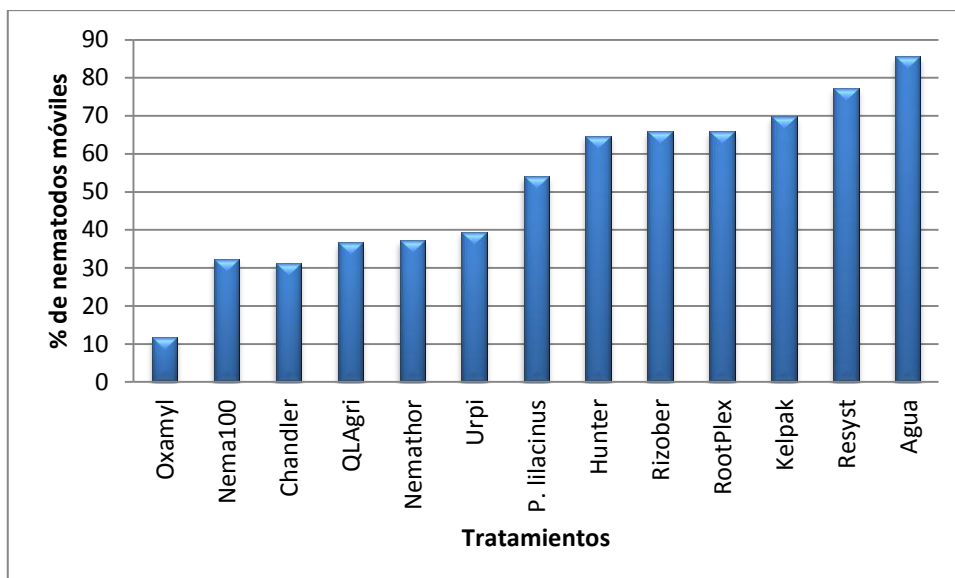
#### 4.3.1. Nematóxicos a la concentración de 2000 ppm

En el cuadro 10 y en la figura 17 se muestra el porcentaje de número de J2 móviles a una concentración de 2000 ppm donde se aprecia que el control químico ejerce un mejor control sobre los productos naturales. Esto podría ser porque el nematodo al estar en contacto directo Oxamyl este afecta rápidamente a la enzima colinoesterasa afectando el movimiento del nematodo. Con respecto a los productos naturales como Chandler, Nema 100 y QL Agri estos también tienen un efecto en el movimiento solo que dicho efecto fue tan rápido por lo que los nematodos todavía tienen opción a moverse un poco.

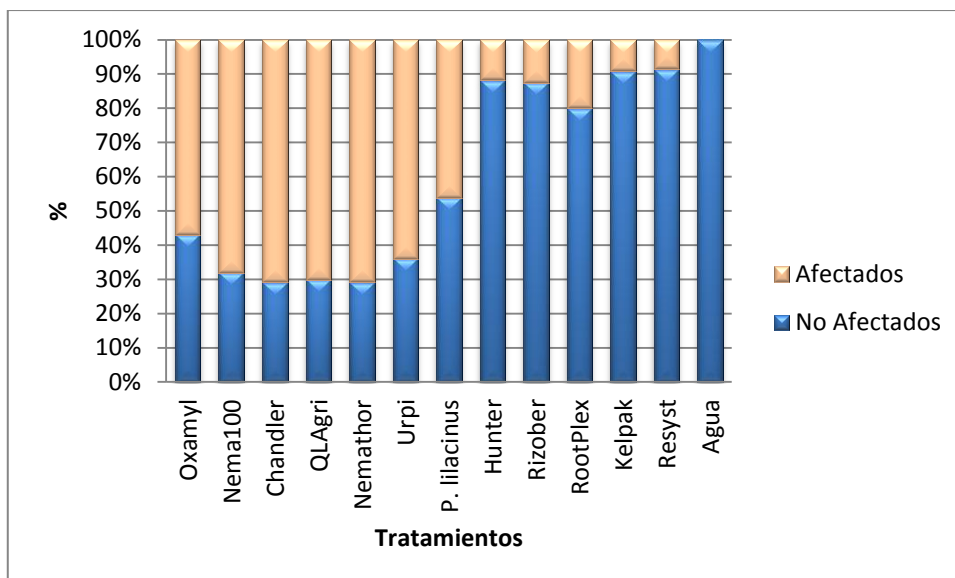
**Cuadro 10:** Número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los nematóxicos utilizados a una concentración de 2000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio			
Agua	85.50	a		
Resyst	77.25	a		
Kelpak	69.75	a	b	
Rizober	66.00	a	b	
Root Plex	66.00	a	b	
Hunter	64.75	a	b	
<i>P. lilacinus</i>	54.00		b	c
Urpi	39.50			c d
Nemathor	37.25			c d
QL Agri	36.75			c d
Nema100	32.25			d
Chandler	31.25			d
Oxamyl	11.75			e

En el anexo 12 se muestra el análisis de varianza realizado al número de J2 móviles a una concentración de 2000 ppm donde se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 6.90% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.



**Figura 17:** Número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm.



**Figura 18:** Porcentaje de J2 móviles de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 2000 ppm.

En la figura 18 se muestra el porcentaje de nematodos no afectados y afectados expuestos a los tratamientos y posteriormente puestos en agua; se muestra que el efecto nematicida de los productos naturales es mayor al control químico por las razones ya explicadas con anterioridad.

### 4.3.2. Nematóxicos a la concentración de 1000 ppm

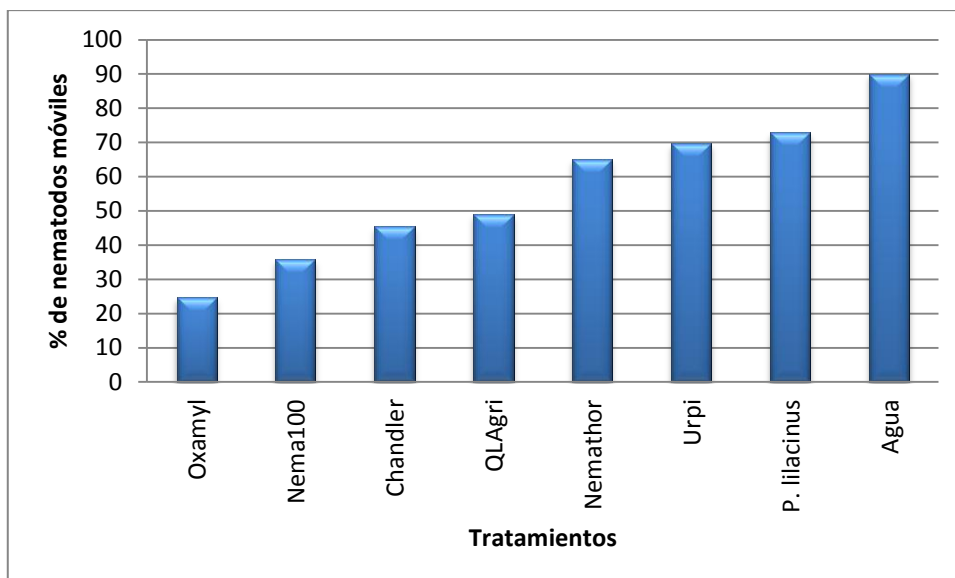
En el cuadro 11 y figura 19 se muestra el porcentaje de J2 móviles a una concentración de 1000 ppm, se aprecia que algunos productos naturales son estadísticamente similares al control químico, también a una concentración de 1000 ppm los productos formulados a base de conidias liofilizadas (*P. lilacinus* y Urpi) no son efectivos para controlar el movimiento de los J2.

Comparando con la prueba de 2000 ppm donde el testigo químico fue diferente a todos los tratamientos en la prueba de 1000 ppm tres productos naturales si son estadísticamente similares al testigo químico. Esto indicaría que Oxamyl pierde su eficiencia en concentraciones bajas.

**Cuadro 11:** Número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los nematóxicos utilizados a una concentración de 1000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

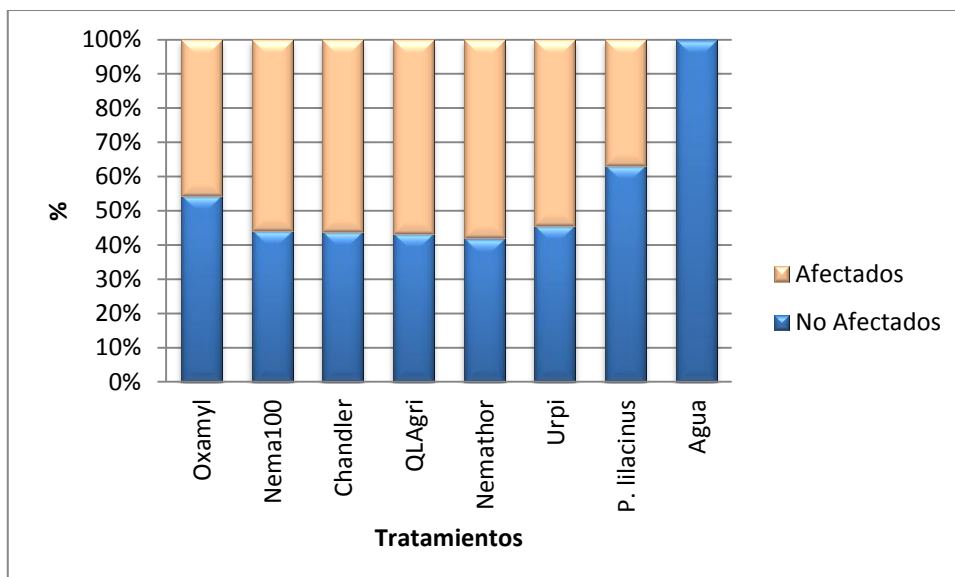
Tratamientos	Promedio			
Agua	90.00	a		
<i>P. lilacinus</i>	73.00	a	b	
Urpi	69.75	a	b	
Nemathor	65.00	a	b	
QL Agri	49.00		b	c
Chandler	45.50		b	c
Nema100	35.75		b	c
Oxamyl	24.75			c

En el anexo 13 se observa el análisis de varianza realizado del número de J2 móviles a una concentración de 1000 ppm donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 12.92% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.



**Figura 19:** Número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm.

En la figura 20 se muestra el porcentaje de nematodos afectados y no afectados después de haber sido expuestos a los tratamientos y colocados en agua de caño, se muestra que los nematocidas naturales presentan un efecto nematocida mayor que el testigo químico. Comparando con la prueba de 2000 ppm se observa que todos los productos perdieron su capacidad nematocida.



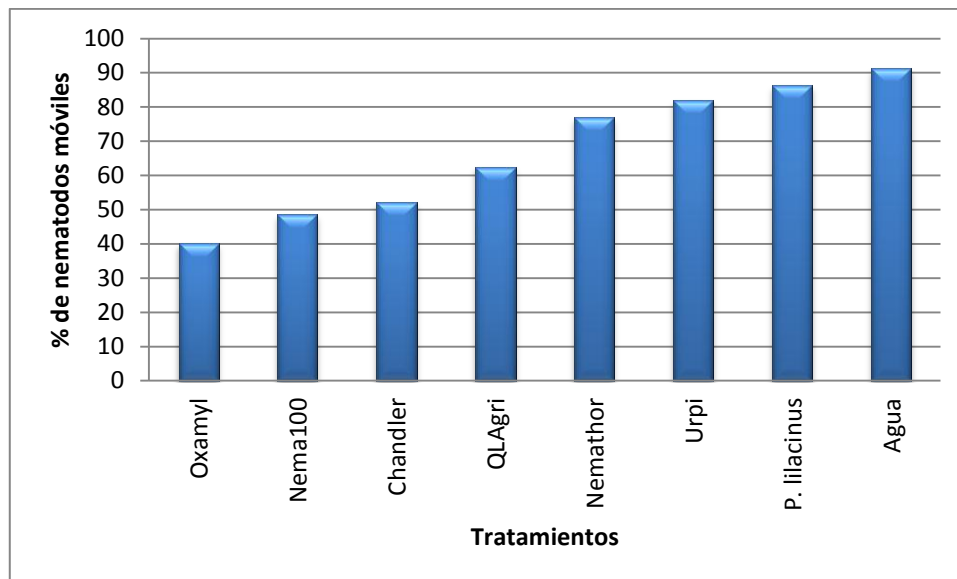
**Figura 20:** Porcentaje de J2 móviles de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 1000 ppm.

### 4.3.3. Nematóxicos a la concentración de 500 ppm.

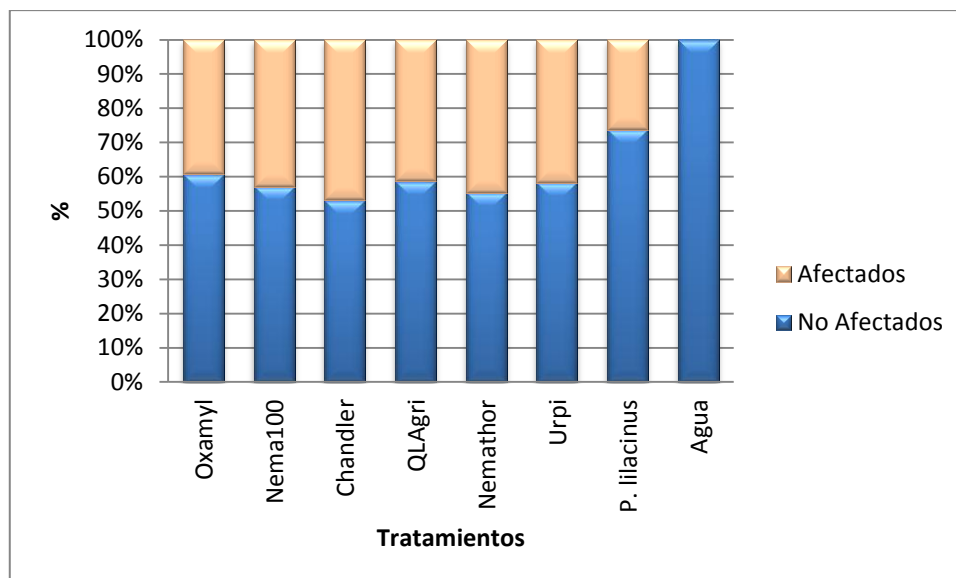
En el cuadro 12 y figura 21 se observa el porcentaje de nematodos móviles, se muestra que los productos naturales son estadísticamente similares al control químico. Los productos *P. lilacinus*, Urpi fueron estadísticamente iguales al testigo absoluto, porque el modo de acción de estos productos es metabolizar la quitina del huevo por lo tanto no tienen ningún efecto en los juveniles, tal como lo menciona (Cutler, 1987).

**Cuadro 12:** Número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los nematóxicos utilizados a una concentración de 500 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio			
Agua	91.25	a		
<i>P. lilacinus</i>	86.25	a		
Urpi	82.00	a		
Nemathor	77.00	a	b	
QL Agri	62.50		b	c
Chandler	52.00			c d
Nema100	48.50			c d
Oxamyl	40.00			d



**Figura 21:** Número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm.



**Figura 22:** Porcentaje de J2 móviles de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 500 ppm.

En el anexo 14 se observa el análisis de varianza realizado del número de J2 móviles a una concentración de 500 ppm donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 4.07% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

En la figura 22 se muestra el porcentaje de nematodos afectados y no afectados después de haber sido expuestos a los tratamientos y colocados en agua de caño, se aprecia que los nematicidas naturales presentan un efecto nematicida mayor en comparación con el testigo químico; debido a las razones ya explicadas con anterioridad. Comparando las pruebas de 2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm se observa que todos los productos pierden su capacidad nematicida y se vuelven nemastáticos.

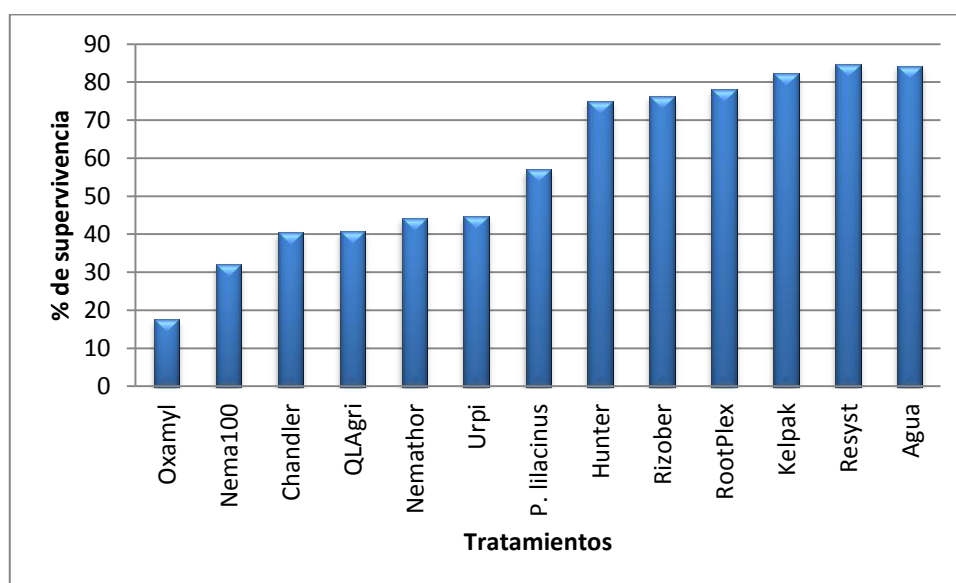
#### 4.4. Prueba de supervivencia de *M. incognita*

##### 4.4.1. Nematóxicos a la concentración de 2000 ppm

El cuadro 13 y figura 23 muestran el porcentaje de supervivencia de los nematodos juveniles, el control químico presenta un elevado porcentaje de control a diferencia de los productos naturales. Este resultado podría ser porque que el producto químico inhibe rápidamente el movimiento del nematodo habiendo varios nematodos aparentemente muertos. Sin embargo los productos naturales no inhiben el movimiento sino matan al nematodo pero demoran más tiempo en lograr esto.

**Cuadro 13:** Número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los nematocícos utilizados a una concentración de 2000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

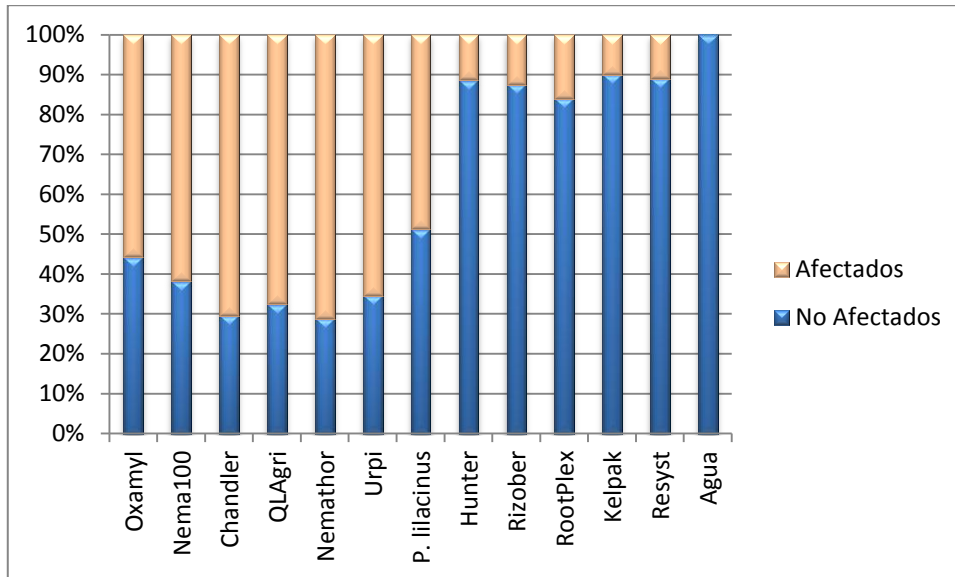
Tratamientos	Promedio		
Resyst	85.50	a	
Agua	77.25	a	
Kelpak	69.75	a	
RootPlex	66.00	a	
Rizober	66.00	a	
Hunter	64.75	a	
<i>P. lilacinus</i>	54.00		b
Urpi	39.50		b c
Nemathor	37.25		b c
QLAgri	36.75		c
Chandler	32.25		c
Nema100	31.25		c
Oxamyl	11.75		d



**Figura 23:** Número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm.

En el anexo 15 se observa el análisis de varianza realizado del número de J2 supervivientes a una concentración de 2000 ppm donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 4.96% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

En la figura 24 se muestra el porcentaje de nematodos afectados y no afectados después de haber sido expuestos a los tratamientos y colocados en agua de caño, se aprecia que los nematicidas naturales presentan un efecto nematicida mayor que el testigo químico. Los productos Nemathor y Chandler fueron los que presentaron mayor efecto nematicida.



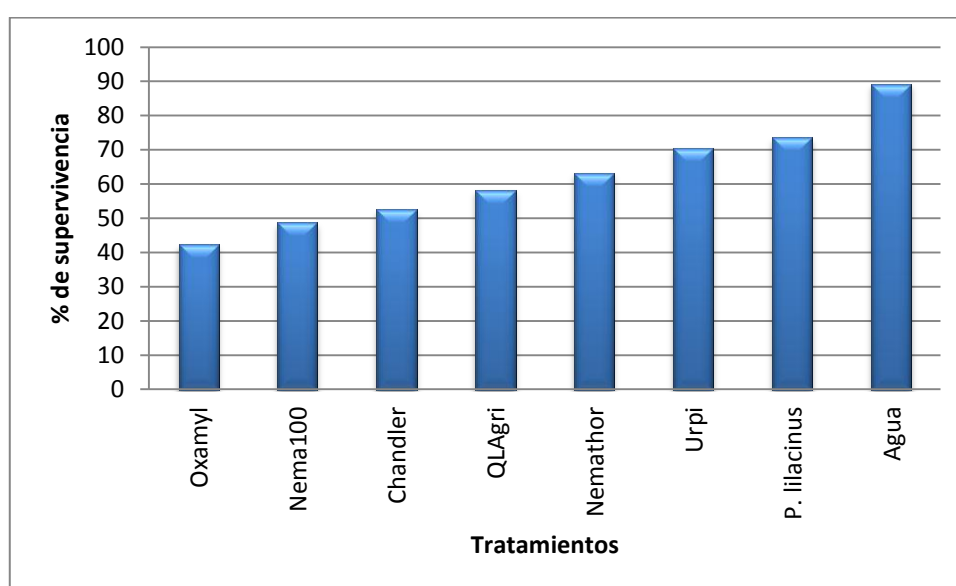
**Figura 24:** Porcentaje J2 supervivientes de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 2000 ppm.

#### 4.4.2. Nematóxicos a la concentración de 1000 ppm

En el cuadro 14 y figura 25 muestran el porcentaje de supervivencia de los nematodos juveniles, se muestra que Oxamyl es estadísticamente igual a Chandler y Nema100 siendo los productos con menor número de nematodos supervivientes. Comparando con la prueba de 2000 ppm donde no hay productos similares al testigo químico, en la prueba de 1000 ppm hay productos naturales similares al control químico, por lo tanto se concluye que Oxamyl pierde su efectividad al disminuirse su concentración.

**Cuadro 14:** Número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los nematocínicos utilizados a una concentración de 1000 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

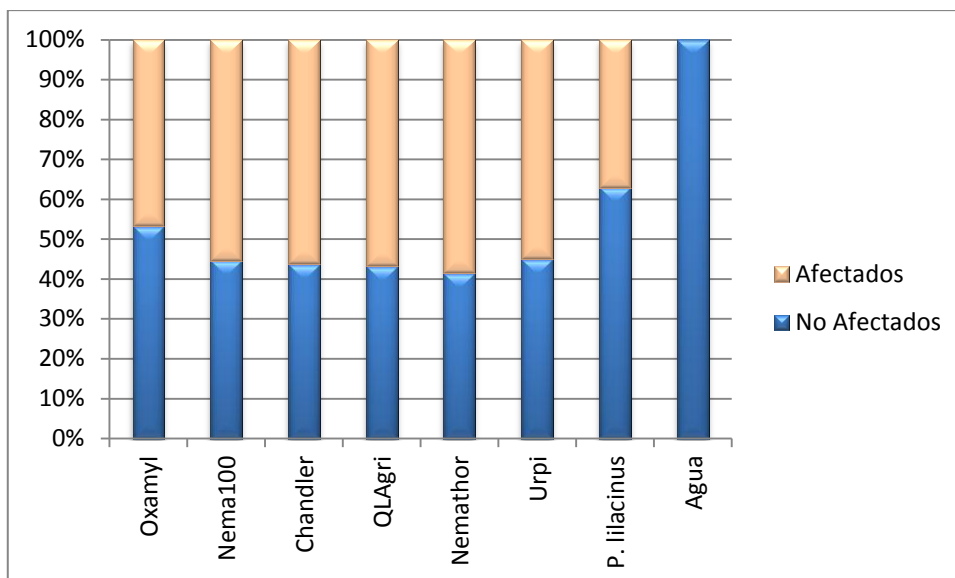
Tratamientos	Promedio		
Agua	89.25	a	
<i>P. lilacinus</i>	73.5	a	b
Urpi	70.5		b
Nemathor	63.25		b c
QLAgri	58.25		b c
Chandler	52.5		c d
Nema100	48.75		c d
Oxamyl	42.25		d



**Figura 25:** Número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm.

En el anexo 16 se muestra el análisis de varianza realizado del número de J2 supervivientes a una concentración de 1000 ppm donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 4.64% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

En la figura 26 se muestra el porcentaje de nematodos afectados y no afectados después de haber sido expuestos a los tratamientos y colocados en agua de caño. Los nematocidas naturales presentan un efecto nematocida mayor que el testigo químico, resultados que son similares con las pruebas anteriores.



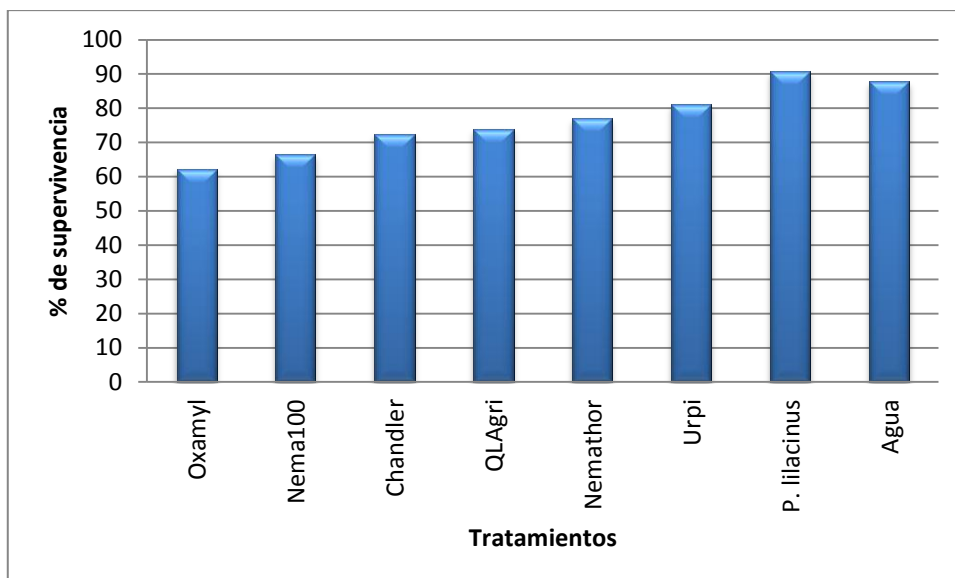
**Figura 26:** Porcentaje J2 supervivientes de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 1000 ppm.

#### 4.4.3. Nematóxicos a la concentración de 500 ppm.

En el cuadro 15 y figura 27 muestran el porcentaje de supervivencia de los nematodos juveniles. Oxamyl es estadísticamente similar a cinco productos naturales, esto es porque el control químico pierde su eficiencia a bajas concentraciones; mientras que los productos naturales no son tan afectados al disminuirse su concentración.

**Cuadro 15:** Número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los nematóxicos utilizados a una concentración de 500 ppm (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

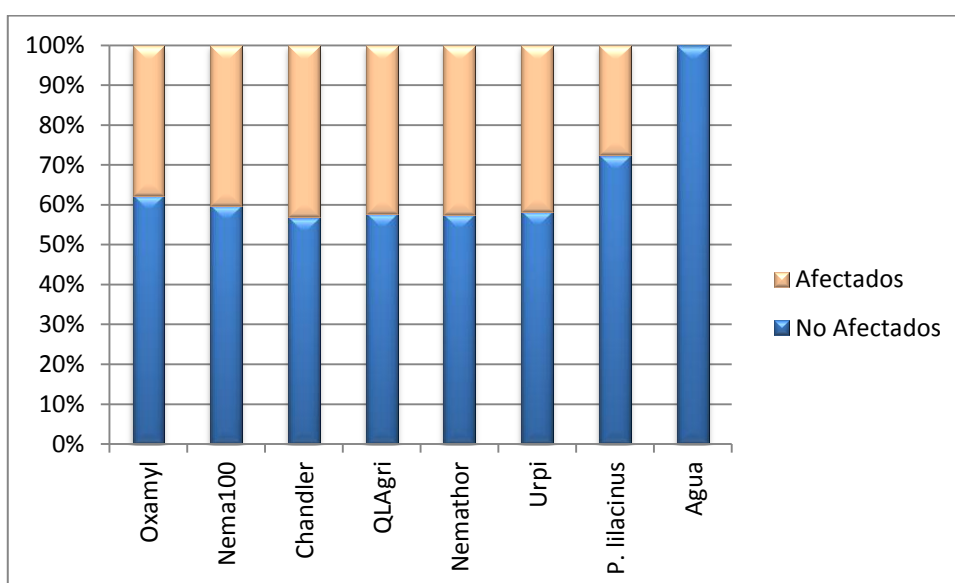
Tratamientos	Promedio		
<i>P. lilacinus</i>	9.25	a	
Agua	12.25	a	
Urpi	19	a	b
Nemathor	23	a	b c
QL Agri	26	a	b c
Chandler	27.5	a	b c
Nema100	33.5		b c
Oxamyl	37.75		c



**Figura 27:** Número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm.

En el anexo 17 se observa el análisis de varianza realizado del número de J2 supervivientes a una concentración de 500 ppm, donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 4.30% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

En la figura 28 se muestra el porcentaje de nematodos afectados y no afectados después de haber sido expuestos a los tratamientos y colocados en agua de caño, Los nematocidas naturales presentan un efecto nematicida mayor en comparación con el testigo químico, este resultado es similar en todas las pruebas y en todas las concentraciones.



**Figura 28:** Porcentaje J2 supervivientes de *M. incognita* no afectados y afectados por los productos a una concentración de 500 ppm.

## 4.5. Prueba de Infectividad en Invernadero

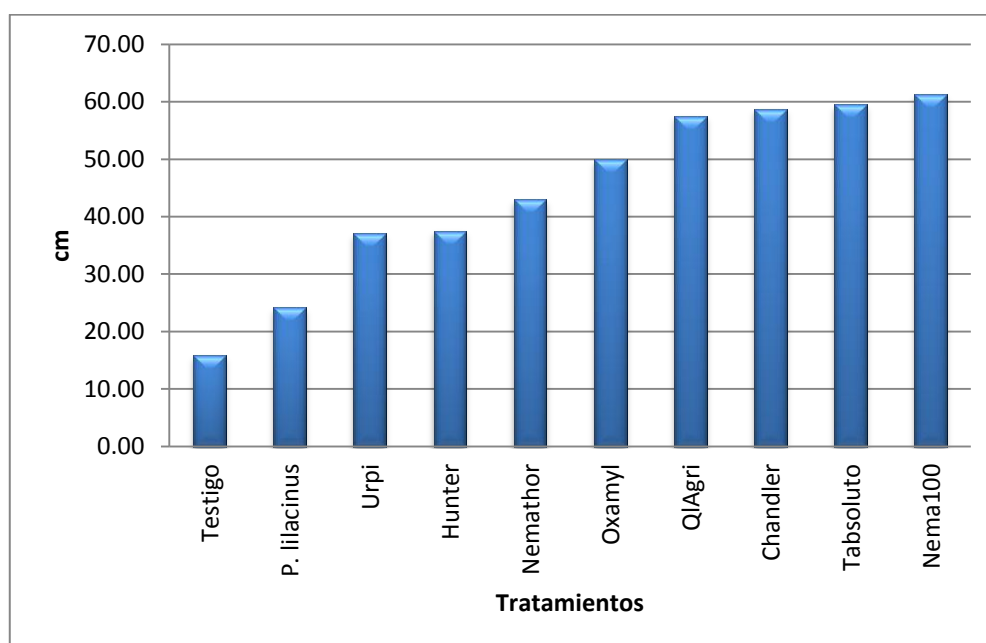
### 4.5.1. Altura de Planta

En el cuadro 16 y figura 29 se muestran los datos de altura de planta. Las plantas tratadas con Nema100, Chandler y QL Agri tuvieron un mayor crecimiento de la parte aérea, esto es porque estos productos naturales además de controlar los nematodos también estimulan un mayor desarrollo de la planta, como lo menciona (Cutler, 1987); estas plantas son estadísticamente iguales al testigo sin inoculación.

**Cuadro 16:** Promedio de altura de plantas inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio			
Nema 100	61.25	a		
T. Absoluto	59.50	a	b	
Chandler	58.75	a	b	
Ql Agri	57.50	a	b	
Oxamyl	50.00		b	c
Nemathor	43.00			c d
Hunter	37.50			d
Urpi	37.00			d
<i>P. lilacinus</i>	24.25			e
Testigo	15.88			e

En el anexo 18 se observa el análisis de varianza realizado a los datos de altura de planta, donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 7.88% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.



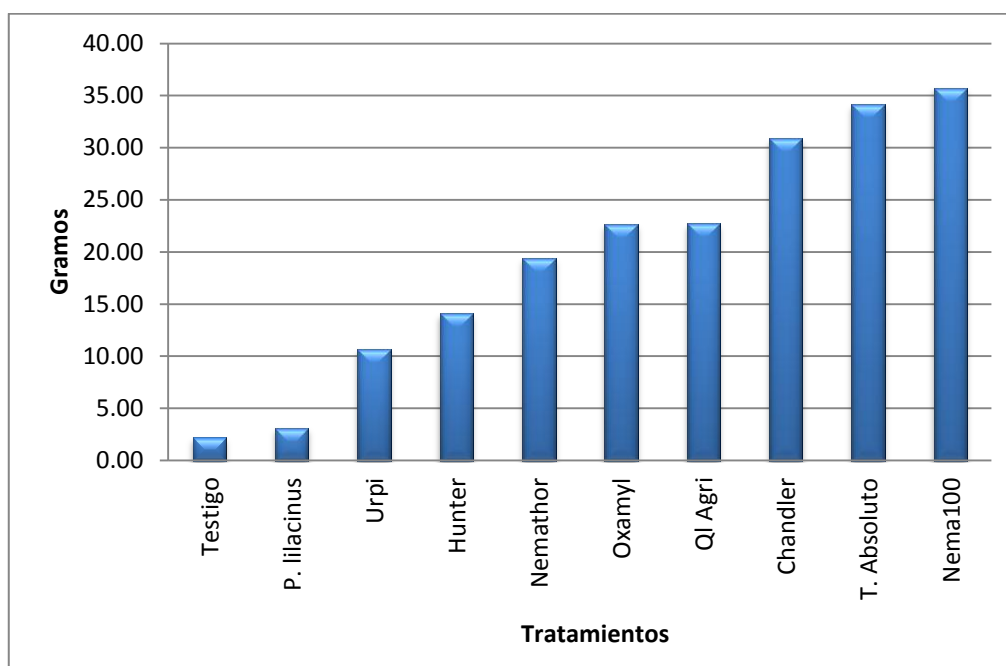
**Figura 29:** Altura de plantas inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales

#### 4.5.2. Peso Fresco Parte Aérea

En el cuadro 17 y figura 30 se aprecia los datos de peso fresco de parte aérea, estos datos guardan relación directa con los datos de altura de planta, porque a mayor altura de planta habrá mayor peso seco. Los tratamientos con productos naturales estimulan un mayor crecimiento de la parte aérea además de controlar los nematodos, tal como lo menciona (Cutler, 1987).

**Cuadro 17:** Peso fresco de parte aérea de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio							
Nema 100	35.71	a						
T. Absoluto	34.15	a						
Chandler	30.88	a	b					
Ql Agri	22.70		b	c				
Oxamyl	22.60		b	c				
Nemathor	19.41			c	d			
Hunter	14.10				d	e		
Urpi	10.70					e	f	
<i>P. lilacinus</i>	3.11						f	g
Testigo	2.18							g



**Figura 30:** Peso fresco de parte aérea en gramos de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

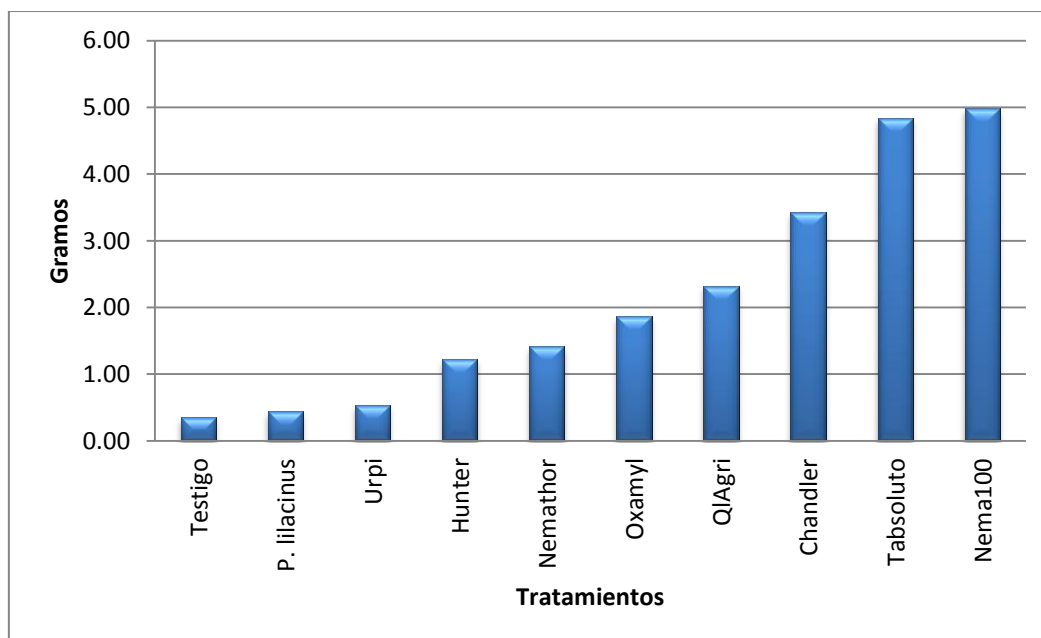
En el anexo 19 se observa el análisis de varianza realizado a los datos de peso fresco de la parte aérea, donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 15.05% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

### 4.5.3. Peso Seco Parte Aérea

En el cuadro 18 y figura 31 se muestran los datos de peso seco de parte aérea, Nema 100 fue estadísticamente igual al testigo absoluto (Sin inocular), mientras que Urpi y *P. lilacinus* no mostraron efecto de control siendo estadísticamente iguales al testigo inoculado. Estos datos tienen relación directa con los datos de peso fresco de la parte aérea y con los datos de altura de planta por las razones explicadas anteriormente.

**Cuadro 18:** Peso seco de parte aérea de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio				
Nema 100	4.99	a			
T. Absoluto	4.84	a			
Chandler	3.43		b		
QI Agri	2.33			c	
Oxamyl	1.86			c	d
Nemathor	1.41				d
Hunter	1.23				d
Urpi	0.54				d
<i>P. lilacinus</i>	0.44				e
Testigo	0.35				e



**Figura 31:** Peso seco de parte aérea en gramos de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

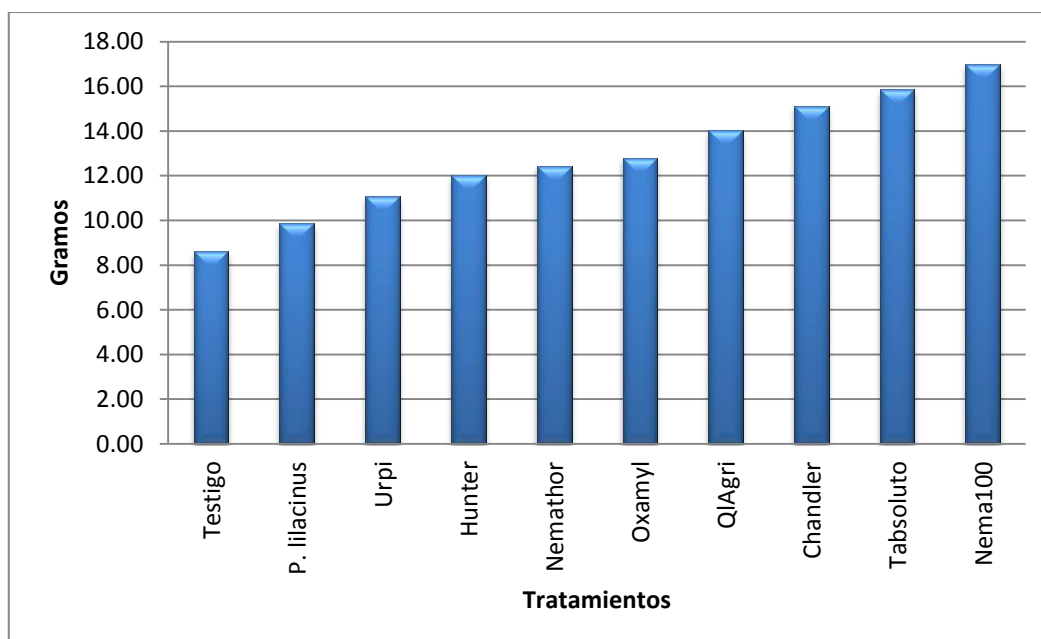
En el Anexo 20 se observa el análisis de varianza realizado a los datos de peso fresco de la parte aérea, donde se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 11.71% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

#### 4.5.4. Peso Fresco Raíz

En el cuadro 19 y figura 32 se muestra los datos de peso fresco de raíz, estos datos son muy similares en todos los tratamientos porque el nematodo disminuye el crecimiento de la raíz pero induce la formación de nódulos por lo que el peso de una raíz sana es similar al de una raíz nodulada (Christie, 1970).

**Cuadro 19:** Peso fresco de raíz de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales. (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio				
Nema 100	16.975	a			
T. Absoluto	15.875	a	b		
Chandler	15.125	a	b	c	
QI Agri	14.025	a	b	c	d
Oxamyl	12.8	a	b	c	d
Nemathor	12.45	a	b	c	d
Hunter	12	a	b	c	d
Urpi	11.075		b	c	d
<i>P. lilacinus</i>	9.875			c	d
Testigo	8.6				d



**Figura 32:** Peso fresco de raíz en gramos de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

En el anexo 21 se muestra el análisis de varianza realizado a los datos de preso fresco de la raíz, donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 14.97% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

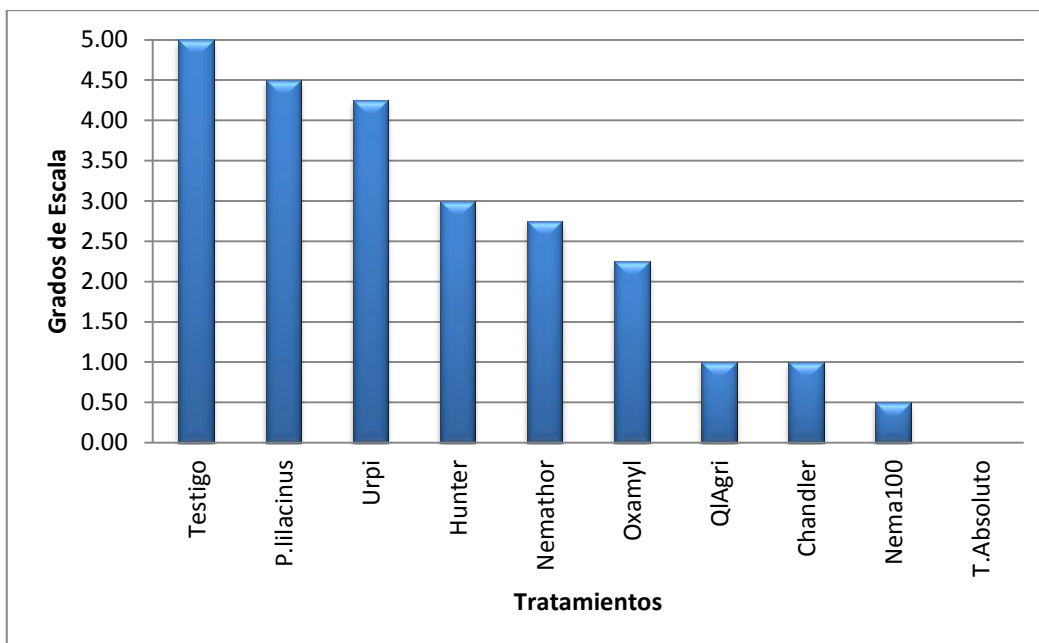
#### 4.5.5. Grado de Nodulación

En el cuadro 20 y figura 33 se muestra los datos de severidad evaluadas según la escala de severidad del PIM. Los tratamientos QL Agri, Chandler y Nema100 son estadísticamente similares al Testigo Absoluto (Sin inoculación) lo que indica que la formación de nódulos es mínima. Oxamyl presentó un grado de nodulación de 2.25 esto podría ser porque el producto es nemastático y una vez disminuida su concentración los nematodos afectaron las plantas.

**Cuadro 20:** Grado de nodulación según escala del PIM de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

Tratamientos	Promedio					
Testigo	5.00	a				
<i>P. lilacinus</i>	4.50	a	b			
Urpi	4.25	a	b	c		
Hunter	3.00	a	b	c		
Nemathor	2.75		b	c	d	
Oxamyl	2.25			c	d	e
Ql Agri	1.00				d	e f
Chandler	1.00				d	e f
Nema100	0.50					e f
T. absoluto	0.00					f

En el Anexo 22 se observa el análisis de varianza realizado a los datos de severidad según la escala del PIM, donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 4.22% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.



**Figura 33:** Grado de nodulación según la escala del PIM de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

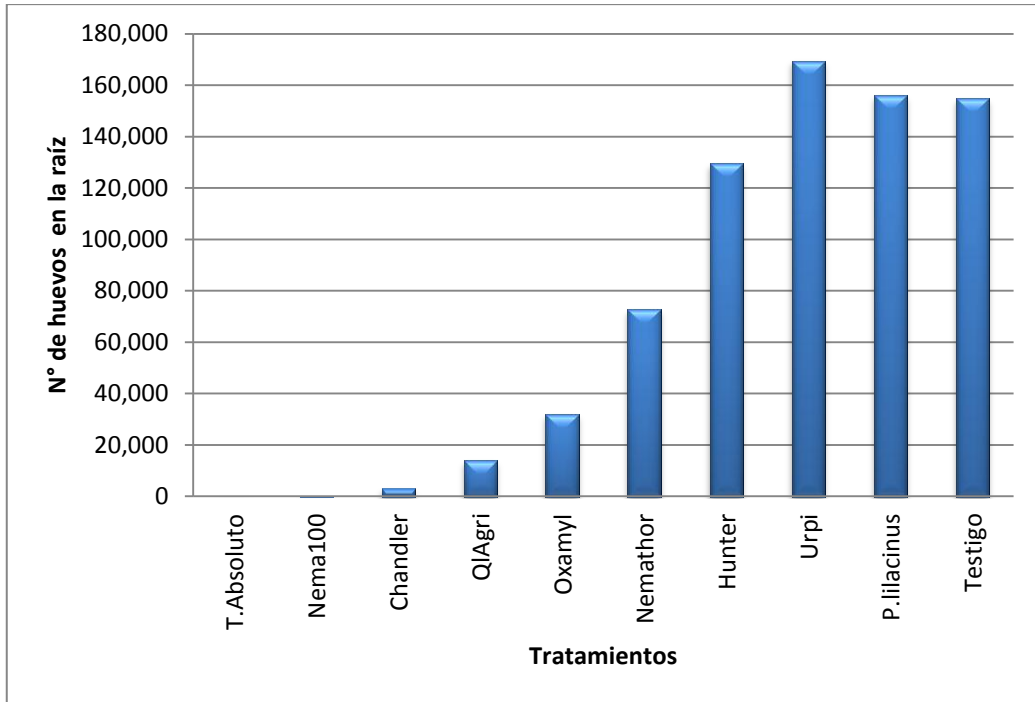
#### 4.5.6. Número de Huevos

En el cuadro 21 y figura 34 se aprecia los datos de número de huevos en la raíz que guarda relación directa con los datos provenientes del grado de nodulación indicando que a mayor población de nematodos habrá mayor severidad en el daño. (Cardellina, 1987)

**Cuadro 21:** Número de huevos en la raíz de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales (Prueba de Tukey a 0.01 de probabilidad).

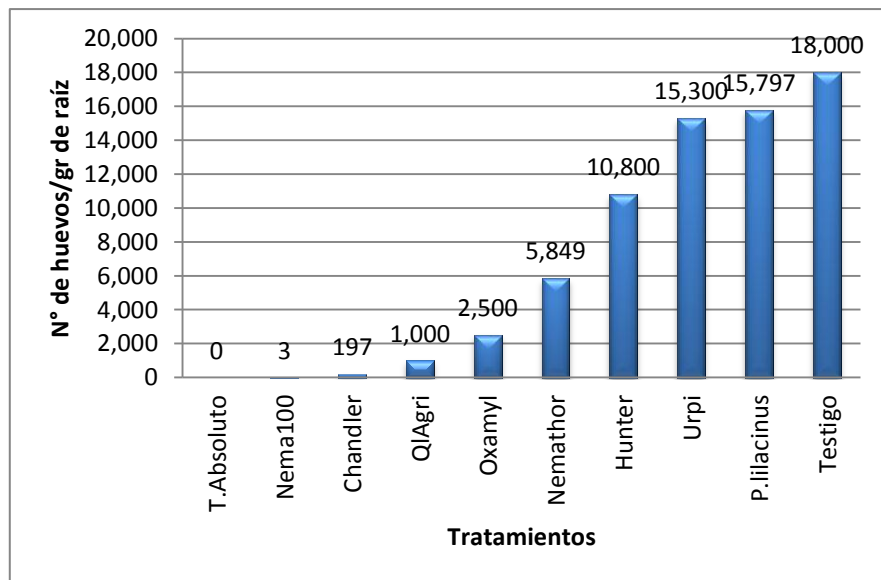
Tratamientos	Promedio				
Testigo	154800	a			
<i>P. lilacinus</i>	156000	a			
Urpi	169450	a			
Hunter	129600		b		
Nemathor	72825			c	
Oxamyl	32000			c	d
QL Agri	14025				d e
Chandler	2975				e f
Nema 100	50				f
T. Absoluto	0				g

En el anexo 23 se observa el análisis de varianza realizado al número de huevos en la raíz donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de probabilidad de 0.01. El coeficiente de variabilidad de 8.37% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.



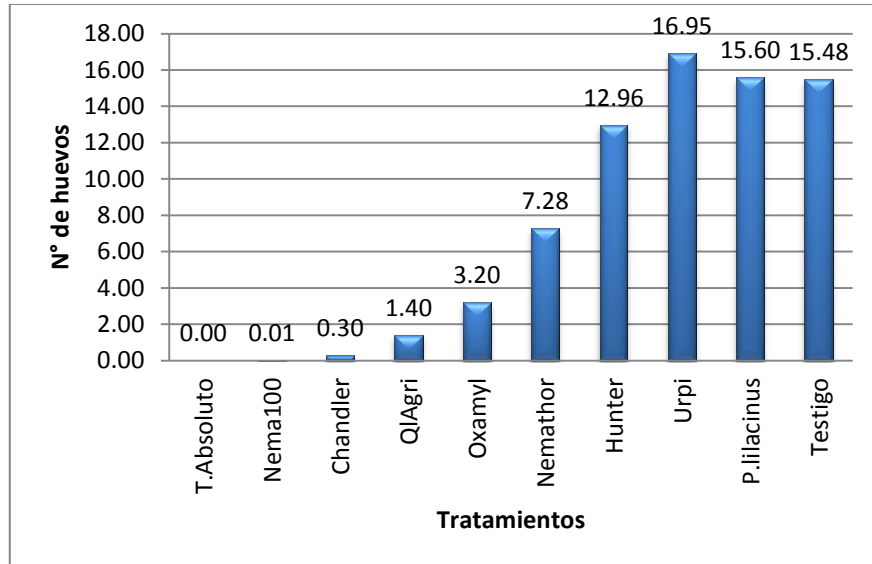
**Figura 34:** Población final del nematodo en la raíz de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

En la figura 35 se muestra el número de huevos por gramo de raíz, se observa que los productos Nema 100, y Chandler tienen la menor cantidad de huevos por gramo de raíz, estos datos tienen relación directa con los datos de grado de nodulación porque a menor número de nódulos habrá menor número de hembras en la raíz por lo tanto se tendrá una menor cantidad de huevos.



**Figura 35:** Número de huevos/gramo de raíz de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

En la figura 36 se muestra la tasa de reproducción del nematodo; se aprecia que los productos naturales Nema 100 y Chandler son capaces de disminuir la población del nematodo; mientras que los demás productos tuvieron tasas de reproducción superiores.



**Figura 36:** Tasa de reproducción del nematodo (Pi/Pf) en plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

## V. CONCLUSIONES

1. Todos los nematódicos a excepción de Hunter afectaron la eclosión, movimiento y supervivencia de *M. incognita*, siendo los más eficientes Oxamyl, Chandler Check, Nema 100 y QL Agri.
2. Los promotores de enraizamiento naturales (Kelpac, Resyst, Root Plex y Rizober) son estadísticamente similares al testigo (agua); por lo que no tienen efecto en la eclosión, movimiento y supervivencia de *M. incognita* en ninguna concentración.
3. En la prueba de eclosión de huevos en la ooteca a 2000 ppm, los productos naturales Nema100; Chandler Check y QL Agri afectaron negativamente la eclosión y fueron estadísticamente similares al testigo químico (Oxamyl); pero en pruebas a menor concentración (500 ppm) Oxamyl fue el producto más eficiente.
4. En la prueba de eclosión de huevos fuera de la ooteca; el producto Chandler Check fue estadísticamente similar a Oxamyl a una concentración de 500 ppm; pero en pruebas a 2000 ppm Oxamyl fue el producto más eficiente.
5. En las pruebas de movimiento y supervivencia a una concentración de 500 ppm los productos Nema 100 y Chandler Check fueron estadísticamente similares a Oxamyl; pero en pruebas de 2000 ppm Oxamyl fue el producto más eficiente.
6. La capacidad nematicida de todos los productos naturales fue mayor a concentraciones de 2000 ppm siendo los mejores Urpi y *P. lilacinus* mientras que a concentraciones de 500 ppm todos los productos mostraron características nemastáticas a excepción de Urpi y *P. lilacinus* que siguieron manteniendo sus cualidades nematicidas. Oxamyl se comportó como nemastático en todas las concentraciones.
7. La biomasa total de las plantas de tomate medida por altura de planta, peso fresco de la parte aérea y peso seco fue mayor en las plantas tratadas con Nema 100, Chandler Check y QL Agri.

8. Nema 100 presento un grado de modulación 1, Chandler Check y QL Agri presentaron un grado 2; mientras que Oxamyl presentó un grado de nodulación 2.5.
9. Los productos Nema 100 y Chandler redujeron la tasa de reproducción de *M. incognita* a 0.01 y 0.3 respectivamente.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Realizar investigaciones bajo condiciones de campo de Nema 100, Chandler y QL Agri en cultivos como tomate y otros similares.
2. Determinar el número de aplicaciones por campaña de Nema 100, Chandler y QL Agri para que sean más efectivos.
3. Realizar investigaciones con diferentes densidades de población de nematodos parásitos de plantas para evaluar el efecto de Nema 100, Chandler y QL Agri.

## VII. LITERATURA CITADA

1. BASF Peruana (Badische Anilin and Soda Fabrik) S.A. 2006. QL Agri 35. Folleto Técnico. Lima. Perú. 6 p.
2. BASF Peruana (Badische Anilin and Soda Fabrik) S.A. 2007. Kelpac. Folleto Técnico. Lima. Perú. 4 p.
3. Beingolea, O. 1971. Principales plagas del tomate en los valles de la costa. En Resúmenes II Congreso Peruano de Fitopatología. Lima. Perú. 75p. 33-50.
4. Bridge J. and Page S. 1980. Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management* 26: 296-298.
5. Cáceres, A. y Aragón, A. 1994. Vademécum fitoterapéutico del departamento de San Marcos. Laboratorio y Diagnóstico de Productos Fitofarmacéuticos. San Marcos. Guatemala. 48 p.
6. Canto, M. 2008. En: Curso de Nematología Agrícola. Especialidad de Fitopatología. UNALM, EPG Lima. Perú. 24 p.
7. Canto, M. 2001. Nematodos parásitos de plantas - Género *Meloidogyne*. Separata del curso de Nematología Agrícola. UNALM, Facultad de Agronomía. Lima. Perú. 48 p.
8. Cardellina, J. 1987. Natural products in the search for new agrochemicals in biologically active natural products. Potential use in agriculture. In Cutler, H. ed. Symposium Series 380. Washington. EE.UU. ACS. 148 p.
9. CBI (Corporación Bioquímica Internacional). 2002. Rizober. Folleto Técnico. Lima. Perú. 2 p.
10. CBI (Corporación Bioquímica Internacional). 2005. Nema 100. Folleto Técnico. Lima. Perú. 5 p.
11. Cepeda, S. 1996. Nematología Agrícola. México. Editorial Trillas. 302 p.
12. Chitwood, D. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Rev. Phytopathol.* 40: 221-249.
13. Christie, J. R. 1970. Nematodos de los vegetales su ecología y su control. AID. Distrito Federal -México. 59 p.
14. Comercial Andina Industrial S.A.C. 2005. Nemathor 20L. Folleto Técnico. Lima. Perú. 3 p.

15. CONAGRA (Consortio Agropecuario Americano). 2004. Root Plex. Folleto Técnico. Lima. Perú. 1 p.
16. CONAGRA (Consortio Agropecuario Americano). 2005. Resyt. Folleto Técnico. Lima. Perú. 1 p.
17. Cutler H. 1987. Natural Products and their Potential in Agriculture en Biologically Active Natural Products. Potential use in Agriculture. In Cutler, H. ed. Symposium Series 380. Washington. EE.UU. ACS. 148 p.
18. Crouch, L. and Staden V. 1993. Effect of seaweed concentrate from *Ecklonia maxima* on *Meloidogyne incognita* infestation on tomato. J. appl. Phycol., 5: 37-43.
19. Evans, K. and Trudgill, D.; Webster, J. 1993. Plant parasitic nematodes in temperate agriculture. Oxon. U.K. CAB International. 648 p.
20. Farmex S.A. 2008. Vydate. Folleto Técnico. Lima – Perú. 2 p.
21. Fraga, C. 1984. Introducción a la nematología agrícola. Argentina. Editorial Hemisferio Sur. 119 p.
22. Hussey, R. and Barker, R. 1973. A comparison of methods of collecting and inoculation of *Meloidogyne* spp. Plant Disease. 57:1020-1028.
23. Krusberg, L. and Hirschmann, H. 1957. A survey of plant parasitic nematodes in UK. Plant Dis. Rep. 42: 604-686.
24. Lazzeri, L.; Leoni O.; Bernardi, R. and Cinti, S. 2004. Plants techniques and products for optimising biofumigation in the full field. Rev. Nematol., 3:281-287.
25. Martin, R. 1959. Los nematodos parásitos de plantas en el Perú y su importancia para la agricultura. Rev. Per. Ent. 2: 68-74.
26. Rohde, R. 1972. Expression of the resistanse in plants to nematodes. Ann. Rev. Phytopathol. 10: 233-252.
27. Sasser, J. 1977. World wile dissemination and importance of the root - knot nematodes *Meloidogyne* spp. J. Nematol. 9 (1):26 - 29.
28. Sasser, J.; Cárter, C. 1985. Biology and Control. In An Advanced on *Meloidogyne*. North Carolina St. Univ. Graphics. Vol. I. 422 p.
29. Sayed, K.; Dunbar, D; Perry, T.; Wilkins, S.; Hamann, M.; Greenplate, J and Wideman M. 1997. Marine Natural Products as Prototype Insecticidal Agents. J. Agric. Food Chem. 45: 2735-2739.
30. Serfi S.A. 2006. Biostat. Folleto Técnico. Lima. Perú. 1 p.
31. Serfi S.A. 2009. Urpi. Folleto Técnico. Lima. Perú. 2 p.
32. Serviagro S.A.C. 2006. Chandler Check. Folleto Técnico. Lima. Perú. 2 p.

33. Silvestre S.A.C. 2003. Hunter 20L. Folleto Técnico. Lima. Perú. 4 p.
34. Siddiqi M.R. 2000. Tylenchida: Parasites of plants and insects. CAB International, UK. 833 p.
35. Taylor, A. and Sasser, J. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). Carolina del Norte. IMP. 211 p.
36. Ugas, R.; Siura, S.; Delgado, F.; Casas, A. and Toledo, J. 2000. Hortalizas Datos Básicos. Programa de Hortalizas, Facultad de Agronomía - Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 202 p.
37. Yamashita, T. and Viglierchio, D. 1986. Responses of nematodes to nematicidal applications following extended exposures to subnematicidal stress. Rev. Nematol., 9:49-60.
38. Yepez, G. 1972. Los nematodos enemigos de la agricultura. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 220 p.

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Datos reales de eclosión en la ooteca de los productos evaluados a distintas concentraciones.**

		Primera Evaluación				Segunda Evaluación				Tercera Evaluación				Total				Evaluación en Agua				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
		2000 ppm	Oxamyl	3	5	2	5	2	3	1	2	1	2	1	1	6	10	4	8	195	194	196
Chandler	11		5	8	4	7	3	5	3	2	1	1	1	20	9	14	8	125	128	127	129	
Nema100	9		6	10	7	6	4	5	4	2	2	1	0	17	12	16	11	127	128	127	129	
QLAgri	5		9	9	13	3	6	5	6	0	1	0	1	8	16	14	20	142	139	140	138	
Urpi	10		8	13	8	7	4	7	5	1	2	2	1	18	14	22	14	23	23	22	23	
Nemathor	15		8	15	11	10	5	7	6	5	2	2	2	30	15	24	19	121	126	123	125	
<i>P. lilacynus</i>	37		34	29	19	21	22	19	11	7	2	3	1	65	58	51	31	67	68	70	73	
RootPlex	150		127	129	166	86	75	96	82	10	25	9	8	246	227	234	256	162	178	172	154	
Resyst	110		130	140	167	77	96	71	93	16	20	26	23	203	246	237	283	212	174	182	141	
Rizober	149		115	145	161	106	92	89	96	32	23	20	11	287	230	254	268	136	186	165	153	
Hunter	168		147	141	132	103	93	105	75	40	33	5	20	311	273	251	227	115	149	168	190	
Kelpak	191		140	108	192	109	105	78	90	30	10	14	18	330	255	200	300	99	166	215	126	
Agua	210		266	254	296	135	155	180	44	52	22	4	146	397	443	438	486	0	0	0	0	
1000 ppm	Oxamyl	41	34	43	50	25	22	23	24	16	10	11	6	82	66	77	80	186	194	188	187	
	Chandler	45	54	43	39	28	26	27	24	7	8	6	6	80	88	76	69	152	148	153	156	
	Nema100	51	57	53	53	35	35	29	30	11	20	5	3	97	112	87	86	149	142	153	154	
	QLAgri	62	69	61	66	37	43	35	32	4	5	2	6	103	117	98	104	141	135	143	141	
	Urpi	56	55	63	62	38	31	33	43	7	11	9	8	101	97	105	113	35	35	34	33	
	Nemathor	57	51	62	66	36	35	31	40	19	12	9	12	112	98	102	118	133	138	137	130	
	<i>P. lilacynus</i>	71	70	62	70	41	46	42	42	13	5	7	5	125	121	111	117	74	75	77	76	
	Agua	257	235	239	287	147	138	178	141	17	46	17	13	421	419	434	441	0	0	0	0	
	500 ppm	Oxamyl	49	52	62	54	30	34	33	26	19	15	15	7	98	101	110	87	225	223	217	233
		Chandler	87	82	95	69	54	40	58	43	14	12	13	11	155	134	166	123	176	189	169	196
Nema100		82	68	101	90	55	42	55	51	17	24	10	4	154	134	166	145	175	188	168	181	
QLAgri		102	92	104	98	61	58	60	48	7	6	3	9	170	156	167	155	152	160	154	161	
Urpi		140	136	131	110	97	76	68	76	18	26	20	14	255	238	219	200	25	28	30	33	
Nemathor		96	116	150	147	60	81	74	89	32	27	22	26	188	224	246	262	140	120	107	98	
<i>P. lilacynus</i>		129	148	167	141	75	97	113	85	23	10	18	9	227	255	298	235	58	50	38	56	
Agua		266	238	226	295	153	140	169	145	17	47	16	14	436	425	411	454	0	0	0	0	

**Anexo 2: Datos reales de eclosión fuera de la ooteca de los productos evaluados a distintas concentraciones.**

		Primera Evaluación				Segunda Evaluación				Tercera Evaluación				Total				Evaluación en Agua			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
		2000 ppm	Oxamyl	5	5	3	4	3	3	2	2	2	1	1	1	10	9	6	7	38	39
Chandler	8		4	2	4	5	2	1	3	1	1	0	1	14	7	3	8	27	29	30	29
Nema100	4		8	7	4	3	5	4	2	1	3	1	0	8	16	12	6	24	22	23	25
QLAgri	12		7	8	11	7	4	5	5	1	0	0	1	20	11	13	17	24	27	26	25
Urpi	7		10	8	12	5	6	4	8	1	2	1	1	13	18	13	21	1	1	1	1
Nemathor	8		11	8	9	5	8	4	5	3	3	1	2	16	22	13	16	25	23	26	25
<i>P. lilacynus</i>	9		15	13	12	5	10	9	7	2	1	1	1	16	26	23	20	11	9	10	10
RootPlex	21		37	30	49	12	22	22	24	1	7	2	2	34	66	54	75	50	24	34	16
Resist	41		22	30	43	29	16	15	24	6	3	6	6	76	41	51	73	16	47	38	19
Rizober	27		29	40	46	19	23	25	27	6	6	6	3	52	58	71	76	36	31	20	16
Hunter	40		38	38	28	24	24	28	16	10	8	1	4	74	70	67	48	19	22	25	42
Kelpak	35		40	31	46	20	30	22	21	5	3	4	4	60	73	57	71	32	20	35	22
Agua	48		59	55	59	31	34	39	9	12	5	1	29	91	98	95	97	0	0	0	0
1000 ppm	Oxamyl		11	13	10	15	7	9	5	7	4	4	2	2	22	26	17	24	38	36	41
	Chandler	16	14	15	13	10	7	9	8	3	2	2	2	29	23	26	23	27	29	28	29
	Nema100	16	17	17	20	11	11	9	12	3	6	2	1	30	34	28	33	28	27	29	27
	QLAgri	19	21	21	25	11	13	12	12	1	1	1	2	31	35	34	39	30	28	29	26
	Urpi	27	21	26	23	19	12	14	16	3	4	4	3	49	37	44	42	4	5	4	4
	Nemathor	24	22	25	22	15	15	12	13	8	5	4	4	47	42	41	39	22	24	24	25
	<i>P. lilacynus</i>	26	25	29	29	15	16	19	18	5	2	3	2	46	43	51	49	10	10	9	9
	Agua	57	55	53	62	33	33	40	30	4	11	4	3	94	99	97	95	0	0	0	0
500 ppm	Oxamyl	25	22	27	29	15	15	14	14	9	6	7	4	49	43	48	47	26	30	27	27
	Chandler	31	33	27	29	19	16	17	18	5	5	4	5	55	54	48	52	23	23	26	24
	Nema100	32	30	35	34	22	18	19	19	7	10	3	2	61	58	57	55	19	20	21	22
	QLAgri	36	35	41	43	22	22	24	21	2	2	1	4	60	59	66	68	20	20	17	15
	Urpi	39	43	40	43	27	24	20	30	5	8	6	6	71	75	66	79	3	3	4	2
	Nemathor	41	40	41	41	26	28	20	25	14	9	6	7	81	77	67	73	8	10	15	12
	<i>P. lilacynus</i>	46	48	43	52	27	32	29	31	8	3	5	3	81	83	77	86	3	3	4	2
Agua	59	52	54	62	34	31	40	30	4	10	4	3	97	93	98	95	0	0	0	0	

**Anexo 3: Datos reales de movimiento de J2 en los productos evaluados a distintas concentraciones.**

		Primera Evaluación				Segunda Evaluación				Tercera Evaluación				Total				Evaluación en Agua				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
		2000 ppm	Oxamyl	5	8	5	8	3	5	3	4	2	2	1	1	10	15	9	13	33	31	33
Nema100	12		18	26	17	8	9	16	11	2	3	4	3	22	30	46	31	20	18	13	18	
Chandler	17		18	16	20	11	11	9	11	3	6	2	1	31	35	27	32	16	15	17	16	
QLAgri	22		26	20	22	13	16	11	11	1	2	1	2	36	44	32	35	15	13	16	15	
Nemathor	20		22	29	15	14	12	15	10	2	4	4	2	36	38	48	27	15	14	11	17	
Urpi	24		17	22	24	15	12	11	14	8	4	3	4	47	33	36	42	14	19	18	16	
<i>P. lilacynus</i>	26		31	35	32	15	21	24	19	5	2	4	2	46	54	63	53	22	17	12	18	
Hunter	42		35	37	39	24	21	27	19	3	7	3	2	69	63	67	60	15	20	17	23	
Rizober	36		33	37	43	25	24	19	24	5	5	7	6	66	62	63	73	18	21	20	11	
RootPlex	32		32	46	35	23	26	28	21	7	6	6	2	62	64	80	58	19	18	5	22	
Kelpak	42		38	41	34	26	24	31	19	10	8	1	5	78	70	73	58	7	15	12	25	
Resyst	42		45	44	47	24	34	32	22	6	3	6	4	72	82	82	73	12	4	4	12	
Agua	43	51	46	55	27	30	32	8	11	4	8	27	81	85	86	90	0	0	0	0		
1000 ppm	Oxamyl	12	13	12	17	7	9	7	8	5	4	3	2	24	26	22	27	36	35	37	34	
	Nema100	22	21	22	17	14	10	13	11	4	3	3	3	40	34	38	31	22	25	23	26	
	Chandler	17	24	29	33	12	15	16	19	4	8	3	2	33	47	48	54	25	19	18	16	
	QLAgri	40	37	7	35	24	23	4	17	3	3	0	3	67	63	11	55	10	12	34	15	
	Nemathor	34	42	31	41	23	23	16	28	4	8	5	5	61	73	52	74	12	7	16	7	
	Urpi	34	38	38	43	21	26	19	26	11	9	6	8	66	73	63	77	11	8	12	6	
	<i>P. lilacynus</i>	44	41	31	53	25	27	21	32	8	3	3	4	77	71	55	89	8	12	22	1	
	Agua	55	50	52	55	32	29	39	27	4	10	4	3	91	89	95	85	0	0	0	0	
	500 ppm	Oxamyl	20	20	25	22	12	13	14	11	8	6	6	3	40	39	45	36	31	32	28	33
		Nema100	30	28	29	24	19	14	18	15	5	4	4	4	54	46	51	43	21	26	23	27
Chandler		30	29	31	28	20	17	17	16	6	10	3	1	56	56	51	45	19	19	21	24	
QLAgri		44	37	40	32	26	23	23	16	3	2	1	3	73	62	64	51	11	17	16	23	
Nemathor		43	43	44	44	30	24	23	30	6	8	7	6	79	75	74	80	7	9	9	6	
Urpi		45	44	48	43	28	30	24	26	15	10	7	8	88	84	79	77	2	4	7	8	
<i>P. lilacynus</i>		51	46	48	54	29	30	33	33	9	3	5	4	89	79	86	91	1	9	4	0	
Agua		54	53	50	59	31	31	37	29	4	10	4	3	89	94	91	91	0	0	0	0	

**Anexo 4: Datos reales de supervivencia de J2 en los productos evaluados a distintas concentraciones.**

		Primera Evaluación				Segunda Evaluación				Tercera Evaluación				Total				Evaluación en Agua			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
		2000 ppm	Oxamyl	42	44	45	50	26	29	24	24	16	13	11	6	84	86	80	80	7	6
Nema100	37		39	42	38	23	19	26	24	6	6	6	6	66	64	74	68	13	14	10	12
Chandler	29		29	37	40	20	18	20	23	6	10	4	2	55	57	61	65	13	13	12	10
QLAgri	41		35	32	36	25	22	19	18	3	2	1	3	69	59	52	57	10	13	16	14
Nemathor	35		29	35	28	24	16	18	19	4	6	5	4	63	51	58	51	11	14	12	14
Urpi	28		29	33	31	18	20	16	19	9	7	5	6	55	56	54	56	16	15	16	15
<i>P. lilacynus</i>	29		24	19	27	17	16	13	16	5	2	2	2	51	42	34	45	25	30	34	28
Hunter	11		14	12	23	6	8	9	11	1	3	1	1	18	25	22	35	73	66	69	58
Rizober	14		11	16	12	10	8	8	7	2	2	3	2	26	21	27	21	65	69	64	69
RootPlex	12		10	10	16	9	8	6	10	3	2	1	1	24	20	17	27	64	67	70	61
Kelpak	9		13	9	9	5	8	7	5	2	3	0	1	16	24	16	15	76	68	76	76
Resyst	6		8	9	12	4	6	7	5	1	1	1	1	11	15	17	18	79	76	74	73
Agua	3		0	0	8	7	2	5	2	11	3	6	16	21	5	11	26	0	0	0	0
1000 ppm	Oxamyl		29	32	32	34	18	21	17	16	11	9	8	4	58	62	57	54	22	20	23
	Nema100	34	29	26	29	21	14	16	18	5	4	4	5	60	47	46	52	18	24	24	21
	Chandler	22	24	32	30	15	15	17	17	5	9	3	1	42	48	52	48	25	23	21	23
	QLAgri	20	22	32	28	12	14	19	14	1	1	1	3	33	37	52	45	29	27	21	24
	Nemathor	18	18	26	21	12	10	14	15	2	4	4	3	32	32	44	39	28	28	23	26
	Urpi	18	14	20	13	11	10	10	8	6	3	3	2	35	27	33	23	29	33	30	35
	<i>P. lilacynus</i>	16	19	12	14	9	13	8	9	3	1	1	1	28	33	21	24	45	42	50	48
	Agua	1	1	0	0	5	2	4	4	9	3	5	9	15	6	9	13	85	94	91	87
500 ppm	Oxamyl	16	13	20	35	10	9	11	17	6	4	5	5	32	26	36	57	42	46	40	27
	Nema100	17	22	22	16	11	11	13	10	3	3	3	3	31	36	38	29	41	38	37	43
	Chandler	16	13	17	16	11	8	9	9	3	5	2	1	30	26	28	26	40	42	41	42
	QLAgri	16	14	19	14	10	9	11	7	1	1	1	1	27	24	31	22	42	44	40	45
	Nemathor	12	14	16	11	8	8	8	8	1	3	2	1	21	25	26	20	45	43	43	46
	Urpi	8	8	13	13	5	6	6	8	3	2	2	2	16	16	21	23	49	49	46	45
	<i>P. lilacynus</i>	7	3	6	6	4	2	4	3	1	0	1	0	12	5	11	9	64	69	64	66
	Agua	0	2	0	1	2	5	4	6	4	8	5	12	6	15	9	19	94	85	91	81

**Anexo 5:** Datos reales de evaluación de las plantas en invernadero.

		Testigo	<i>P. lilacynus</i>	Urpi	Hunter	Nemathor	Oxamyl	QI Agri	Chandler	T. absoluto	Nema100
Altura de Planta (cm)	I	18.5	24	36	35	42	44	56	57	55	57
	II	12	29	37	37	44	49	59	61	60	61
	III	14	21	38	42	47	50	61	59	57	61
	IV	19	23	37	36	39	57	54	58	66	66
Peso Fresco Parte Aerea (gr)	I	2.85	2.85	11.55	14.25	18.45	23.05	20.85	30.4	39.05	39.05
	II	2.35	4	10.75	15.15	24.85	23.75	22.95	29	38.65	38.65
	III	1.65	2.35	9.95	15.45	18.2	20.05	21.55	33	34.05	34.05
	IV	1.85	3.25	10.55	11.55	16.15	23.55	25.45	31.1	24.85	31.1
Peso Seco Parte Aerea (gr)	I	0.45	0.47	0.45	1.35	1.3	1.65	2.55	3.35	5	5.25
	II	0.35	0.5	0.85	1.05	1.65	2.05	2.85	3.55	4.85	5.05
	III	0.35	0.38	0.5	1.25	1.85	1.95	1.75	3.25	4.6	4.95
	IV	0.25	0.4	0.35	1.25	0.85	1.8	2.15	3.55	4.9	4.7
Peso Fresco de Raiz (gr)	I	8.5	8.5	10.2	10	13.8	11.2	14.8	19.1	14.7	19.1
	II	9.5	10.8	11.3	14	9.5	16.2	12.9	13	18.2	18.2
	III	8.4	10	8.4	11	13.5	10.4	13.3	14.5	14.7	14.7
	IV	8	10.2	14.4	13	13	13.4	15.1	13.9	15.9	15.9
Número de Huevos	I	145500	108800	118600	121800	50800	22400	13200	2100	0	100
	II	164100	195200	220300	137400	91100	41600	14900	3700	0	0
	III	126900	136000	110100	106300	63500	20800	11500	2600	0	100
	IV	182700	184000	228800	152900	85900	43200	16500	3500	0	0
Grado de Modulación (PIV)	I	5	4	4	3	3	3	1	1	0	0
	II	5	5	4	2	2	2	0	1	0	1
	III	5	5	5	3	3	1	2	0	0	1
	IV	5	4	4	4	3	3	1	2	0	0

**Anexo 6:** Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados en la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm [datos transformados a Ln(x).]

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	12	115.739475	9.64495625	142.831331	<0.0001**
Error	39	2.6335489	0.06752689		
Total	51	118.373024			

**Coefficiente de Variabilidad:** 6.35%

**Promedio:** 143.0

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 7:** Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados en la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm [datos transformados a Ln(x).]

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	7	8.4550189	1.20785984	175.348475	<0.0001**
Error	24	0.16532015	0.00688834		
Total	31	8.62033905			

**Coefficiente de Variabilidad:** 1.74%

**Promedio:** 139.3

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 8:** Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados en de la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm [datos transformados a Ln(x).]

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	7	5.63091924	0.80441703	74.1790106	<0.0001**
Error	24	0.26026242	0.01084427		
Total	31	5.89118166			

**Coefficiente de Variabilidad:** 1.98%

**Promedio:** 212.3

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 9:** Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	12	293.59869	24.4665575	50.8005868	<0.0001**
Error	39	18.7831638	0.48161958		
Total	51	312.381854			

**Coefficiente de Variabilidad:** 12.14%

**Promedio:** 38.7

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 10:** Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados fuera de la ooteca de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	7	70.3315163	10.0473595	117.204145	<0.0001**
Error	24	2.05740699	0.08572529		
Total	31	72.3889233			

**Coefficiente de Variabilidad:** 4.59%

**Promedio:** 42.7

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 11:** Análisis de varianza sobre número de huevos eclosionados de *M. incognita* expuestos a los productos fuera de la ooteca a una concentración de 500 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	7	26.9584856	3.85121223	65.0978562	<0.0001**
Error	24	1.4198485	0.05916035		
Total	31	28.3783341			

**Coefficiente de Variabilidad:** 2.96%

**Promedio:** 68.1

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 12:** Análisis de varianza sobre número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	12	131.076246	10.9230205	46.7270893	<0.0001**
Error	39	9.1167202	0.23376206		
Total	51	140.192966			

**Coefficiente de Variabilidad:** 6.90%

**Promedio:** 51.7

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 13:** Análisis de varianza sobre número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	7	62.95767	8.99395286	9.98319497	<0.0001**
Error	24	21.6218224	0.90090927		
Total	31	84.5794924			

**Coefficiente de Variabilidad:** 12.92%

**Promedio:** 56.6

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 14:** Análisis de varianza sobre número de J2 móviles de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	7	40.7462221	5.82088887	53.1060535	<0.0001**
Error	24	2.63061033	0.10960876		
Total	31	43.3768325			

**Coefficiente de Variabilidad:** 4.07%

**Promedio:** 67.4

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 15:** Análisis de varianza sobre número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 2000 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	12	124.98258	10.415215	75.753474	<0.0001**
Error	39	5.362043	0.13748828		
Total	51	130.344623			

**Coefficiente de Variabilidad:** 4.96%

**Promedio:** 51.7

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 16:** Análisis de varianza sobre número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 1000 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	7	25.5779557	3.65399367	27.5551434	<0.0001**
Error	24	3.18255821	0.13260659		
Total	31	28.7605139			

**Coefficiente de Variabilidad:** 4.64%

**Promedio:** 62.2

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 17:** Análisis de varianza sobre número de J2 supervivientes de *M. incognita* expuestos a los productos a una concentración de 500 ppm [datos transformados a  $\sqrt{x}$ ].

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	7	9.10797401	1.30113914	9.22494326	<0.0001**
Error	24	3.38509827	0.14104576		
Total	31	12.4930723			

**Coefficiente de Variabilidad:** 4.30%

**Promedio:** 23.5

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 18:** Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	9	8979.25	997.694444	81.23886	<0.0001**
Error	30	368.43	12.281		
Total	39	9347.69			

**Coefficiente de Variabilidad** 7.88%

**Promedio** 44.5

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 19:** Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de parte área de plantas inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	9	5207.971312	578.663479	66.8033888	<0.0001**
Error	30	259.865625	8.6621875		
Total	39	5467.836937			

**Coefficiente de Variabilidad** 15.05%

**Promedio** 19.6

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 20:** Análisis de varianza sobre datos de peso seco de parte aérea de plantas de tomate inoculadas con *M.incognita* y tratadas con los productos naturales.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	9	108.73725	12.08192	192.12716	<0.0001**
Error	30	1.88655	0.062885		
Total	39	110.6238			

**Coefficiente de Variabilidad** 11.71% **Promedio** 2.1

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 21:** Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de raíz de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	9	254.649	28.294333	7.6090718	<0.0001**
Error	30	111.555	3.7185		
Total	39	366.204			

**Coefficiente de Variabilidad** 14.97% **Promedio** 12.8

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 22:** Análisis de varianza sobre severidad según escala del PIM de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	9	0.7444	0.082	28.71	<0.0001**
Error	30	0.0864	0.002		
Total	39	0.8308			

**Coefficiente de Variabilidad** 2.13% **Promedio** 2.5

**\*\* Significación al 0.01 de probabilidad**

**Anexo 23:** Análisis de varianza sobre datos de número de huevos en la raíz de plantas de tomate inoculadas con *M. incognita* y tratadas con productos naturales.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	9	16485025000	1831669444	314.44969	<0.0001**
Error	30	174750000	5825000		
Total	39	16659775000			

**Coefficiente de Variabilidad** 8.37% **Promedio** 28825.0