

Capítulo 10

Susceptibilidad de los portainjertos de nogal a *Phytophthora*

Giovanni Lobos L.

Ingeniero agrónomo MSc.
globos@inia.cl

Gamaliel Lemus S.

Ingeniero agrónomo MSc.

Jaime Otárola A.

Ingeniero agrónomo MSc.

Una de las inquietudes propias, al evaluar nuevos portainjertos, es su comportamiento a plagas y enfermedades. Este es el objetivo planteado en el proyecto: comportamiento de los portainjertos respecto de *Phytophthora* spp. Para esto se generaron las condiciones para acelerar el daño del hongo a nivel de planta a través de la infestación, proceso que se detalla a continuación.

Infestación de los portainjertos

Los estudios fueron llevados a cabo en Rengo y Ovalle en campos destinados a hortalizas, empastadas y barbecho.

Considerando que los suelos de los campos en estudio no presentaban las condiciones para el desarrollo de *Phytophthora* spp. a nivel de planta, se realizó la infestación de portainjertos de nogales con el patógeno, siguiendo un diseño experimental de bloques completamente al azar.

El proceso de infestación se desarrolló en dos pasos:

- A. **Preparación del inóculo:** se realizó en Ovalle y Rengo. Se preparó el caldo de cultivo de acuerdo con el número de colonias que permitieran generar la infestación a nivel de campo (**Figura 1**).
- B. **Inoculación del patógeno:** una vez terminada la preparación en laboratorio, se procedió a llevar el caldo preparado en bidones de 20 litros, labor que fue similar en cada huerto. En terreno se procedió aplicar 250 cc a cada planta seleccionada, distribuyendo el inóculo alrededor del tronco de cada patrón y bajo el gotero, situación que se repitió con las 120 plantas que se infestaron en cada huerto (**Figura 2**).



Figura 1. Proceso de preparación de caldo de cultivo en Oficina Técnica INIA Ovalle, al igual que en Rengo, para realizar la inoculación a las plantas de nogal.



Figura 2. Aplicación del inóculo alrededor del tronco de cada patrón seleccionado.

Una vez finalizada la inoculación, se procedió a dar un riego de 24 horas seguidas, con el objetivo de saturar el suelo y dar las condiciones para el ingreso del inóculo al interior de la planta. En el **Cuadro 1 A y B**, se detalla el plano de la plantación de los portainjertos y aquellas plantas que fueron infestadas en cada sector.

Cuadro 1 B. Diseño de plantación de los portainjertos y de aquellas plantas que fueron infestadas para la variedad Serr, en los huertos de Ovalle y Rengo. (+) plantas infestadas con *Phytophthora* spp. (-) plantas sin infestar.

	H1	H2	H3	H4	H5	H6
	CHANDLER	Regia/Chandler (+)	Chandler	VX211/Chandler (-)	Paradox/Chandler (-)	Chandler
B1	CHANDLER	Paradox/Serr (-)	VX211/Serr (+)	Vlach/Serr (+)	Regia/Serr (+)	RX1/Serr (-)
	CHANDLER	Paradox/Serr (-)	VX211/Serr (+)	Vlach/Serr (+)	Regia/Serr (+)	RX1/Serr (-)
	CHANDLER	Paradox/Serr (-)	VX211/Serr (+)	Vlach/Serr (+)	Regia/Serr (+)	RX1/Serr (-)
B2	CHANDLER	VX211/Serr (-)	Paradox/Serr (-)	Regia/Serr (-)	Regia/Serr (+)	Paradox/Serr (+)
	CHANDLER	VX211/Serr (-)	Paradox/Serr (-)	Regia/Serr (-)	Regia/Serr (+)	Paradox/Serr (+)
	CHANDLER	VX211/Serr (-)	Paradox/Serr (-)	Regia/Serr (-)	Regia/Serr (+)	Paradox/Serr (+)
B3	CHANDLER	VX211/Serr (+)	RX1/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	Paradox/Serr (+)	Vlach/Serr (+)
	CHANDLER	VX211/Serr (+)	RX1/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	Paradox/Serr (+)	Vlach/Serr (+)
	CHANDLER	VX211/Serr (+)	RX1/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	Paradox/Serr (+)	Vlach/Serr (+)
B4	CHANDLER	Paradox/Serr (-)	Vlach/Serr (+)	Regia/Serr (+)	Paradox/Serr (+)	RX1/Serr (+)
	CHANDLER	Paradox/Serr (-)	Vlach/Serr (+)	Regia/Serr (+)	Paradox/Serr (+)	RX1/Serr (+)
	CHANDLER	Paradox/Serr (-)	Vlach/Serr (+)	Regia/Serr (+)	Paradox/Serr (+)	RX1/Serr (+)
	CHANDLER	CHANDLER	CISCO	CHANDLER	FRANQUETTE	CHANDLER

	H7	H8	H9	H10	H11	H12
	VX211/Chandler (-)	Paradox/Chandler (+)	VX211/Chandler (-)	Chandler	Vlach/Chandler (+)	CHANDLER
B1	Paradox/Serr (+)	VX211/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	RX1/Serr (+)	Regia/Serr (-)	CHANDLER
	Paradox/Serr (+)	VX211/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	RX1/Serr (+)	Regia/Serr (-)	CHANDLER
	Paradox/Serr (+)	VX211/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	RX1/Serr (+)	Regia/Serr (-)	CHANDLER
B2	RX1/Serr (+)	Vlach/Serr (-)	VX211/Serr (+)	Vlach/Serr (+)	RX1/Serr (-)	CHANDLER
	RX1/Serr (+)	Vlach/Serr (-)	VX211/Serr (+)	Vlach/Serr (+)	RX1/Serr (-)	CHANDLER
	RX1/Serr (+)	Vlach/Serr (-)	VX211/Serr (+)	Vlach/Serr (+)	RX1/Serr (-)	CHANDLER
B3	Paradox/Serr (-)	Regia/Serr (-)	VX211/Serr (-)	Regia/Serr (+)	RX1/Serr (+)	CHANDLER
	Paradox/Serr (-)	Regia/Serr (-)	VX211/Serr (-)	Regia/Serr (+)	RX1/Serr (+)	CISCO
	Paradox/Serr (-)	Regia/Serr (-)	VX211/Serr (-)	Regia/Serr (+)	RX1/Serr (+)	CHANDLER
B4	Regia/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	RX1/Serr (-)	VX211/Serr (-)	VX211/Serr (+)	CHANDLER
	Regia/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	RX1/Serr (-)	VX211/Serr (-)	VX211/Serr (+)	CHANDLER
	Regia/Serr (-)	Vlach/Serr (-)	RX1/Serr (-)	VX211/Serr (-)	VX211/Serr (+)	CHANDLER
	CHANDLER	CISCO	CHANDLER	FRANQUETTE	CHANDLER	CHANDLER

Sobrevivencia y respuesta de los portainjertos a la infestación

Desde el momento de la plantación y durante cada temporada agrícola, se monitoreó la supervivencia de cada portainjerto para evaluar la eficacia de la infestación, tanto en los portainjertos como en la variedad. Los resultados de las evaluaciones de mortalidad de plantas por *Phytophthora* spp se exponen en las Figuras 3 y 4.

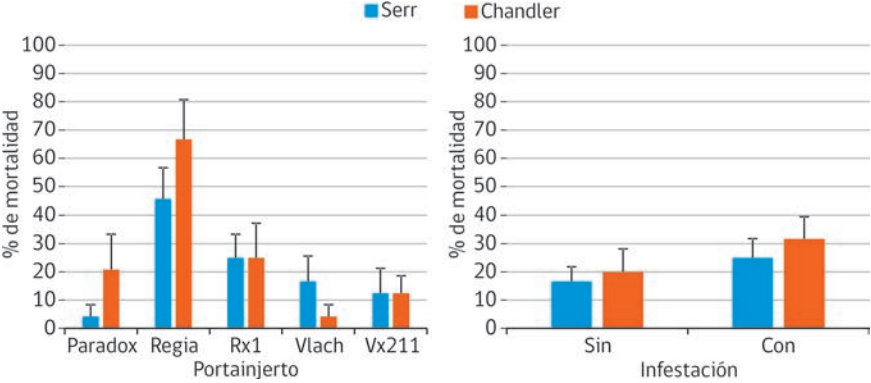


Figura 3. Porcentaje de mortalidad de plantas observadas en cada portainjerto en la variedad Serr y Chandler, así como el efecto de la infestación, al cabo de cinco años desde la plantación, huerto de Rengo.

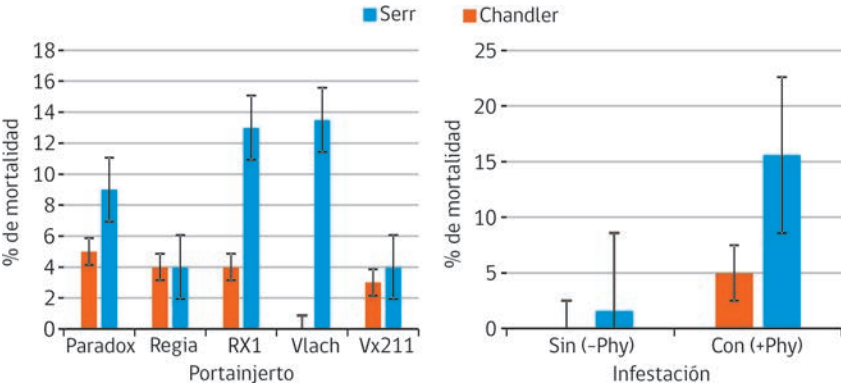


Figura 4. Porcentaje de mortalidad de plantas observadas en cada portainjerto en la variedad Serr y Chandler, así como el efecto de la infestación, al cabo de cinco años desde la plantación, huerto de Ovalle.

En cuanto al huerto de Rengo, el portainjerto que más porcentaje de plantas muertas registró fue *Junglans regia*, tanto en la variedad Serr como en Chandler, porcentajes que son estadísticamente diferentes al resto de los portainjertos, mientras que *Vlach* presentó la menor mortalidad de plantas.

Si se analiza el efecto de muerte de plantas por efecto de la infestación, esta no presenta diferencias estadísticas significativas entre las variedades Serr y Chandler.

Para el caso del huerto de Ovalle, el mayor porcentaje de plantas muertas lo presenta la variedad Serr, donde los portainjertos *RX1* y *Vlach* se diferenciaron estadísticamente del resto de los portainjertos, mientras que el portainjerto que presentó la menor tasa de mortalidad fue *VX211*.

Al analizar el efecto de la infestación, al igual que el huerto de Rengo, no hay un efecto estadísticamente claro, por lo que la muerte de plantas tanto en la variedad Serr y Chandler podría ser; asociado a la adaptación y aclimatación de los portainjertos clonales al huerto de Ovalle, atribuible al tamaño de las plantas y al manejo agronómico en una condición de suelo arcilloso.

A lo largo del desarrollo de los estudios se evidenció muerte de plantas con y sin infestación con *Phytophthora* spp, por lo que es necesario considerar en los análisis que la muerte de plantas no corresponde a un efecto exclusivo de la infestación. Esto se presentó en mayor proporción en el huerto de Rengo con un promedio de 23 % de mortalidad de plantas, mientras que en Ovalle fue solo de un 6 %, aun cuando el huerto de Ovalle presentaba un suelo franco arcilloso, cuyas características físicas favorecen el desarrollo de la enfermedad.

En la **Figura 5** se exponen los síntomas que evidenciaron algunas plantas de nogal en el huerto de Rengo, tanto a nivel de raíces como en la parte aérea, síntomas asociados al daño provocado por *Phytophthora* y en la **Figura 6**, sintomatología típica presentada por el portainjerto *VX211* en Serr en el huerto de Ovalle, y que a la fecha solo se ha traducido en presentar mayor estrés hídrico evaluado a través de potencial hídrico xilemático.



Figura 5. Síntomas y daño a nivel de cuello y raíces, así como en la parte aérea de las plantas muertas, observadas en el huerto de Rengo en la variedad Chandler.



Figura 6. Daño asociado a *Phytophthora* a nivel de tronco, en nogal Serr, en portainjerto VX211, huerto de Ovalle.

Otros monitoreos en los portainjertos

Dentro del seguimiento y monitoreo de los portainjertos se consideró determinar la presencia de nematodos a nivel de suelo y evaluar la presencia de daños en el sistema radicular de los distintos portainjertos en evaluación.

Para esto, durante las últimas cuatro temporadas, fueron tomadas muestras de suelo de cada huerto durante el mes de enero de cada año, con el objetivo de determinar la presencia de nematodos.

El nematodo con mayor prevalencia en las evaluaciones realizadas en Ovalle, fue *Pratylenchus*. El suelo extraído del portainjerto *J. regia* fue el que registró mayor presencia de nematodos. Seguido por *Helicotylenchus*, presente en

el suelo de todos los portainjertos estudiados. Adicionalmente, se encontró la presencia de *Xiphinema americanum*, pero en menor cantidad que *Pratylenchus*. Es importante destacar que la densidad poblacional encontrada corresponde a un grado de infestación leve (*Pratylenchus*). En el **Cuadro 2** se detalla el nivel de nematodos presentes en Ovalle.

Cuadro 2. Presencia de nematodos fitoparásitos en el suelo extraído del sector de cada portainjerto en el huerto de Talhuén, Ovalle (n= 4 análisis).

Nematodos en el suelo (N° de individuos /250 g suelo)	Portainjerto				
	<i>Paradox</i>	<i>J. regia</i>	<i>RX1</i>	<i>Vlach</i>	<i>VX211</i>
<i>Pratylenchus</i>	2	0	0	10	15
<i>Xiphinema americanum</i>	29	13	20	14	5
<i>Saprófitos</i>	580	368	732	599	740
<i>Pratylenchus</i>	93	165	66	47	33
<i>Helicotylenchus</i>	34	35	103	19	52
<i>Meloidogyne</i>	2	2	2	0	0
<i>Tylenchorhynchus</i> sp	6	6	43	11	21
<i>Zigotylenchus</i>	0	0	0	6	8

Para el caso del huerto de Rengo (**Cuadro 3**), *Pratylenchus* fue el nematodo de mayor prevalencia, seguido de *Mesocriconema*, presentes en los suelos extraídos de todos los portainjertos estudiados. Adicionalmente, se encontró la presencia de *Xiphinema americanum* en niveles considerados altos, en *J. regia*.

Cuadro 3. Presencia de nematodos fitoparásitos en el suelo extraído del sector de cada portainjerto en el huerto de Rengo (n= 4 análisis).

Nematodos en el suelo (N° de individuos /250 g suelo)	Portainjerto				
	<i>Paradox</i>	<i>J. regia</i>	<i>RX1</i>	<i>Vlach</i>	<i>VX211</i>
<i>Pratylenchus</i>	5	100	0	0	0
<i>Xiphinema americanum</i>	3	360	3	3	3
<i>Meloidogyne</i>	0	3	0	3	0
<i>Pratylenchus</i>	33	81	60	10	15
<i>Mesocriconema</i>	10	13	5	9	12
<i>Saprófitos</i>	235	328	339	253	283

Pratylenchus presentó una mayor población, respecto de las otras especies, en todos los portainjertos analizados, en niveles que pueden generar un daño leve a nivel radical de acuerdo con lo descrito por González (2001). Sin embargo, hasta el monitoreo de enero de 2023, las plantas no habían presentado alguna sintomatología asociada a nematodos como; marchitamiento, detención de crecimiento, nódulos, lesiones en raicillas, clorosis foliar y hojas y frutos de menor tamaño.

Es importante destacar que la densidad poblacional encontrada corresponde a un grado de infestación leve, hasta el momento de esta publicación (*Pratylenchus*).

El seguimiento de la población de nematodos es una práctica recomendable, dado que el conocimiento del comportamiento de un portainjerto requiere cubrir todas las posibilidades sanitarias. Además, en Chile no ha existido un conocimiento acabado de los reales efectos de estos parásitos en el desarrollo de la planta, ni sobre el rendimiento y la calidad de la nuez, situación pendiente en nuestra industria del nogal.

Literatura citada

González, H. (2001 b). Nematodos. El nogal en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Libro N° 6, Capítulo 14, pp. 151-158.

Quiroz, C., Luengo, F., Salas, C., Abarca, P., Bermúdez, P., Lobos, G., Larraín, P., Rodríguez, F., Riquelme, J. y Santelices, S. (2016). Manejo integrado de plagas del nogal en la provincia de Choapa [en línea]. La Serena, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 324. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6523> (Consultado: 1 octubre 2023).

Torres, A. 2016. Bacteriosis o peste negra del nogal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA La Cruz, Ficha Técnica 09.