

M A Y O 2 0 2 5 N° 20

# BOLETÍN DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE FITOPATÓLOGOS

ISSN: 2618-1932

BACTERIOSIS Y NECROSIS APICAL MARRÓN: ENFERMEDADES  
QUE AFECTAN AL CULTIVO DEL NOGAL EN EL VALLE MEDIO  
DEL RÍO NEGRO



# BACTERIOSIS Y NECROSIS APICAL MARRÓN: ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DEL NOGAL EN EL VALLE MEDIO DEL RÍO NEGRO

Marangi M.J.<sup>1,2</sup>, Temperini C.V.\*<sup>1,2,5</sup>, Fernández D.<sup>4</sup>, Pardo A.G.<sup>3,5</sup>, Pose G.N.<sup>3,5,6</sup>  
\* Capítulo Patagonia

- 1 Universidad Nacional de Río Negro. Mitre 311, Villa Regina, Río Negro.
2. CIT Río Negro (UNRN-CONICET). 9 de Julio 446, Villa Regina, Río Negro.
3. Universidad Nacional de Quilmes. Roque Sáenz Peña 352, Bernal, Buenos Aires.
4. INTA, AER Valle Medio. Villa Galense 575, Luis Beltrán, Río Negro.
5. CONICET. Godoy Cruz 2290, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires.
6. INTECH (CONICET-UNSAM). Av. Intendente Marino km 8.2, Chascomús, Buenos Aires.

Contacto: [mjmarangi@unrn.edu.ar](mailto:mjmarangi@unrn.edu.ar)

## RESUMEN

En los últimos años, la producción de frutos secos se ha consolidado como una alternativa frutícola de importancia en los valles rionegrinos. El nogal (*Juglans regia*) es susceptible a diversas patologías, entre ellas, la bacteriosis del nogal, causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, y la necrosis apical marrón, una enfermedad de etiología compleja en la que, además de *X. arboricola* pv. *juglandis*, también estarían involucrados los géneros fúngicos *Fusarium* y *Alternaria*. Ambas patologías provocan la caída prematura de los frutos. En Argentina, la necrosis apical marrón fue detectada por primera vez durante la temporada 2013-2014 en cultivos de la región productora del Valle Medio del río Negro, Patagonia Norte, ocasionando, junto a la bacteriosis, pérdidas de hasta un 40 % en la producción local de nuez. En temporadas anteriores, los niveles de pérdidas asociados a casos de bacteriosis fueron inferiores a los registrados en 2013-2014. El presente trabajo ofrece un resumen de aspectos relacionados a las patologías del nogal, bajo las condiciones climáticas del Valle Medio del río Negro. Se abordan aspectos como los microorganismos asociados, la sensibilidad al cobre de aislamientos bacterianos, la eficacia antibacteriana de compuestos cúpricos utilizados tradicionalmente en la región y la sensibilidad de los cultivares más comúnmente empleados.

## INTRODUCCIÓN

El Valle Medio del río Negro es una región de la Patagonia Norte, irrigada por el tramo medio del río Negro. Comprende las localidades de Chimpay, Coronel Belisle, Darwin, Luis Beltrán, Choele Choel, Lamarque y Pomona. En esta zona, la nogalicultura ha experimentado un desarrollo innovador, caracterizado

por el uso de variedades de carga lateral, portainjertos, mayor densidad de plantación y sistemas de conducción modernos (Nievas y col., 2014). En los últimos años, la superficie cultivada con nogales en el Valle Medio del río Negro se incrementó, en consonancia con otras regiones nogaleras del país, alcanzando actualmente



unas 1100 ha. El cultivo se adapta bien a las condiciones climáticas de la región, siendo los factores de mayor riesgo las heladas tempranas de otoño que pueden afectar a las plantas jóvenes y las heladas tardías de primavera, que pueden producir mermas en la cosecha (Iannamico, 2015). La región se caracteriza por una temperatura media anual de  $15,3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y los valores de máximas medias se ubican entre  $30$  y  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el trimestre estival,  $17$  a  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  en otoño y entre  $19$  y  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  en primavera; la humedad relativa oscila entre  $36$  y  $73\%$ ; el régimen pluviométrico se caracteriza por concentrar la mayor cantidad de lluvias a fines del verano y en otoño, y la ocurrencia de precipitaciones presenta una importante variabilidad interanual, con los valores medios mensuales que no superan los  $50\text{ mm}$  (Rodríguez y Muñoz, 2020).

*Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* es el agente causal de la bacteriosis del nogal, la principal patología que afecta al cultivo en la mayoría de las regiones productoras del mundo y de la necrosis apical marrón (NAM), una nueva y compleja patología en la que también intervendrían los géneros fúngicos *Fusarium* y *Alternaria* (Belisario y col., 2002; Moragrega y Özaktañ, 2010; Temperini y col., 2014, 2017; Marangi, 2024;

Marangi y col., 2024a). *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* puede afectar distintos órganos del nogal, como yemas, amentos, flores, ramas, brotes y nueces. Se caracteriza por una alta especificidad afectando únicamente al género *Juglans*, entre ellas *J. regia*, *J. hindsii*, *J. nigra* y *J. ailantifolia* (Lemus y col., 2010).

En Argentina, la bacteriosis del nogal fue reportada por primera vez por Marchionatto en 1944, en la provincia de Buenos Aires y desde entonces ha afectado cultivos de Mendoza, La Rioja, Catamarca, Río Negro y Chubut (Fernandez Valiela, 1975; Flores y col., 2004). Por su parte, la NAM se detectó por primera vez durante la temporada 2013-2014 en cultivos de la región productora del Valle Medio del río Negro, ocasionando, junto a la bacteriosis, pérdidas de hasta un  $40\%$  en la producción local de nuez (Temperini y col., 2014, 2017). Tras su primer reporte en la región, se han llevado a cabo estudios sobre distintos aspectos relacionados a las patologías responsables de la caída prematura de los frutos del nogal. A partir de la literatura disponible y estudios realizados en la zona, este trabajo presenta un resumen de los principales factores asociados con las patologías, particularmente bajo las condiciones climáticas del Valle Medio del río Negro.

## SÍNTOMAS DE BACTERIOSIS SOBRE FRUTOS

La sintomatología de la infección por *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* en los frutos del nogal varía según el momento en que se produce la infección. Si la misma ocurre durante los periodos de pre-floración o floración, las lesiones se localizan en el extremo apical. Los primeros síntomas consisten en áreas pequeñas, circulares o irregulares y húmedas. A medida que las bacterias invaden los tejidos circundantes, las áreas infectadas se agrandan y adquieren una coloración negra. Posteriormente, colapsan y se hunden. Cuando la infección ocurre después de la floración, aparecen pequeñas lesiones circulares en los laterales del fruto, con márgenes bien definidos y aspecto húmedo y deprimido, similar al de las lesiones originadas en el extremo apical (Miller y Bollen, 1946). En la figura 1, se observan las lesiones características de la enfermedad sobre frutos inmaduros.

Si la infección ocurre después de que las nueces han alcanzado la mitad de su tamaño, las lesiones generalmente se limitan a la cáscara carnosa, pero en algunos casos pueden extenderse hasta la cáscara de la nuez generando una mancha marrón que reducirá su comerciabilidad (Miller y Bollen, 1946). En infecciones tardías registradas en el Valle Medio del río Negro, se observó que la parte carnosa del pericarpio (capote) puede permanecer adherido a la cáscara leñosa, dificultando su separación. Este daño estético afecta la calidad visual de los frutos y, en consecuencia, estas nueces suelen comercializarse peladas. Muchas nueces infectadas por *X. arboricola* pv. *juglandis* caen prematuramente, otras alcanzan su tamaño completo, pero su semilla se ennegrece, se seca y se arruga (Frutos, 2010).





Figura 1. Síntomas externos de bacteriosis sobre frutos del nogal.

## SÍNTOMAS DE NAM SOBRE FRUTOS

Durante las primeras etapas del desarrollo de las nueces, los síntomas asociados a bacteriosis y a NAM suelen confundirse, requiriendo de una detallada observación de las lesiones internas y externas (Moragrega y Özaktan, 2010; Temperini y col., 2017). Los síntomas externos aparecen después del cuajado del fruto como pequeñas lesiones no húmedas, de color marrón oscuro a negro, ubicadas en el extremo apical, a veces restringidas a los estigmas y al área circundante. A medida que el fruto crece, los síntomas se hacen más

evidentes (figura 2.A) y, en el caso de los frutos caídos, las lesiones pueden extenderse hasta la zona ecuatorial. En cuanto a los síntomas internos, la infección progresa hacia el interior de la nuez y puede alcanzar la semilla, causando su pudrición (figura 2.B). La extensión de las lesiones externas e internas no siempre está correlacionada, ya que una pequeña necrosis externa podría estar asociada a una infección grave que afecta a todos los tejidos internos del fruto (Belisario y col., 2002; Moragrega y Özaktan, 2010).

## DISTRIBUCIÓN DE LAS POBLACIONES DE MICROORGANISMOS ASOCIADAS A LAS PATOLOGÍAS DEL NOGAL

La bacteriosis del nogal es una enfermedad ampliamente estudiada y presente en prácticamente todas las áreas donde se cultivan este tipo de plantas. A lo largo del tiempo, numerosos estudios han abordado su epidemiología, analizando el rol de la bacteria en la enfermedad (Pierce, 1901; Smith y col., 1912; Miller, 1934; Mulrean y Schroth, 1981, 1982; Giraud y col., 2010; Lindow y col., 2014).

En cuanto a la NAM, diversas investigaciones han intentado esclarecer su etiología, obteniéndose resultados variables según la región geográfica

considerada. Estudios sobre cultivos italianos y franceses demostraron que la NAM puede considerarse una enfermedad compleja, causada estrictamente por hongos, donde *Fusarium* fue confirmado como el principal género asociado. Se observó que las especies del hongo difirieron en relación al área y tiempo de muestreo, siendo *F. semitectum* y *F. graminearum* las especies más agresivas. Además, un complejo de *Alternaria* spp. que incluyó a *A. arborescens*, *A. tenuissima* y *A. alternata*, también estaría involucrado en la patología, mientras que *X. arboricola* pv. *juglandis* se



aisló sólo esporádicamente a partir de los frutos enfermos (Belisario y col., 2002; Belisario y col., 2004; Hong y col., 2006; Belisario y col., 2010; Scotton y col., 2015). En investigaciones llevadas a cabo sobre plantaciones españolas, *X. arboricola* pv. *juglandis* fue el microorganismo aislado con mayor frecuencia de los frutos afectados por NAM, solo o en asociación con especies de *Fusarium* y *Alternaria* (Arquero y col., 2005; Moragrega y col., 2011). La bacteria también se aisló con mayor frecuencia cuando se estudiaron frutos afectados en Turquía, mientras que los hongos fueron menos frecuentes en las infecciones apicales de los frutos que permanecieron en el árbol, siendo más común en los caídos (Moragrega y Özaktan, 2010). A diferencia de los resultados obtenidos sobre cultivos italianos, las

investigaciones realizadas en España y Turquía, llevaron a considerar a *X. arboricola* pv. *juglandis* como el principal organismo causal de la patología, mientras que *Fusarium* spp. estaría involucrado ocasionalmente interactuando con las infecciones bacterianas. La presencia de *Alternaria* spp. sobre los tejidos necróticos podría relacionarse con una colonización oportunista de los tejidos muertos, previamente infectados por la bacteria (Moragrega y Özaktan, 2010; Moragrega y col., 2011; Akat y col., 2016). En el caso de Argentina, *X. arboricola* pv. *juglandis* y *A. tenuissima* fueron identificados como los principales microorganismos involucrados en el desarrollo de la enfermedad tras su primer reporte (Temperini y col., 2014, 2017).

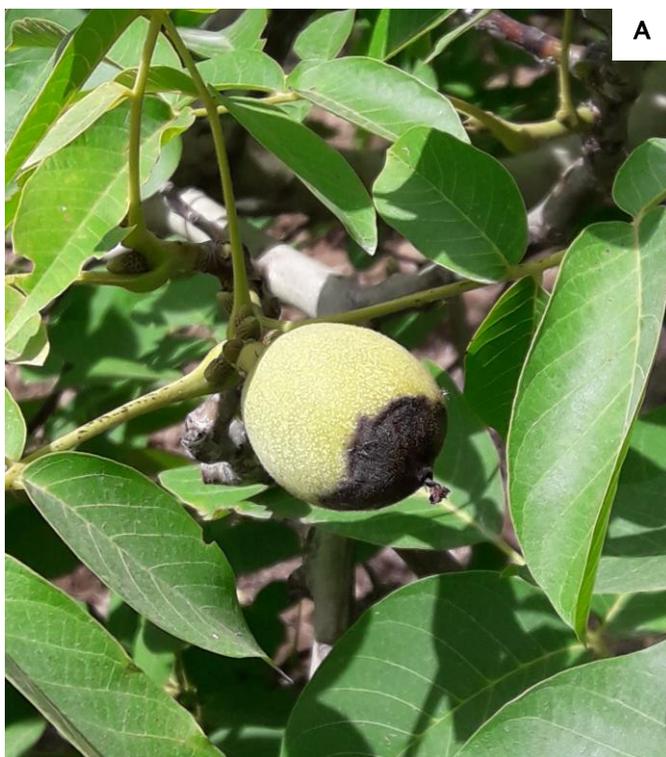


Figura 2. Síntomas externos de NAM sobre fruto del nogal (A) y progreso de la lesión hacia el interior del fruto afectado por NAM (B)

Con el fin de profundizar en los aspectos epidemiológicos de la NAM en la región productora del Valle Medio del río Negro, se analizó la ocurrencia de *X. arboricola* pv. *juglandis* y de los géneros fúngicos *Alternaria* y *Fusarium* en diferentes estados fenológicos del nogal, durante los años 2016 y 2017 (Marangi, 2024; Marangi y col., 2024a). *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* se detectó en 9 de los 11 estados fenológicos estudiados, mientras que *Alternaria* spp. estuvo presente en todos ellos, destacándose el grupo especie *A. tenuissima*. No se detectaron aislados de *Fusarium* en

ninguna de las etapas del muestreo. Las yemas fueron el principal sitio de hibernación de la bacteria, en concordancia con estudios previos lo que pone en evidencia su capacidad para colonizar las yemas, tanto superficial como internamente, lo que favorece su supervivencia y rápida diseminación (Mulrean y Schroth, 1982). En frutos sintomáticos, *X. arboricola* pv. *juglandis* fue el patógeno predominante, mientras que *Alternaria* spp. solo se encontró esporádicamente. Este resultado es consistente con lo reportado por Moragrega y col. (2011), quienes aislaron al género fúngico con una



frecuencia menor que la de la bacteria.

## **SENSIBILIDAD AL COBRE DE AISLAMIENTOS DE *X. arboricola* pv. *juglandis***

El control químico de las patologías del nogal causadas por *X. arboricola* pv. *juglandis* es de carácter preventivo. Se basa principalmente en la aplicación de productos cúpricos que reduzcan la población del inóculo en la planta y que ejerzan una acción de barrera protectora sobre los tejidos nuevos y tiernos (Nievas y col., 2014). Durante décadas, los bactericidas a base de cobre se han utilizado para el control de enfermedades bacterianas que afectan a una amplia gama de cultivos, entre ellos el nogal. Sin embargo, un problema generalizado que surge con la aplicación frecuente de este tipo de compuestos es el desarrollo de cepas patógenas resistentes al cobre y, por ende, la reducción en el control de la enfermedad (Behlau y col., 2013). Cepas de *X. arboricola* pv. *juglandis* resistentes al cobre han sido aisladas en nogales de Estados Unidos (Lee y col., 1993), Francia (Gardan y col., 1993), Italia (Giovanardi y col., 2016), Chile (Esterio y col., 2006; Moya Elizondo y col., 2018), Corea (Kim y col., 2021), entre otros.

En la región del Valle Medio del río Negro, el análisis de sensibilidad al cobre sobre aislamientos locales de *X. arboricola* pv. *juglandis* no reveló la presencia de cepas clasificadas como resistentes, tras observar el crecimiento bacteriano sobre medio CYEG (tripteína

bacteriológica 1,7 g/L; extracto de levadura 0,35 g/L; glucosa 5 g/L; agar 17 g/L) modificado con diferentes concentraciones de sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Asimismo, no se detectó el grupo de genes copLAB, asociado con la resistencia al cobre en *Xanthomonas*. Sin embargo, se evidenciaron diferentes niveles de tolerancia al cobre en la región. El 87,2 % de las cepas ensayadas (n=39) toleró la concentración 0,2 mM de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , mientras que el 10,3 % fue capaz de crecer a 0,5 mM. Sólo una cepa clasificó como sensible (2,5 %), sin desarrollo a 0,2 mM (Marangi, 2024; Marangi y col., 2024b). Es importante destacar que, aún determinada la ausencia del grupo de genes copLAB que conferiría resistencia, los análisis genotípicos pueden no ser concluyentes sobre la resistencia bacteriana (Marin y col., 2019; Roach y col., 2020; Alonso Barrueto Estay, 2022). Por lo tanto, resultaría de suma importancia monitorear y comparar, a lo largo del tiempo, las concentraciones de cobre que diferentes aislamientos bacterianos puedan tolerar. Sería fundamental que estas determinaciones *in vitro* sean acompañadas de observaciones a campo, evaluando el impacto de los tratamientos de control y/o prevención aplicados en los cultivos.

## **CAPACIDAD ANTIBACTERIANA DE COMPUESTOS QUÍMICOS TRADICIONALMENTE UTILIZADOS EN EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD**

Las formulaciones comerciales que contienen oxiclورو de cobre, hidróxido cúprico y óxido cuproso, así como también el sulfato de cobre pentahidratado, son algunos de los bactericidas más utilizados. El análisis de su actividad antimicrobiana, mediante la técnica de difusión en agar, reveló que el tratamiento más efectivo correspondió al sulfato de cobre pentahidratado, y el menos efectivo al óxido cuproso. Los productos a base de sulfato tetra-amino cúprico, hidróxido cúprico, y oxiclورو de cobre mostraron una efectividad intermedia (Marangi, 2024; Marangi y col., 2024c).

La combinación cobre-mancozeb, en general, presentó una mayor efectividad sobre la inhibición del crecimiento bacteriano en comparación con el uso individual de cada producto químico. Los tratamientos más efectivos consistieron en las combinaciones sulfato de cobre pentahidratado-mancozeb, hidróxido cúprico-mancozeb y sulfato tetra amino-cúprico mancozeb (Marangi, 2024; Marangi y col., 2024c). La adición de

fungicidas de etilenbisditiocarbamato (EBDC) a los bactericidas de cobre puede mejorar el control de la bacteriosis del nogal, en comparación con las aplicaciones basadas solo en cobre (Buchner y col., 2001; Lang y col., 2006), aunque el mecanismo de esta sinergia no está completamente dilucidado. Los iones del metal se unen a muchas sustancias orgánicas presentes en la superficie de las plantas, formando complejos que dejan de ser tóxicos para las bacterias. Se supone que la capacidad quelante de los EBDC aumentaría la toxicidad del cobre evitando la formación de estos complejos, sin embargo, no está claro cómo las bacterias absorben los iones tóxicos del complejo cobre-carbamato (Cooksey, 1990). Si bien los estudios de sensibilidad *in vitro* permiten predecir las reacciones de las cepas frente a las medidas de control aplicadas, la eficacia real de cada producto en condiciones de campo depende de múltiples factores, tales como el contenido de coadyuvantes que asegure persistencia y resistencia al lavado por lluvias,



estado fenológico de aplicación, adherencia, facilidades/dificultades de pulverización. Por ello, la información obtenida a partir de ensayos *in vitro* debe

ser acompañada de evaluaciones a campo, a fin de optimizar las estrategias de control.

## COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE NOGAL A LA INFECCIÓN CAUSADA POR LOS MICROORGANISMOS PATÓGENOS

El desarrollo de cepas de *X. arboricola* pv. *juglandis* resistentes al cobre (Lee y col., 1993; Behlau y col., 2013) ha generado una continua reducción en la eficacia de los productos cúpricos utilizados para el control de la bacteriosis y la NAM en varias regiones de producción. Además, el uso intensivo de los bactericidas de cobre puede afectar el rendimiento de los árboles como resultado de su fitotoxicidad y tener efectos no deseados en el suelo (Radix y col., 1998; Ninot y col., 2002). Ante esta situación, surge la necesidad de emplear alternativas de control y prevención, donde el uso de cultivares con baja susceptibilidad al ataque del patógeno podría ser una valiosa herramienta. Cabe destacar que la susceptibilidad de los cultivares de nogal a *X. arboricola* pv. *juglandis* puede diferir según la región geográfica considerada (Bandi y col., 2014).

Si bien ningún genotipo de nogal ha demostrado resistencia total a la bacteriosis, algunos de ellos, especialmente los de brotación temprana han sido atacados con mayor intensidad debido a las lluvias primaverales. En cuanto al tipo de fructificación, las

variedades de carga lateral (Chandler, Tulare, entre otras) presentarían mayor susceptibilidad, que las de carga terminal (Franquette, Mayette, por ejemplo) (Arnauvov y col., 2014). Respecto a la NAM, se ha reportado que la mayoría de los cultivares comerciales como Chandler, Hartley, Serr, Lara y Vina son muy susceptibles, a diferencia de otros como Franquette, que parecen sufrir menor daño (Moragrega y Özaktan, 2010).

Mediante ensayos sobre frutos inmaduros realizados en laboratorio, se evaluó la respuesta de los cultivares más comúnmente empleados en la región del Valle Medio del río Negro frente a las infecciones por *X. arboricola* pv. *juglandis* y *A. tenuissima*. Los frutos inmaduros de las variedades Chandler y Tulare resultaron más sensibles en comparación con los de Franquette (Marangi, 2024; Marangi y col., 2021). Resultados acordes fueron reportados en el Valle Inferior del río Negro, donde Franquette presentó mejor sanidad que Chandler, tras evaluar la intensidad e incidencia de la bacteriosis del nogal en los cultivares (Chorolque y col., 2020).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akat, S.; Özaktan, H. and Yolageldi, L. 2016. Studies on the etiology and control of brown apical necrosis (BAN) of walnut fruits in Turkey. *Acta Horticulturae* 1149: 53-57.
- Alonso Barrueto Estay, J. 2022. Genómica comparativa de cepas de *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* asociadas a brotes de peste negra en nogales chilenos. Seminario de título de Ingeniero en Biotecnología Molecular. Escuela de Pregrado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 115 pp.
- Arnauvov, V.; Gandev, S. and Dimova, M. 2014. Susceptibility of Some Walnut Cultivars to *Gnomonia leptostyla* and *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* in Bulgaria. *Agroznanje* 15 (1): 41-54.
- Arquero, O.; Lovera, M.; Rodriguez, R.; Salguero, A. and Traperó, A. 2005. Characterization and development of necrotic lesions of walnut tree fruits in Southern Spain. *Acta Horticulturae* 705: 457-461.
- Bandi, A.; Tóth, M. and Hevesi, M. 2014. Comparison of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* isolates from walnut trees grown in Romania and Hungary. *International Journal of Horticultural Science* 20 (1-2): 65-69.
- Behlau, F.; Hong, J.C.; Jones, J.B. and Graham, J.H. 2013. Evidence for acquisition of copper resistance genes from different sources in citrus associated xanthomonads. *Phytopathology* 103 (5): 409-418.
- Belisario, A.; Maccaroni, M.; Corazza, L.; Balmas, V. and Valier, A. 2002. Occurrence and etiology of brown apical necrosis on Persian (English) walnut fruit. *Plant Disease* 86 (6): 599-602.
- Belisario, A.; Maccaroni, M.; Coramusi, A.; Corazza, L.; Pryor, B.M. and Figuli, P. 2004. First report of *Alternaria* species groups involved in disease complexes of hazelnut and walnut fruit. *Plant Disease* 88 (4): 426-426.
- Belisario, A.; Santori, A.; Potente, G.; Fiorin, B.; Saphy, B.; Reigne, J.L.; Pezzini, C.; Bortolin, E. and Valier, A. 2010. Brown apical necrosis (BAN): a fungal disease causing fruit drop of english walnut. VI International Walnut Symposium, *Acta Horticulturae* 861: 449-452.
- Buchner, R.P.; Adaskaveg, J.E.; Olson, W.H. and Lindow, S.E. 2001. Walnut blight (*Xanthomonas campestris* pv. *juglandis*) control investigations in northern California, USA. *Acta Horticulturae* 544: 369-378.



- Chorolque, A.A.; Pozzo Ardizzi, M.C. y Hernandez, L.F. 2020. Bacteriosis en nogal (*Juglans regia* L.) en el Valle Inferior del Río Negro. *Agro UNS* 34: 5-9.
- Cooksey, D.A. 1990. Genetics of bactericide resistance in plant pathogenic bacteria. *Annual review of phytopathology* 28: 201-219.
- Esterio, M.; Auger, J.; Agurto, L. y Pérez, E. 2006. Resistencia de *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* al ion cobre en Chile. *Fitopatología* 41 (3): 93-101.
- Fernandez Valiela, M.V. 1975. Introducción a la fitopatología. Tomo VII. Vol. II. Bacterias, Fisiogénicas, Fungicidas, nematodos. Colección Científica del INTA. 821 pp.
- Flores, P.; Seta, S.; Gonzalez, M.; Coniglio, R.; Sferco, S. y Trevizán, A. 2004. Manejo químico y varietal de nogales frente a bacteriosis del nogal. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias* (5): 25-31.
- Frutos, D. 2010. Bacterial diseases of walnut and hazelnut and genetic resources. *Journal of Plant Pathology* 92: 79-85.
- Gardan, L.; Brault, T. and Germain, E. 1993. Copper resistance of *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* in French walnut orchards and its association with conjugative plasmids. *Acta Horticulturae* 311: 259-265.
- Giovanardi, D.; Bonneau, S.; Gironde, S.; Saux, M.F.L.; Manceau, C. and Stefani, E. 2016. Morphological and genotypic features of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* populations from walnut groves in Romagna region, Italy. *European Journal of Plant Pathology* 145 (1): 1-16.
- Giraud, M.; Prunet, J.P.; Chevallier, A.; Romain, S.; Thiriaud, V.; Santrac, I. and Bray, O. 2010. Study of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* population dynamics in French walnut orchards over three years. *Acta Horticulturae* 861: 439-444.
- Hong, S. G.; Maccaroni, M.; Figuli, P.; Belisario, A. and Pryor, B. M. 2006. Polyphasic classification of *Alternaria* isolated from hazelnut and walnut fruit in Europe. *Mycological Research* 110: 1290-1300.
- Iannamico, L. 2015. Cultivo del nogal. Argentina. Colección Divulgación del INTA. 11 pp.
- Kim, H.S.; Cheon, W.; Lee, Y.; Kwon, H.T.; Seo, S.T.; Balaraju, K. and Jeon, Y. 2021. Identification and characterization of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* causing bacterial blight of walnuts in Korea. *The Plant Pathology Journal* 37 (2): 137-151.
- Lang, M.D.; Hills, J.L. and Evans, K.J. 2006. Preliminary studies toward managing walnut blight in Tasmania, Australia. *Acta Horticulturae* 705: 451-456.
- Lee, Y.A.; Schroth, M.N.; Henderson, M.; Lindow, S.E., Wang, X.L., Olson, B., Buchner, R. P. and Teviotdale, B. 1993. Increased Toxicity of Iron-Amended Copper-Containing Bactericides to the Walnut Blight Pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis*. *Phytopathology* 83 (12): 1460-1465.
- Lemus, G.; Ibacache A.; Pinilla B.; Riveros, F.; Sellés G.; Ferreira E.R.; Martinez, L.; Ruiz, R.; Sierra, C.; Bianchini, V.; Rojas, C.; Reginato, G.; Albornoz, A.; Marin, M.; Latorre, B.; Gratacos, E.; Zaviezo, T.; Valdés, G. y Vial, J.L. 2010. Producción de nueces de nogal. Santiago, Chile. 100 pp.
- Lindow, S.; Olson, W. and Buchner, R. 2014. Colonization of dormant walnut buds by *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* is predictive of subsequent disease. *Phytopathology* 104 (11): 1163-1174.
- Marangi, M.J.; Temperini, C.; Greco, M.; Pardo, A. y Pose, G. 2021. Evaluación de la susceptibilidad de cultivares de importancia comercial a la Bacteriosis y Necrosis Apical Marrón del nogal. Sesión de pósters. XXV Congreso Latinoamericano de Microbiología ALAM 2021.
- Marangi, M.J. 2024. Estudio del complejo microbiano involucrado en la Necrosis Apical Marrón y la caída prematura de frutos de nogal en el Valle Medio del río Negro. Tesis Doctorado en Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, provincia de Buenos Aires, Argentina. 240 pp.
- Marangi, M.J.; Temperini, C.V.; Greco, M.; Pardo, A.G. and Pose, G.N. 2024a. Distribution of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* and *Alternaria* species-groups populations associated with brown apical necrosis at different phenological stages of walnut trees. *European Journal of Plant Pathology* 168 (1): 83-95.
- Marangi, M.J.; Temperini, C.V.; Uthurry Weinberger, C.A.; Martínez, M.I.; Fernández, D.; Pardo, A.G. y Pose, G.N. 2024b. Determinación de la sensibilidad al cobre de *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. En: Libro de resúmenes del 6° Congreso Argentino de Fitopatología, pág. 292. Río Negro, Argentina.
- Marangi, M.J.; Temperini, C.V.; Uthurry Weinberger, C.A.; Martínez, M.I.; Fernández, D.; Pardo, A.G. y Pose, G.N. 2024c. Evaluación de la actividad antibacteriana de compuestos químicos de uso tradicional en el control de *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. En: Libro de resúmenes del 6° Congreso Argentino de Fitopatología, pág. 293. Río Negro, Argentina.
- Marin, T.G.S.; Galvanin, A.L.; Lanza, F.E. and Behlau, F. 2019. Description of copper tolerant *Xanthomonas citri* subsp. *citri* and genotypic comparison with sensitive and resistant strains. *Plant Pathology*, 68 (6): 1088-1098.
- Miller, P.W. (1934) Walnut blight and its control in the Pacific Northwest. Circ. 331. U.S. Department of Agriculture.
- Miller, P.W. and Bollen, W. B. 1946. Walnut bacteriosis and its control. *Technical Bulletin of Oregon Agricultural Experiment Station* 9: 1-107.
- Moragrega, C. and Özaktan, H. 2010. Apical necrosis of Persian (English) walnut (*Juglans regia*): an update. *Journal of Plant Pathology*, 92: 67-71.
- Moragrega, C.; Matias, J.; Aletà, N.; Montesinos, E. and Rovira, M. 2011. Apical necrosis and premature drop of Persian (English) walnut fruit caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. *Plant Disease* 95 (12), 1565-1570.
- Moya Elizondo, E.; Auil, P.; Oyarzúa, P. y Gerding, M. 2018. Resistencia al ión cobre de *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* en nocedales de la región del Biobío. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Science* 34 (1): 3-11.
- Mulrean, E.N. and Schroth, M.N. 1981. A semi-selective medium for the isolation of *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* from walnut buds and catkins. *Phytopathology* 71 (3): 336-339.



- Mulrean, E.N. and Schroth, M.N. 1982. Ecology of *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* on Persian (English) walnuts. *Phytopathology* 72 (4): 434-438.
- Nievas, W.; Rossini, M. y Tooranzo, J. 2014. Bacteriosis del nogal (*Xanthomonas campestris* pv. *juglandis*) en el Valle Medio del río Negro. Argentina. Ediciones INTA. 20 pp.
- Ninot, A.; Aletà, N.; Moragrega, C. and Montesinos, E. 2002. Evaluation of a reduced copper spraying program to control bacterial blight of walnut. *Plant Disease* 86 (6): 583-587.
- Pierce, N.B. 1901. Walnut bacteriosis. *Botanical Gazette* 31 (4): 272-273.
- Radix, P.; Bastien, C.; Jay-Allemand, C.; Charlot, G. and Seigle-Murandi, F. 1998. The influence of soil nature on polyphenols in walnut tissues. A possible explanation of differences in the expression of walnut blight. *Agronomie* 18: 627-637.
- Roach, R.; Mann, R.; Gambley, C.G.; Shivas, R.G.; Chapman, T. and Rodoni, B. 2020. Pathogenicity and copper tolerance in Australian *Xanthomonas* species associated with bacterial leaf spot. *Crop Protection* 127: 1-11.
- Rodríguez, A.B. y Muñoz, A.R. 2020. Análisis climático de Valle Medio y Río Colorado: caracterización agrometeorológica y cartografía de suelos. Argentina. Colección Recursos del INTA. 75 pp.
- Scotton, M.; Bortolin, E.; Fiorin, A. and Belisario, A. 2015. Environmental and pathogenic factors inducing brown apical necrosis on fruit of English (Persian) walnut. *Phytopathology* 105 (11): 1427-1436.
- Smith, R.E.; Smith, C.O. and Ramsey, H.J. 1912. Walnut culture in California and walnut blight. California. Agricultural Experiment Station. Bull. 231: 119-398.
- Temperini, C.V.; Pardo, A.G., y Pose, G.N. 2014. Bacteriosis y necrosis apical del nogal: complejos microbianos involucrados en caída temprana de frutos en el Valle Medio del río Negro. *SNS publicación periódica científico-tecnológica* (5): 9-14.
- Temperini, C.V.; Pardo, A.G. and Pose, G.N. 2017. First report of apical necrosis in walnut cultivars from Northern Argentinean Patagonia. *Journal of Plant Pathology and Microbiology* 8 (7): 414.

