


Susceptibilidad a *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* de los cultivares de nogal, Chandler y Franquette, con y sin tratamiento químico en Argentina



Susceptibility to Xanthomonas arboricola pv. *juglandis* of the walnut cultivars, Chandler and Franquette: with and without chemical treatment in Argentina

Chorolque, Amelia Amanda; Pozzo Ardizzi, María Cristina; Hernández, Luis Francisco; Gajardo, Omar Ariel; Avilés, Lucrecia María

Amelia Amanda Chorolque
ameliachorolque@gmail.com
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina
Universidad Nacional del Comahue, Argentina
María Cristina Pozzo Ardizzi
cpozzoar@gmail.com
Universidad Nacional del Comahue, Argentina

 Luis Francisco Hernández
lfhernandez@uns.edu.ar
Universidad Nacional del Sur, Argentina
Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Argentina

 Omar Ariel Gajardo
omararielgajardo@hotmail.com
Universidad Nacional del Comahue, Argentina

 Lucrecia María Avilés
lucreaviles@gmail.com
Universidad Nacional del Comahue, Argentina

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Litoral, Argentina
ISSN: 2346-9129
ISSN-e: 2346-9129
Periodicidad: Semestral
núm. 23, e0023, 2024
revistafave@fca.unl.edu.ar

Recepción: 01 Agosto 2023
Aprobación: 20 Diciembre 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/586/5864885007/>

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2024.23.e0023>

Autor de correspondencia: ameliachorolque@gmail.com



Resumen: *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* es la bacteria responsable de la principal enfermedad del nogal. Se evaluó la susceptibilidad de la bacteriosis en los cultivares Chandler y Franquette, en dos situaciones: con y sin tratamientos químicos en el Valle Inferior de Río Negro. En la temporada 2016/17 no se aplicaron tratamientos preventivos, mientras que en la temporada 2017/18 se realizaron 5 aplicaciones con productos cúpricos y mancozeb. Se registró en ambas temporadas en el mes de marzo, la incidencia y la severidad de la enfermedad en hojas y frutos. Los dos cultivares presentaron similares porcentajes (80 %) de incidencia de la enfermedad en hojas en la primera temporada (2016/17); en la segunda temporada (2017/18), la incidencia fue menor en Franquette, diferenciándose de Chandler ($p = 0,0089$). En ambas temporadas, Franquette presentó una menor incidencia de la enfermedad en frutos (2016/17: $p = 0,0161$ y 2017/18: $p = 0,0415$). La severidad de la enfermedad en hojas, independientemente de las aplicaciones preventivas, fue mayor en Chandler (2016/17: $p < 0,0001$ y 2017/18: $p = 0,0066$). La severidad de la enfermedad en frutos fue menor en Franquette en ambas temporadas (2016/17: $p = 0,0037$ y 2017/18: $p = 0,0015$). La severidad en frutos, en los dos cultivares fue menor en la segunda temporada. La incidencia de la enfermedad en los dos cultivares fue elevada, sin embargo, cuando se analiza la severidad en ambas temporadas, el grado de afectación es diferente, presentando un menor avance del patógeno en las hojas y en los frutos del cv. Franquette.

Palabras clave: incidencia, severidad, *Juglans regia* L., bacteriosis del nogal, aplicaciones preventivas.

Abstract: *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* is the bacterium responsible for the main walnut disease. The susceptibility of bacteriosis in the Chandler and Franquette cultivars was evaluated in two situations: with and without chemical treatments in the Valle Inferior de Río Negro. In the 2016/17 season, no preventive treatments were applied, in the 2017/18 season, 5 applications were made with copper products and mancozeb. The incidence and severity of the disease in leaves and fruits was registered in both seasons in the month of March. The two cultivars presented similar

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

percentages (80 %) Of incidence of the disease on leaves in the first season (2016/17); in the second season (2017/18), the incidence was lower in Franquette, differentiating it from Chandler ($p = 0.0089$). In both seasons, Franquette had a lower incidence of the disease in fruits (2016/17: $p = 0.0161$ and 2017/18: $p = 0.0415$). la severity of the disease on leaves, regardless of preventive applications, was greater in Chandler (2016/17: $p < 0.0001$ y 2017/18: $p = 0.0066$). The severity of the disease in fruits was higher in Chandler in both seasons (2016/17: $p = 0.0037$ y 2017/18: $p = 0.0015$). The severity of fruits in both cultivars was lower in the second season. The incidence of the disease in the two cultivars was high, however, when the severity in both seasons is analyzed, the degree of affectation is different, presenting a lower advance of the pathogen in the leaves and in the fruits of cv. Franquette.

Keywords: incidence, severity, *Juglans regia* L., walnut bacteriosis, preventive applications.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las regiones productoras a nivel mundial, las plantaciones de nogal (*Juglans regia* L.) son afectadas por la enfermedad conocida como “tizón”, “mal seco” o “peste negra”, causada por la bacteria *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (*Xaj*). En los valles irrigados de la Norpatagonia ha llegado a reducir en un 60-70 % los rendimientos de los nogales (Bouhier, 2017). En el valle Inferior de Río Negro constituye la enfermedad más importante del cultivo (Gallo, 2018). Esta enfermedad produce daño en todos los órganos formados en la temporada de crecimiento. Inverna en las yemas latentes (en forma epifítica o endofítica), en frutos enfermos que perduran en el árbol y en lesiones de ramas jóvenes (Flores et al., 2004; Lindow et al., 2014). Las lesiones foliares son importantes desde el punto de vista epidemiológico y productivo, pero el daño económico se produce cuando los frutos son atacados, antes de que lignifique el endocarpo. Una vez que se forma el endocarpo leñoso (cáscara), la bacteria (*Xaj*) no puede colonizar la semilla (mariposa) ya que no puede degradar la lignina. No obstante, puede manchar la “cáscara” lo que perjudica la comercialización de la nuez sin pelar (Lang y Evan, 2010).

En primavera, cuando las condiciones ambientales favorecen la dispersión de la bacteria, el riesgo de infección se incrementa. El patógeno es vehiculizado a través del agua libre por lo que, lluvias, rocíos, nieblas y/o riegos por aspersión, favorecen la dispersión. Si durante el período en que la hoja se mantiene mojada, la temperatura del aire estimula la tasa de crecimiento de *Xaj*, se desencadena un período crítico para el hospedante, que puede conducir al proceso de infección (Belisario, 2005; Gallo, 2018; Kałużna et al., 2021). Para disminuir la pérdida en la producción que ocasiona este patógeno en los nogales, es necesario el empleo de bactericidas cúpricos de carácter preventivo. La finalidad de la aplicación de estos agroquímicos se basa en reducir el nivel del inóculo en la planta y ejercen una acción de barrera de protección sobre los tejidos nuevos, evitando el ingreso de la bacteria. Estos funcionan recubriendo la superficie de los diferentes órganos de la planta con partículas microscópicas de cobre que liberan iones, que dañan las membranas y proteínas de las bacterias, y pueden retardar o inhibir su multiplicación (Lindow et al., 2014; Kim et al., 2021).

NOTAS DE AUTOR

ameliachorolque@gmail.com

Los tratamientos se pueden iniciar desde la apertura de las yemas (Flores et al., 2004) hasta fin de floración, períodos de mayor susceptibilidad (Giovanardi et al., 2009). Durante el crecimiento de frutos si se dan las condiciones ambientales de humedad, lluvias o rocíos que favorecen la multiplicación de las bacterias y su diseminación por el árbol, se recomienda la aplicación de agroquímicos para proteger los tejidos jóvenes. Finalizando el período vegetativo se debe aplicar el tratamiento preventivo, en el momento de la caída de las hojas, para proteger las heridas generada por la abscisión (Flores et al., 2004).

Las principales formas genéricas de sales de cobre utilizadas para el control son: oxiclورو de cobre, sulfato de cobre, hidróxido de cobre, óxido de cobre (Moya-Elizondo et al., 2018). También se utiliza la adición de mancozeb que reduce el riesgo de generación de resistencia de la bacteria al cobre (Nievas et al., 2014).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la susceptibilidad a *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* de los cultivares Franquette y Chandler en dos situaciones, con y sin tratamientos químicos, en el Valle Inferior de Río Negro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo durante las temporadas 2016/17 y 2017/18 en el valle Inferior de Río Negro, Argentina (40° 47' S.; 63° 12' O.), sobre un lote que cuenta con una superficie de aproximadamente 5 ha, implantadas con los cultivares seleccionados según el siguiente esquema productivo: 2,5 ha de Chandler, con un marco de plantación de 9 x 7 m, con polinizadoras del cv. Cisco, y 2,5 ha de Franquette, con un marco de plantación de 7 x 7 m, con polinizadoras de la variedad Ivarto INTA. Estos cultivares fueron implantados en el 2005, conducidos en eje central modificado y con riego gravitacional por manto.

Se diagramó un diseño experimental de muestreo acorde a la distribución de los cultivares. Se optó por Bloques Completos Aleatorizados, con cuatro repeticiones. Cada Bloque estuvo conformado por dos unidades experimentales (cultivares) de cuatro árboles cada una. Se evaluaron 16 árboles de cada cultivar en cada temporada.

En la primera temporada de muestreo (2016/17), no se aplicaron productos químicos preventivos. En la segunda temporada (2017/18), se realizaron 5 aplicaciones preventivas con una pulverizadora hidroneumática (marca Pazima de 2.000 L), los productos utilizados fueron oxiclورو de cobre, hidróxido de cobre y mancozeb. Para los momentos de las aplicaciones se tuvieron en cuenta los estados fenológicos de los cultivares, según el cronograma que se detalla en la Tabla 1.

TABLA 1/TABLE 1
Cronograma de manejo preventivo de la infección en la temporada 2017/18. /
Schedule of preventive management of the infection in the 2017/18 season.

Fecha de pulverización	Agroquímico	Dosis (g/100 L)	Estado fenológico
28/09/2017	Oxicloruro de cobre (84 %)	400	Bf (yema hinchada).
08/10/2017	Hidróxido de cobre	400	Bm (inicio de crecimiento flor masculina).
23/10/2017	Hidróxido de cobre + Mancozeb (*)	400 + 400	Dm2 (apertura de flores masculinas), en la variedad Chandler. Dm (separación de flores masculinas), en la variedad Franquette.
15/11/2017	Hidróxido de cobre + Mancozeb (*)	400 + 400	Ff2 (estigmas completamente curvados), en la variedad Chandler. Ef (aparición de inflorescencia), en la variedad Franquette.
10/01/2018	Hidróxido de cobre + Mancozeb (*)	400 + 400	Frutos de cv. Chandler con 2,5 cm de diámetro ecuatorial y cv. Franquette menor a 1,5 cm de diámetro ecuatorial.

(*) Mancozeb: Fungicida de contacto. Complejo polimérico de etilen bis ditiocarbamato manganeso con ión de Zinc.

Para determinar “La incidencia” y “La severidad” de la enfermedad en hojas y frutos, en ambas temporadas, se determinó sobre órganos muestreados a fines del mes de marzo. Se extrajo una muestra de cada repetición, compuesta por 100 folíolos, ubicados en la porción media de las hojas compuestas. Las hojas muestreadas, si bien fueron escogidas de forma aleatoria, se cuidó que estuvieran insertas sobre ramas jóvenes ubicadas a una altura del suelo de entre 2 y 2,5 m. Simultáneamente con los muestreos foliares, se muestrearon 20 frutos al azar, de cada unidad experimental (compuesta por 4 árboles), ubicados a 2-2,5 m, aproximadamente del suelo y se registraron los siguientes parámetros:

-La incidencia de la enfermedad en hojas y frutos (IEh y IEf), se registró teniendo en cuenta el número de estructuras enfermas con respecto al número total por muestra, para cada cv. según Ec.

$$IEh \text{ y } IEf (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ de } \text{órganos enfermos}}{N^{\circ} \text{ total de } \text{órganos por muestra}} \times 100$$

Ec. (1)

-La Severidad de la enfermedad en hojas, los folíolos de cada muestra se categorizaron según una escala preestablecida de 7 grados de severidad, adaptado para el nogal: 0: sana, 1: entre 1 y 10 % de superficie afectada; 2: entre 11 y 25 % de superficie afectada; 3: 26-50 %; 4: 51-75 %; 5: 76-90 % y 6: 91-100 % (Spielman et al., 1986).

-La Severidad de la enfermedad en frutos, cada muestra se categorizó según una escala de Martins (1996), modificada, que establece 4 grados de severidad: 0: sana, 1: entre 1 y 10 % de superficie afectada; 2: entre 11 y 40 % de superficie afectada; 3: más del 40 % de superficie afectada.

La Severidad de la enfermedad en hojas y en frutos (Sev.h y Sev.f respectivamente) se calculó aplicando la Ec. (2):

$$Sev. (\%) = \frac{\sum[(N^{\circ} \text{ de } \acute{o}rganos/grado)*Grado \text{ severidad}]}{N^{\circ} \text{ total de } \acute{o}rganos * n \text{ grados de severidad}} \times 100$$

Ec. (2)

Con los datos de incidencia y severidad de la enfermedad en hojas y frutos, se compararon los cultivares en cada año, por separado (con y sin tratamiento). Los valores fueron sometidos a ANOVA, Test de Comparaciones Múltiples de Tukey ($p < 0,05$). Para el análisis se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia de la enfermedad en hojas y fruto

Los síntomas de la enfermedad que produce *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* en hojas coinciden con los descritos por Miller y Bollen (1946), Flores et al. (2004), Scortichin, (2010), Cichón et al. (2015) y Kim et al. (2021), consistentes en manchas circulares a irregulares en los bordes y el centro de los folíolos, de color verde pálido y translúcidas que luego de avanzar la infección se tornan a un color amarillo verdoso y finalmente a castaño (Figura 1A y B). También se pueden observar lesiones en pecíolo, nervadura principal y secundaria.

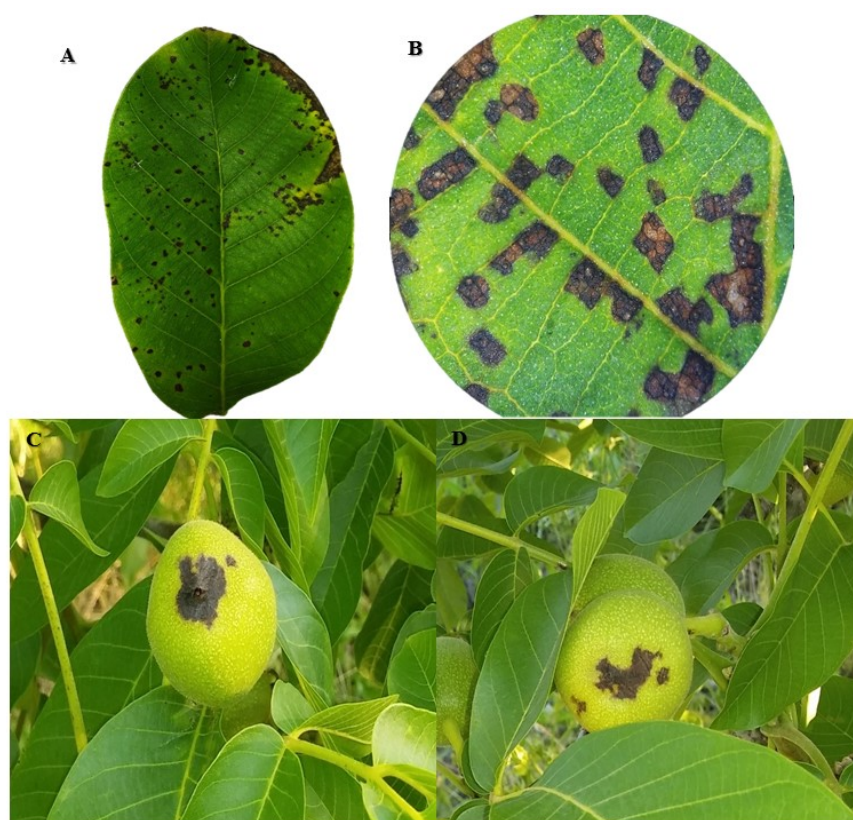


FIGURA 1/FIGURE 1

A. Síntomas de *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* en hojas de nogal. B. Manchas circulares a irregulares de color castaño en folíolos. C. Síntomas en el extremo apical del fruto, en forma de manchas circulares o irregulares. D. Síntomas en las paredes laterales del fruto. / A. Symptoms of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* on walnut leaves. B. Circular to irregular brown spots on leaflets. C. Symptoms at the apical end of the fruit, in the form of circular or irregular spots. D. Symptoms on the lateral walls of the fruit.

En el análisis estadístico sobre la incidencia de la enfermedad en hojas, en la temporada 2016/17 (sin control químico), ambos cultivares presentaron similares porcentajes, más de 80 % ($p = 0,1401$) (Tabla 2). Sin embargo, en la temporada 2017/18 (con control químico) el cv. Franquette resultó más afectada por la bacteria, diferenciándose de Chandler ($p = 0,0089$) (Tabla 2).

TABLA 2/TABLE 2

Incidencia de la enfermedad en las hojas y en los frutos en la temporada 2016/17 y 2017/18. / Incidence of the disease on leaves and fruits in the 2016/17 and 2017/18 season.

Temporada	Cultivar	IEh (%)	IEf (%)
2016/2017 Sin control químico	Franquette	81,8 ± 3,0 a	56,7 ± 6,4 a
	Chandler	87,8 ± 1,9 a	85,0 ± 5,7 b
2017/2018 Con control químico	Franquette	79,5 ± 2,5 b	30,0 ± 5,8 a
	Chandler	64,8 ± 2,9 a	46,6 ± 3,2 b

Los síntomas que produce la bacteriosis sobre los frutos son pequeñas manchas húmedas, circulares o irregulares de color negro, que luego se necrosan. Estos síntomas coinciden con los reportado por diversos autores (Miller y Bollen, 1946; Flores *et al.*, 2004; Belisario, 2005; Lamichhane, 2014; Kim *et al.*, 2021; Seta

et al., 2021), quienes señalan que, si la infección se produce en el momento de la floración las lesiones de este patógeno, en los frutos, se localizan en el extremo apical en forma de manchas circulares o irregulares y húmedas (Figura 1C). Si el ataque se produce después de la floración generalmente los síntomas se localizan en las paredes laterales del fruto (Figura 1D).

El cultivar Franquette presentó una menor incidencia de la enfermedad en frutos, que Chandler en la temporada sin control químico ($p = 0,0161$). En la temporada con control químico, se observó un comportamiento similar, siendo mayor la incidencia de la enfermedad en el cultivar Chandler ($p = 0,0415$) (Tabla 2). Lang y Evan (2010) registraron valores superiores de incidencia en el cv Franquette en los años de mayores precipitaciones y sin tratamientos cúpricos, que luego, disminuye cuando se realizan tratamientos preventivos.

La incidencia de la enfermedad en hojas y en frutos en los dos cultivares sin control químico resultó elevada. Sin embargo, durante la temporada con tratamiento químico, se evidenció un menor porcentaje de frutos con síntomas (40 % menor). Al comparar la frecuencia de precipitaciones registradas en ambas temporadas (Figura 2A y B) en el mes de octubre y noviembre fueron similares (2016/17: 4 días y 9 días y 2017/18: 6 días y 10 días). Los resultados en la segunda temporada, se podría atribuir a la protección que brindan los tratamientos químicos preventivos ante la ocurrencia de precipitaciones.

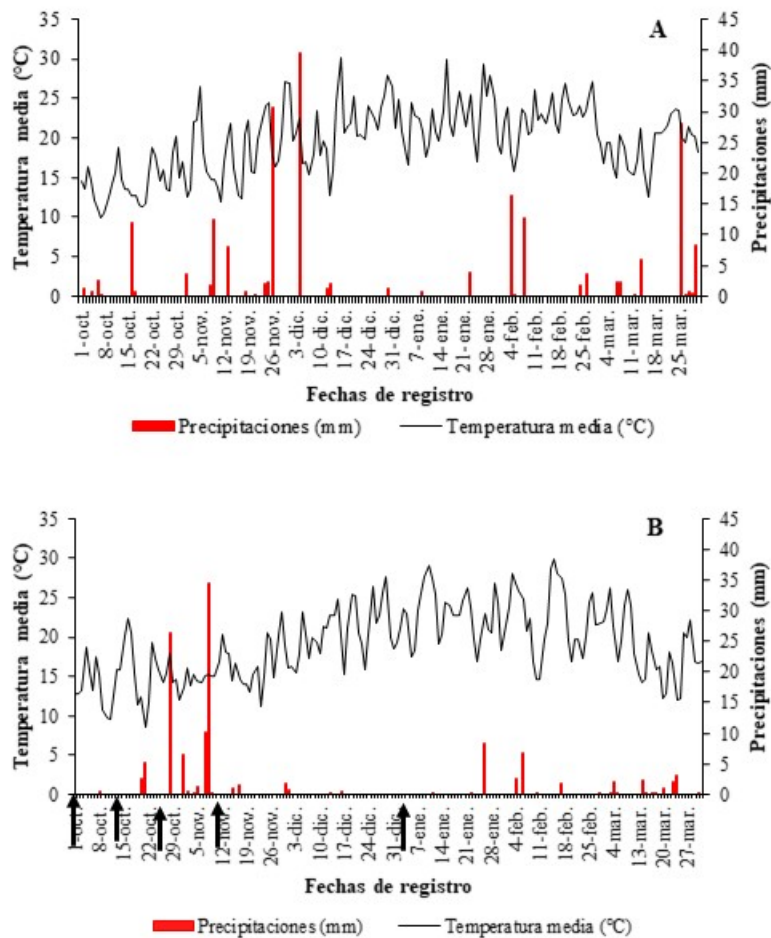


FIGURA 2/FIGURE 2

Temperatura media y precipitaciones registradas durante la temporada 2016/17 (A) y 2017/18 (B) en Valle Inferior del río Negro. Datos de la estación meteorológica del INTA del Valle Inferior. Las flechas de color negro indican las fechas de muestreo. / *Average temperature and precipitation recorded during the 2016/17 (A) and 2017/18 (B) season in the Valle Inferior of Río Negro. Data from the INTA meteorological station of the Valle Inferior. Black arrows indicate sampling dates.*

Si bien desde el punto de vista de la cuantificación de la enfermedad es importante realizar el seguimiento de la incidencia, esta refleja la ausencia o presencia de los síntomas y no el grado de daño que ocasiona la bacteriosis en los diferentes órganos evaluados, por lo tanto, es de suma importancia registrar también la severidad de la enfermedad.

Severidad de la enfermedad en hojas y frutos

El impacto de la actividad de los patógenos y las pérdidas que ocasionan, son funciones del progreso de enfermedad, por ello es tan importante entender los términos cuantitativos de dicho progreso y los factores que influyen. Para estudiar la dinámica de esta enfermedad es necesario conocer cómo varían los indicadores “incidencia”, “grado de afectación” o una combinación de ambos, la “severidad de la enfermedad” (Arneson, 2001; Madden *et al.*, 2007).

El análisis estadístico realizado entre cultivares, para ambas temporadas registraron diferencias significativas (temporada 2016/17: $p < 0,0001$ y temporada 2017/18: $p = 0,0066$), el cv. Chandler registró una mayor severidad que el cv. Franquette (Figura 3). Valores superiores en el cv. Chandler fueron registrados por Flores *et al.* (2004) categorizando al cultivar como susceptible. Ambos cultivares registraron una disminución cuando se realizaron aplicaciones preventivas para la bacteriosis, siendo más pronunciada en Chandler.

La menor severidad en ambos cultivares, en la temporada 2017/18, se atribuye al efecto preventivo de los productos cúpricos aplicados y la mayor disminución en el cv. Chandler podría estar relacionado con las fechas de aplicación (8/10 y 23/11), dado que este cv. presenta brotación temprana y el estadio de desarrollo de las hojas era avanzado al aplicar los agroquímicos, permitiendo una mejor protección que en el cultivar Franquette de brotación tardía.

En la temporada 2016/17, cv. Franquette presentó una menor severidad, pese a que ambos cultivares estaban implantados en el mismo lote, sometidos a similares pautas de manejo, a la misma presión y calidad de inóculo. Lang y Evans (2010), sostienen que una posible explicación de susceptibilidad de los cultivares a *Xaj*, es el momento de la brotación en relación con las precipitaciones en primavera, donde aquellos que tienen un mayor desarrollo de los brotes pueden estar expuestos a períodos más frecuentes de hoja mojada, que aquellos que se desarrollan más tarde en la temporada. También, se podría relacionar a las variaciones en algunas características foliares que influyen en la entrada y colonización del patógeno, como por ejemplo la densidad y el tamaño de los estomas, que son las principales vías de ingreso de la bacteria (Melotto *et al.*, 2008).

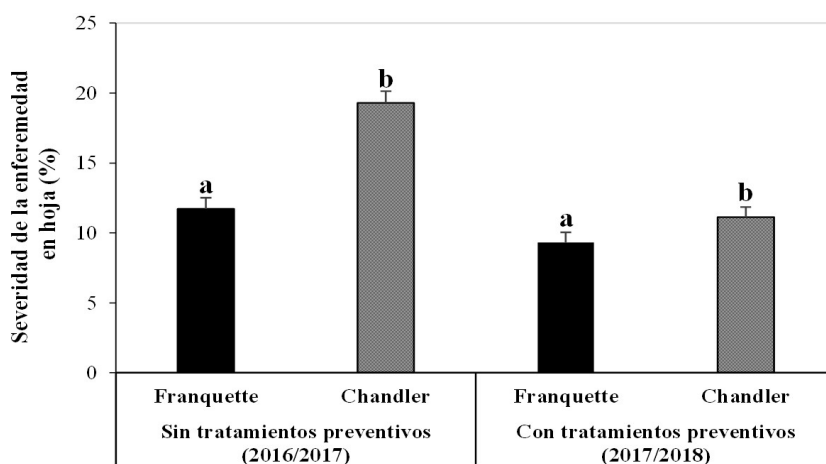


FIGURA 3/FIGURE 3

Severidad de la enfermedad en hojas en la temporada 2016/2017 (sin aplicaciones preventivas de agroquímicos) y 2017/2018 (con aplicaciones preventivas de agroquímicos) en los cultivares Chandler y Franquette. Las barras con letras distintas, en cada temporada, difieren significativamente entre sí ($p < 0,05$). / *Severity of the disease on leaves in the 2016/2017 season (without preventive applications of agrochemicals) and 2017/2018 (with preventive applications of agrochemicals) in Chandler and Franquette cultivars. The bars with different letters, in each season, differ significantly from each other ($p = 0.05$).*

Las condiciones ambientales necesarias para la infección y colonización de los tejidos se dan en primavera-verano, con el aumento de la humedad relativa (95 %), el agua libre generada por las precipitaciones, con temperaturas entre 16 °C y 29 °C (Ginibre y Prunet, 2001; Flores *et al.*, 2004; Lamichhane, 2014). En primavera es el momento de mayor susceptibilidad, ya que se produce la emergencia de tejidos nuevos y tiernos: flores masculinas y femeninas, hojas, brotes y pequeños frutos (Nieves *et al.*, 2014).

En la figura 2A y B se observa que, en ambas temporadas, desde el mes de octubre hasta el mes de marzo, se registraron las condiciones ambientales necesarias para la infestación. Las temperaturas promedio rondaron o superaron el umbral de los 16 °C y la ocurrencia de precipitaciones, en ambas temporadas, fueron similares en los meses de octubre y noviembre, generaron el agua libre sobre la superficie de los órganos de la planta facilitando el ingreso de la bacteria a los tejidos tiernos, cuando presentaban una mayor susceptibilidad. Este resultado permite inferir que el efecto más relevante de las precipitaciones sobre la dispersión del patógeno y consecuente desarrollo de los síntomas, se produce en primavera, cuando los diferentes órganos se están desarrollando.

El análisis sobre la severidad de la enfermedad en frutos, resultó superior en el cv. Chandler en ambas temporadas (temporada 2016/17: $p = 0,0037$ y temporada 2017/18: $p = 0,0015$). En los dos cultivares, el porcentaje de severidad fue menor con respecto a la temporada donde no se realizaron tratamientos preventivos (Figura 4).

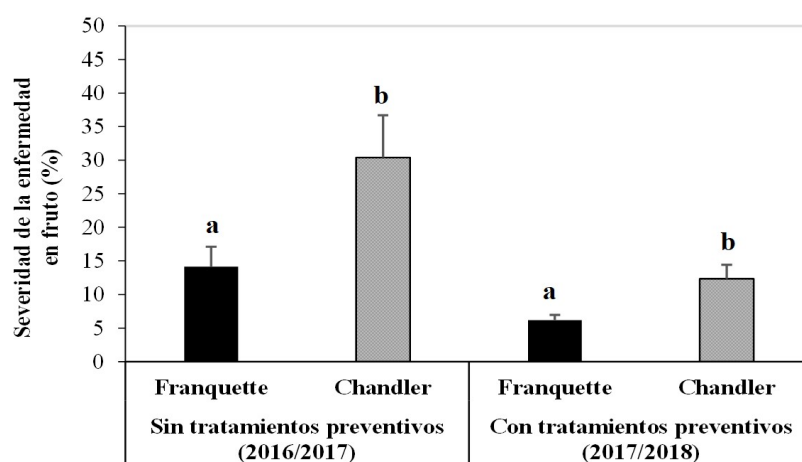


FIGURA 4/FIGURE 4

Severidad de la enfermedad en frutos en la temporada 2016/2017 (sin aplicaciones preventivas de agroquímicos) y 2017/2018 (con aplicaciones preventivas de agroquímicos), en los cultivares Chandler y Franquette. Las barras con letras distintas, en cada temporada, difieren significativamente entre sí ($p < 0,05$). / *Severity of the disease in fruits in the 2016/2017 season (without preventive applications of agrochemicals) and 2017/2018 (with preventive applications of agrochemicals) in Chandler and Franquette cultivars. The bars with different letters, in each season, differ significantly from each other ($p = 0.05$).*

Estos resultados demuestran que el cv. Franquette de brotación tardía y de carga apical, es más tolerante frente a la enfermedad, mientras que el cv. Chandler de brotación temprana y de carga lateral es más susceptible. Estos resultados coinciden con los trabajos de investigación de Aletá *et al.* (2001) quienes realizaron el seguimiento de la enfermedad a una amplia colección de cultivares entre los que se encontraban los cultivares evaluados en el presente trabajo.

Vagelas *et al.* (2012) analizaron el comportamiento de diferentes cultivares frente a *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, utilizando una escala de severidad con 5 clases y determinaron al cv. Franquette como resistente y el cv. Chandler como levemente susceptible. Estos autores concluyeron que los datos obtenidos no pueden ser extrapolados directamente a otras zonas de producción, ya que la infección depende de muchos factores bióticos y abióticos.

El cultivar Franquette de brotación tardía demostró niveles de infección menores en ambas temporadas. Estos valores pueden estar condicionados por el estado fenológico de brotación y floración, permitiendo que sus órganos susceptibles escapen a la inoculación temprana crítica así el grado de severidad de los frutos no

avanzaría. Esta demora en la brotación limitaría el avance de la enfermedad en la primavera, donde las lluvias y el aumento de la temperatura, favorecen las condiciones para el desarrollo de la infección, colonización y dispersión de la enfermedad.

CONCLUSIONES

La susceptibilidad de los cultivares frente a *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, en hojas en la situación sin tratamiento químico fue similar, mientras que con tratamientos químicos fue mayor en el cv. Franquette.

En frutos, el cv. Chandler resultó más susceptible, en ambas temporadas (con o sin tratamientos químicos).

La diferencia en la incidencia de la enfermedad en hojas, se podría relacionar con el tipo de brotación que presentan estos cultivares y también por el momento de las pulverizaciones cuando Chandler (brotación temprana) presentaba un estadio fenológico más avanzado permitiendo una mayor protección de las hojas.

La incidencia de la enfermedad en ambos cultivares fue elevada, sin embargo, cuando se analiza la severidad en ambas temporadas, el grado de afectación es diferente, presentado un menor avance del patógeno en las hojas y en los frutos del cv. Franquette. Estos resultados bajo las condiciones ambientales del Valle Inferior de Río Negro, coinciden con los diferentes autores que clasifican al cv. Chandler como susceptible a bacteriosis del nogal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a UNCo-CURZA por brindar la estructura física y del laboratorio, así como al CONICET, por el otorgamiento de la beca al primer autor y al Ing. Lui Eduardo, por permitir el muestreo en su establecimiento productivo.

REFERENCIAS

- Aletà, N., Ninot, A., Moragrega, C., Llorente, I., y Montesinos, E. (2001). Blight sensitivity of Spanish selections of *J. regia*. *Acta Horticulturae*, 353-362.
- Arneson, P. A. (2001). Plant disease epidemiology: Temporal Aspects. *The American Phytopathological Society*. <https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/EpidemiologyTemporal/Pages/default.aspx>
- Belisario, A. (2005). Aspetti di eziologia, epidemiologia e difesa delle principali avversità patologiche del noce in Italia. *Informatore fitopatologico*, 7, 51-57.
- Bouhier, R. A. (2017). El nogal en la norpatagonia. Plagas y enfermedades. Colección de divulgación Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Río Negro, Argentina, (1), 85-92. ISBN 978-987-521-879-6.
- Cichón, L., Garrido, S., Rossini, M., y Lago, J. (2015). *Plagas y enemigos naturales asociados al cultivo del nogal en los valles patagónicos. Guía de identificación práctica*. Colección de divulgación Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Río Negro, Argentina, (1), 25-27. ISBN 978-987-521-578-0.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., y Robledo, C. (2008). *InfoStat software estadístico ver. 2018*. <http://www.infostat.com.ar>
- 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-UNR*, 5, 25-31.
- Gallo, S. L. (2018). *Control de bacteriosis del nogal (Xanthomonas campestris pv. juglandis)*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 11 (76),1-3. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/9727/1/NTA_CRPatagoniaNorte_EEAValleInferior_Gallo_SL_Control_bacteriosis_nogal.pdf?sequence=2&isAllo wed=y
- Ginibre, T., y Prunet, J. (2001). Chemical control of bacterial blight of walnut, three years of results. *Acta Horticulturae*, 544, 409-412. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.544.55>

- Giovanardi, D., Dallai, D., Cozzolino, C., y Stefani, E. (2009). Recent avances on the epidemiology and control of bacterial blight of walnut, incited by *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. *Journal of Plant Pathology*, 1(91), 64-65. <https://hdl.handle.net/11380/1288730>
- Kaluźna, M., Fischer - Le Saux, M., Pothier, J. F., Jacques, M. A., Obradović, A., Tavares, F., y Stefani, E. (2021). *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* and pv. *corylina*: Brothers or distant relatives? Genetic clues, epidemiology, and insights for disease management. *Molecular Plant Pathology*, 22(12), 1481-1499. <https://doi.org/10.1111/mpp.13073>
- Kim, H. S., Cheon, W., Lee, Y., Kwon, H. T., Seo, S. T., Balaraju, K., y 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. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.12.2020.0217>
- Lang, M. D., y Evans, K. J. (2010). Epidemiology and status of walnut blight in Australia. *Journal of Plant Pathology*, 92, S49-S55. <http://www.jstor.org/stable/41998755>.
- Lamichhane, J. R. (2014). *Xanthomonas arboricola* diseases of stone fruit, almond, and walnut trees: progress toward understanding and management. *Plant Disease*, 98(12), 1600-1610. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-14-0831-FE>
- Lindow, S., Olson, W., y Buchner, R. (2014). Colonization of dormant walnut buds by *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* is predictive of subsequent disease. *Phytopathology*, 104(11), 1163-1174. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-14-0001-R>
- Madden, L., Hughes, G. y Vanden Bosch, F. (2007). Temporal Analysis I: Quantifying and comparing epidemics. Madden, L., Hughes, G. and Vanden Bosch, F. (Eds.), *The Study of Plant Disease Epidemics* (pp 63-116). *The American Phytopathological Society*. <https://doi.org/10.1094/9780890545058.004>
- Martins, J. M. S. (1996). A method for measuring the intensity of walnut bacterial blight on fruits. *Nucis* (5), 15-17.
- Melotto, M., Underwood W., He S.Y. (2008). Role of stomata in plant innate immunity and foliar bacterial diseases. *Annual Review of Phytopathology*, 46, 101-122. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.121107.104959>
- Miller, P. W. y Bollen, W. B. (1946). Walnut bacteriosis and its control. Oregon State University. (9) 7-16. https://ir.library.oregonstate.edu/concern/technical_reports/5d86p157f?locale=en
- 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 y animal sciences*. 34(1), 3-11. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902018005000201>
- Nievas, W., Rossini, M., y Toranzo J. 2014. Bacteriosis del nogal (*Xanthomonas campestris* pv. *juglandis*) en el Valle Medio del río Negro. Información Técnica. Ediciones INTA, Allen, Río Negro, Argentina, ISBN 978-987-521-481-1.
- Scortichini, M. (2010). Epidemiology and predisposing factors of some major bacterial diseases of stone and nut fruit trees species. *Journal of Plant Pathology*. 92(1), S73-S78. <https://www.jstor.org/stable/41998758>
- Seta, S., Moschini, R. y Gonzalez, M. (2021). Modelos basados en variables meteorológicas para estimar el progreso epidémico de la bacteriosis del nogal en variedades de distinto comportamiento. *Summa Phytopathologica*, 47(1), 16-20. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/234402>
- Spielman, L., Hubbes, M. y Lin, D. (1986). Septoria musiva on Hybrid Poplar in Southern Ontario. *Plant Disease*. *The American Phytopathological Society*, 70(10), 968-971. <http://doi.org/10.1094/PD-70-968>
- Vagelas, I. K., Rumbos, C. I., y Tsiantos, J. (2012). Variation in disease development among persian walnut cultivars, selections and crosses when inoculated with *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* in greece. *Journal of plant pathology*, 94(1), 57-s1.
- Zhao, B., Liu, F., Gong, Y., Zhang, J., y Ma, Q. (2021). Walnut blight investigation, spray materials screening, and bactericide application timing for walnut blight control in Northeast China. *European Journal of Plant Pathology*, 161(1), 161-170. <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02311-x>