

## RESEÑA DE TESIS DOCTORAL

**TÍTULO DE LA TESIS DOCTORAL:** “Caracterización de poblaciones de *Fusarium* asociadas al decaimiento lento del espárrago en el centro y norte de España y estrategias de control”

**DOCTORANDO:** Alexandri María Brizuela

**PROGRAMA DE DOCTORADO:** Doctorado Tecnología Agroambiental Para Una Agricultura Sostenible (Universidad Politécnica de Madrid).

**DIRECTOR:** Daniel Palmero Llamas

**TUTORA:** María Pilar Medina Vélez

**CENTRO DE TRABAJO Y FINANCIACIÓN.** Esta Tesis Doctoral ha sido realizada en el Grupo de Investigación “Sistemas de Producción y Protección Vegetal Sostenibles” del departamento de Producción Agraria de la Universidad Politécnica de Madrid.

Alexandri María Brizuela ha sido beneficiaria del Programa Nacional de becas de excelencia académica y emblema del Gobierno Paraguayo de Postgrado en el Exterior “Don Carlos Antonio López”. Los trabajos incluidos en esta Tesis Doctoral han sido financiados por el Proyecto de Investigación RTA2015-00008- C02-02 (Programa Operativo de Crecimiento Inteligente INIA - FEDER 2014-2020).

Fecha y lugar de lectura: La presentación de la Tesis doctoral tuvo lugar en la sala de Grado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (ETSIAAB-UPM), el día 30 de noviembre de 2023.

Composición del tribunal: Francisco Camacho (Presidente), María Ángeles Ayllón (Secretaria), Julio Javier Díez Casero (Vocal), María Nieves Capote (Vocal), Miguel de Cara (Vocal).

Calificación: Sobresaliente *cum laude*.

### Resumen

El síndrome del decaimiento es uno de los principales problemas fitosanitarios del cultivo del espárrago, cuya producción en España supera las 62.000 toneladas con más de 13.500 hectáreas dedicadas al cultivo. La patología se expresa acortando el período productivo y limitando la replantación del esparragal sobre suelos previamente cultivados de espárrago al desembocar en el fenómeno denominado “fatiga del suelo”. Un fenómeno que aparece ya en el segundo y tercer año tras la replantación, que no depende del periodo de descanso entre plantaciones, y que se caracteriza por un fuerte descenso en el vigor de las plantas unido a un menor calibre de los turiones cosechados. Esta Tesis Doctoral permitió identificar seis complejos específicos de *Fusarium* asociados al síndrome. Las especies más prevalentes fueron *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. redolens* y *F. equiseti*. Identificándose a *F. oxysporum* como el principal agente causal de la enfermedad. La evaluación de la densidad de inóculo de *F.*

*oxysporum* en el suelo se correlacionó con la temperatura del mes más cálido. Mientras que los análisis microbiológicos de las garras y raíces permitieron determinar una relación entre la edad de la plantación y el grado de podredumbre de las garras, observándose como la cantidad y longitud de raíces secundarias disminuía notablemente, principalmente a partir del tercer año de plantación.

Para determinar la especificidad parasitaria de los aislados de *F. oxysporum* se inocularon sobre cinco especies vegetales (espárrago, cebolla, lechuga, pepino y melón), inoculando a su vez sus respectivas formas especiales en todas ellas y corroborándose así la especificidad parasitaria de *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* (*Foa*).

Los ensayos de patogenicidad de los aislados de *Foa* procedentes de Navarra, Madrid y Badajoz mostraron correlación entre el historial de cultivo en las diferentes regiones de producción, lo que sugiere una posible especialización de la microbiota patógena asociada al cultivo a lo largo de los años.

El trabajo de tesis ha abordado también el estudio de la variabilidad genética de *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* de distintas regiones geográficas de España y Polonia, mediante análisis filogenéticos y diversidad haplotípica. Los resultados no han proporcionado información relevante sobre la aparición o distribución espacial de la especie en las diferentes áreas geográficas estudiadas. A pesar de la baja variabilidad genética general, se detectaron diferencias que podrían relacionarse con el historial de cultivo de espárragos en esas regiones.

En esta tesis también se abordaron aspectos relacionados con la epidemiología de la enfermedad al analizar los factores que influyen en la patogenicidad sobre el cultivo de espárrago. Para ello se evaluó la respuesta a factores ecofisiológicos como la disponibilidad de agua y el aumento en la temperatura sobre aislados procedentes de zonas agroclimáticas muy diversas del norte y sur de Europa. Por último, el trabajo de tesis ha permitido evaluar la eficacia de diferentes alternativas de control de la enfermedad, que han abarcado tanto la respuesta varietal como el empleo de agentes de control biológico o técnicas de biodesinfección más dirigidas a la disminución del inóculo de la enfermedad en campo con carácter previo a la plantación como son la biofumigación con especies de brásicas productoras de glucosinolatos o la biosolarización. Los resultados han revelado la necesidad de abordar el control de la patología mediante su manejo integrado, donde la continua sección de material vegetal, el empleo de agentes de control biológico y las técnicas de biofumigación como biosolarización pueden contribuir en la reducción inicial del inóculo del suelo y aumentar la productividad del cultivo.

#### Trabajos derivados de la tesis doctoral

**Brizuela A,** Gálvez L, Arroyo JM, Sánchez S, Palmero D. 2023. Evaluation of *Trichoderma* spp. on *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* and *Fusarium* wilt Control in Asparagus Crop. *Plants* (Basel). Aug 1;12(15):2846. doi: 10.3390/plants12152846. *Plants*, 12(15): 2846. SCIE 2022: 4,5 (439/239 Plant Sciences=Q1).

**Brizuela, A.;** Lalak, J.; Koczyk, G.; Stepien, L.; Kawałiło, M.; Palmero, D. 2021. Geographical origin does not modulate pathogenicity or response to climatic variables of *Fusarium oxysporum* associated with vascular wilt on asparagus. *Journal of Fungi* 7(12): 1056. SCIE 2021: 5,724 (7/29 Mycology=Q1)

**Brizuela, A.**; De la Lastra, E.; Marín, J.E.; Gálvez, L.; de Cara, M.; Capote, N.; Palmero, D. 2020. *Fusarium* Consortium Populations Associated with Asparagus Crop in Spain and Their Role on Field Decline Syndrome. *Journal of Fungi* 6(4), 336. SCIE 2021: 5,816 (4/30 Mycology=Q1)  
Fotografía del acto de lectura.

De izquierda a derecha: Julio Javier Díez Casero (Vocal), María Nieves Capote (Vocal), Alexandri Brizuela (Doctoranda), Francisco Camacho Ferre (Presidente), Miguel de Cara (Vocal), María Ángeles Ayllón (Secretaria) y Daniel Palmero (Director).

