

# Verticilosis del olivo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires

Alumno: **Herrero, Fernando Daniel**

Docente tutor: Zappacosta, Diego

Docentes consejeros: Daddario, Juan Facundo  
Minoldo, Gabriela

Diciembre de 2019  
UNSA  
Departamento de Agronomía  
Universidad Nacional del Sur

The logo of the Universidad Nacional del Sur (UNSA) is positioned behind the text. It features the letters 'UNSA' in a large, blue, serif font. To the right of the letters is a stylized blue flame or leaf-like graphic.

# Agradecimientos

A Diego Zappacosta por el acompañamiento en la toma de muestras, por su apoyo en la conducción del ensayo y en la elaboración de este informe.

Al equipo de trabajo del laboratorio de Fitopatología, por el acompañamiento, compañerismo y la colaboración.

A Facundo Daddario y Gabriela Minoldo por la lectura crítica de mi tesina.

A los siguientes productores, quienes me abrieron la puerta de su establecimiento y me permitieron tomar muestras de sus olivos:

Al productor Ignacio Bottini, dueño del Establecimiento “Agroliva s.a.”, ubicado en el partido de Coronel Dorrego.

A la productora Dora Pastorino del Establecimiento “Olio Pampa”, ubicada en el partido de Coronel Dorrego.

A los productores Renato Alonso, y Horacio y Juan Carlos Colantonio, dueños del establecimiento “La Soberana”, ubicado en el partido de Coronel Dorrego.

A los productores Mauricio y Maria dueños del Establecimiento “Biolive s.a.”, ubicada en el partido de Coronel Dorrego.

Al productor Bernardo Irrazabal dueño del Establecimiento “Doña Mirta”, ubicada en el partido de Bahía Blanca.

Al productor Rubén Diez, dueño del Establecimiento “Rumaroli”, ubicado en el partido de Coronel Dorrego.

A los productores Gabriel Messina y Marcelo Ravasio, dueños del Establecimiento “La Comarca”, ubicado en el partido de Coronel Dorrego.

Al productor Gabriel Claveri dueño del Establecimiento “Las Mostazas”, ubicada en el partido de Coronel Dorrego.

A la productora María Eugenia Fuertes del Establecimiento “Finca Clementina”, ubicada en el partido de Coronel Rosales.

A la Ing. Agr. Dora Nizovoy del Establecimiento “CSyOP olivos”, ubicada en el partido de Puan.

Al Ing. Agr. Pedro Zabaloy del Establecimiento “Sabor Pampeano”, ubicada en el partido de Villarino.

# Índice

RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
1. ORIGEN.....	5
2. CARACTERÍSTICAS DEL OLIVO.....	6
2.1 <i>Clasificación taxonómica del olivo</i> .....	6
2.2 <i>Características morfológicas</i> .....	6
2.2.1 El árbol.....	6
2.2.2 La hoja.....	7
2.2.3 La inflorescencia.....	7
2.2.4 La flor.....	7
2.2.5 El fruto.....	7
2.2.6 La raíz.....	8
2.3 <i>Exigencias del medio ambiente</i> .....	8
2.4 <i>Beneficios para la salud</i> .....	9
2.4.1 Perfil de ácidos grasos del aceite de oliva.....	10
2.5 <i>Variedades del olivo</i> .....	10
3. PRODUCCIÓN MUNDIAL Y NACIONAL.....	13
4. VERTICILOSIS DEL OLIVO.....	15
4.1 <i>Etiología</i> .....	16
4.1.1 Nomenclatura, taxonomía y morfología.....	16
4.1.2 Rango de hospedantes.....	18
4.1.3 Grupos de patogenicidad.....	18
4.2 <i>Sintomatología y daños</i> .....	19
4.4 <i>Epidemiología</i> .....	20
4.4.1 Densidad y potencial de inóculo.....	20
4.4.2 Herramientas de diagnóstico.....	21
4.4.3 Ciclo de la enfermedad.....	21
4.4.4 Condiciones predisponentes.....	22
5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	24
5.1 <i>Región sudoeste bonaerense</i> .....	24
5.2 <i>Condiciones climáticas</i> .....	25
OBJETIVO.....	27
MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
1. SITIOS DE ESTUDIO.....	27
2. TRABAJO DE CAMPO.....	28
3. TRABAJO DE LABORATORIO.....	29
3.1 <i>Diagnostico</i> .....	29
3.1.1 Método tradicional (aislamiento del hongo en medio de cultivo).....	30
3.1.2 Otras herramientas de diagnóstico.....	30
3.2 <i>Aislamiento del patógeno en medios de cultivo artificiales</i> .....	30
3.2.1 Medios de cultivo utilizados.....	32
3.2.2 Agar agua (AA).....	32
3.2.3 Agar papa glucosado (APG).....	32
3.3 <i>Incubación</i> .....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
1. SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS.....	33
2. AISLAMIENTOS.....	34
3. RELEVAMIENTO.....	35

4. POSIBLES DIFICULTADES EN EL RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS .....	38
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....	40
CONTROL INTEGRADO DE LA ENFERMEDAD .....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	45

## Resumen

La olivicultura nacional se consolidó recién en la década del '40, cuando se realizaron introducciones de numerosas variedades. En los '90 se impulsó el empleo de nuevas tecnologías en el manejo de los olivares, y ello demandó además, la introducción masiva de nuevas variedades provenientes de España, Italia, Grecia, Estados Unidos e Israel, entre otros países. Actualmente en nuestro país hay aproximadamente 90.000 has destinadas a la olivicultura, siendo una de las principales economías regionales por sus condiciones geoproductivas y posibilidades de expansión. Argentina en el 2017 se ubicó en el quinto lugar como exportador de aceitunas, después de la Unión Europea, Túnez, Siria y Turquía, y se ubicó sexto como exportador mundial de aceite de oliva virgen extra (AOVE).

La Región sudoeste bonaerense, cuenta con aproximadamente 48 explotaciones. Cabe aclarar que el 46% de las explotaciones (85,5% de la superficie) se concentran en el partido de Coronel Dorrego. La producción promedio de aceite de oliva en la región supera el millón de litros al año.

La enfermedad del olivo llamada Verticilosis, ha sido detectada en casi todas las regiones donde se cultiva el olivo, causando serias pérdidas a los agricultores, a las compañías de viveros y a la industria del olivo en general. La severidad de los síntomas de la Verticilosis depende en gran medida de la virulencia del patotipo de *V. dahliae* que infecte la planta. El patotipo defoliante (D), causa síntomas severos que incluyen el decaimiento, clorosis, defoliación en verde, gran reducción del peso y crecimiento, e incluso la muerte del árbol. El patotipo no defoliante (ND), causa dos complejos de síntomas conocidos como apoplejía y decaimiento lento. En olivo, los ataques de aislados defoliantes son muchos más severos que los producidos por aislados no defoliantes.

Dada la importancia de la Verticilosis en el olivar, su difícil control y la magnitud de la actividad olivícola en la región del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, el objetivo del presente trabajo fue hacer un relevamiento de la incidencia de la enfermedad en la región.

Para esto se tomaron varias muestras de los establecimientos visitados, y estas se analizaron en el laboratorio de Fitopatología (UNS). Una vez obtenidos los resultados de los aislamientos de *V. dahliae*, se dio aviso a los productores de los establecimientos cuyas respectivas muestras tomadas dieron positivas al patógeno, para poder mantenerlos informados, y puedan comenzar un plan de erradicación del mismo. Sabiendo que es un patógeno que ya está instalado en la región (con una incidencia de aproximadamente del 10%, según datos tomados de los establecimientos visitados), y sabiendo que es una enfermedad muy difícil de controlar, dado que posee un elevado tiempo de supervivencia en el suelo, posee un amplio rango de plantas huéspedes que puede infectar, existe una falta de efectividad de los fungicidas, posee numerosos medios de dispersión, y tiene una alta capacidad para causar la muerte del árbol; como recomendación se puede decir que sería conveniente pensar en el control no como medidas individuales, sino en la aplicación de estrategias de control integrado antes y después de la plantación que integre todos los métodos disponibles. Al final del trabajo se mencionan las prácticas recomendadas para un correcto manejo de la enfermedad.

# Introducción

## 1. Origen

El olivo pertenece a la familia Oleácea, que incluye alrededor de 30 géneros. La especie *Olea europaea* L. comprende tanto, olivos espontáneos o silvestres (acebuches) que se propagan por semillas, como el olivo cultivado que se propaga tanto por semilla como vegetativamente (Ouazzani et al., 1993). Así, las variedades de olivo tal y como las conocemos, fueron originadas a partir del olivo silvestre (Contento et al., 2002). La existencia de poblaciones de olivo silvestres en el área mediterránea, está bien documentada, y se han detectado restos de carbones vegetales de madera de olivo en diversos lugares, cuyas dataciones preceden al comienzo de su cultivo.

El olivo se difundió de la zona de Oriente Próximo, hacia la orilla este del Mediterráneo, y de allí, empezó a propagarse en todas las colonias de la cuenca (Figura 1). El comienzo del cultivo del olivo parece surgir, hace más de 5000 mil años en Oriente, con el aprendizaje de la clonación, unos 3500-4000 años después del nacimiento de la agricultura (Rallo, 2005). Al parecer, los primeros olivicultores de cada zona, seleccionaron en sus bosques de acebuche, los individuos más sobresalientes por su productividad, tamaño del fruto, oleosidad y adaptación al medio. Según los arqueólogos, la domesticación del olivo se produjo entre 3800 y 3200 AC (Zohary y Spiegel-Roy, 1975). La facilidad, con la que el cultivo se propaga vegetativamente por procedimientos sencillos, fue determinante en el comienzo de su cultivo (Rallo et al., 2005). Posteriormente, se perpetuaron las características de esos individuos seleccionados, y se conformaron la mayoría de las variedades que conocemos en la actualidad (Barranco et al., 2008).

Desde el siglo VI AC en adelante, el olivo se diseminó a través de los países mediterráneos, llegando a Trípoli, Túnez y la isla de Sicilia. Luego, ingresó en el sur de Italia. En España fue introducido durante la dominación marítima de los Fenicios (1050 AC).

A partir del siglo XV, con el descubrimiento de América en 1492, el cultivo del olivo se extendió más allá del Mediterráneo. Los primeros olivos fueron llevados desde Sevilla a las Indias Occidentales, y luego al Continente Americano. Hacia 1560, se cultivaban olivos en México, Perú, California, Chile y Argentina. El olivo llega a la Argentina en el siglo XVI, con la corriente colonizadora del Alto Perú. Es introducido por los españoles, y como testimonio de esa incursión, se encuentran plantaciones muy antiguas en el departamento Arauco, provincia de La Rioja; allí se encuentra un ejemplar de la variedad Arauco, con más de 450 años de edad, conocido como “Olivo Histórico”.

La olivicultura nacional se consolidó recién en la década del '40, cuando se realizaron introducciones de numerosas variedades, en su mayoría españolas y también italianas. Esto constituyó la base genética de la olivicultura en el país, y permitió, en primera instancia, contar con material para su propagación en viveros, y entre los productores locales. Desde entonces, la olivicultura en Argentina sufrió numerosos vaivenes. En los 90 se impulsó el empleo de nuevas tecnologías en el manejo de los olivares, y ello

demandó además, la introducción masiva de nuevas variedades provenientes de España, Italia, Grecia, Estados Unidos e Israel, entre otros países. Los siglos de historia del olivo en el país, provocaron una gran riqueza varietal, surgida de la selección de plantas para la elaboración de aceite y aceituna de mesa. En la última década del siglo XX, prospecciones locales permitieron el acceso a nuevos materiales genéticos de interés en el desarrollo de la olivicultura, ampliando aún más la variabilidad genética en el olivo (Matías et al., 2010).

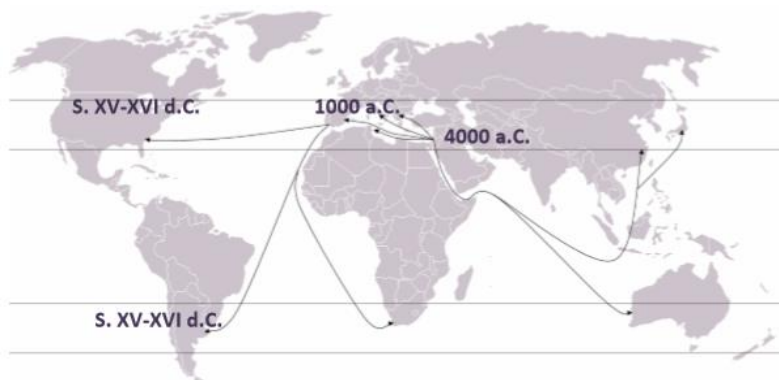


Figura 1. Difusión del olivo a lo largo de los siglos  
Fuente: Fendri, 2008

## 2. Características del olivo

### 2.1 Clasificación taxonómica del olivo

**El olivo**, cuyo nombre botánico es *Olea europea* L., pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

Dominio: Eucariontes  
 Reino: Plantae  
 División: Magnoliophyta  
 Clase: Magnoliopsida  
 Orden: Lamiales  
 Familia: Oleaceae  
 Género: *Olea*  
 Especie: *O. europea*

### 2.2 Características morfológicas

Las características principales del olivo son las siguientes (Matías et al., 2010):

#### 2.2.1 El árbol

El olivo es un árbol robusto, perennifolio, que puede alcanzar alturas considerables (15 m o más). El tronco es grueso y la corteza gris o verde grisáceo. La copa es redondeada,

aunque más o menos lobulada; la ramificación natural tiende a producir una copa bastante densa.

### 2.2.2 La hoja

Las hojas del olivo son simples, de estructura coriácea, algo estrechas, poseen entre 5 y 9 cm de longitud y de 2 a 3 cm de ancho, persistentes y sobreviven generalmente dos a tres años. Son cortamente pecioladas, la nervadura central es muy marcada y las secundarias muy poco aparentes, lanceoladas de base puntiaguda y bordes suaves. Las hojas son opuestas, y los planos de las hojas de dos nudos consecutivos se disponen entre sí a 90°, denominándose a esta disposición, decusada.

La estructura anatómica de la hoja, sirve en muchos aspectos para su adaptación a ambientes de alta transpiración. Por el haz, las hojas son de color verde oscuro y brillan debido a la presencia de una gruesa cutícula. En el envés, la superficie posee un color blanco-plateado debido que está cubierta por pelos aparasolados. Estos pelos también crecen en el haz, pero en cantidades muy inferiores al envés. Los estomas se encuentran solo en el envés, donde están cubiertos por pelos aparasolados, siendo estas, características que les permiten disminuir la pérdida de agua.

### 2.2.3 La inflorescencia

Las inflorescencias se desarrollan en las axilas foliares de los nudos, del crecimiento vegetativo del año previo a la floración. La forma de las inflorescencias es paniculada, es decir, tiene un eje central del cual salen ramificaciones que, a su vez, también pueden ser ramificadas. El pedúnculo que une la flor al eje de la inflorescencia es corto. En las ramificaciones de las inflorescencias, las flores son aisladas o forman grupos de tres o cinco. Cada inflorescencia puede tener entre 10 y 40 flores, según el cultivar, y las condiciones fisiológicas y ambientales. En las inflorescencias, se presentan flores de dos tipos: perfectas y estaminíferas. Las flores perfectas son hermafroditas o bisexuales, compuestas de estambres y pistilos bien desarrollados. Las estaminíferas o masculinas, también conocidas como imperfectas, tienen el ovario rudimentario o ausente.

### 2.2.4 La flor

Las flores son pequeñas y actinomorfas, con simetría regular. El cáliz, constituido por el conjunto de sépalos, es un pequeño tubo campanulado de color blanco verdoso que se mantiene junto a la base del ovario después de la caída de los pétalos. La corola está compuesta por cuatro pétalos blancos o blanco-amarillentos unidos a su base. Los estambres son dos, y están insertados en la corola, en orientación opuesta. En el centro de la flor se encuentra el pistilo, compuesto por un ovario supero, un breve estilo, y un estigma bilobulado y papiloso. La floración del olivo en la región sudoeste bonaerense, se produce entre octubre y noviembre (Figura 2).

### 2.2.5 El fruto

Su fruto, conocido como aceituna (oliva o acebuchina), es una drupa oleosa, de forma elipsoidal a globosa, poco carnosa, de 1 a 4 cm de longitud, y de 0,6 a 2 cm de diámetro. Primeramente, es de color verde y posteriormente negra, negro-violacia o rojiza cuando madura. Se trata de un fruto que contiene una semilla única, de gran tamaño, y está compuesto por tres tejidos principales: endocarpo, mesocarpo y exocarpo. El endocarpo es el hueso, el mesocarpo es la pulpa o carne, y el exocarpo la piel o capa exterior. El conjunto de estos tejidos se denomina pericarpio, y tiene su origen en la pared del ovario.



El fruto en promedio tiene la siguiente composición química: 50% agua, 22% aceite, 19,1% azúcares, 5,8% celulosa, 1,6% proteínas y 1,5% cenizas.



Figura 2. Estados Fenológicos del olivo en la zona del sudoeste bonaerense.

Fuente: agroconsulting olivicultura de precisión.

### 2.2.6 La raíz

La morfología del sistema radical del olivo depende, por una parte, del tipo de reproducción del olivo, y por otra de las condiciones del suelo. Cuando el árbol nace de una semilla, se forma una raíz principal, que domina el sistema radical durante los primeros años, y sin que ocurra la formación de raíces laterales importantes. La mayoría de los árboles comerciales están producidos mediante el enraizamiento de estaquillas. En este caso, se forman en la zona basal de la estaquilla, múltiples raíces adventicias. Todas o muchas de estas raíces adventicias se comportan como múltiples raíces principales en el árbol. La profundidad y la extensión lateral del sistema radical, y el grado de ramificación dependen del tipo y profundidad del suelo, y de la aireación y contenido de agua del mismo (Fernández et al., 2017). La absorción de agua y nutrientes ocurre en la zona más joven de las raíces, que son las zonas situadas inmediatamente detrás de los ápices radicales. Estas zonas también son las más susceptibles a infecciones por hongos y nematodos.

## 2.3 Exigencias del medio ambiente

El olivo tiene la capacidad de resistir en invierno, temperaturas por debajo de los 6-7°C bajo cero, y de soportar largas sequías en verano. Es cultivado en áreas con una pluviosidad media de 350-400 mm anuales, y temperaturas veraniegas de hasta 40°C. A pesar de la capacidad para sobrevivir en entornos áridos, en determinados momentos de su ciclo vegetativo, es importante que pueda gozar de un aporte hídrico adecuado, así como de otros cuidados. En verano se da el desarrollo y crecimiento de los frutos, y el endurecimiento del carozo, momento en el cual el color verde de la cáscara se reduce y aparecen manchas rojizas. Durante estas fases del crecimiento, una excesiva falta de agua provoca la caída de los frutos, o en el mejor de los casos, disminuye gravemente su tamaño y el contenido de aceite. En este período las aceitunas son expuestas a todos los daños provocados por condiciones climáticas adversas, enfermedades y parásitos.

El olivo es una especie extremadamente vecera, es decir, una abundante cosecha precede a otra con escasa floración, debido básicamente, a la inhibición de la inducción floral de la que es responsable la semilla en desarrollo, durante el ciclo de alta producción. Esta

semilla emite giberelinas, que hacen que las yemas queden en estado latente o que se diferencien como vegetativas. Sin embargo, la climatología, los acontecimientos ambientales, la propia genética de cada árbol y su historial de fructificación son los controles o determinantes que condicionan la vecería en un olivar (Ulger et al., 2004). Las inclemencias meteorológicas más graves son los vientos secos y las temperaturas elevadas durante la floración que provocan el aborto ovárico y afectan seriamente la producción.

Es una planta ávida de luz, de forma que una deficiencia lumínica reduce la formación de flores, debido a la insuficiencia de asimilados desde las hojas. Además, durante el desarrollo del fruto, la piel es verde y con actividad fotosintética, lo que contribuye a la formación de fotoasimilados (fuentes de carbono) necesarios para la síntesis de ácidos grasos. Estudios realizados por Proietti et al. (2008), mostraron que el rendimiento en aceite de oliva está relacionado con la posición de los frutos en la cubierta del árbol, al respecto, una mayor acumulación de aceite se produce en aquellas olivas situadas en las zonas superiores de la copa que reciben mayor irradiación.

## 2.4 Beneficios para la salud

De la aceituna se consigue el preciado aceite de oliva, este se compone en su mayoría por grasas que al igual que otros aceites, le confieren un carácter energético, proporcionando 9 Kcal/g. El aceite de oliva es una fuente de ácidos grasos esenciales linoleico [18:2(9, 12)] y linoléico [18:3(9, 12, 15)]. En el caso de ingerir 50 g/día de aceite de oliva en una dieta de 2.000 Kcal, cubriríamos, si no totalmente, una buena parte de las necesidades de estos dos ácidos grasos esenciales (Serrano Morago y Lezcano Martín, 2005).

La acción beneficiosa del aceite de oliva sobre la salud, se ha concentrado especialmente en tres sistemas fundamentales: el sistema cardiovascular, el sistema digestivo y el sistema inmune. Este aceite es rico en grasa monoinsaturada, y tiene alto contenido de ácido oleico, que es beneficioso para la preservación de la salud cardiovascular, pues se potencia la presencia del colesterol HDL considerado como “bueno”.

En el sistema digestivo mejora las funciones gástrica, pancreática e intestinal, y estimula la producción de sales biliares y la contracción de la vesícula biliar (Mataix y Barbancho, 2008).

El aceite de oliva parece ser un modulador de diferentes funciones inmunes, entre las que se destaca la posible protección frente a microorganismos patógenos. Esta acción podría ser especialmente útil en pacientes inmunocomprometidos. Datos experimentales explican esta acción en una menor supresión de la proliferación de linfocitos, que la provocada por los ácidos grasos poliinsaturados  $\Omega 3$ , y en una mayor producción de citoquinas pro- y anti-inflamatorias, y por tanto, una mayor capacidad fagocítica de macrófagos y monocitos para eliminar a los agentes patógenos.

Otra de las acciones beneficiosas del aceite de oliva es su utilización sobre la piel. Estas aplicaciones se han venido empleando desde la antigüedad; actualmente el aceite de oliva se utiliza en la elaboración de aceites cutáneos, jabones, microesferas, preparaciones

antisolares y como aceite de oliva ozonificado. Esta última preparación tiene propiedades bactericidas, fungicidas y viricidas (Carrillo, 2009).

#### 2.4.1 Perfil de ácidos grasos del aceite de oliva

El aceite de oliva está mayoritariamente (97-99%) compuesto por triglicéridos (fracción saponificable) y por una fracción minoritaria (fracción no saponificable), constituida por una serie de sustancias responsables de aromas, gusto, color y algunos nutrientes (Sánchez Bueno, 2011).

La **fracción saponificable** del aceite de oliva, se reparte entre un 79% de ácido oleico, un 6% de ácidos grasos poliinsaturados y un 15% de ácidos grasos saturados aproximadamente, apenas modificándose estos valores según la variedad del olivo.

Los ácidos grasos mayoritarios presentes en el aceite de oliva son: palmítico (16:0), esteárico (18:0), oleico 18:1(9) y linoleico [18:2(9,12)]. Los factores que afectan a la composición en ácidos grasos son muy variables: latitud, condiciones climáticas, variedad y grado de madurez de las aceitunas.

#### Ácidos Grasos Saturados:

- Ácido mirístico: indicios-0,2% - Ácido palmítico: 12-16% - Ácido esteárico: 1,5-3% - Ácido araquidónico: 0-0,8%.

#### Ácidos Grasos Insaturados:

- Ácido oleico: 62-82% - Ácido linoleico: 2-16% - Ácido linolénico: 0,6-1,7% - Ácido palmitoleico: 0,4-1,6%.

La **fracción insaponificable** del aceite de oliva (1,5% del total), también denominada componentes menores del aceite de oliva, contiene una gran variedad de sustancias. Entre las nutritivas se destacan, la vitamina E y en menor medida la vitamina A. La primera tiene un papel clave en mantener la defensa antioxidante de las células. El valor vitamínico de las aceitunas de mesa es importante en provitamina A, vitamina C y  $\alpha$ -tocoferol. Los aceites de oliva virgen y refinado contienen entre 137 y 297 mg de tocoferoles por kilo, suficientes para proteger a los ácidos grasos no saturados contra la oxidación. Los componentes no vitamínicos son diversos (hidrocarburos, ésteres no glicéridos, esteroides, alcoholes alifáticos, polifenoles, compuestos terpénicos, pigmentos carotenoides, compuestos aromáticos, compuestos volátiles) (Sánchez Bueno, 2011).

## 2.5 Variedades del olivo

Se ha estimado que a nivel mundial pueden existir en torno a 1200 variedades de olivo diferentes (Bartolini et al., 1998), pero pocas de ellas son importantes a escala comercial en más de una región o un país. Para la conservación de estos recursos se procedió a la creación de Bancos de Germoplasma en distintos países del mundo.

En Argentina las variedades más importantes son: Arauco, Arbequina, Barnea, Changlot Real, Coratina, Empeltre, Farga, Frantoio, Manzanilla, Picual, Arbosana, Chetoui, Hojiblanca, Leccino, Lechín de Sevilla, Negrinha y Nocellara del Belice, siendo Arauco

la única variedad que se reconoce como de origen nacional (Canitrot y Méndez, 2018).

En la zona del sudoeste bonaerense (SOB) las variedades de aceituna más frecuentes son: Arauco, Arbequina, Arbosana, Coratina, Farga, Frantoio, Nevadillo, Manzanilla, Hojiblanca, Pendolino y Picual. Se destaca la Arbequina, ocupando el 59% del área cultivada (Figura 3). Es una aceituna pequeña, con carozo grande, poca pulpa y gran cantidad de ácido oleico. Por lo general, las otras variedades, se emplean para lograr buenas mezclas (el aceite de Arbequina no es muy estable y mejora sensiblemente al ser mezclada con aceites más estables) o para diversificar, con el fin de enfrentar los problemas sanitarios de la planta o por cuestiones de rendimiento (Lupín et al., 2017).

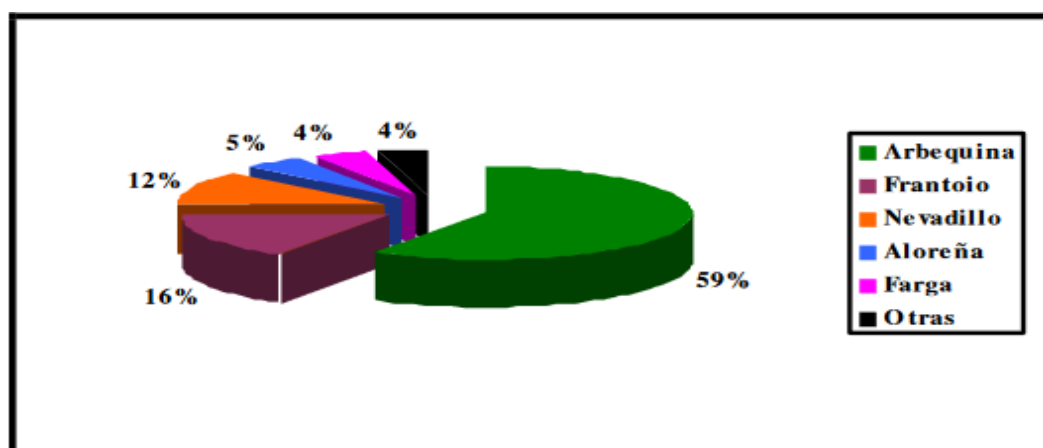


Figura 3: Variedades de aceituna según la superficie cultivada en las explotaciones Olivícolas del SOB (Lupín et al., 2017).

Algunas de las características de las principales variedades de olivo utilizadas en Argentina son (Matias et al., 2010):

### **Arauco**

Se la utiliza para el consumo del fruto en conserva, pero puede ser considerada de “doble propósito” es decir se la utiliza tanto para aceite como también para aceituna en conserva. El fruto es alargado, de peso elevado, con un promedio de 5,6 g, y asimétrico. Ápice apuntado y base truncada. Es muy firme, de elevada relación pulpa-hueso, con un contenido alto de aceite. Fructifica en el segundo tercio de la rama frutal, en forma escalonada y en grupos de 2 o 4 aceitunas. Posee un contenido graso sobre materia seca del 43,9% y su interés está dado por las excelentes y particulares características organolépticas. Su calidad es buena, sobresaliendo su gusto y perfume moderado a intenso.

### **Arbequina**

El propósito de esta variedad es para la obtención de aceite. Su fruto es pequeño, elíptico, simétrico, ligeramente alargado, el peso promedio es de 1,8 g. Los frutos se ubican en todo el largo de la rama, raramente de a uno, normalmente de a dos o tres. Posee un contenido graso sobre materia seca del 40,3% y tiene excelentes características organolépticas. La estabilidad de este aceite a la oxidación es baja, como consecuencia de su bajo contenido en polifenoles y su relación oleica/linoleico que lo hace extremadamente susceptible al enranciamiento.

### **Arbosana**

Es una variedad que posee frutos y aceite muy similar a la variedad Arbequina, sin embargo, menos frutado. El fruto es esférico, de bajo peso, con un promedio de 1,83 g, y ligeramente asimétrico. Ápice y base redondeados. Posee un contenido graso sobre materia seca del 44,8%. El aceite es suave y dulce, apreciado por sus buenas características organolépticas. La estabilidad de este aceite es baja.

### **Coratina**

Es de “doble propósito” y los frutos son de apreciable tamaño con un peso medio de 3,2 g. Su forma es ovoidal alargada, ligeramente asimétrica. Ápice y base redondeados. Posee un contenido graso sobre materia seca del 40,9% y presenta excelentes características organolépticas y estabilidad. Es muy rico en polifenoles y de muy buena estabilidad, lo cual se ve reflejado en elevados niveles de amargo y picante. Con estas particularidades, el elevado contenido de ácido oleico, y bajos palmitoleico y linoleico, es utilizado en la preparación de cortes o blends para equilibrar la composición química y para mejorar la resistencia a la oxidación de diversos aceites varietales, tales como el de Arbequina.

### **Farga**

Es una variedad considerada de “doble propósito”. El fruto es alargado, de peso medio, con un promedio de 2,4 g y asimétrico. El ápice es redondeado y la base truncada. Es una variedad muy vigorosa y de productividad elevada pero vecera. Posee un contenido graso sobre materia seca del 48,1%. El aceite es muy suave, dulce y con ausencia de amargo y picante. El contenido de ácido oleico es medio, de palmítico es alto y su estabilidad es baja.

### **Frantoio**

Se la utiliza para la elaboración de aceite. El mayor interés de esta variedad es el elevado rendimiento y calidad de los aceites obtenidos que le otorgan alta diferenciación respecto a otras variedades. El fruto es ovoidal, el peso promedio es de 2,12 g y ligeramente asimétrico con base y ápice redondeado, se asemeja a una gota. Posee un contenido graso sobre materia seca del 49,0%. El aceite es fino, perfumado y frutado. Su estabilidad al enranciamiento no es muy alta.

### **Hojiblanca**

Es una variedad de “doble propósito”, destinada para la conserva en verdes o para la preparación de aceitunas negras. El fruto es de tamaño mediano a grande de unos 4,8 g. Es de forma elíptico ovoidal, de ápice redondeado. Los frutos aparecen aislados. Su maduración es tardía. Es una variedad de alta producción y su aceite es de medio a bajo contenido graso y escasa calidad. Posee un contenido graso sobre materia seca del 43,5% (Navarro García, Carlos, 2004). El aceite presenta una composición de ácidos grasos muy equilibrada, con ácidos saturados relativamente más bajos que el resto de aceites de otras variedades. La estabilidad ante la oxidación no es elevada, y se recomienda mantener estos aceites al amparo de la luz y sin excesiva oxigenación.

### **Manzanilla**

Es una variedad de “doble propósito”. Se la considera de elevada tolerancia a la Verticilosis (Cólica, 2008). El fruto es ovoidal, de tamaño bajo-medio, con un promedio de 1,83 g, y ligeramente asimétrico. Ápice redondeado y base truncada. Posee un contenido graso sobre materia seca del 35,2%. Respecto a la composición química,

presenta una excelente composición en ácidos grasos, destacándose un elevado contenido de ácido oleico, y un bajo contenido de ácido linoleico; la elevada relación entre estos dos ácidos grasos y el alto contenido de polifenoles, confirman la gran estabilidad de este aceite en el tiempo para conservar las características apropiadas bajo correctas condiciones de almacenamiento (oscuridad, baja temperatura y sin cámara de aire).

### **Nevadillo**

Es una variedad utilizada para la elaboración de aceite. El tamaño del fruto es mediano a chico con un promedio de 2 g. Es de forma ovoidal y es ligeramente asimétrico. Tiene un rendimiento graso medio. Su productividad es menor que en Picual pero tiene constancia en su cosecha. Tiene un menor rendimiento graso que Picual y al igual que esta, el aceite resultante es de mediana calidad.

### **Pendolino**

La aceituna, es utilizada en exclusiva para la producción de aceite. En cuanto al tamaño de la aceituna, es de tamaño pequeño con un promedio inferior a 2 g, y su forma es elíptica y asimétrica. Su rendimiento aceitero es medio-alto, con un promedio del 20% sobre peso fresco y del 37% sobre materia seca. Dispone de un contenido medio de polifenoles y tiene un nivel alto en ácido oleico (76%). La relación pulpa/hueso es baja.

### **Picual**

Si bien se destina principalmente para aceite, debido al muy buen calibre de sus frutos, se está destinando también a la preparación de aceituna negra. Su fruto es mediano, ovoidal, con peso elevado y asimétrico, el ápice y la base redondeados, el peso promedio es de 3,2 g. Posee un contenido graso sobre materia seca del 42,6%. Es un aceite de muy buena calidad; posee un alto contenido de ácido oleico, que, en relación al bajo valor de ácido linoleico, este aceite se vuelve nutricionalmente interesante y desde la óptica comercial ofrece una buena estabilidad a la oxidación.

Con respecto a la procedencia de los plantines utilizados en el SOB, el 48% proviene de la provincia de San Juan, el 26% de la provincia de Mendoza y el resto de viveros ubicados en la región (11% del Partido de Coronel Dorrego y 11% del partido de Puán) (Lupín et al., 2017).

## **3. Producción mundial y nacional**

De la producción mundial de aceites vegetales (más de 128 millones de tn), menos del 3% corresponde a aceite de oliva, con 3,1 millones de tn, estando su consumo localizado mayoritariamente en los países de la cuenca del Mediterráneo. España es el primer país productor de aceite de oliva, seguido de Italia y Grecia (Canitrot y Méndez, 2018).

La superficie mundial destinada a la producción olivícola, se estima en 11,4 millones de ha. En nuestro país hay aproximadamente 90.000 ha, siendo una de las principales economías regionales por sus condiciones geoproductivas y posibilidades de expansión. Según datos de la subsecretaría de Programación Microeconómica (2018), la producción se encuentra principalmente en La Rioja, que ocupa el primer lugar en términos de hectáreas implantadas con olivares en el país (28,9%), seguida por Mendoza (24%), San Juan (21,1%), Catamarca (18%), Córdoba (6%) y Buenos Aires (2%). En la Figura 4, se

puede observar la superficie destinada al cultivo de olivo en las principales provincias productoras del país.

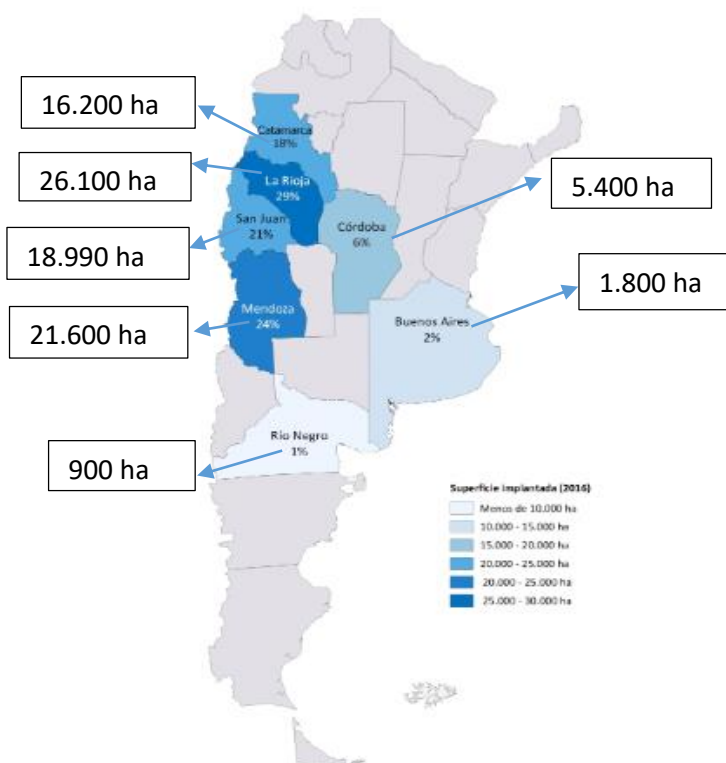


Figura 4. Superficie destinada al cultivo de olivos en las distintas zonas de producción de Argentina. Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (2018).

Como se puede observar en la Figura 5, la mayor parte de la producción se destina a la elaboración de aceites. En el país existen 78 plantas que solo producen aceite, 119 que solo procesan aceituna para mesa y 38 elaboran ambas líneas de producto.

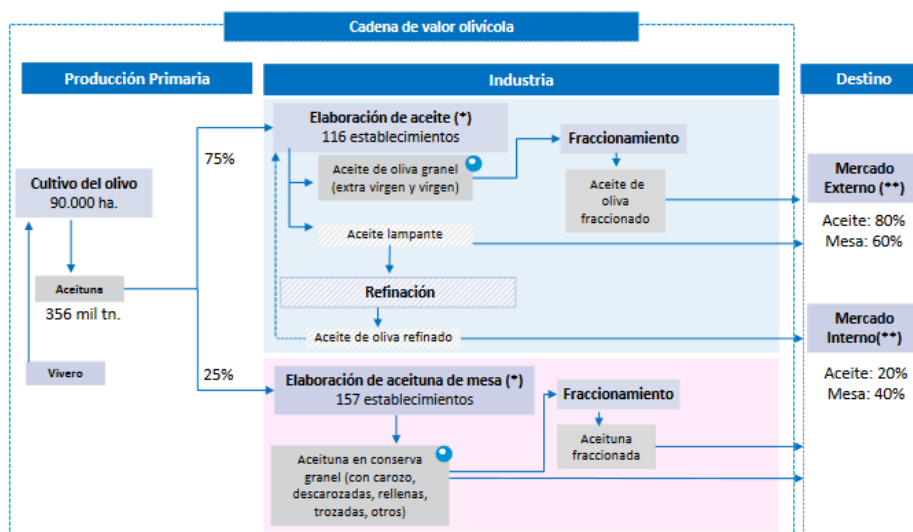


Figura 5. Esquema de la cadena de valor olivícola.

Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (2018) con base en INTA (2009).

En la Figura 6 podemos observar, que tanto la producción nacional de aceitunas de mesa como de aceite de oliva se encuentran en crecimiento, y este incremento se observa año a año desde 1991, fundamentalmente en la producción de aceite. En esta misma Figura también se puede apreciar, la alta irregularidad en la producción, debido fundamentalmente a la vecería del olivo.

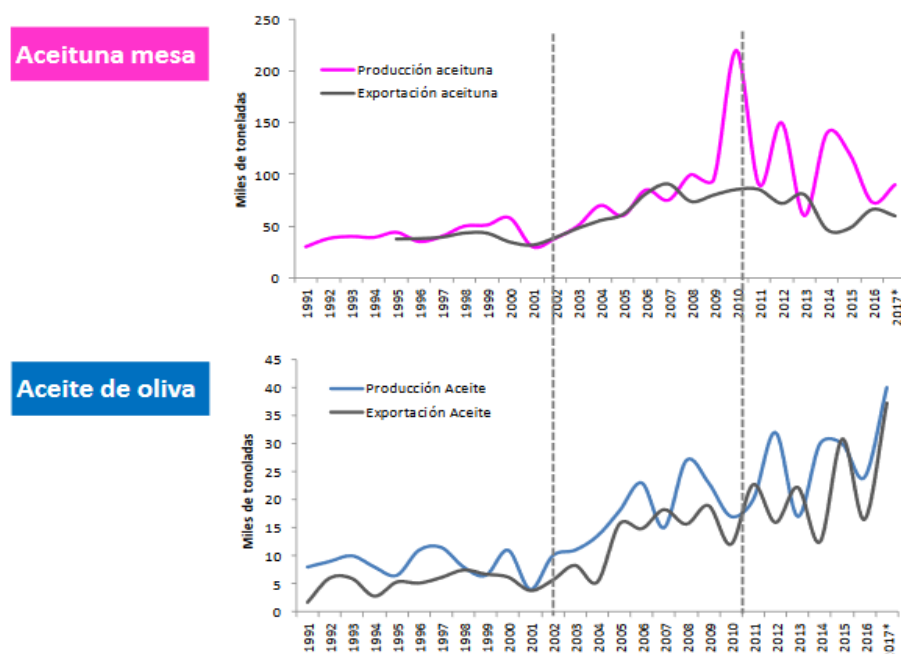


Figura 6. Producción y Exportación (miles de toneladas). 1991-2017

Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (2018) base en COI e INDEC.

Argentina se ubica en el quinto lugar como exportador de aceitunas, después de la Unión Europea, Túnez, Siria y Turquía, y se ubica sexto como exportador mundial de aceite de oliva virgen extra (AOVE). En 2017 las exportaciones fueron record con un incremento del 155,2% (valor FOB). Entre los principales destinos se destacan Estados Unidos, España y Brasil.

La región sudoeste bonaerense, cuenta con aproximadamente 48 explotaciones, que se encuentran en los partidos de Bahía Blanca, Carmen de Patagones, Coronel Dorrego, Coronel Rosales, Puán, Saavedra, Tres Arroyos y Villarino. Cabe aclarar que el 46% de las explotaciones (85,5% de la superficie) se concentran en el partido de Coronel Dorrego y la producción promedio de aceite de oliva en este partido supera el millón de litros al año (Marcelo Lev, 2016).

#### 4. Verticilosis del olivo

Entre las diferentes enfermedades que afectan al olivo, existen algunas que se las considera de elevada o moderada importancia (Barranco et al., 2008).

Dentro de las enfermedades que afectan la parte aérea de la planta, podemos encontrar:



- Repilo, causada por un hongo Hifomiceto, denominado tradicionalmente *Spilocaea oleagina* (= *Cyloconium oleaginum*).
- Antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (= *Gloeosporium olivarum*).
- Emplomado, causado por el hongo Hifomiceto *Pseudocercospora cladosporioides* (= *Cercospora cladosporioides*).

Dentro de las enfermedades que afectan las raíces de las plantas, podemos mencionar las siguientes:

- Verticilosis, el agente causal es el hongo Hifomiceto *Verticillium dahliae*.
- Podredumbre de raicillas, los agentes causales son hongos que pertenecen a seis géneros distintos: *Phytophthora*, *Cylindrocarpon*, *Sclerotium*, *Pythium*, *Fusarium* y *Armillaria*.

La Tuberculosis es una enfermedad causada por la bacteria *Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi*, que puede infectar a la planta tanto por la parte aérea, como radical.

Con respecto a la Verticilosis podemos decir que es una enfermedad vascular causada por el hongo del suelo *Verticillium dahliae* Kleb. Se la considera como la enfermedad más importante del olivo, debido a su dificultad a la hora de controlarla. Esta enfermedad fue diagnosticada por primera vez en Italia (Ruggieri, 1946), mientras que en España fue observada inicialmente en 1975 (Caballero et al., 1980).

La Verticilosis ha sido detectada en casi todas las regiones donde se cultiva el olivo, causando serias pérdidas a los agricultores, a las compañías de viveros y a la industria del olivo en general (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011). La principal característica de esta enfermedad es su dificultad de control, debido a la prolongada supervivencia del hongo en el suelo y a su localización en el xilema de la planta, resultando inaccesible para la mayoría de los tratamientos. De hecho, el método de control más efectivo es el empleo de variedades con cierto nivel de resistencia al patógeno, siendo la solución más económica y respetuosa con el medio ambiente (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011). Su importancia ha aumentado en los últimos años, y a ello ha contribuido el establecimiento de nuevos olivos portadores del patógeno, la expansión e intensificación del cultivo, y la plantación en suelos infestados.

## 4.1 Etiología

### 4.1.1 Nomenclatura, taxonomía y morfología

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Subclase: Hypocreomycetidae

Orden: Glomerellales

Familia: Plectosphaerellaceae

Género: *Verticillium*

Especie: *V. dahliae*

Mucha confusión ha rodeado la identidad y la denominación de las especies de *Verticillium* que inducen el marchitamiento. Reinke y Berthold (1879) describieron el hongo *V. albo-atrum* que causa el marchitamiento de la papa y que posee un micelio de color marrón oscuro a negro. En 1913, Klebahn aisló un hongo de una dalia marchita que difería de *V. albo-atrum*, formando esclerocios verdaderos por septación irregular en direcciones transversales y longitudinales en tres planos con células que luego se oscurecieron. Este hongo fue llamado *V. dahliae* y la diferencia de temperatura para el crecimiento y la supervivencia de los micelios y microesclerocios en reposo, constituyen el carácter más importante para la separación de *V. albo-atrum* y *V. dahliae* en especies biológicamente distintas (Pegg y Brady, 2002).

Las especies pertenecientes a este género conforman un grupo altamente heterogéneo, contando con saprófitos y con patógenos de plantas, insectos, nematodos y otros hongos, resultando muchas de ellas de gran importancia en agricultura. El agente causal de la Verticilosis es un hongo polífago, hemibiotrofo, para el que no se ha identificado hasta la fecha el estado sexual (Pegg y Brady, 2002). Este hongo presenta conidioforos hialinos abundantes, más o menos erectos, que acaban en una serie de ramificaciones con un patrón verticilado (Figura 7), característico del género, con 3-4 fiálidas en cada nodo. Las fiálidas tienen forma de botella que se alargan en su extremo superior desde donde se van desprendiendo sucesivamente los conidios. Los conidios son elipsoidales o subcilíndricos, hialinos, y con un tamaño entre 2,5-8 x 1,4-3,2  $\mu\text{m}$ ; son principalmente simples, pero ocasionalmente pueden presentar un septo. El hongo *V. dahliae* produce esclerocios microscópicos, denominado microesclerocios (Figura 8), que son estructuras globosas de consistencia generalmente dura que cumplen la función de cuerpos de resistencia en condiciones desfavorables, y que germinan en condiciones favorables (Pegg y Brady, 2002).

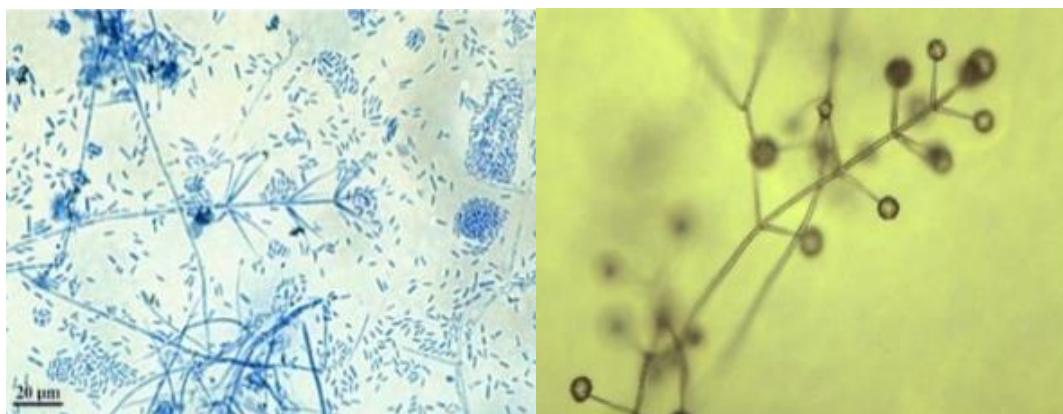


Figura 7. Estructuras de reproducción asexual (conidioforos y conidios).  
Disponibile en <https://www.slideshare.net/adrianasandon/ya-libro-hongos-entomopatogenos>.

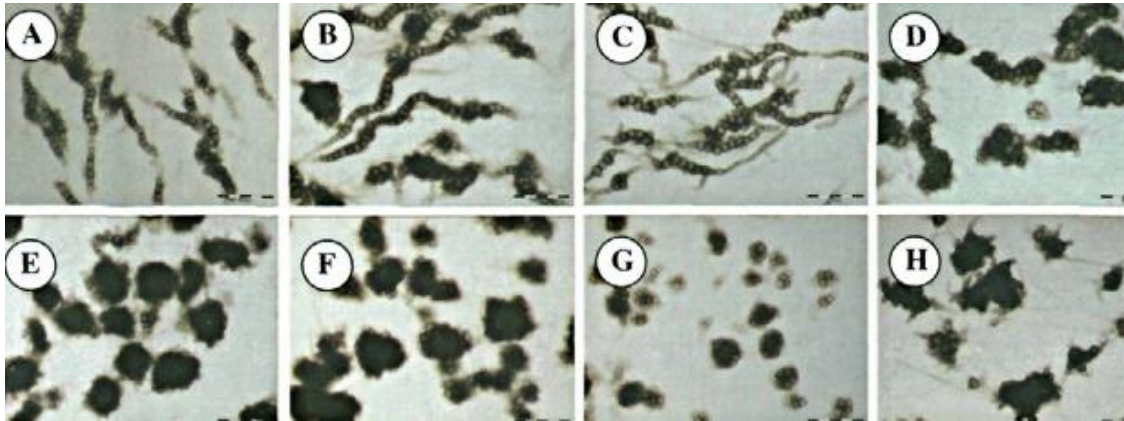


Figura 8. Estructura de resistencia de *V. dahliae* (microesclerocios) de forma alargada (A, B, C), ovalada (D), redondeada (E, F), esférica (G) y redondeadas o esféricas con proyecciones (H) (tamaño de barra de escala = 50  $\mu$ m) (López-Escudero, 2003).

#### 4.1.2 Rango de hospedantes

*V. dahliae* es un hongo polífago, generalmente asociado a plantas dicotiledóneas, capaz de causar infección en un gran número de especies herbáceas y leñosas, siendo un mismo aislado capaz de infectar, en determinadas ocasiones, diversas especies vegetales. Sin embargo, en algunos casos existe especialización de los aislados de *V. dahliae*, como ocurre en pimiento o en algunos cultivares de tomate, en los que se han descrito distintas razas del patógeno (Pegg y Brady, 2002).

Dentro de la amplia gama de plantas hospedantes de *V. dahliae*, figuran malezas de hoja ancha, que permiten mantener su población en el suelo. Esto es particularmente importante en aquellos campos cultivados con especies herbáceas susceptibles, que al ser infectadas, aportan inóculo al suelo en forma de microesclerocios cuando los restos de cosecha son incorporados al suelo y descompuestos por la actividad microbiana (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011).

Entre las especies herbáceas susceptibles se encuentran, el algodón (*Gossypium hirsutum*), cártamo (*Carthamus tinctorius*), girasol (*Helianthus annuus*), remolacha (*Beta vulgaris*) y diversas hortícolas (por ej. berenjena, papa, pimiento y tomate). Entre las especies leñosas, además del olivo, árboles frutales como el almendro, damasco, cerezo y ciruelo (*Prunus spp.*), café (*Coffea arabica*), palta (*Persea americana*), pistachero (*Pistacia vera*), duraznero (*Prunus persica*), cacao (*Theobroma cacao*), y especies de interés forestal, como arce (*Acer spp.*), castaño (*Castanea sativa*), fresno (*Fraxinus spp.*) u olmo (*Ulmus spp.*) son huéspedes de este patógeno (Pegg y Brady, 2002).

#### 4.1.3 Grupos de patogenicidad

Los aislados de *V. dahliae* se han clasificado según su virulencia en plantas de algodónero, como, patotipo defoliante (D) y no defoliante (ND), denominados así por el síndrome característico que producen en las plantas afectadas, y por la capacidad del defoliante de producir la muerte de ésta (Schnathorst y Mathre, 1966). Por un lado, el patotipo D es altamente virulento, causando síntomas severos, en cambio, el patotipo ND causa síntomas parecidos, aunque a unos niveles más moderados que el patotipo D. De hecho, algunos cultivares de olivos resistentes al patotipo ND se ven severamente afectados por el patotipo D (más virulento), y en ocasiones, los cultivares de olivo infectados por el patotipo ND pueden recuperarse de los síntomas y mostrarse como

árboles asintomáticos a pesar de estar infectados (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011).

## 4.2 Sintomatología y daños

La severidad de los síntomas de la Verticilosis depende en gran medida de la virulencia del patotipo de *V. dahliae* que infecte la planta.

El patotipo D causa síntomas severos que incluyen el decaimiento, clorosis, defoliación en verde, gran reducción del peso y crecimiento, e incluso la muerte del árbol (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011). El patotipo ND causa dos complejos de síntomas conocidos como apoplejía y decaimiento lento. En cualquier caso, en olivo los ataques de aislados defoliantes son muchos más severos que los producidos por aislados no defoliantes (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011).

La apoplejía (Figura 9) consiste en una muerte rápida de ramas o de la planta completa, que suele producirse durante el otoño o invierno. La prontitud en la aparición y la severidad de este síndrome, parece estar asociada a lluvias intensas en otoño y a temperaturas moderadas en otoño e invierno. El síntoma consiste en la necrosis regresiva y rápida de brotes, ramas principales y ramas secundarias, pudiendo causar la muerte del árbol. Se inicia con una pérdida del color verde intenso típico del olivo, adquiriendo una tonalidad marrón claro o pajiza, y las hojas se enrollan longitudinalmente hacia el envés (abarquillamiento) quedando adheridas a las ramas. En árboles jóvenes las plantas se defolian y con frecuencia el árbol muere; en cambio, en los adultos las hojas suelen quedar adheridas y raramente mueren las plantas.

El decaimiento lento (Figura 9) se caracteriza por la defoliación parcial de ramas, en donde las hojas pierden coloración y se caen antes de secarse, siendo en ocasiones una defoliación en verde muy intensa. Sin embargo, en ocasiones las hojas más jóvenes se secan sin llegar a caer. Estos síntomas se desarrollan principalmente durante la primavera, aunque también pueden ocurrir en verano, por lo que suelen ir acompañados del momificado de flores y menos frecuentemente de frutos, dependiendo del estado fenológico del árbol en el momento en el que tengan lugar los síntomas.



Figura 9. Síntomas de Verticilosis en olivos (variedad Picual). Síntoma de apoplejía (foto izquierda). Síntoma de decaimiento lento (foto derecha).

Ambos síndromes pueden aparecer en el mismo árbol y afectar parcial o totalmente a la planta, siendo esto último más frecuente en árboles jóvenes, mientras que los de más edad suelen mostrar una sintomatología parcial con unas ramas afectadas y otras asintomáticas.

En los tallos mediante un corte transversal, es posible observar el síntoma como una decoloración vascular o rayado de los tejidos conductores de agua. También puede observarse necrosis en la corteza de una rama, con una zona delimitada entre el tejido vivo y el tejido muerto. Este síntoma se presenta próximo a la obstrucción de los vasos por *V. dahliae*, pudiendo afectar a una rama o a toda una planta dependiendo del lugar de dicha obstrucción.

Generalmente no se produce la muerte de la raíz del árbol, aunque esto depende de la virulencia de los aislados presentes en el suelo, y de la densidad de inóculo del patógeno en éste, por ello en muchos casos se observa el rebrote del olivo afectado, aunque en años siguientes pueda manifestar de nuevo la enfermedad. En el campo la enfermedad suele aparecer en los primeros años de la plantación, siendo muy probable que la expresión temprana de síntomas, esté relacionada con la ocurrencia de lluvias abundantes en otoño y temperaturas moderadas durante el otoño e invierno (Blanco-López y Jiménez-Díaz, 1995).

## 4.4 Epidemiología

### 4.4.1. Densidad y potencial de inóculo

*Verticillium dahliae* es un patógeno monocíclico, por lo que el desarrollo de la enfermedad que se produce anualmente, está relacionado con la densidad de inóculo disponible en el suelo al comienzo de la estación de crecimiento, y en menor medida, con la tasa de infección. La densidad de inóculo expresa la cantidad de microesclerocios existentes por unidad de peso o volumen de suelo. La tasa de infección se define como la eficiencia con que el inóculo establece la infección y causa enfermedad, y está determinada por varios factores dependientes del huésped (nivel de susceptibilidad, edad, nutrición, etc.), del patógeno (virulencia) y del ambiente (temperatura del aire, humedad, tipo de suelo, etc.) (Blanco-López y Jiménez-Díaz, 1995). En cultivos herbáceos puede predecirse el riesgo de enfermedad conociendo la densidad de inóculo en el suelo antes de la siembra. En el caso del olivo se ha demostrado también que la incidencia y severidad de la enfermedad, se incrementan al aumentar la densidad de inóculo de *V. dahliae* en el suelo (López-Escudero y Blanco-López, 2007). El potencial de inóculo puede aumentar, tanto por los cultivos huéspedes anuales, como las malezas. Se ha constatado que la mayor incidencia de enfermedad, ocurre en olivares establecidos en suelos previamente cultivados con plantas susceptibles (Blanco-López et al., 1984).

En estudios llevados a cabo en olivares tradicionales e intensivos, se ha puesto de manifiesto que es mayor la incidencia de esta enfermedad cuando se trata de olivares bajo riego. El riego parece favorecer las actividades de multiplicación e infección del patógeno en olivo (López-Escudero y Blanco-López, 2005), y se ha demostrado su importante papel en la dispersión y distribución a grandes distancias de sus estructuras infectivas en zonas de cultivo de olivar pertenecientes a comunidades de regantes (Moraño-Moreno et al., 2008). Por todo ello, el manejo del riego es una práctica fundamental para no agravar los problemas ocasionados por este patógeno.

#### 4.4.2 Herramientas de diagnóstico

Existen distintos métodos para determinar la presencia de *V. dahliae* en tejidos vegetales. El método **tradicional** (aislamiento del hongo en medio de cultivo). Este método posee como desventajas la demora de semanas para tener un resultado y la ocurrencia de falsos negativos (plantas enfermas que en la placa dan negativas). Otras alternativas son el **test de ELISA**, que utiliza anticuerpos específicos, y **análisis moleculares basados en ADN**. Estos últimos no solo ofrecen la posibilidad de detección temprana del patógeno, sino que también permiten la identificación de los patotipos defoliante y no-defoliante y la detección del hongo, aunque se encuentre presente en poca cantidad.

#### 4.4.3 Ciclo de la enfermedad

El hongo *V. dahliae* puede sobrevivir tanto en el suelo o sobre restos de plantas afectadas, bajo las formas de **micelio y conidios** (de persistencia breve), o en forma de **microesclerocios** (muy persistentes, de 12 a 15 años). La principal forma de supervivencia del hongo en el suelo es como microesclerocios, y estos se encuentran principalmente en la capa arable.

Los medios de diseminación del hongo son varios, entre estos encontramos a través del agua de riego, hojas, restos leñosos de poda, plantines infectados sin síntomas, suelo, estiércol de oveja, desplazamiento de suelo infestado mediante aperos, maquinaria, vehículos, calzados, entre otros.

Los microesclerocios existentes en el suelo, germinan produciendo hifas que penetran en las raíces de la planta, hasta alcanzar el sistema vascular (Figura 10). También es posible que la enfermedad se inicie a partir de plantines infectados que son llevados al campo de forma inadvertida, desde el lugar de producción, ya que *V. dahliae* puede causar infecciones asintomáticas en las plantas.

Los exudados radiculares del olivo estimulan la germinación de los microesclerocios, y una vez que germinan, este micelio puede entrar a través de raicillas intactas (**penetración directa**), a través de las zonas de nacimiento de las raíces laterales, o a través de las heridas producidas por nematodos o prácticas culturales (**penetración por heridas**). Las labores facilitan la distribución del patógeno y causan heridas radiculares que pueden favorecer la penetración (Barranco et al., 2001).

La colonización del hongo avanza **inter o intracelularmente** a través de la epidermis, córtex y endodermis, y alcanza el tejido xilemático sin causar daños claros en la raíz. En el xilema, se produce crecimiento micelial y formación de conidios, que son transportados con la savia ascendente y forman nuevas colonias del hongo, avanzando este a lo largo del tallo y peciolos. Una vez dentro del sistema vascular, el hongo bloquea los tejidos conductores del agua e impide el movimiento de la misma, provocando la marchitez de los tejidos. Cuando los síntomas alcanzan cierta severidad comienza la formación de microesclerocios, primero en el xilema y después en el resto de los tejidos. Al defoliarse las plantas enfermas y descomponerse las hojas en el suelo, se forman los microesclerocios que quedan disponibles para reiniciar un nuevo ciclo de infección (Hiemstra y Harris, 1998).





Figura 10: Ciclo biológico de la Verticilosis (Hiemstra y Harris, 1998).

#### 4.4.4 Condiciones predisponentes

Conociendo los tres factores que se necesitan para que ocurra la infección del patógeno en la planta (Figura 11), para poder reducir el porcentaje de incidencia de la enfermedad en la zona, es necesario tener en cuenta, las condiciones ambientales predisponentes del hongo *V. dahliae*, la utilización de variedades no susceptibles o resistentes a la infección, y tomar medidas para evitar la presencia del patógeno en el lugar o en el material a implantar.

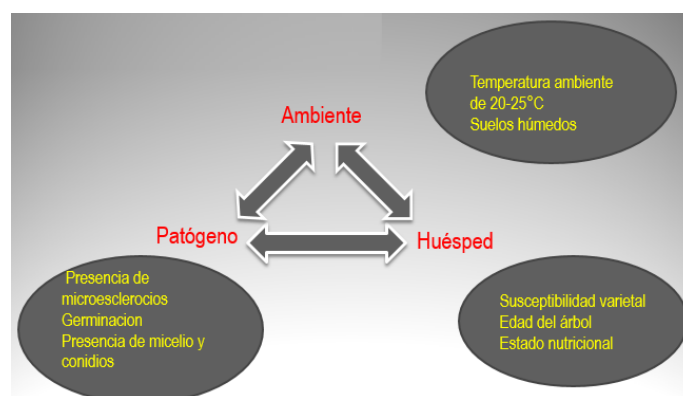


Figura 11. La figura muestra los tres factores que deben coincidir en tiempo y espacio para que se establezca la infección en el olivo.

Como se mencionó anteriormente, el nivel de **humedad** del suelo es uno de los factores ambientales que parece influir sobre el desarrollo de la Verticilosis. Por otro lado, el incremento de la incidencia y severidad de los síntomas en regímenes de mayor humedad

en el suelo, se puede deber a un mayor crecimiento radical en el perfil del suelo, lo que puede incrementar la probabilidad de contacto de las raíces con el patógeno (López-Escudero y Blanco López, 2005). Asimismo, se ha comprobado que los propágulos infectivos del patógeno son capaces de dispersarse en el agua de riego, y pueden sobrevivir en los sedimentos y partículas en suspensión del agua empleada en el sistema de fertirrigación de parcelas infestadas, alcanzando las estaciones de bombeo y llegando a otras parcelas que no estaban inicialmente infestadas (García-Cabello et al., 2012). Otros experimentos han demostrado también que los riegos con frecuencias diarias, favorecen significativamente el desarrollo de la enfermedad respecto a riegos semanales, quincenales o deficitarios (Pérez-Rodríguez et al., 2014). Otro factor ambiental que influye en el desarrollo de la marchitez causada por *V. dahliae* es la **temperatura**. En olivo la severidad de los síntomas se ve favorecida por temperaturas moderadas, entre 21-25°C, mientras que temperaturas superiores a 30°C pueden inhibir la expresión de síntomas. Se ha observado que temperaturas diurnas de 20-24°C y nocturnas de 18-20°C en cámara de ambiente controlado, favorecen el desarrollo de la enfermedad en plantas de olivo inoculadas artificialmente (López-Escudero et al., 2004). En el suelo existen diversos factores que de manera combinada influyen en la resistencia o susceptibilidad a esta enfermedad. Por ejemplo, **pH** ácidos en el suelo (inferiores a 5,5), inhiben tanto el crecimiento del patógeno como la producción y supervivencia de los microesclerocios que se encuentran en el suelo (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011). A su vez, el contenido de determinados **macronutrientes** como son el Ca (a menor cantidad, menor severidad de la enfermedad), K o Mg (a mayor cantidad, menor severidad de síntomas), influye en la severidad final de la enfermedad (Pegg y Brady, 2002). Por otro lado, en **suelos salinos** se ha observado un incremento de la incidencia y severidad de la enfermedad en las marchiteces vasculares de papa, tomate y alfalfa (Pegg y Brady, 2002). Por último, el **tipo de suelo** donde se establecen las plantaciones de olivo influye en la resistencia o susceptibilidad de éstos a la verticilosis (Lopez-Escudero et al., 2010). De hecho, se observó que la incidencia de la enfermedad fue significativamente más baja (media del 12,9%) en plantaciones de olivo establecidas en suelos tipo Alfisol, respecto a aquellas emplazadas en suelos tipo Entisol, Inceptisol o Vertisol (clasificación USDA) (López-Escudero et al., 2010). Finalmente, también se ha comprobado la interacción de *V. dahliae* con microorganismos patógenos y otros organismos del suelo. Uno de los casos es la interacción de *V. dahliae*/*Phytophthora spp.*, ambos patógenos de suelo y de olivo, que pueden coexistir en las plantaciones e infectar al mismo árbol (Sánchez-Alcalá, 2005). En estos casos se ha observado que puede ocurrir un efecto sinérgico que favorezca el desarrollo de una o ambas enfermedades. De hecho, se ha mencionado la posibilidad de que las infecciones causadas por *Phytophthora spp.* puedan causar un cambio en el nivel de resistencia del olivo a *V. dahliae*, incrementando la susceptibilidad a este segundo patógeno (Sánchez-Alcalá, 2005). Por otro lado, los nematodos como *Meloidogyne javanica* pueden causar daños mayores al olivo en el caso de que haya infestación con *V. dahliae* en el suelo. En experimentos *in vitro* con semillas inoculadas, tanto con *V. dahliae* como con *M. javanica*, se observó que se producía interacción entre ambos cuando se inoculaban de manera conjunta, detectándose un menor crecimiento en estas plantas respecto a aquellas inoculadas con uno u otro patógeno (Rufo, 2017).



## 5. Caracterización de la zona de estudio

### 5.1 Región sudoeste bonaerense

La zona de estudio fue la región del sudoeste bonaerense (SOB), que comprende 20 partidos (Figura 12). El límite sur es el partido de Patagones, al este el partido de San Cayetano, al oeste el partido de Adolfo Alsina y al norte el partido de General Lamadrid, Laprida y González Chaves.

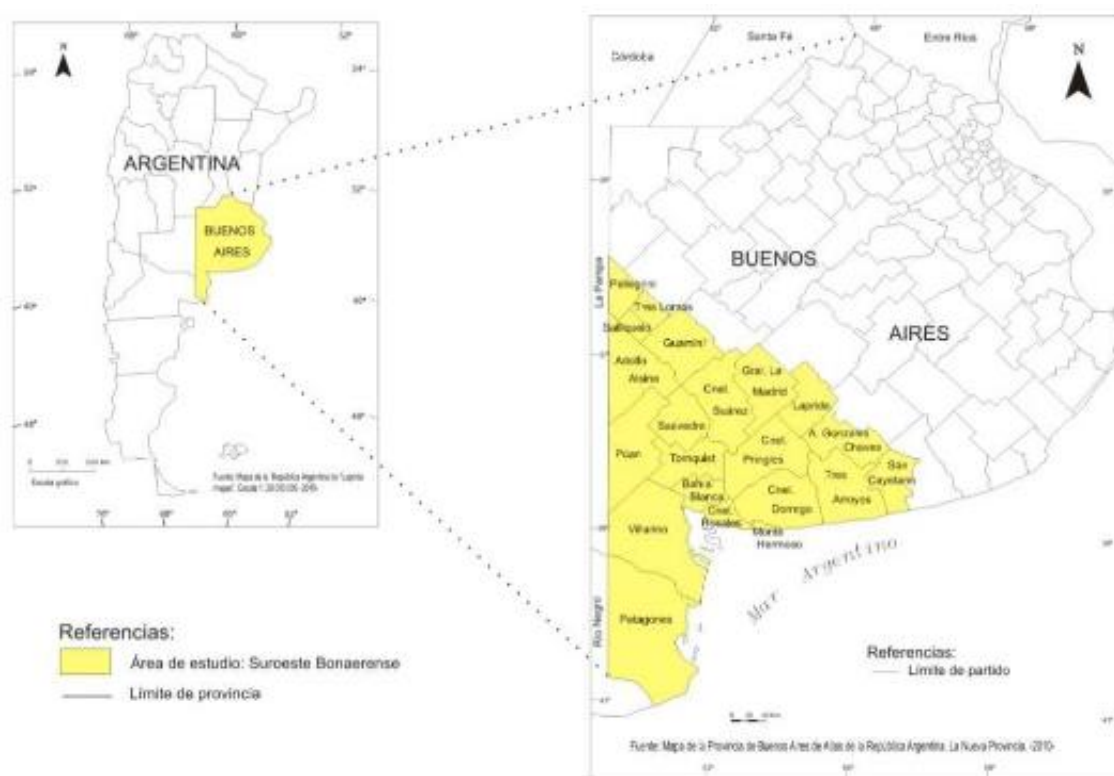


Figura 12. Partidos del sudoeste bonaerense.

Fuente: Atlas de la República Argentina. La Nueva Provincia -2010.

En cuanto al proceso de gestación y desarrollo de la actividad olivícola en la región del SOB, los acontecimientos más relevantes son los que se mencionan a continuación. Los primeros olivos fueron traídos por las familias inmigrantes españolas e italianas, que tenían plantas en sus patios para autoconsumo. Para 1943, unos 2500 ejemplares del productor Martín Dithurbide estaban produciendo aceitunas, y para septiembre del mismo año, ya se exhibían en las vidrieras de la popular firma Gath & Chaves en la ciudad de Bahía Blanca bajo la marca Imán, parte de los resultados de los primeros ensayos de la fabricación artesanal de aceite de oliva de su emprendimiento. El éxito de su producto motivó la apertura en 1948, de la primera fábrica de aceite de oliva en la provincia de Buenos Aires, empresa que desapareció tras la muerte de su fundador. La mayor implantación de olivos por esos años -unas 8000 hectáreas de campo- se llevó a cabo entre 1945 y 1948, a partir de gestiones de Juan Duarte en el partido de Coronel Dorrego. Algunos años después, el campo fue subdividido por razones de índole política y económica y esos olivos fueron en su mayoría abandonados. El clima de la región SOB,

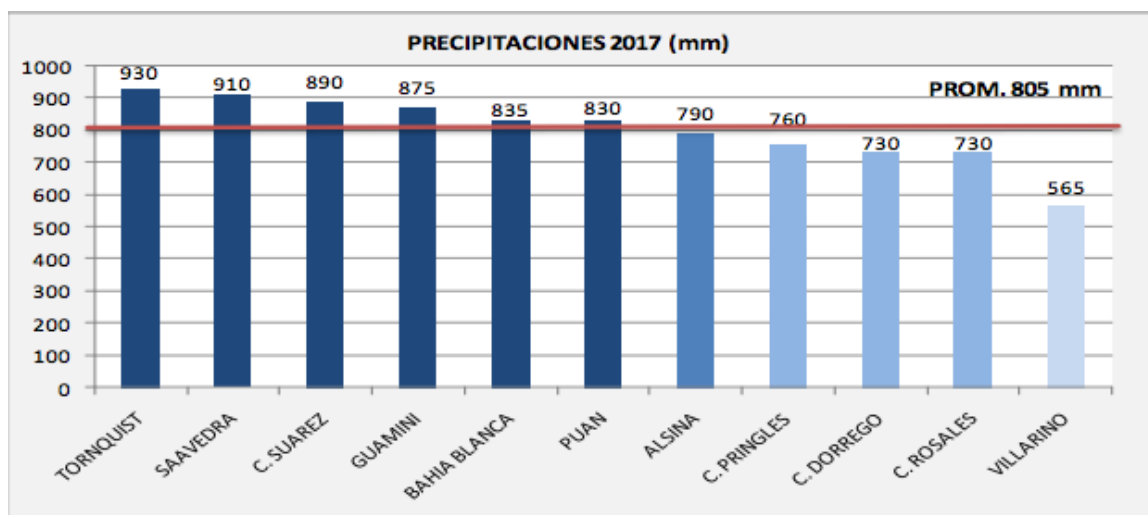
la revalorización de los aspectos saludables del aceite de oliva, el alza de los precios internacionales entre 2003 y 2007, el arancel a las importaciones impuesto en el año 1998, entre otras causas, generó un escenario que motivó a recuperar los montes implantados en los años '40 y expandir los horizontes productivos. Es así que se pasó de 185.000 plantas en producción en 1999 a 246.580 en el año 2007 (Picardi et al., 2011).

Se consolidó así el proceso de formación de un clúster olivícola. Dicha Región posee características agroecológicas, climáticas y de expertise que favorecen la obtención de un aceite de oliva de excelente calidad, que cumple con los requisitos internacionales del COI (consejo oleico internacional). Se trata de una alternativa productiva muy importante, que puede completarse con los cultivos tradicionales y la ganadería.

## 5.2 Condiciones climáticas

El invierno en el SOB es bastante frío, y permite una alternancia importante de temperaturas, lo que beneficia a las plantaciones, porque permite una maduración lenta de los frutos. La amplitud térmica y la acumulación de horas-frío permiten obtener un aceite con alto contenido oleico y alta concentración de fenoles. En cuanto a la calidad del producto, la temperatura es un determinante fundamental y favorable en el caso de la región. Según Gonzalez y col. (2016), los aceites del SOB son los de mayor contenido de oleicos de las principales zonas productoras de la Argentina.

En los siguientes gráficos, se puede observar como varia la precipitación en los distintos partidos de la región SOB.



Fuente: REM- BCP

Figura 13. Precipitaciones en el año 2017 en los partidos del SOB.

Fuente: Red de Estaciones Meteorológicas de la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca.

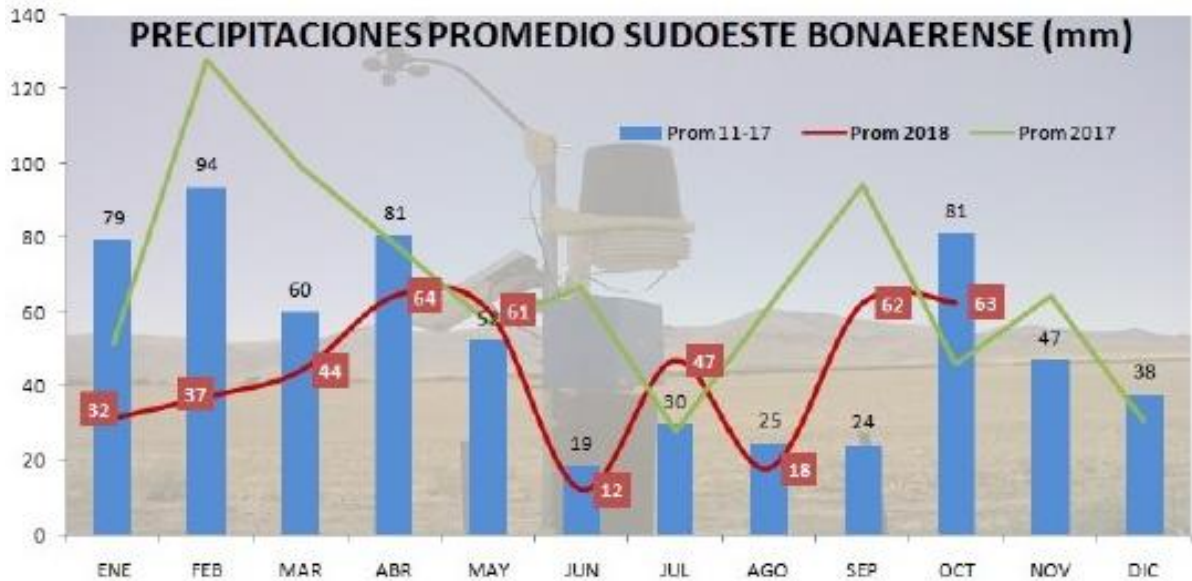


Figura 14. Variación mensual de las precipitaciones en los partidos del SOB.  
 Fuente: Red de Estaciones Meteorológicas de la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca.

En la figura 15 se puede observar como varían, mes a mes durante un año, las Temperaturas máximas y mínimas promedio en el partido de Coronel Dorrego.

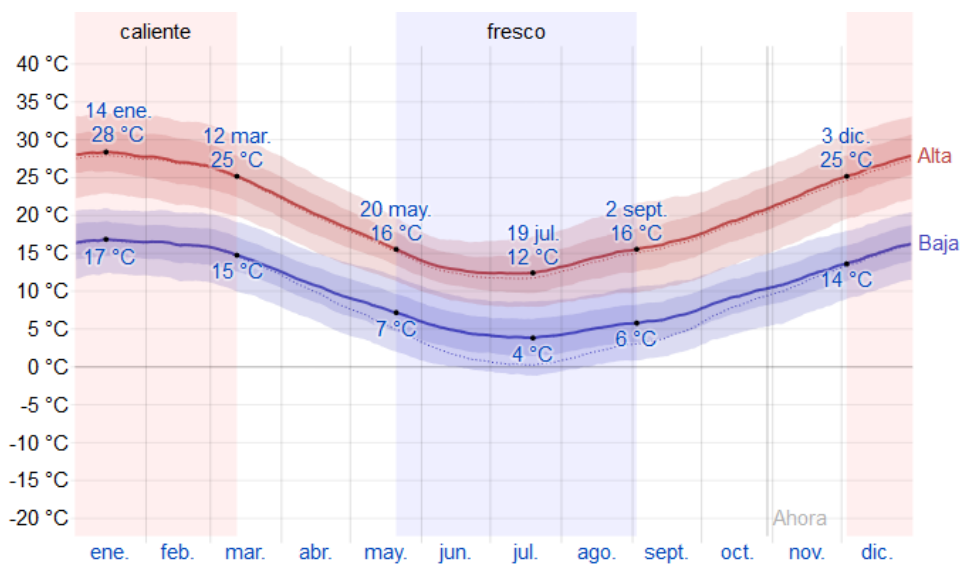


Figura 15. Temperatura máxima (línea roja) y mínima (línea azul) promedio mensual durante un año. Disponible en <https://es.weatherspark.com/y/28564/Clima-promedio-en-Coronel-Dorrego-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

## Objetivo

Dada la importancia de la enfermedad en el olivar, su difícil control y la magnitud de la actividad olivícola en la región del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, el objetivo del presente trabajo fue hacer un relevamiento de la incidencia de la Verticilosis en la región.

## Materiales y métodos

### 1. Sitios de estudio

Las fincas visitadas fueron once, y estas se encuentran bien distribuidas en la zona del sudoeste bonaerense de la provincia de Buenos Aires. La ubicación de las mismas y el partido al cual corresponden se describen en el siguiente cuadro:

<b>Finca</b>	<b>Partido</b>	<b>Coordenada Sur</b>	<b>Coordenada Oeste</b>
“Agroliva sa”	Coronel Dorrego	-38,833318	-61,105955
“La Soberana”	Coronel Dorrego	-38,797235	-61,429810
“Rumaroli”	Coronel Dorrego	-38,726813	-61,247961
“La Comarca”	Coronel Dorrego	-38,713273	-61,255833
“Las Mostazas”	Coronel Dorrego	-38,754798	-61,332798
“Finca Clementina”	Coronel Rosales	-38,806634	-62,085721
“CSyOP olivos”	Puán	-37,529684	-62,768559
“Sabor Pampeano”	Villarino	-39,289318	-62,620973
“Olio Pampa”	Coronel Dorrego	-38,791727	-61,152544
“Biolive sa”	Coronel Dorrego	-38,640291	-60,809030
“Doña Mirta”	Bahía Blanca	-38,568717	-61,989274

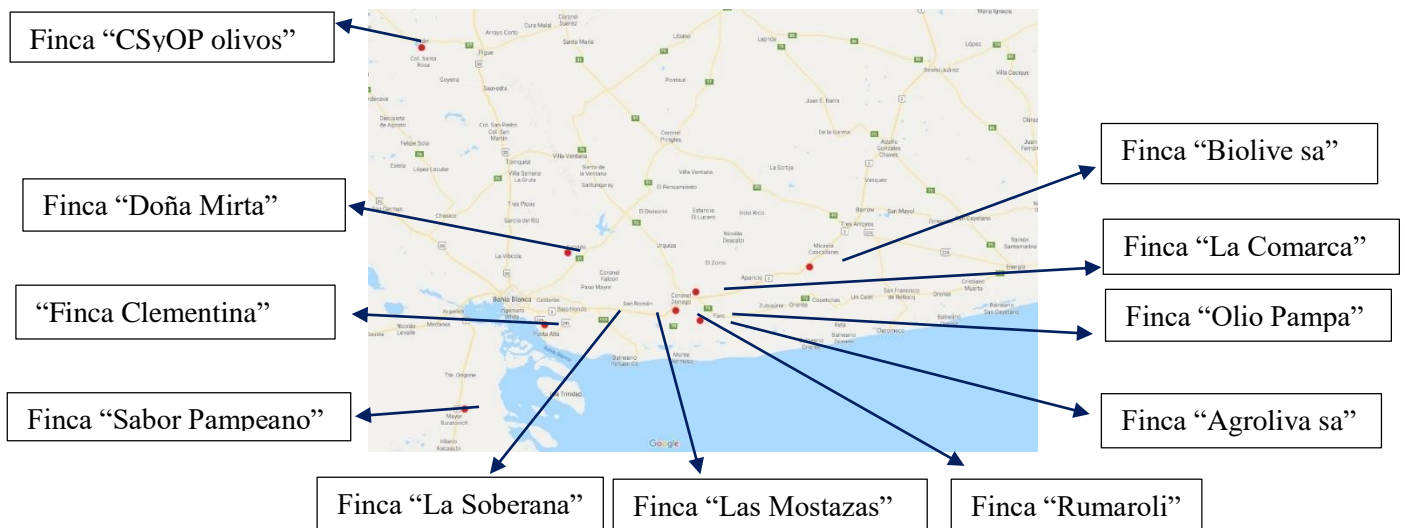


Figura 16. Fincas visitadas en la región del sudoeste de la provincia de Buenos Aires.

## 2. Trabajo de campo

El trabajo consistió en tomar muestras de olivos de distintos establecimientos productivos en la zona del SOB, y entrevistar a los productores quienes nos señalaron las plantas que presentaban síntomas y además nos brindaron información acerca de la historia del lote, procedencia de las variedades, años del olivar, variedades implantadas y tipo de riego. Estas recorridas se hicieron en primavera u otoño, principalmente durante los meses de Octubre/Noviembre y Marzo/Abril respectivamente. Durante estos meses la temperatura ambiente promedio ronda los 25°C, temperatura propicia para la actividad del hongo *V. dahliae*.

En estas recorridas se buscaron aquellas plantas que presentaban síntomas similares a los provocados por el hongo *V. dahliae*. Por planta sintomática se tomaron entre dos y tres muestras, y estas se realizaron de las ramas con síntomas. Estas muestras se rotularon con fecha, variedad, identificación o ubicación de la planta y nombre del establecimiento o nombre del productor.

De estas plantas se buscó tomar la muestra lo más chica posible con el fin de provocar el menor daño posible a la planta. Dicha muestra se buscó de los lugares en donde existía una zona de transición entre el tejido vivo (verde) y el tejido muerto (pardo), ya que es el lugar en donde las probabilidades de encontrar al patógeno aumentan. Estas muestras además de tallo podían o no contener hojas, flores o frutos, y por planta sintomáticas se tomaron alrededor de tres muestras. Entre muestras se desinfectaron las herramientas utilizadas con Hipoclorito de Sodio (solución al 25% de lavandina comercial) para impedir cualquier tipo de contaminación cruzada ya sea entre plantas o entre muestras.

Las fotos de la figura 20 muestran dicha zona de transición, y por medio de cortes transversales del tallo, se pudo observar la necrosis del tejido o la tinción de los vasos xilemáticos, siendo este último un síntoma característico de la enfermedad Verticilosis.





Figura 20. Síntomas de Verticilosis en tallo.

Con el objetivo de hacer un diagnóstico de las plantas muestreadas a campo, estas fueron llevadas al laboratorio de Fitopatología del Departamento de Agronomía de la UNS, donde se realizaron las tareas de aislamiento.

En aquellos casos en donde el procesamiento de las muestras no fue inmediato, el material extraído se mantuvo en la cámara de refrigeración del laboratorio, con el fin de evitar el deterioro de la muestra.

### 3. Trabajo de laboratorio

Dada la inespecificidad de los síntomas, especialmente en el caso de apoplejía, el diagnóstico de la enfermedad necesita ser confirmado mediante el aislamiento e identificación del patógeno. Debido a esto las muestras que se tomaron a campo, fueron llevadas al laboratorio de Fitopatología del departamento de Agronomía de la UNS, donde se realizó el aislamiento, la incubación y el diagnóstico de las muestras tomadas a campo.

#### 3.1 Diagnóstico

El diagnóstico de la enfermedad se basó en la combinación de las observaciones en el campo y en el laboratorio.

### 3.1.1 Método tradicional (aislamiento del hongo en medio de cultivo)

El diagnóstico tradicional, se basa en la combinación de las observaciones de los síntomas vistos en la planta, y las características del micelio, la fructificación del patógeno o la formación de sus estructuras de resistencia observadas en las cajas de Petri y tubos de ensayos con la ayuda del uso de microscopio y lupa. Para ello, previo al diagnóstico se llevó a cabo el aislamiento, para lograr el crecimiento del patógeno. Las características claves que me permitieron identificar a *V. dahliae* durante la incubación, fue el crecimiento del micelio blanco y denso. Luego de un tiempo más de incubación, posteriormente al crecimiento de este micelio, observe la formación de una gran cantidad de cuerpos oscuros muy pequeños, de formas variadas pero que se asemejaban a cuerpos globosos, los cuales correspondían a los microesclerocios.

### 3.1.2 Otras herramientas de diagnóstico

Para analizar otros test alternativos, muestras de plantas sintomáticas fueron analizadas en simultáneo por aislamiento en el Laboratorio de Fitopatología, y por técnicas moleculares en colaboración con el Laboratorio de Biotecnología Vegetal (Dras. Alicia Carrea, Daniela Soresi y Marina Díaz). En este último caso se analizaron por **PCR** utilizando el protocolo descrito por Mercado-Blanco y colaboradores (2003). Brevemente, el protocolo consta de dos amplificaciones sucesivas con iniciadores específicos. La primera utiliza los iniciadores DB19/DB22 y NDf/NDr que producen una banda de 539 pb en el caso de la cepa defoliante y dos bandas de 523 pb y 1410 pb en el caso de la cepa no-defoliante. A continuación, este producto de amplificación se utiliza como molde de la segunda PCR con la combinación de iniciadores INTND2r/INTND2f y DB19/espdef01, que generan una banda de 334 pb en la cepa defoliante y un fragmento de 824 pb en la no-defoliante. Se utilizaron como control micelio de la cepa defoliante (gentileza del Instituto de Patología Vegetal, INTA, Córdoba) y no-defoliante (Cátedra de Fitopatología). Se observaron además amplificaciones inespecíficas que deberán ser eliminadas con ajustes de la temperatura y cantidad de ADN.

## 3.2 Aislamiento del patógeno en medios de cultivo artificiales

El aislamiento del patógeno se llevó a cabo en el laboratorio, y consistió en el crecimiento del mismo a partir del tejido enfermo sobre un medio de cultivo, con el fin de poder identificarlo mediante su observación y el estudio de sus características.

Las muestras que fueron tomadas de plantas sintomáticas en el campo, en su mayoría fueron muestras chicas, y de estas se separaron porciones de tallos de unos 2 a 3 cm, que incluían la zona de transición como se mencionó anteriormente, ya que es ahí donde hay una mayor probabilidad de encontrar al patógeno. Estas muestras antes de llevarlas al flujo laminar, se lavaron con abundante agua corriente para remover cualquier tipo de residuos y posibles microorganismos que se podían encontrar externamente en la misma. Luego de lavarlas, se desinfectaron superficialmente con Hipoclorito de Sodio (solución al 25% de lavandina comercial) para eliminar cualquier microorganismo que pudiera actuar como contaminante a la hora de hacer los aislados.

Para la preparación de las muestras, primeramente se cortaron los tallos en forma longitudinal, haciendo cortes cada vez más profundos, desde la corteza hacia los vasos

xilemáticos. Estos trozos de tejido se descartaron, pero una vez que se llegó a la zona del xilema, se tomaron pequeños cortes de aproximadamente 2 a 3 mm de esta zona, debido a que el hongo se localiza en dichos vasos. Luego se colocaron estas muestras en el medio de cultivo (agar agua o agar papa). Algo que se debe mencionar, es que el aislamiento se realizó en el flujo laminar, con todas las medidas asépticas necesarias y utilizando el mechero para esterilizar el instrumental (pinzas y bisturí).

Con el fin de obtener cultivos puros, parte del aislamiento estuvo dado por la técnica de repique. Esta técnica consistió en tomar con un ansa estéril, una porción de la colonia que podía ser del posible patógeno buscado, *V. dahliae*. Alrededor de estas colonias que se encontraban en las cajas de Petri luego de haber sido incubadas, se tomó una porción de micelio con el ansa, y este micelio se usó para llevar a cabo el repique. Esta técnica se realizó una semana y media después de iniciada la incubación de las cajas de Petri, ya que es el momento donde se aprecia el crecimiento de las colonias de hongos a partir de los tejidos, pero no lo suficientemente como para que haya una superposición entre ellas. Para ello, se procedió a tomar tubos de ensayos previamente esterilizados, los cuales contenían agar-papa (APG) en “pico de flauta”, y en estos se realizó el aislamiento con la colonia de interés. El repique se llevó a cabo bajo las mismas condiciones asépticas, y bajo las mismas condiciones de incubación que las utilizadas para el aislamiento en las cajas de Petri, y me permitió aislar el patógeno que quería estudiar en forma “pura”, de todos los posibles patógenos que crecieron en la misma junto con *Verticillium*.

Las cajas de Petri y los tubos de ensayos fueron rotulados con el nombre del productor, número o ubicación de la planta, y fecha de realización del aislamiento tal como se muestra en la figura 18. Esta rotulación, es muy importante, ya que me permitió asociar los resultados del aislamiento con la planta que presentaba los síntomas.

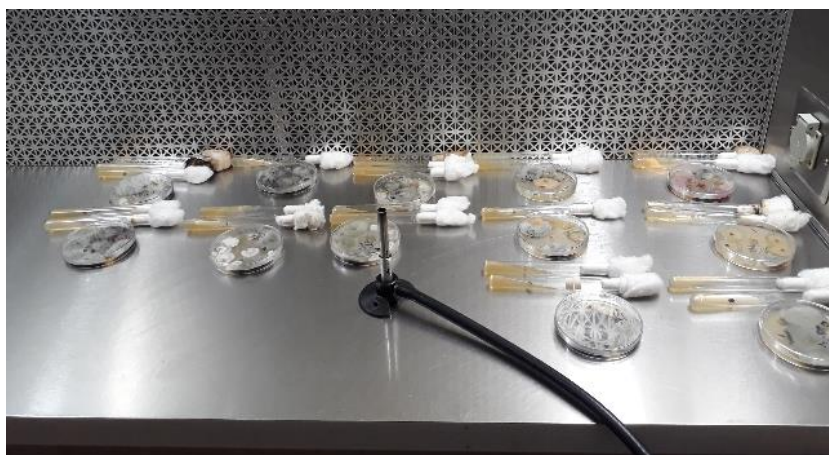


Figura 17. Cajas de Petri incubadas, con sus respectivos tubos de ensayo que se utilizaron para hacer el repique en el flujo laminar.



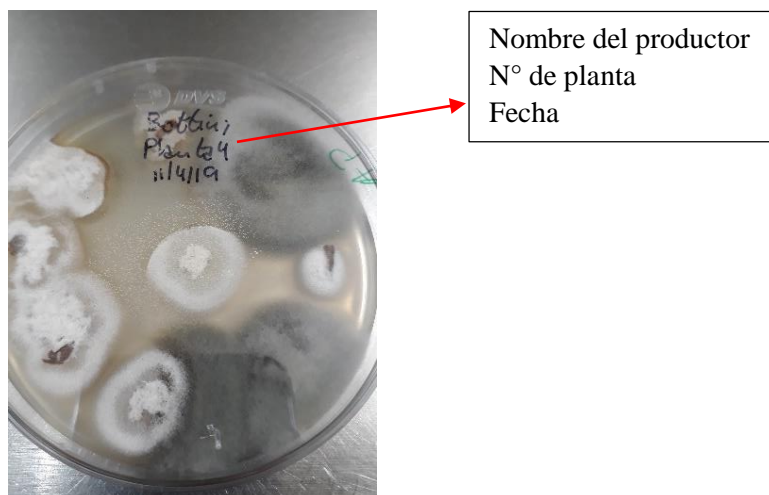


Figura 18. Caja de Petri luego de la incubación a 25 °C durante 1 semana y media, con su correspondiente rotulo.

### 3.2.1 Medios de cultivo utilizados

Los medios de cultivo utilizados en el aislamiento fueron dos, agar-agua y agar-papa, y en algunos casos se les agregaron 2 gotas de ácido láctico en 15 ml de medio de cultivo, o bactericida como el sulfato de estreptomicina con una concentración de 27 mg en 500 ml de agua para evitar el desarrollo de bacterias a partir del material vegetal.

### 3.2.2 Agar agua (AA)

Suele utilizarse para cuando se sospecha de la presencia de una alta cantidad de bacterias, ya que en este medio los hongos compiten mejor. La preparación de este consiste en agregar el agar al agua destilada, y luego se esteriliza en autoclave formándose una solución homogénea y lista para volcar en las cajas de Petri. Este agar fundido y esterilizado se puede volcar directamente en las cajas de Petri una vez esterilizado, o se puede conservar por un tiempo en los Erlenmeyer correctamente tapados, para luego ser previamente fundido y luego utilizado.

#### **Componentes:**

Agar	17 g
Agua destilada	1000 ml

### 3.2.3 Agar papa glucosado (APG)

La preparación de este consiste en hervir porciones de papas en agua destilada hasta que estén blandas, luego se debe filtrar con una malla densa para obtener de esta manera solo el líquido. A este líquido se le agrega glucosa y el agar, y luego se lleva al autoclave donde se esteriliza.

#### **Componentes:**

Papas peladas	200 g
Dextrosa (glucosa)	20 g
Agar	17 g
Agua destilada	1000 ml

### 3.3 Incubación

Estas cajas antes de llevarlas a incubar, se envolvieron con papel film y se colocaron invertidas en un ambiente cuya temperatura era de 25°C, durante una semana y media que es el tiempo necesario de incubación. Cabe aclarar, que el papel film no permite que las cajas puedan ser contaminadas, y estas son dispuestas de esta manera, para evitar que el agua formada como producto de la condensación dentro de las mismas, entre en contacto con el agar y los aislados, ya que podría ser una posible fuente de contaminación.

Durante esta etapa fui observando el crecimiento del micelio a partir del tejido vegetal, utilizando la lupa para poder diferenciar tipos de micelios, tipo de crecimiento de estos micelios, formas, densidad y color de las colonias. Estas son características que se tuvieron en cuenta en el diagnóstico del patógeno. De estas colonias, se tomaron muestras muy pequeñas para hacer un repique en los tubos de ensayos, y luego se procedió a la incubación durante una semana y media bajo las mismas condiciones que se mencionaron anteriormente para lograr la incubación de las cajas de Petri.

## Resultados y Discusión

### 1. Sintomatología y daños

En los olivares recorridos se observaron plantas con síntomas que podían corresponder a los síntomas de Verticilosis mencionados anteriormente. Las plantas presentaban necrosis de brotes, tanto de ramas principales como de ramas secundarias; pérdida del color verde intenso típico del olivo, adquiriendo una tonalidad marrón claro o pajiza; las hojas enrolladas longitudinalmente hacia el envés (abarquillamiento), quedando en algunos casos adheridas a las ramas; arboles jóvenes defoliados, con rebrote basal; y defoliación parcial de ramas, en donde las hojas perdieron coloración y cayeron antes de secarse, ocurriendo una defoliación en verde muy intensa.



Figura 19. Síntomas de Verticilosis en plantas de olivo menores de 8 años.

En la figura 19 se muestran algunas de las plantas que fueron consideradas para tomar muestras y luego ser analizadas en el laboratorio.

## 2. Aislamientos

En seis establecimientos de los once visitados encontré plantas que presentaban síntomas muy similares a los provocados por Verticilosis, y de estos seis olivares se tomaron 38 muestras en total. De todas estas muestras llevadas al laboratorio, solo las muestras correspondientes a tres establecimientos dieron positivo al aislamiento de *Verticillium dahliae* (crecimiento de micelio y formación de microesclerocios). Estas fincas se encontraban ubicadas en Villa Arias (Partido de Coronel Rosales), Coronel Dorrego (Partido de Coronel Dorrego) y Mayor Buratovich (Partido de Villarino).

Una vez obtenidos los resultados de estos aislamientos, se dio aviso a los productores de los establecimientos cuyas respectivas muestras tomadas dieron positivas al aislamiento del hongo, para poder mantenerlos informados, y puedan comenzar un plan de erradicación de dicho patógeno.

En los aislamientos realizados en el laboratorio de fitopatología, se pudo observar, tanto en cajas de Petri con agar agua y agar papa como así también en tubos de ensayo con agar papa, el crecimiento de un micelio blanco, formado por el crecimiento de hifas y conidióforos que acaban en una serie de ramificaciones en forma verticilada, siendo esta una característica propia del género *Verticillium*. Posteriormente sobre este micelio blanco crecieron estructuras negras llamadas microesclerocios, tal como fue explicado anteriormente cuando hablaba del crecimiento del hongo durante las fases del ciclo biológico.

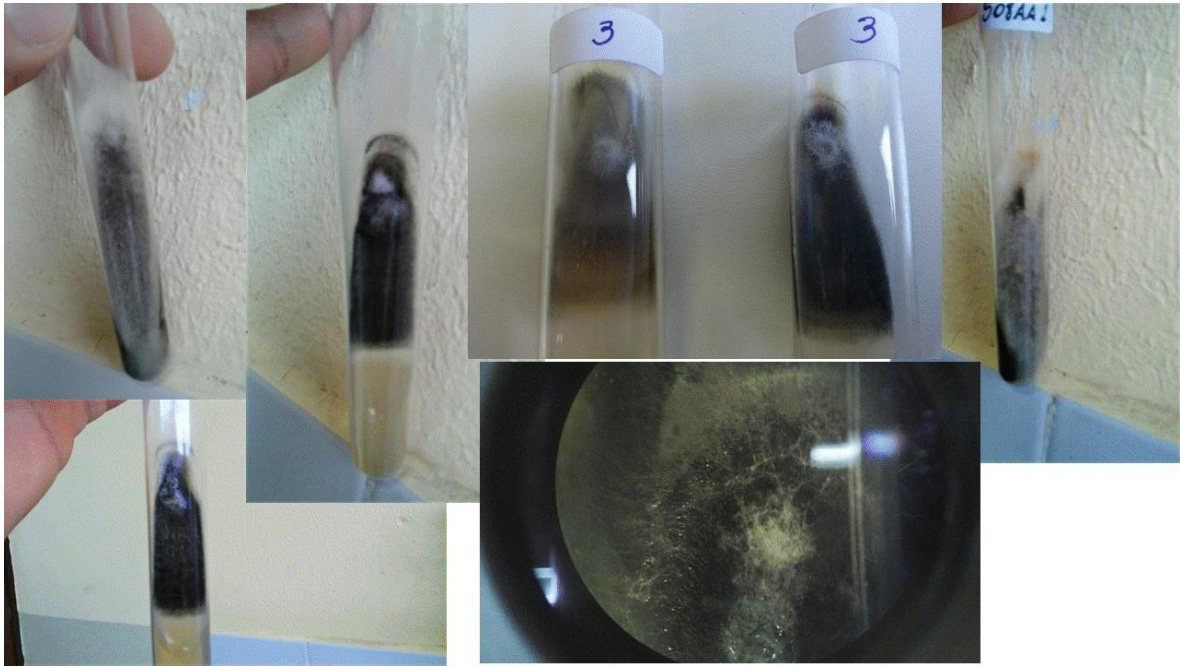


Figura 21. Crecimiento de *V. dahliae* en caja de Petri, y en tubos de ensayo repicados.

Con respecto a la alternativa utilizada (PCR) para obtener resultados por medio de otro método, se puede decir que, aunque se logró la amplificación de los fragmentos esperados en las muestras control, los resultados no fueron concordantes entre ambos test (aislamiento y PCR). Actualmente continúa la colaboración entre ambos laboratorios en busca de poder subsanar los resultados contradictorios y poder contar con otros test para diagnosticar Verticilosis en olivo.

### 3. Relevamiento

Tal cual lo mencione anteriormente, en seis establecimientos olivícolas visitados se observaron plantas que presentaban síntomas similares a los causados por *V. dahliae*. Como se puede observar en la tabla 2, de estos seis olivares, en tres obtuve resultados positivos al aislamiento de *Verticillium* y en los tres restantes obtuve resultados negativos al aislamiento. Aun así, no se descarta que hay una alta probabilidad que los resultados negativos pudieron ser falsos negativos, y la incidencia promedio calculada en estos seis olivares fue del 10 % de plantas con síntomas.

En uno de los establecimientos (Sabor Pampeano, Mayor Buratovich) se encontró una gran cantidad de plantas con claros síntomas de Verticilosis, que difería de la incidencia promedio calculada. En este caso se realizó un conteo de las plantas sintomáticas y sanas para estimar el porcentaje de plantas enfermas (incidencia de la enfermedad) en cada uno de los lotes de la variedad Picual. Como se observa en la Tabla 1, un alto porcentaje de plantas presentaban síntomas, especialmente en el lote I, donde se puede observar una incidencia del 20%, y dentro de este lote un 4,2 % de las plantas presentaban una severidad alta, abarcando más del 35% de la planta afectada.

Tabla 1. Porcentaje de plantas con síntomas de Verticilosis y porcentaje de masa foliar afectado en tres lotes (lote I, II y II) de la variedad Picual en el establecimiento Sabor Pampeano (Mayor Buratovich)

<b>Lote</b>	<b>&lt; al 15% de la masa foliar</b>	<b>entre 15 y 35% de la masa foliar</b>	<b>&gt; al 35% de la masa foliar</b>
<b>I</b>	6,3%	9,9%	4,2%
<b>II</b>	4,3%		
<b>III</b>	4,4%	0,6%	

La Tabla 2 nos brinda información acerca de la fecha de muestreo, datos de los establecimientos visitados, en cuales observe síntomas semejantes a Verticilosis, y los resultados de los aislamientos realizados.

Aunque un bajo número de las muestras dieron positivas sobre el total de las analizadas, no se descarta que parte de las muestras negativas pertenezcan a plantas realmente infectadas con *V. dahliae*. Esto se debe a que es frecuente que plantas infectadas den negativas con el test de aislamiento porque no se puede recuperar el hongo de los tejidos afectados. Son varias las causas del diagnóstico negativo y las principales pueden ser:

- en las épocas en las que el hongo no es activo, como son el verano y el invierno, el test suele dar falsos negativos
- presencia de hongos oportunistas que colonizan el tejido y ocultan a *V. dahliae*
- baja presencia del patógeno en el tejido analizado
- errores en la desinfección del material previo al cultivo (exceso de desinfección)

Hay una gran concordancia de que la totalidad de las muestras que dieron positivas corresponden a la variedad Picual. Este material es considerado altamente susceptible y es un llamado de atención para tratar de controlar su difusión en la zona, y fortalecer los controles en la certificación de libre de Verticilosis en los viveros productores de plantines.



Tabla 2: Información de las fincas visitadas en el SOB, donde se encontraron o no, plantas con síntomas que podían corresponder a Verticilosis.

Nombre de la Finca	“Finca Clementina”	“La Comarca”	“Sabor Pampeano”	“CSyOP-Olivos”	“Rumarolli”	“Las Mostazas”	“Agrolivasa”	“La Soberana”	“Olio Pampa”	“Doña Mirta”	“Biolivasa”
Ubicación	Villa Arias	Cnel Dorrego	Mayor Buratovich	Puán	Cnel. Dorrego	Cnel. Dorrego	Cnel. Dorrego	Cnel. Dorrego	Cnel. Dorrego	Cabildo	Cnel. Dorrego
Fecha	4/2014	6/2014	3/2015	5/2014	4/2014	4/2017	4/2019	4/2019	4/2019	6/2014	4/2019
Historia del lote	Pastura, Siembra de gramíneas	Pasturas implantadas (Ganadería)	Ganadería	Pasturas implantadas (Ganadería)	Pasturas implantadas (Ganadería)	Pastura natural (Ganadería)	Pastura natural (Ganadería)	Pastura natural (Ganadería)	Pastura natural (Ganadería)	Pastura natural (Ganadería)	Pastura natural (Ganadería)
Origen de las plantas	Vivero Productora (Mendoza)	Vivero Productora (Mendoza)	Mendoza	Vivero Isabel (Mendoza)	Mendoza		Catamarca	Vivero Isabel (Mendoza)	Mendoza		
Variedades implantadas en la finca	Arbequina, Picual, Coratina, Hojiblanca, Arauco, Nevadillo y Cornicabra	Arbequina, Arbosana, Picual, Coratina, Hojiblanca, Manzanilla y Frantoio	Picual, Arbequina y Coratina	Farga, Nevadillo, Arbequina y Frantoio	Frantoio, Arbequina y Nevadillo		Arbequina, Frantoio, Coratina, Nevadillo, Farga y Picual	Arbequina, Frantoio, Nevadillo y Farga	Nevadillo, Arbequina, Farga y Pendolino		
Síntomas de las plantas muestreadas	Arboles chicos, completamente defoliados y con rebrote basal	Árbol con pérdida del color verde generalizada	Arboles con necrosis sectorial	Arboles con ramas defoliadas	No se encontraron síntomas semejantes a Verticilosis	No se encontraron síntomas semejantes a Verticilosis	Arboles con ramas marchitas o secas	Arboles con defoliación verde en forma sectorial	No se encontraron síntomas semejantes a Verticilosis	No se encontraron síntomas semejantes a Verticilosis	No se encontraron síntomas semejantes a Verticilosis
Edad de plantas sintomáticas	5 Años	6 Años	8 Años	9 Años	--	--	9 Años	14 Años	--	--	--
Resultado de aislamientos	Positivo	Positivo	Positivo	Negativos	--	--	Negativos	Negativos	--	--	--

## 4. Posibles dificultades en el reconocimiento de síntomas

A la hora de observar los síntomas de Verticilosis en las recorridas que se hicieron en los olivares, se presentó cierta dificultad, ya que muchos síntomas eran fácilmente confundibles con síntomas producidos por otros patógenos que causan “rama seca del olivo”, o también daños por heladas, daños mecánicos, estrés hídrico, entre otros. Es decir que no es fácil emplear los síntomas como una única herramienta de diagnóstico, porque son similares a los inducidos por otras causas bióticas y abióticas.

Según Sánchez Hernández y col. (1998), las prospecciones de campo les han permitido determinar que la sintomatología típicamente asociada a la “seca” o “rama seca” de olivos en arboles jóvenes es muy inespecífica. Observaron que la marchitez vascular debida a la Verticilosis en arboles menores a diez años de edad, no acostumbra a tener un desarrollo sectorial, que sí es más frecuente en árboles de mayor edad, y además no se suele apreciar la típica coloración oscura del tejido vascular afectado, con lo cual los síntomas resultan idénticos a los que produce la “seca” o “rama seca” de olivo, haciéndose necesario el aislamiento del agente patógeno a partir del xilema para realizar un diagnóstico fiable.

Para diferenciar los síntomas entre Verticilosis y “rama seca”, se debe tener presente que *V. dahliae* produce, marchitez generalizada de plantas jóvenes, marchitez sectorial de plantas adultas, aparición del síntoma en individuos aislados a partir de los 2 años de plantación, no hay pudrición de raíces, coloración rojiza o “púrpura” de las ramas y coloración castaña en los vasos. En cambio, en “rama seca del olivo” vamos a encontrar una marchitez generalizada en toda la copa, y podredumbre de raíces (Otero et al. 2015).

Con respecto a “rama seca”, algo para destacar, es que el síndrome no presenta síntomas específicos. En líneas generales, podemos observar un marchitamiento generalizado en hojas, con o sin amarillamiento, con una posterior defoliación y pudiendo culminar estos síntomas con la muerte de la planta. Existen varios agentes causales asociados a la “seca” o “rama seca” de olivo, siendo el principal *Xylella fastidiosa* (Marco-Noales y Barbé, 2018). Otros agentes asociados a “rama seca” son: *Fusarium solani*, *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. moliniforme*, *F. roseum*, *Phytophthora sp.*, *Pythium sp.*, *Rizoctonia solani*, *Sclerotinia bataticola* (Otero et al. 2015).

La bacteria *Xylella fastidiosa* tiene un amplio rango de hospedantes (superior a las 500 especies) y provoca enfermedades que reciben distintos nombres en la bibliografía según el huésped, y su nombre hace referencia al síntoma. En el olivo la enfermedad es llamada “rama seca”, y es emergente a nivel mundial en cultivos de gran importancia económica como olivo, vid, cítricos, frutales, almendro, y es también capaz de afectar a especies forestales y plantas ornamentales. Su amplia gama de huéspedes, que ha ido en aumento en los últimos años, y lo que aún desconocemos de ella, la convierte en una amenaza imprevisible que está emergiendo en Europa de manera poco predecible.

En la década del '90, se encontró *X. fastidiosa* en almendros, en la región de Catamarca y La Rioja y también en cítricos en el NEA, lo que provocó la enfermedad conocida como Clorosis Variegada de los cítricos (CVC). A su vez, en nuestro país, en 2013 tuvo su primera aparición en olivos de la variedad Arauco, en las provincias de Córdoba (Cruz del Eje) y La Rioja (Aimogasta), como resultado del monitoreo llevado a cabo por el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), con el respaldo analítico del IPAVE (Instituto de Patología Vegetal-INTA). Mientras que en Mendoza y

San Juan no fue encontrada la bacteria, actualmente si está presente en olivos en las provincias de Catamarca y Buenos Aires.

*X. fastidiosa* es la bacteria de mayor resonancia internacional en los medios de comunicación, con especial relevancia en la UE, donde ha pasado de ser una bacteria de cuarentena, y solamente conocida por los fitopatólogos, a ser considerada el principal peligro para importantes cultivos (Landa del Castillo et al. 2018). Esta bacteria fitopatógena, Gram negativa coloniza dos hábitats: el xilema de la planta hospedadora y el tracto digestivo anterior de insectos que se alimentan de savia bruta, actuando estos como posibles vectores indirectos de la bacteria.

Los mecanismos específicos por los que la bacteria es capaz de causar enfermedad no se conocen bien aún, aunque parece que el desarrollo de los síntomas se debe, al menos inicialmente, a respuestas fisiológicas de la planta, desencadenadas por el déficit hídrico originado por el taponamiento de los vasos del xilema, con biopelículas que genera la bacteria. Mientras que unas cepas de *X. fastidiosa* son capaces de multiplicarse en la planta y colonizarla de modo generalizado, produciendo una infección sistémica, otras viven como organismos endófitos sin producir síntomas.

Los síntomas causados por *X. fastidiosa*, varían en función de la planta huésped, y de la interacción con factores ambientales. En general, lo que se observa es que las plantas afectadas se secan, el follaje adquiere la apariencia de estar quemado, y eventualmente la planta puede morir por el bloqueo del transporte de la savia bruta en los vasos. Los primeros síntomas observables son el decaimiento rápido del olivo, que se caracteriza por el desarrollo inicial de necrosis (muerte), generalmente acompañada de un halo clorótico y color atabacado de las hojas, que se inicia por su ápice y progresa de forma irregular para afectar a toda la lámina foliar hasta determinar la desecación subsiguiente de brotes y pequeñas ramas. Estos síntomas se inician y prevalecen primero en las zonas periféricas superiores de la copa, pero, a medida que progresa el desarrollo de la enfermedad, se extienden con distribución irregular a toda la copa del olivo, que adquiere una coloración atabacada de aspecto a quemado y las hojas pueden llegar a secarse completamente y caer. Estos síntomas se pueden presentar en una parte o en el árbol entero y se manifiestan más claramente durante el verano, cuando la demanda hídrica de la planta es mayor (Landa del Castillo et al., 2018). Otro factor importante para que el desarrollo de la enfermedad son las condiciones climáticas, en concreto la temperatura (Marco-Noales y Barbé, 2018).

Los daños por heladas pueden causar daños similares a la Verticilosis. En los casos de olivos muy jóvenes (0-3 años) afectados por heladas, además de la marchitez generalizada, el tejido vascular del tallo y las ramas muestran una necrosis extensa, a pesar de que la corteza externa mantiene su color verde. Esta necrosis se observa desde la línea del suelo hasta la copa, mientras que en la zona del tallo bajo la superficie del suelo, el sistema vascular permanecía asintomático, al igual que la raíz. A partir del tejido dañado, el resto de la rama se seca dando un aspecto muy similar a la Verticilosis.

Algunos patógenos que causan podredumbres radiculares, fueron asociados a síntomas de “rama seca”. En estos casos la problemática está asociada al exceso de agua en el suelo, y el descalzado de los árboles permite apreciar la coloración oscura, casi negra, que adquiere el suelo alrededor de la zona de la podredumbre, además de un característico y desagradable olor. La necrosis cortical de las raicillas absorbentes es el síntoma más común de este problema. El tejido cortical afectado se desprende con facilidad, por lo que las raicillas adquieren un aspecto de “pelado”. Las podredumbres radiculares son muy



frecuentes, y pueden ser causadas por los siguientes hongos: *Cylindrocarpon* sp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Armillaria* sp. y *Sclerotium rolfsii* (Sánchez Hernández et al., 1998).

## Conclusión y Recomendaciones

De los once establecimientos visitados en la zona SOB, en seis se encontraron plantas que presentaban síntomas similares a los producidos por la Verticilosis, con una incidencia promedio del 10 %. De todas las muestras tomadas de los seis establecimientos visitados, se pudo observar, tal y como se mencionó anteriormente, que tres de los establecimientos resultaron positivos en los aislados de *V. dahliae*. Esto nos brinda una información muy importante acerca de la presencia del patógeno en la región, y se debe estar alerta a su método de diseminación ya que si no se lo atiende a tiempo, puede resultar en un problema muy serio a futuro.

Como recomendación se puede decir que antes de llevar a cabo la plantación, se deberá tener la certeza que el lote no se encuentra infestado con el patógeno, y que las plantas a implantar deben estar libre de infección. Se debe tener presente que todas las medidas que se tomen en forma preventiva, resultarán en las más eficaces, eficientes y económicas, en la lucha contra la Verticilosis.

Sabiendo en base a los datos recolectados en la tesis, que es un patógeno que ya está instalado en la región, y sabiendo que es una enfermedad muy difícil de controlar, se puede decir que sería conveniente pensar en el control no como medidas individuales, sino en la aplicación de estrategias de control integrado antes y después de la plantación que integre todos los métodos disponibles, y que pasará a explicar más adelante.

Cuando hago referencia a la enfermedad como de difícil control, hago mención a que se deben tener en cuenta principalmente estos cinco aspectos:

- ✓ El elevado tiempo de supervivencia de las estructuras de resistencia infectivas del patógeno (microesclerocios), que pueden permanecer en el suelo en estado de latencia hasta 15 años.
- ✓ Amplio rango de plantas huéspedes que puede infectar y completar su ciclo de vida o multiplicarse, en muchos casos sin expresión de síntomas, y que actúan como reservorios del hongo.
- ✓ Falta de efectividad de los fungicidas debido a la localización del patógeno en el interior del xilema o en el suelo.
- ✓ Numerosos medios de dispersión del patógeno (agua de riego, hojas, plantines, restos leñosos de poda, plántones infectados sin síntomas, suelo, estiércol, desplazamiento de suelo infestado mediante aperos, maquinaria, vehículos, calzados, entre otros).
- ✓ La capacidad que muestran parte de sus aislados para causar la muerte del árbol.

## Control integrado de la enfermedad

Antes de realizar la plantación en el lote, es fundamental tener la información de la historia del mismo, es decir contar con la información sobre las rotaciones de cultivos realizadas con anterioridad en la parcela a implantar, y en el caso de que se hayan sembrado o implantado cultivos susceptibles a *V. dahliae*, se deberán realizar ensayos en el laboratorio, para estimar la existencia de microesclerocios del patógeno en el suelo. Esto se realiza cultivando muestras de suelo representativas del lote, en placas de Petri con medio de cultivo semi-selectivo. Si el resultado fuera positivo en diferentes sitios del lote, lo más acertado sería tomar la decisión de no utilizarlo para la plantación de olivos, debido a su difícil control. Si diera positivo sólo en algunos sitios puntuales, se debe proceder a la desinfección del suelo para reducir la población del patógeno, siendo la solarización uno de los métodos de control físico más efectivo (Lopez-Escudero y Blanco-Lopez, 2001).

La solarización suele emplearse para tratamientos puntuales, y consiste en cubrir el suelo con un film de polietileno transparente y aplicar abundante agua, produciéndose el calentamiento progresivo del suelo con el calor procedente de la radiación solar hasta llegar a alcanzar temperaturas entre 35° y 60°C, suficientemente altas como para matar a los microesclerocios del patógeno (Katan, 1987).

Otra de las medidas preventivas sería el empleo de variedades o genotipos resistentes. Esto se puede lograr ya sea por la evaluación de los cultivares de olivos existentes, o por la obtención de nuevos genotipos de olivos resistentes al patógeno mediante la mejora genética. La resistencia de una planta de olivo consiste en la restricción de la infección y/o colonización del patógeno en la planta, y es una característica que puede heredarse al estar controlada genéticamente (Blanco-López y López-Escudero, 2004). La resistencia del olivo está muy influida por la población del patógeno (virulencia y densidad del inóculo), por las condiciones ambientales (temperatura, humedad, tipo y composición microbiana del suelo, etc.) y por el manejo del cultivo (Trapero et al., 2010). El olivo presenta una gran variabilidad genética que indica la posibilidad de encontrar fuentes de resistencia a la Verticilosis dentro de las variedades existentes. El uso de resistencia genética es una pieza fundamental y necesaria en el control integrado por ser eficaz, económica y respetuosa con el medio ambiente (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011). La evaluación y búsqueda de genotipos resistentes a *V. dahliae* ha sido uno de los objetivos principales de las investigaciones. Se han hallado niveles de resistencia elevados en Empeltre, Frantoio y Changlot Real, cultivares que sin embargo presentan algunas características agronómicas que podrían ser limitantes en algunas circunstancias. Otros cultivares, como Arbequina, Sevillena o Koroneiki muestran un nivel de resistencia moderado. Los restantes cultivares evaluados son susceptibles en diferente grado a *V. dahliae*, incluyendo las principales variedades españolas (Picual, Cornicabra, Hojiblanca, etc.).

Una vez realizada la plantación, se deberán tomar todas las medidas necesarias que consistan en evitar la llegada del patógeno al establecimiento, para poder así disminuir la incidencia de la enfermedad.

Los distintos mecanismos de dispersión de *V. dahliae* facilitan la introducción y diseminación del patógeno en lugares en los que no estaba presente con anterioridad. Por lo tanto, la prevención de dicha introducción debe ser el principal objetivo del sector viverista y productor olivícola, independientemente de aplicar o no un sistema de

producción integrada, ya que el control de la enfermedad una vez que se ha establecido en el campo es, por el momento, muy difícil de conseguir.

Las estrategias que se deben llevar a cabo para prevenir o para controlar la enfermedad, se pueden agrupar en tres métodos, y estos son: métodos de exclusión, de erradicación y de escape.

Antes, durante o después de la plantación, se deben tomar todo tipo de medidas que impidan el acceso del patógeno al campo y su posterior distribución. Para esto, como métodos de exclusión, podemos decir, que las plantaciones de olivo deben situarse en zonas no infestadas con el patógeno y alejadas de cultivos huéspedes, ya que de esta manera, el patógeno puede acceder a la plantación de olivos a través de los restos de tejidos de plantas infectadas, o a través de la dispersión por el viento o el agua. También se debe evitar el uso de agua de riego que pueda contener microesclerocios del patógeno, y limitar el acceso al olivar, de vehículos y herramientas de labranza que hayan sido empleados con anterioridad en suelos infestados.

Cuando el patógeno ya está presente en el establecimiento, se deberán recurrir a métodos de erradicación, cuyo objetivo es reducir la densidad de inóculo existente en el suelo y limitar su crecimiento mediante la aplicación de métodos culturales, físicos (solarización), biológicos o químicos (fungicidas). Luego de la plantación, las medidas de estos métodos suelen estar dirigida a determinadas regiones puntuales de la plantación, evitando así problemas en la replantación de plantas muertas debido a Verticilosis. En cuanto a los métodos culturales, podemos mencionar la eliminación de toda aquella vegetación que pueda ser infectada por el patógeno, como algunas malezas, o todo olivo susceptible de haber sido colonizado por éste (Tjamos y Botseas, 1987; Navas-Cortés et al., 2008).

El control de las enfermedades a través de métodos biológicos se ha considerado un método alternativo al empleo del control químico. Las interacciones que se dan entre planta/microorganismo son muy variadas, e incluyen mutualismo, comensalismo, neutralismo, competencia, parasitismo, entre otros (Bankhead et al., 2004). En el caso del olivo, el control biológico mediante el empleo de microorganismos antagonistas a *V. dahliae* (*Pseudomonas* spp., *Trichoderma* spp.), es una medida que puede ser aplicada tanto de manera preventiva, antes de la plantación, como de manera paliativa una vez que se haya producido la infección tras la plantación, sin embargo, las primeras son mucho más eficientes. *Trichoderma* spp. es un hongo invasor oportunista, que se caracteriza por su rápido crecimiento, algunas cepas han sido usadas como agentes de control biológico de patógenos, incluyendo hongos y nematodos, todo mediado por la producción de enzimas de degradación de la pared celular, como: celulasas, quitinasas, glucanasas, entre otras, y la producción de antibióticos.

En el caso de *Pseudomonas* spp., la mejor respuesta en experimentos con plantas del cultivar 'Picual' (susceptible), inoculadas con el aislado defoliante de *V. dahliae* e incubadas tanto en cámara de crecimiento como en invernadero, se obtuvieron con *Pseudomonas fluorescens*, una reducción del 31 y el 82% en la severidad final de la enfermedad (Mercado Blanco et al., 2014). De hecho, se recomienda el tratamiento de las raíces con *P. fluorescens* en olivos que se encuentran en proceso de propagación en el vivero, como método de control biológico contra *V. dahliae* (Mercado Blanco et al., 2014). Las bacterias *Pseudomonas* spp., pueden ejercer efectos en forma directa o indirecta. El efecto benéfico directo está dado a través de la síntesis de fitohormonas y de vitaminas, y el efecto de manera indirecta está dado por, la síntesis de antibióticos y

fungicidas, la competencia por nutrientes, la producción de sideróforos o por la inducción de la resistencia sistémica a patógenos (Cano, 2001). Esta resistencia es denominada resistencia inducida, y es una forma de control biológico, donde un organismo similar o estrechamente relacionado con el patógeno induce en el huésped los mecanismos de defensa contra dicho patógeno.

La aplicación de productos químicos (fungicidas o no) en olivares afectados de Verticilosis, no ofrece expectativas para el control de la enfermedad. Por el contrario, el conocimiento científico que se viene produciendo durante los últimos años sobre la naturaleza etiológica y epidemiológica de la Verticilosis, indican convincentemente que esta enfermedad es de naturaleza compleja y que su control ha de basarse fundamentalmente en la aplicación de medidas de lucha previas a la plantación en una estrategia de manejo integrado (Figura 22) (Jiménez Díaz et al., 2003).



Figura 22. Estrategia de control integrado de la Verticilosis del olivo (Blanco-López y Jiménez-Díaz, 1995)

Como métodos de escape se llevan a cabo todo tipo de pasos que tienden a reducir la eficacia del patógeno para causar enfermedad, y pueden actuar sobre diversas fases del ciclo de patogénesis: reduciendo la actividad del hongo, disminuyendo la probabilidad de contacto con la planta, limitando la infección y colonización del huésped, o atenuando los efectos de la enfermedad. Los métodos de escape más importantes son:

- ✓ La reducción del laboreo (López-Escudero et al., 2008, 2010).
- ✓ Manejo del riego: dosis de riego (López-Escudero y Blanco-López, 2005).
- ✓ Fertilización nitrogenada equilibrada (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011).

- ✓ Otros: evitar la presencia de cultivos susceptibles localizados entre las calles de la plantación, etc. (López-Escudero et al., 2010).

# Bibliografía

- Agrios G. (2005).** Plant pathology. Academic press.
- Barranco D., R. Fernández-Escobar y L. Rallo (2008).** El cultivo del olivo (6ª ed.). Mundi-Prensa. Córdoba, España.
- Barranco D., R. Fernández-Escobar y L. Romero (2017).** El cultivo del olivo (7ª ed.). Mundi-prensa. Madrid. España.
- Barranco D., R. Fernández-Escobar y L. Rallo (2004).** El cultivo del olivo. Mundi-Prensa. Córdoba, España.
- Barranco D., J. Caballero, C. Del Río, A. Martín, L. Rallo, J. Tous y I. Trujillo (2005).** Variedades de olivo en España. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Bankhead S., Landa B., Lutton E., Weller D. y Gardener B. (2004).** Minimal changes in rhizobacterial population structure following root colonization by wild type and transgenic biocontrol strains. *FEMS Microbiology Ecology* 49: 307-318.
- Bartolini G., G. Prevost G., C. Messeri y G. Carignani (1998).** Olive Germplasm: Cultivars and World-wide Collections. Seed and Plant Genetic Resources Service, FAO, Rome, Italy, 459
- Blanco-López M. y R. Jiménez-Díaz (1995).** Una propuesta de lucha integrada contra la Verticilosis del olivo. *Fruticultura Profesional*, 70:52-58.
- Blanco-López M., R. Jiménez-Díaz y J. Caballero (1984).** Symptomatology, incidence and distribution of *Verticillium* wilt of olive trees in Andalucía. *Phytopathol. Medit.*, 23:1-8.
- Blanco-López, M. A. y López-Escudero, F. 1. (2004).** Resistencia y susceptibilidad a la Verticilosis. En: Variedades de olivo en España (libro II: Variabilidad y selección). Luis Rallo, Diego Barranco, Juan M. Caballero, Carmen del Río, Antonio Martín, Joan Tous e Isabel Trujillo. (Eds.). Junta de Andalucía, MAPA y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Pp. 331-337.
- Caballero J., J. Pérez-Hernández, M. Blanco-López y R. Jiménez-Díaz (1980).** Olive, a new host of *Verticillium dahliae* in Spain. En: Proc. 5th Cong. Medit. Phytopath. Union. Patras, pag 50.
- Cámara olivícola de San Juan (2018).** Informe olivícola nacional. Argentina. 15 pag. Disponible en: <http://camaraolivicola.com.ar/informes-coi/>
- Campo A. (2011).** Inventario de eventos climáticos – Meteorológicos extremos. Universidad Nacional del Sur. Argentina. Párrafos Geográficos, 10:104-105
- Cano M. (2011).** Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma spp.* y *Pseudomonas spp.* *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 14:15-31.
- Carretto M., M. Cuerdo, M. Dirienzo y M. Di Vito, (2002).** Aceite de oliva: beneficios en la salud. *Invenio*, 5:141-149.
- Carrillo P. (2009).** Propiedades del aceite de oliva en el mantenimiento de la integridad cutánea. Seminario médico. Pags. 61-89. Disponible en: <file:///C:/Users/Alumno/AppData/Local/Temp/Dialnet-PropiedadesDelAceiteDeOlivaEnElMantenimientoDeLaIn-3421677.pdf>

**Cicero A., S. Nascetti, M. Lopez-Sabater, R. Elosua, J. Salonen, K. Nyssonen, H. Poulsen, H. Zunft, H. Kiesewetter, K. de la Torre, M. Covas, J. Kaikkonen, J. Mursu, C. Koenbick, H. Baumler y A. Gaddi (2008).** Changes in LDL fatty acid composition as a response to olive oil treatment are inversely related to lipid oxidative damage. *Revista del Colegio Americano de Nutrición*, Pag. 314-320.

**Contento A., M. Ceccarelli, M. Gelati, F. Maggini, L. Baldoni y P. Cionini (2002).** Diversity of *Olea* genotypes and the origin of cultivated olives. *Theoretical and Applied Genetics*, 104:1229-1238.

**Esnaola E. (2018).** Aceite de oliva: Argentina se consagra como el principal productor de América. *Agrofy news*. Disponible en: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/173391/aceite-oliva-argentina-se-consagra-como-principal-productor-america>

**García-Cabello S., M. Pérez-Rodríguez, M. Blanco-López y F. López-Escudero (2012).** Distribution of *Verticillium dahliae* through watering systems in widely irrigated olive growing areas in Andalucía (southern Spain). *Eur. J. Plant Pathol.*, 133:877-885.

**García Ruiz G. (2014).** Recursos genéticos del olivo: evaluación de la resistencia a la verticilosis de variedades de *Olea europaea* L. del banco de germoplasma mundial de olivo (IFAPA, Alameda del Obispo). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. España

**González G., L. Tedesco y M. S. Picardi (2016).** Evolución del entorno de negocios y análisis económico de la producción de aceite de oliva virgen extra en el Sudoeste Bonaerense. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales*. Argentina. Pag 63-79.

**González Moreno I. (2014).** Trabajo Fin de Grado: Aceite de oliva y salud. Universidad de Jaén. España. 50 pag. Disponible en: [http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/1326/1/TFG\\_Gonz%C3%A1lezMoreno%2CIsrael.pdf](http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/1326/1/TFG_Gonz%C3%A1lezMoreno%2CIsrael.pdf)

**Green Jr R. (1980).** Soil factors affecting survival of microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, 70:353-355.

**Hiemstra J. y D. Harris (1998)** Compendium of *Verticillium* wilt in tree species. Ponsen & Looijen, Wageningen, Holanda.

**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA (2011).** Catálogo de variedades de olivo. Artículo de divulgación. San Juan, Argentina. Disponible en <https://inta.gob.ar/documentos/catalogo-de-variedades-de-olivo>

**Ivon C. y M. Simanca (2016).** Hongos entomopatogenos. Disponible en <https://www.slideshare.net/adrianasandon/ya-libro-hongos-entomopatogenos>.

**Jiménez Díaz R., Rodríguez Jurado D., Navas Cortes J., Mercado Blanco J. y Trapero Casas J. (2003).** Estrategias de control de la Verticilosis del olivo. España.

**Kalogeropoulos N. y M. Z. Tsimidou (2014).** Antioxidants in greek virgin olive oils. *Antioxidants*, 3:387-413.

**Katan, J. (1987).** Soil solarization. En: *Innovative approaches to plant disease management*, I. Chet, ed., John Wiley and Sons, New York, Estados Unidos de América. pp. 77-105.

**Landa del Castillo B. y J. Navas Cortés (2018).** *Xylella fastidiosa*, la bacteria más temida para el olivar. Disponible en: <https://www.upa.es/upa/uControlador/index.php?nodo=1021&hn=2510>

**Lev M. (2016).** Destacan la calidad y la producción del aceite de oliva del sudoeste bonaerense. Disponible en: <http://www.telam.com.ar/notas/201609/161560-destacan-la-calidad-y-la-produccion-del-aceite-de-oliva-del-sudeste-bonaerense.php>



**López-Escudero F., D. Núñez-Santos y M. Blanco-López (2003).** Aislamiento de *Verticillium dahliae* de suelo y caracterización morfológica de sus microesclerocios, 29: 613-62.

**López-Escudero F. y M. Blanco-López (2005).** Recovery of young olive trees from *Verticillium dahliae*. European Journal of Plant Pathology, 113:367-375.

**López-Escudero F. y M. Blanco-López (2007).** Relationship between the inoculum density of *Verticillium dahliae* and the progress of *Verticillium* wilt of olive. Plant Disease, 91:1372-1378.

**López-Escudero F., C. Del Río, J. Caballero y M. Blanco-López (2004).** Evaluation of olive cultivars for resistance to *Verticillium dahliae*. European Journal of Plant Pathology, 110:79-85.

**López-Escudero F. y J. Mercado-Blanco (2011).** *Verticillium* wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. Plant and soil, 344:1-50.

**López-Escudero F., J. Mercado-Blanco, J. Roca, A. Valverde-Corredor y M. Blanco-López (2010).** *Verticillium* wilt of olive in the Guadalquivir Valley (southern Spain): relations with some agronomical factors and spread of *Verticillium dahliae*. Phytopathologia Mediterranea, 49:370.

**Lupín B., L. Tedesco, S. Pérez y C. Cincunegui (2017).** Aceite de oliva del Sudoeste Bonaerense: aspectos relevantes de la producción y el consumo. X Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos, Buenos Aires, Argentina.

**Marco-Noales E. y S. Barbé (2018).** *Xylella fastidiosa* - La amenaza de una bacteria fitopatógena emergente. Disponible en: <https://www.sem microbiologia.org/storage/secciones/publicaciones/semaforo/65/articulos/6-Xylella.pdf>

**Martos Moreno C. (2003).** Resistencia de cultivares de olivo al aislado defoliante de *Verticillium dahliae* Kleb. y reducción de la enfermedad por la infección previa con el aislado no defoliante. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. España.

**Mataix J. y F. Barbancho (2008).** El aceite de olive, alma del Mediterráneo. Jaén, Instituto de Estudios Giennenses, Universidad de Jaén.

**Matias C., A. Toro; L. Montalvan, P. Del Valle Ortiz, V. Aybar, J. Colica, A. Prativiera, L. Prenol, J. Amorena, M. E. De Bustos, C. Funes, R. Mamaní y M. Molina (2010).** Variedades de olivo cultivadas en las provincias de Catamarca y La Rioja. Argentina. INTA, 70 pag.

**Mercado-Blanco J., D. Rodríguez-Jurado, S. Parrilla-Araujo y R. Jiménez-Díaz (2003).** Simultaneous detection of the defoliating and nondefoliating *Verticillium dahliae* pathotypes in infected olive plants by duplex, nested polymerase chain reaction. Plant Diseases, 87: 1487-1494.

**Mercado Blanco J., Gómez Lama Cabanás C., Schiliró E., Valverde Corredor A. (2014).** The biocontrol endophytic bacterium *Pseudomonas fluorescens* PIF7 induces systemic defense responses in aerial tissues upon colonization of olive roots. Frontiers in Microbiology, 5:427.

**Moraño-Moreno R., J. Bejarano-Alcázar y D. Rodríguez-Jurado (2008).** Presencia de los patotipos defoliante y no defoliante de *Verticillium dahliae* en las aguas de riego de cultivos en Andalucía. XIV Congr. Soc. Española Fitopatol., Lugo, Spain, pag. 250.

**Navarro García C. (2004).** Red de experimentación y demostración de tecnología del cultivo del olivar para la mejora de la calidad del aceite y la conservación del medio de cultivo. Pag.8. Junta de Andalucía. España.

**Osada García J. (2010).** Aceite de oliva extra y prevención del aterosclerosis. Colegio oficial de farmacéuticos de Zaragoza. España. Disponible en: <http://www.academiadefarmaciadearagon.es/docs/documentos/documento29.pdf>

**Otero M. L., B. Perez, M. Roca, R. Taborda, L. Torres, V. González, M. Paccioretti, D. Moriconi, D. Rattalino, C. González Vera, C. Jury, V. González Vasso, F. Seleme, F. Arias, E. Oriolani, S. Jotayan, J. Ladux y C. Matías (2015).** Caracterización del patotipo de *Verticillium dahliae* de olivo con síntomas de Rama Seca. INTA. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/otero\\_1-\\_verticillium\\_dahliae\\_de\\_olivo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/otero_1-_verticillium_dahliae_de_olivo.pdf)

**Pegg G. y B. Beryl Ledsom (2002).** *Verticillium* wilts. CAB international.

**Pérez-Rodríguez M., F. Orgaz, I. Lorite y F. López-Escudero (2015).** Effect of the irrigation dose on *Verticillium* wilt of olive. *Scientia Horticulturae*, 197:564-567.

**Polanco Zambrano D. (2017).** Olivo (*Olea europaea*), características, hojas, cuidados. Aceituna, propiedades y tipos. Disponible en: <https://naturaleza.paradai-sphynx.com/plantas/arboles/olivo-olea-europaea-aceituna-tipos.htm>

**Proietti P., L. Nasini, F. Famiani, P. Guelfi y A. Standardi (2008).** Influence of light availability on fruit and oil characteristics in *Olea europea* L. *Acta Horticulturae*, 949:243-249

**Reinke. L. y G. Berthold (1879).** Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. *Ullersuch. Bot. Lab. Univ. Gottingen*, pag. 67-96.

**Rufo, A. (2017).** El riego en relación a la Verticilosis del olivo: manejo del agua de riego para reducir de manera integrada la enfermedad. Cap1, pag 27. UCOPress. Córdoba, España.

**Ruggieri G. (1946).** Una nuova malattia dell'olivo. *L'Italia Agricola*, 83: 369-372.

**Ruiz Baena N., N. Serrano Castillo y F. López-Escudero (2008).** La Verticilosis en el olivar: estrategias y métodos de lucha. Disponible en: <file:///C:/Users/Alumno/AppData/Local/Temp/verticilosis%20olivar.pdf>

**Sánchez Hernández M. E., A. Pérez de Algaba, M. Blanco López y A. Trapero Casas (1998).** La seca de olivos jóvenes I: Sintomatología e incidencia de los agentes asociados. *Boletín de Sanidad Vegetal*, 24:551-572.

**Sánchez-Alcalá I. (2005).** Evaluación de la eficacia de sustancias fungicidas para el control de la verticilosis del olivo y de la podredumbre radicular del olivo. Trabajo Profesional Fin de Carrera University of Córdoba, Spain, 211 pags.

**Sánchez, Bueno Manuel. (2011).** Aceite de oliva y salud. Vol. 5 (1): 27-31. Zaragoza, España. Disponible en: <http://portal.scptfe.com/wp-content/uploads/2013/12/2011-1-3.a.pdf>

**Schnathorst W. y D. Mathre (1966).** Host range and differentiation of a severe form of *Verticillium albo-atrum* in cotton. *Phytopathology*, 56:1155-1161.

**Serrano Morago L. y C. Lezcano Martín (2005).** El aceite: valor nutritivo. El aceite de oliva y la dieta mediterránea. *Nutrición y salud*, 7:25-49.

**Subsecretaría de Programación Microeconómica (2018).** Informes de cadenas de valor Olivícola. Ministerio de Hacienda Presidencia de la Nación. Disponible en: [https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/2018/SSPMicro\\_Cadenas\\_de\\_valor\\_Olivicola.pdf](https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/2018/SSPMicro_Cadenas_de_valor_Olivicola.pdf)

**Trapero C., F. Birem, F. Abho-Sheker, J. Caballero, J. Mercado, C. Del Río, A. Trapero, C. Martos-Moreno, M. Raya-Ortega, O. Arquero, N. Serrano, M. Molina, E. Alcántara, C. Muñoz-Diez, L. Rallo, D. Barranco, L. Roca, J. Moral, M. Blanco-López y F. López-Escudero (2010).** Avances en la resistencia del olivo a la verticilosis causada por *Verticillium dahliae*. Córdoba. España.

**Ulger S., S. Sonmez, M. Karkacier, N. Ertoy, O. Akdesir, M. Aksu. (2004).** Determination of endogenous hormones, sugars and mineral nutrition levels during the induction, initiation and differentiation stage and their effects on flower formation in olive. *Plant Growth Regulation*, 42:89-95.

**Vita Serman F. y C. Matías (2012).** Programa nacional frutales - cadena olivo. INTA. Argentina. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_programa-nacional-frutales-cadena-olivo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_programa-nacional-frutales-cadena-olivo.pdf)

**Wilhelm, S. (1955).** Longevity of the *Verticillium* wilt fungus in the laboratory and field. *Phytopathology*, 45:180-181.

**Zohary D. y P. Spiegel-Roy (1975).** Beginnings of fruit growing in the Old World. *Science*, 187:319-327.