

A decade of monitoring surveys for *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* in olive groves in Apulia (Italy) reveals a low incidence of the bacterium in the demarcated areas
Margherita Ciervo | Marco Scortichini

Journal of Phytopatology

2024;00:e13272. | 1 of 12- <https://doi.org/10.1111/jph.13272>

(traduzione del testo a cura degli autori)

Un decennio di indagini sul monitoraggio di *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* negli oliveti in Puglia (Italia) rivela una bassa incidenza del batterio nelle zone delimitate

Abstract

Nell'ottobre 2013, *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* (Xfp) è stata associata al disseccamento degli oliveti nel Salento (Puglia, Italia) definito “complesso del disseccamento rapido degli ulivi” (CODIRO). A causa del suo status di quarantena, una serie di azioni obbligatorie sono state stabilite dalla regione Puglia per impedire la sua ulteriore diffusione nel territorio. In seguito alla delimitazione delle zone di “contenimento” e “cuscinetto”, sono state effettuati in queste aree indagini di monitoraggio prelevando campioni di ulivi e di altre piante ospiti che mostravano sintomi presumibilmente attribuibili al CODIRO. L'eradicazione delle piante risultate positive a Xfp, comprese tutte quelle asintomatiche in un raggio di 100 o 50 metri, è stata effettuata in 10 anni. L'analisi svolta è basata sui dati ufficiali decennali delle attività di sorveglianza. I dati mostrano che l'incidenza di Xfp nelle zone di “contenimento” e “cuscinetto” è molto bassa, soprattutto durante le ultime tre campagne dal 2020-2021 al 2022-2023, quando il batterio è stato rilevato in un intervallo compreso tra 0,06% e 0,70% delle piante campionate. Nella maggior parte degli alberi campionati che mostravano i sintomi del CODIRO, il batterio non è stato rilevato. Sulla base di questi dati e secondo modelli epidemiologici che hanno verificato il ruolo trascurabile degli ulivi asintomatici nella diffusione del CODIRO, si propone di eliminare la regola che sancisce lo sradicamento di tutte le piante ospiti presenti nel raggio di 50 metri dalla pianta rilevata positiva a Xfp. Tale decisione potrebbe salvare molti ulivi secolari e monumentali e lo straordinario paesaggio da essi caratterizzato.

Parole chiave: “Complesso del disseccamento rapido dell'olivo”, ulivi secolari, eradicazione delle piante, epidemiologia.

1. Introduzione

In Italia, la Regione Puglia è il maggiore produttore di olio di oliva, con un'ampia superficie dedicata agli oliveti. L'olio d'oliva è ottenuto anche dalla coltivazione di alberi secolari che, in molte aree, caratterizzano il paesaggio e l'ambiente. Va sottolineato che solo un quinto degli alberi presenti nella regione ha meno di 50 anni (Ciervo, 2016). Nel 2010 l'olivicoltura ha contribuito per circa il 13% al valore della produzione agricola pugliese, con un'incidenza del 26% sul valore totale della produzione olivicola nazionale. L'olivicoltura pugliese è caratterizzata da un numero elevato di produttori (Ciervo, 2020). La produzione di olive in Salento risale all'età del bronzo e, per la sua

ampia diffusione, ha sempre contribuito al patrimonio inestimabile dell'intera area, insieme alla presenza di molti frantoi ipogei (Calabrese et al., 2012; Scortichini, 2020).

La principale caratteristica di questo particolare agro-ecosistema è la maestosa bellezza di molti olivi secolari diffusi nell'intero territorio nonché la modalità tradizionale di coltivazione degli oliveti che rispetta la forma naturale dell'albero. La "Piana degli olivi monumentali" (un'ampia area localizzata sulla costa adriatica fra le province di Brindisi e di Bari) ha un valore inestimabile ed è stata inclusa nel Registro Nazionale dei Paesaggi Rurali di interesse storico da parte del Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità alimentare e delle Foreste. Inoltre, è stato proposto il suo inserimento tra i beni d'interesse mondiale dell'Unesco. In tale area ci sono più di 250.000 olivi, con predominanza di esemplari secolari e monumentali la cui età supera anche i 1.000 anni. Questa area rappresenta un paesaggio peculiare e rilevante unico per il bacino del Mediterraneo (Calabrese et al., 2012; Scortichini, 2020). Questi olivi rappresentano anche una salvaguardia ecologica reale per il territorio se si tiene conto che, per l'estensione della loro chioma talvolta anche di oltre 10 metri di diametro, proteggono il suolo da un'eccessiva evaporazione (dovuta alle alte temperature estive) assicurando, in questo modo, un equilibrio idrogeologico e microclimatico e consentendo, per esempio, l'orticoltura all'ombra della chioma anche durante l'estate. Gli oliveti tradizionali costituiscono un agroecosistema che, come tale, costituisce anche un sistema tampone che protegge il territorio circostante dagli effetti negativi dell'agricoltura intensiva (Calabrese et al., 2012; Perrino and Calabrese, 2014; Di Rienzo et al., 2018).

Il primo focolaio di *Xylella fastidiosa* è stato segnalato nella zona di Gallipoli nel 2013 (Saponari et al., 2013) su circa 8.000-10.000 ettari di oliveti. Tuttavia, i disseccamenti delle piante di olivo erano stati notati nella zona di Gallipoli cinque o sei anni prima del caso ufficiale (Ciervo 2020; Martelli, 2016; Scortichini 2022). *X. fastidiosa subspecies pauca* (*Xfp*), successivamente identificata tra gli agenti causali del "complesso del disseccamento rapido dell'olivo" (CODIRO) nel Salento (Cariddi et al., 2014), può sopravvivere su molte specie di piante selvatiche e coltivate (EFSA, 2016) e, in Puglia, è trasmesso da un insetto vettore molto prolifico, *Philaenus spumarius* (Saponari et al., 2014). Un anno dopo il primo rilevamento, infatti, *Xfp* è stata segnalata su circa 23.000 ettari (Stokstad, 2015).

Xylella fastidiosa è inserita nella lista A2 degli organismi fitopatogeni da quarantena verso i quali l'Unione Europea, in accordo con l'Organizzazione europea e mediterranea per la protezione delle piante (EPPO), impone regole severe per impedire l'ulteriore diffusione in altre aree del Paese, nonché in territori esterni ad esso.

Allo scopo di eradicare questo batterio, probabilmente introdotto dall'estero, le autorità locali hanno fatto riferimento alle direttive stabilite dal Consiglio Direttivo dell'Unione Europea 2000/29 e successivi emendamenti che impongono un approccio di eradicazione e riguardano le "misure protettive contro l'introduzione nella comunità europea di organismi dannosi per le piante o per i loro prodotti e contro la loro ulteriore diffusione all'interno della comunità". Tuttavia, secondo Sosnowski et al. (2009), l'efficace eradicazione dei fitopatogeni da quarantena richiede il rispetto di vari criteri, vale a dire: a) un'immediata identificazione dell'agente causale trovato in una nuova area; b) una ristretta e limitata area infettata dal nuovo patogeno; c) un'efficace organizzazione locale per lo sradicamento delle piante; d) caratteristiche biologiche del microrganismo che garantiscono la sua completa eliminazione. Va detto che, al momento della prima segnalazione, nessuno di questi criteri era soddisfatto con riferimento al focolaio di *Xfp* in Salento.

Nonostante ciò, la Regione Puglia stabilì le prime misure di eradicazione del batterio mediante la Risoluzione 2023/2013 che prevedeva la rimozione degli alberi infetti rilevati positivi a Xfp e trattamenti insetticidi per il controllo nell'area focolaio dell'insetto vettore. In seguito, i regolamenti europei hanno aggravato tali misure includendo anche la rimozione di tutte le piante non infette in un raggio di 100 metri dalla pianta risultata positiva al batterio. Inoltre, la Regione Puglia ha richiesto (dgR n° 1842, 8 settembre 2014) e ottenuto (10 febbraio, 2015) dal Governo italiano la dichiarazione dello stato di emergenza con la nomina di un commissario straordinario *ad hoc*.

Le misure adottate per controllare la diffusione del batterio sono state adottate sulla base della convinzione che “al momento non ci sono metodi certificati per contrastare *Xylella fastidiosa* tranne che quello dell'eradicazione delle piante infette” (Silletti, 2015). Tali misure sono basate su tre principi cardine: l'abbattimento degli alberi (infetti, potenzialmente infetti e non infetti); il massiccio uso di insetticidi per il controllo del vettore; il divieto di piantare piante ospiti (olivi inclusi).

A maggio 2015, comunque, l'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) affermò chiaramente che “nel caso della Puglia dove esiste un'area infetta di oltre 10.000 ettari, molte di queste condizioni non sono rispettate: a) condizione 1: individuazione precoce e immediata applicazione del programma di eradicazione; b) condizione 2: presenza nell'area di molte piante ospiti e molti potenziali insetti vettori, spesso polifagi; c) condizione 3: necessità di effettuare molti test molecolari a ‘cieco’ su molte piante ospiti asintomatiche” (EFSA, 2015, p. 95). Per quanto riguarda lo scenario pugliese, appare del tutto evidente che l'eradicazione (ovvero la completa eliminazione del batterio dall'area infetta) era impossibile (EFSA, 2015). Di conseguenza, anche sulla base di precedenti tentativi falliti di eradicazione di *Xylella fastidiosa* negli Stati Uniti (California), Taiwan e Brasile, l'EFSA ha affermato nel maggio 2015 che la zona infetta del Salento sarebbe dovuta essere considerata come un'area dove l'eradicazione del batterio non è più possibile (EFSA, 2015).

Nel maggio 2015, la Commissione Europea ha anche rilevato che in alcune zone della provincia di Lecce Xfp era presente da oltre due anni e l'eradicazione non era più possibile (Decisione della Commissione UE 2015/789). Conseguentemente, sulla base di tale implementazione da parte dell'Unione Europea, sia la Regione Puglia che il Ministero dell'Agricoltura hanno aggiornato la precedente normativa. I nuovi regolamenti prevedono una serie di norme tecniche obbligatorie aventi lo scopo di prevenire l'ulteriore diffusione di Xfp nel territorio pugliese e stabiliscono, nel Salento, delle aree demarcate: “zona infetta”, “zona di contenimento”, “zona cuscinetto”, con le ultime due zone che delimitano territori situati a nord della “zona infetta” (**Tabella 1**). Successivamente, tali misure sono state ulteriormente integrate da disposizioni regolamentari e misure di attuazione a livello europeo, nazionale e regionale, e queste aree sono state spostate più volte verso nord in base all'individuazione di Xfp in aree precedentemente esenti dalla sua presenza (**vedasi Tabella 1 e Figure 1 e 2**). Le regole fondamentali, tuttavia, sono rimaste sostanzialmente immutate per 10 anni, eccezion fatta per la regola dei 100 metri, inerente all'abbattimento di tutte le piante ospiti del batterio che circondano l'olivo risultato ufficialmente positivo a Xfp il cui raggio di abbattimento, dalla fine del 2020, è stato portato a 50 metri (Decisione della Commissione Europea UE 2020/1201).

In questo articolo mostriamo come l'incidenza di Xfp negli oliveti delle zone delimitate della Puglia sia molto bassa, soprattutto negli ultimi tre anni di monitoraggio. Questo risultato suggerirebbe di eliminare la regola che impone l'eradicazione, in un raggio di 50 metri, di tutte le piante asintomatiche che circondano l'olivo positivo a Xfp. Tale proposta è corroborata anche da modelli epidemiologici che hanno verificato il ruolo trascurabile degli olivi asintomatici nella diffusione di Xfp.

Tabella 1: Risultati dei monitoraggi effettuati in Puglia dal 2013 al 2023 per rilevare la *Xylella fastidiosa subsp. pauca* negli oliveti e altre piante ospiti in tutte le aree delimitate.

Campagna di monitoraggio	Territori in aree infette (inclusenti la zona infetta, la zona contenimento e la zona cuscinetto) alla fine delle campagne di monitoraggio	Superficie ispezionata (ettari)	N. piante con sintomi di disseccamento	N. piante analizzate	N. piante positive a Xfp	% n. piante positive a Xfp/n. piante analizzate	% n. piante positive a Xfp/n. piante con sintomi	N. piante abbattute
2013 – 2014 11/2013-10/2014 (Figura 1a)	La maggior parte della provincia di Lecce	n.d.	n.d.	11.099 (7.537 olivi)	353 (291 olivi)	3,18	n.d.	104
2014 – 2015 10/2014-12/2015 (Figura 1b)	Provincia di Lecce: tutta. Provincia di Brindisi: intero territorio di 3 Comuni; focolai in 6 Comuni. Provincia di Taranto: focolaio ad Avetrana.	20.278	6.025 (5.981 olivi)	51.409 (48.605 olivi)	4.191 (4.169 olivi)	8,15	69,56	1.648
2016 – 2017 (2/2016 – 5/2017) (Figura 1c)	Provincia di Lecce: tutta. Provincia di Brindisi: intero territorio di 16 Comuni; parte di 2 Comuni; focolaio di Ostuni. Provincia di Taranto: intero territorio di 15 Comuni parte di 4 Comuni.	156.887	7.040 (6.748 olivi)	159.109 (141.749 olivi)	1.588 (1.573 olivi)	1,00	22,56	881
2017 – 2018 (7/2017-5/2018) (Figura 1d)	Provincia di Lecce: tutta. Provincia di Brindisi: tutta. Provincia di Taranto: intero territorio di 22 Comuni. Provincia di Bari: intero territorio di Locorotondo.	164.591	18.630 (17.741 olivi)	198.768 (170.704 olivi)	3.835 (3.819 olivi)	1,93	20,58	2.662
2018 – 2019 (11/2018-7/2019) (Figura 2a)	Provincia di Lecce: tutta. Provincia di Brindisi: tutta. Provincia di Taranto: intero territorio di 22 Comuni. Provincia di Bari: intero territorio di Locorotondo.	185.776	7.004 (6.776 olivi)	68.500 (53.465 olivi)	1.074 (1.072 olivi)	1,57	15,33	974 (972 olivi)
2019 – 2020 (8/2019- 4/2020) (Figura 2b)	Provincia di Lecce: tutta. Provincia di Brindisi: tutta. Provincia di Taranto: intero territorio di 22 Comuni. Provincia di Bari: intero territorio di Locorotondo; 5 focolai a Monopoli.	162.906	7.346 (7.088 olivi)	50.967 (40.669 olivi)	1.396 (1.364 olivi)	2,74	19,00	1.356 (1.324 olivi)
2020-2021 ¹ (4/2020- 3/2021) (Figura 2c)	Provincia di Lecce: tutta. Provincia di Brindisi: tutta. Provincia di Taranto: intero territorio di 22 Comuni. Provincia di Bari: intero territorio di Locorotondo; 7 focolai a Monopoli e un focolaio a Polignano a Mare.	161.417	10.005 (9.765 olivi)	172.006 (160.737 olivi)	1.205 (1.191 olivi)	0,70	12,04	1.193 (1.179 olivi)
2021-2022 (5/2021- 2/2022) (Figura 2d)	Provincia di Lecce: tutta. Provincia di Brindisi: tutta. Provincia di Taranto: intero territorio di 22 Comuni. Provincia di Bari: intero territorio di Locorotondo; 7 focolai a Monopoli, uno a Polignano a Mare. Provincia BAT: un focolaio a Canosa di Puglia.	23.602	4.541 (4.470 olivi)	225.014 (188.009 olivi)	146	0,06	3,21	1.549
2022-2023 (6/2022-6_2023) (Figura 2e)	Provincia di Lecce: tutta. Provincia di Brindisi: tutta. Provincia di Taranto: intero territorio di 22 Comuni. Provincia di Bari: intero territorio di 4 Comuni; parte di Castellana Grotte.	31.396	n.d.	266.366	362	0,14	n.d.	4.733

¹ Monitoraggi fatti in deroga (richiesta e ottenuta) all'applicazione del Regolamento (UE) 2020/1201 in quanto sopraggiunto a metà della campagna in corso. I monitoraggi sono stati completati secondo il programma della DGR 548/2020

Dati elaborati dalla documentazione ufficiale del servizio fitosanitario della Regione Puglia.

Abbreviazioni: N, n: numero; n.d., non disponibile.

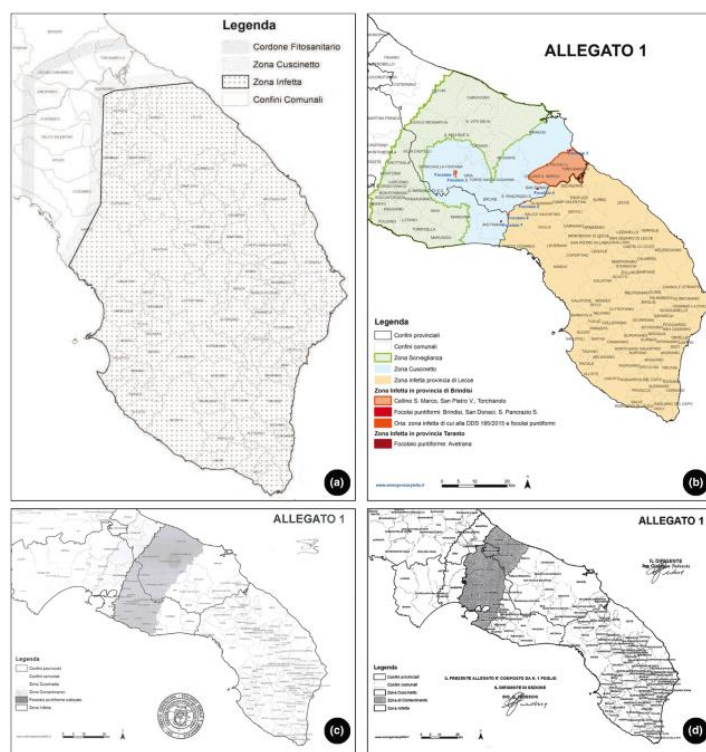


Figura 1: Carte geografiche della Puglia che indicano lo spostamento delle “zone di contenimento” e delle “zone cuscinetto” da monitorare per la presenza di *Xylella fastidiosa subsp. pauca* relative alle campagne che vanno dal 2013-2014 al 2017-2018 (a-d). Elaborazione su dati della Regione Puglia.

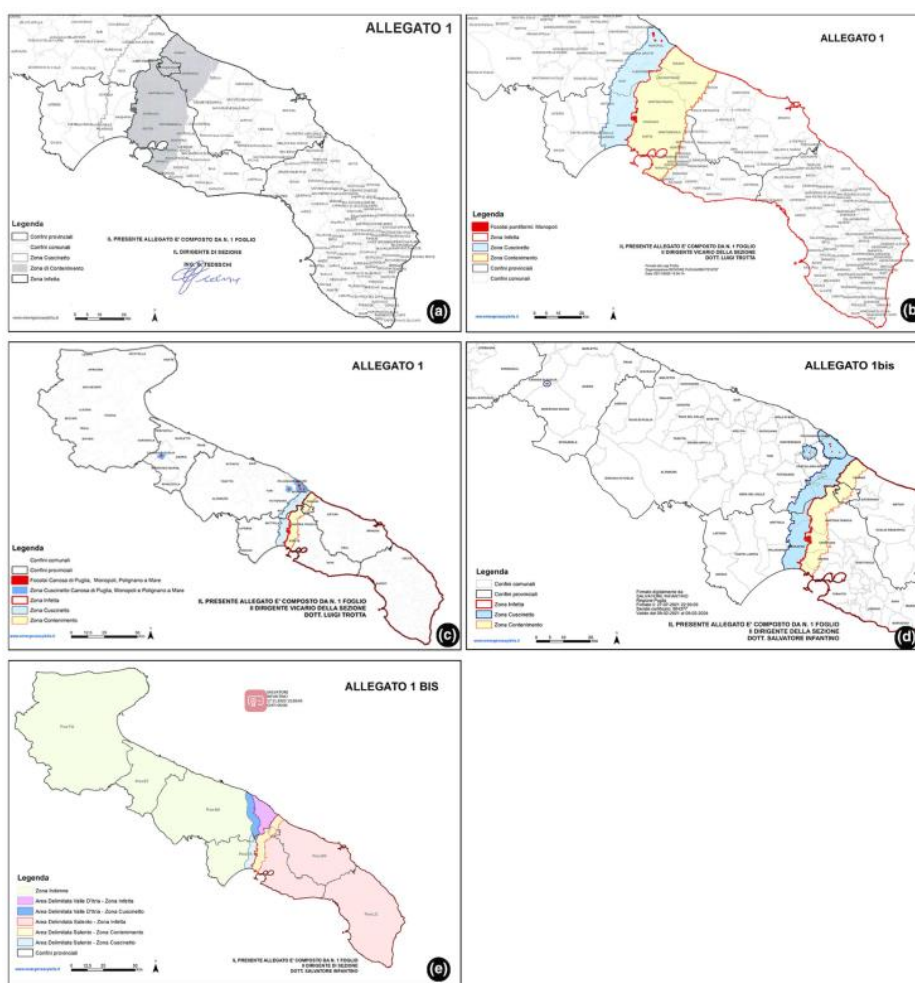


Figura 2: Carte geografiche della Puglia che indicano lo spostamento delle “zone di contenimento” e delle “zone cuscinetto” da monitorare per la presenza di *Xylella fastidiosa subsp. pauca* relative alle campagne che vanno dal 2018-2019 al 2022-2023 (a-e). Elaborazione su dati della Regione Puglia.

2. Materiali e metodi

I dati ufficiali ottenuti dall'Osservatorio Fitosanitario della Regione Puglia (2023a, 2023b) riguardano: la superficie monitorata, il numero di piante che mostrano sintomi di disseccamento, le piante analizzate, il numero di piante positive a Xfp e il numero di piante abbattute, inclusi gli ulivi, con riferimento a tutte le aree demarcate. I dati sono stati raccolti dal servizio fitosanitario a seguito dei monitoraggi effettuati, da novembre 2013 a giugno 2023 negli oliveti di tutte le aree demarcate, dall'Agenzia regionale per le attività irrigue e forestali (ARIF) e delle successive analisi per il rilevamento del batterio, effettuate da laboratori ufficiali tutti operanti nella Regione Puglia (**Figure 1 e 2; Tabella 1**). I campioni di foglie di olivo provenienti dagli oliveti e successivamente analizzati nei laboratori sono stati ottenuti seguendo le procedure ufficiali descritte già altrove (Regione Puglia, 2015; Scortichini e Cesari, 2019). Dopo una presunta analisi sierologica ottenuta attraverso il test ELISA, un campione è ritenuto infetto da Xfp dopo il test di conferma eseguito utilizzando l'analisi PCR in tempo reale secondo le procedure stabilite dal protocollo diagnostico standard EPPO PM7/24 per *Xylella fastidiosa* (EPPO, 2019).

La demarcazione delle aree è cambiata negli anni anche da un punto di vista nominale. Come regola generale, il territorio è diviso in due aree demarcate principali: l'area infetta comprendente la "zona infetta" e la "zona di contenimento", e l'area indenne contenente la "zona cuscinetto" e la "zona indenne". L'area infetta è quella in cui Xfp è stata rilevata e si ritiene che si sia stabilita; si compone della "zona infetta" che non è monitorata, e della "zona di contenimento" che è una cintura di 5 km al confine con la "zona cuscinetto". L'area indenne è considerata indenne da Xfp; è costituita da una "zona cuscinetto", che si trova al confine settentrionale della "zona contenimento", e di una "zona indenne" che è la più lontana dall'area infetta. Nelle recenti campagne (ovvero 2021-2022 e 2022-2023), a seguito del Regolamento UE 2020/1201, sono state introdotte le nuove "zone delimitate" in cui vengono applicate anche misure di eradicazione (articoli 7-11). Nella "zona cuscinetto", nella "zona indenne" e nelle nuove "aree delimitate", le piante positive e le piante entro un raggio di 100 metri dalle piante infette vengono sradicate (il raggio è stato ridotto a 50 metri a partire dal 2021). La "zona di contenimento" è l'unica zona dove si abbattano unicamente le piante risultate positive a Xfp. La "zona infetta" non è più monitorata e, dal 2019 al 2025, la legge 44/2019 consente ai proprietari e conduttori di terreni di abbattere ulivi, anche monumentali, sulla base di una semplice comunicazione alla Regione Puglia, senza alcun obbligo di provare che gli alberi d'olivo siano positivi a Xfp o mostrino sintomi di disseccamento. Questo vale anche per gli ulivi monumentali.

3. Risultati

I risultati dei monitoraggi effettuati in Puglia dal 2013 al 2022 per la rilevazione di Xfp negli oliveti sono riportati nella **Tabella 1**. Gli ettari monitorati nel corso dei monitoraggi hanno subito notevoli variazioni nel corso degli anni. Vale la pena notare che, a parte la seconda campagna che ha riguardato 20.278 ettari, dal 2016 al 2020 gli ettari monitorati in ogni indagine sono stati sempre più di 150.000, fino ad un valore massimo di 185.776 nella quinta campagna (cioè 2018-2019). Le ultime due campagne (dal 2021 al 2023) hanno, invece, preso in considerazione rispettivamente 23.602 e 31.396 ettari. Non ci sono dati relativi agli ettari monitorati durante la campagna iniziale del 2013-2014. Anche il numero di ulivi e di altre piante ospiti sottoposte a campionamento nel corso delle diverse campagne di monitoraggio ha subito notevoli cambiamenti, variando da un minimo di 11.099 (con riferimento ai primi monitoraggi effettuati da novembre 2013 a ottobre 2014) a un massimo di 266.366 (con riferimento ai monitoraggi effettuati da giugno 2022 a giugno 2023). Un numero considerevole di alberi sottoposti a campionamento è stato osservato anche in altre quattro campagne, quando gli alberi campionati risultavano superiori a 150.000. In particolare, nonostante una piccola superficie monitorata durante le campagne del 2021-2022 e 2022-2023 rispetto alle precedenti, il numero di alberi campionati è il più alto di tutte le campagne: 225.014 da maggio 2021 a febbraio 2022, e 266.366 da giugno 2022 a giugno 2023 (**Figura 3**). Il numero di alberi positivi sembra essere assolutamente indipendente dal numero di piante analizzate (**Figura 4**).

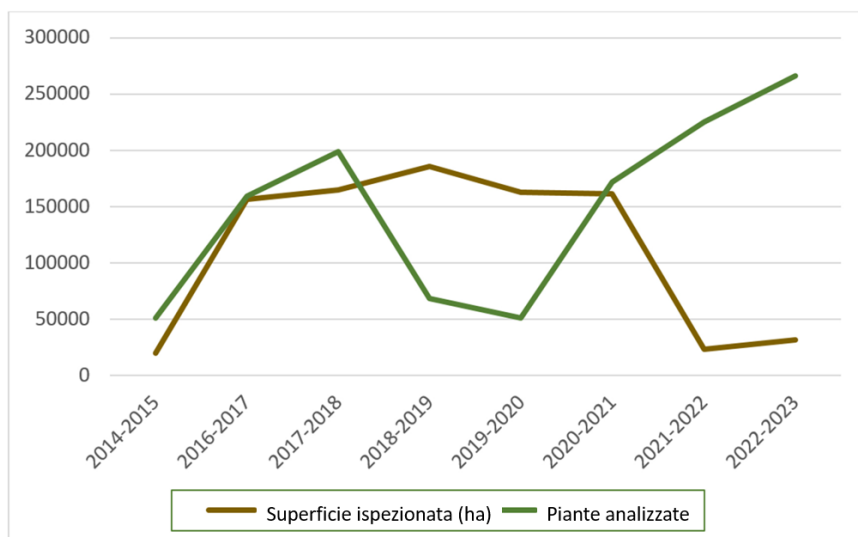


Figura 3: Superficie ispezionata (ettari) e piante analizzate dal 2014-2015 al 2022-2023 di tutte le aree delimitate della Puglia. Elaborazione su dati della Regione Puglia.

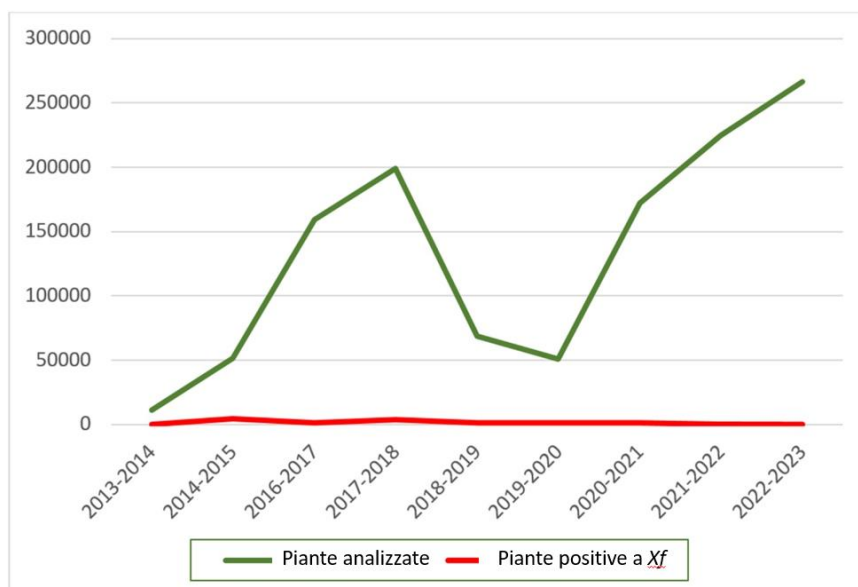


Figura 4: Piante analizzate e piante positive a *Xylella fastidiosa subsp. pauca*, dal 2013-2014 al 2022-2023. Dati elaborati dalla documentazione ufficiale della Regione Puglia.

L'incidenza di *Xfp* osservata nelle aree delimitate durante le indagini di monitoraggio è variata nel tempo ma, a parte le prime due campagne di monitoraggio in cui l'incidenza ha raggiunto il 3,18% e l'8,15% (con riferimento ai monitoraggi svolti fra il 2013 e il 2015), in tutte le altre campagne l'incidenza è stata sempre inferiore al 3%. Va notato che durante le ultime tre campagne (cioè dal 2020 al 2023) tale incidenza è risultata molto bassa e variava dallo 0,06% allo 0,70%. Ulteriori dati rilevanti sono quelli relativi alla percentuale di piante risultate positive a *Xfp* che mostravano, al momento del campionamento, sintomi di disseccamento. A parte l'alta percentuale osservata durante la seconda campagna di monitoraggio svolta da ottobre 2014 a dicembre 2015, quando il 69,56% degli olivi e delle altre piante ospiti con sintomi di disseccamento era risultata positiva a *Xfp*, in tutte le altre campagne il rapporto tra le piante con chiari sintomi di disseccamento e la presenza di *Xfp* nei campioni analizzati era piuttosto basso: da un massimo del 22,56% (con riferimento alla

campagna svolta da febbraio 2016 a maggio 2017) a un minimo del 3,21% (con riferimento alla campagna svolta da maggio 2021 a febbraio 2022) (**Tabella 1**). Il numero di piante abbattute in seguito al campionamento e alle analisi di laboratorio è variato nel corso dei dieci anni. Il numero più alto si è registrato durante la quarta campagna (2017-2018) quando sono stati abbattuti 2.662 alberi e l'ultima campagna (2022-2023) quando ne sono stati abbattuti 4.733. In totale, in dieci anni sono stati abbattuti 15.100 alberi a seguito delle campagne di monitoraggio, la maggior parte dei quali sono ulivi secolari, spesso monumentali. Per quanto riguarda il numero di piante positive e il numero totale di piante abbattute (**Figura 5**), si osservano tre fasi: a) dal 2013-2014 al 2017-2018 le piante abbattute sono molto inferiori al numero di piante positive; b) dal 2018-2019 al 2020-2021 il numero di alberi abbattuti è più o meno equivalente al numero di alberi positivi a Xfp; c) dal 2021-2022 al 2022-2023 l'abbattimento supera significativamente il numero di piante positive: rispettivamente oltre il 1.050% e quasi il 1.300%.

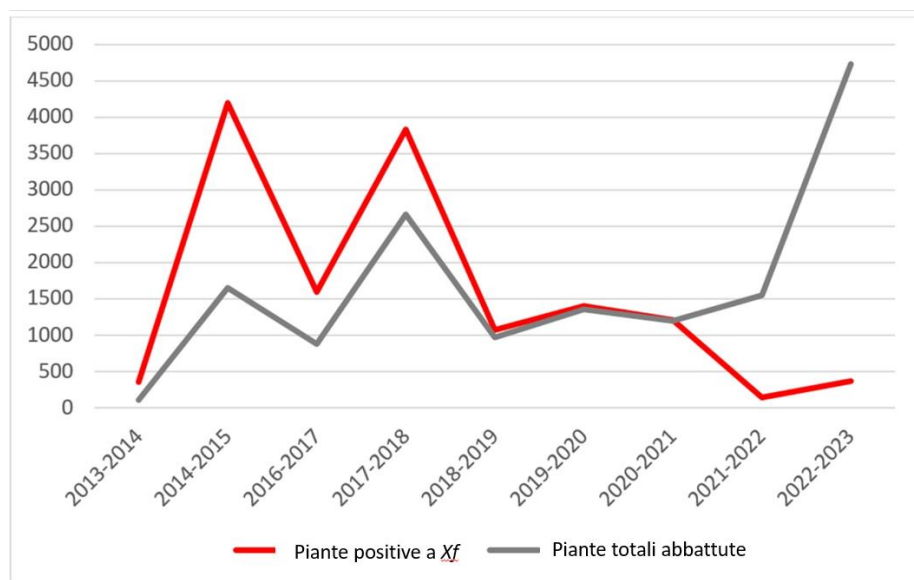


Figura 5: Piante positive a *Xylella fastidiosa subsp. pauca* e piante totali abbattute dal 2013-2014 al 2022-2023. Dati elaborati dalla documentazione ufficiale della Regione Puglia.

Una relazione dettagliata sulle ultime due campagne è riportata nella **Tabella 2**. I risultati di entrambe le campagne mostrano un'incidenza molto bassa di olivi e di altre piante ospiti positivi a Xfp sia nella zona “indenne” sia nelle zone di “contenimento”, “cuscinetto” e “delimitate”. In ogni caso, l'incidenza del batterio è stata inferiore allo 0,23%, con un minimo di incidenza osservata durante 2021-2022 quando Xfp è stata rilevata nello 0,09% (zona “contenimento”), 0,11% (aree “delimitate”), 0,04% (zona “cuscinetto”) e 0% (zone indenne) dei campioni analizzati. Inoltre, si noti che nel 2022-2023 la zona “cuscinetto” ha la stessa percentuale della campagna precedente, mentre nelle altre tre aree tale percentuale è risultata superiore a quelle dell'anno precedente. Gli olivi e le altre piante ospiti positive a Xfp sono risultati 146 nel 2021-2022 e 366 nel 2022-2023. Tuttavia, seguendo la regola dei 50 metri, il numero di alberi abbattuti che circondavano gli olivi o le altre piante ospiti risultati positivi alle analisi di laboratorio sono aumentati esponenzialmente: nel periodo 2021-2022 sono stati abbattuti 1.403 alberi, mentre nel periodo 2022-2023 gli alberi abbattuti sono stati 4.389. In entrambi gli anni, un numero rilevante di alberi di olivo secolari e monumentali è stato abbattuto.

Tabella 2: Dati relativi alle ultime due campagne di monitoraggio effettuate nelle diverse zone delimitate della Puglia.

Zone delimitate		Campagna di monitoraggio 2021-2022						Campagna di monitoraggio 2022-2023					
		Superficie ispezionata (ettari)	N. piante analizzate	N. piante positive a Xfp	% n. piante positive a Xfp/n. piante analizzate	N. piante positive a Xfp abbattute	N. piante abbattute nei 50 m di raggio dalla pianta infetta	Superficie ispezionata (ettari)	N. piante analizzate	N. piante positive a Xfp	% n. piante positive a Xfp/n. piante analizzate	N. piante positive a Xfp abbattute	N. piante abbattute nei 50 m di raggio dalla pianta infetta
Area indenne	Zona indenne	6.344	44.021	0	0	0	0	9.051	65.317	101	0,15	100	1.521
	Zona Cuscinetto	6.315	43.810	17	0,04	17	1.008	8.116	56.659	22	0,04	22	1524
Area infetta	Aree delimitate in cui si eradica (EU Reg. 2020/1201 art. 7-11)	2.461	38.009	41	0,11	41	395	8.830	78.341	95	0,12	85	1.344
	Zona Contenimento	8.492	99.174	88	0,09	88	0	5.399	66.049	148	0,22	137	0
TOTALE		23.602	225.014	146	0,06	146	1.403	31.396	266.366	366	0,14	344	4.389

Nota: Dati elaborati dalle relazioni ufficiali del servizio fitosanitario della Regione Puglia.

Abbreviazioni: N, n: numero.

4. Discussione

Numerosi studi scientifici, attraverso l'applicazione di una serie di modelli matematici basati sulla stima di parametri epidemiologici, caratteristiche alimentari dell'insetto vettore e conseguente diffusione del batterio all'interno e tra gli oliveti, hanno descritto la forma del "fronte di invasione" e la velocità di spostamento del batterio, e calcolato il potenziale di diffusione di Xfp negli oliveti pugliesi (EFSA, 2019; Fierro et al., 2019; Jeger and Bragard, 2019; Kottelenberg et al., 2021; Strona et al., 2017; White et al., 2020;). Per quanto concerne la diffusione media annua del batterio tra gli oliveti, questi studi riportano stime differenti che variano dai 5 km ai 20 km per anno (EFSA, 2019; Fierro et al., 2019; Kottelenberg et al., 2021). Tali discrepanze sono probabilmente dovute ad una serie di parametri relativi sia a Xfp che al suo vettore di trasmissione biologica che sono oggettivamente difficili da calcolare con precisione, così come avviene per qualsiasi malattia delle piante trasmessa da insetti (Jager and Bragard, 2019; White al., 2020). Comunque, considerando che il focolaio iniziale della malattia è probabilmente iniziato durante il 2008 (Kottelenberg et al., 2021), la diffusione ufficiale di Xfp durante gli ultimi 15 anni (da Gallipoli a Monopoli) è stata di circa 150 km, che corrispondono a circa 10 km all'anno. All'interno di questo scenario, il nostro studio ha accertato che, a parte le prime due campagne di monitoraggio effettuate nei Comuni in cui sono stati osservati i primi sintomi del CODIRO (area di Gallipoli) che riportano una incidenza del batterio rispettivamente del 3,18% e dell'8,15%, l'incidenza di Xfp nelle aree demarcate è stata sempre bassa e non ha mai superato il 2,73%, e dal 2020 in poi è stata inferiore allo 0,71%.

Inoltre, gli alberi che mostravano sintomi attribuibili al CODIRO, campionati ed analizzati per rilevare la presenza del batterio, molto spesso risultavano negativi a Xfp. Durante i monitoraggi del 2021, la percentuale di alberi di olivo che mostravano chiari sintomi di CODIRO risultati positivi a Xfp era pari soltanto al 3,21%. Questi risultati confermano quanto era già stato rilevato in un altro studio che analizzava i risultati dei monitoraggi nelle aree demarcate e che riportava come 3.300 campioni vegetali prelevati da piante sintomatiche non fossero risultati positivi al batterio (Scortichini e Cesari, 2019). Questi dati mostrano chiaramente che non c'è sempre una chiara correlazione tra presenza di sintomi di CODIRO e presenza di Xfp.

Queste osservazioni rinforzano il fatto che altri agenti fitopatogeni potrebbero essere coinvolti nel CODIRO e che essi possono indurre sintomi molto simili a quelli generati da Xfp. Infatti, già dal

2013 diversi studi indicavano varie specie di funghi associate a un disseccamento degli olivi pugliesi (Carlucci et al., 2013; 2015; Nigro et al., 2013). Inoltre, è stato recentemente osservato che funghi aggressivi come *Neofusicoccum mediterraneum* e *N. stellenboschiana* sono stati frequentemente isolati da alberi di olivo che apparentemente mostrano i sintomi tipici di CODIRO; in molti casi tali funghi sono stati rinvenuti insieme a Xfp (Brunetti et al., 2022; Manetti et al., 2023; Scortichini, 2023).

La percentuale molto bassa di alberi risultati positivi a Xfp che mostravano sintomi di disseccamento unitamente alla presenza di altri agenti fitopatogeni frequentemente rinvenuti negli oliveti pugliesi suggerisce di riconsiderare il CODIRO da un punto di vista epidemiologico più ampio.

Un punto molto importante da considerare è l'incidenza molto bassa di Xfp e un tasso molto basso di alberi sintomatici osservati durante le ultime due campagne di monitoraggio nelle aree demarcate. Infatti, ad un totale di 512 alberi di olivo risultati positivi a Xfp durante i monitoraggi del 2021-2022 e del 2022-2023, si sommano ulteriori 5.792 alberi che sono stati abbattuti sulla base della regola dei 50 metri di raggio. Nell'ambito di questi abbattimenti rientrano un numero molto alto di olivi secolari e monumentali asintomatici. Va notato che, mediante l'applicazione di modelli epidemiologici, White et al. (2020) hanno dimostrato che gli olivi asintomatici hanno una infettività da bassa a trascurabile per Xfp, e che hanno scarso effetto sulle dinamiche epidemiologiche complessive del CODIRO.

Ad ulteriore prova di tale studio, va aggiunto che alcuni olivi asintomatici dichiarati positivi per la presenza di Xfp nel 2015 che non sono stati immediatamente eliminati a causa di pendenze giudiziarie e per lo spostamento delle aree demarcate, sono attualmente ancora in un ottimo stato vegetativo e produttivo dopo molti anni dalla diagnosi di positività a Xfp (**Figure 6 e 7**).



Figura 6: Un albero di olivo localizzato nella provincia di Lecce risultato positivo a *Xylella fastidiosa subsp. pauca* nel 2015, come appare il 14 ottobre 2023. In seguito al rilevamento, l'albero non è stato abbattuto in ragione di un procedimento legale in corso e del successivo aggiornamento e spostamento delle zone demarcate.



Figura 7: Oliveto localizzato nella provincia di Lecce dove, nel 2015, l'albero in primo piano risultò positivo a *Xylella fastidiosa subsp. pauca*, come appare il 14 ottobre 2023. In seguito al rilevamento, l'albero non è stato abbattuto in ragione di un procedimento legale in corso e del successivo aggiornamento e spostamento delle zone demarcate. Si noti anche lo stato vegetativo sano degli alberi di ulivo vicini.

Tali dati, unitamente al fatto che gli oliveti rappresentano un immenso patrimonio per la Puglia, ci consentono di proporre alcune modifiche delle attuali norme che regolano la gestione di Xfp nelle aree demarcate. L'irrelevanza epidemiologica degli alberi asintomatici per l'ulteriore diffusione del batterio (White et al., 2020) suggerisce di eliminare la regola dei 50 metri nelle aree demarcate. La rimozione di tutti gli alberi presenti nel raggio di 50 metri dall'albero risultato infettato da Xfp sembra un costo inutile e dannoso, considerando che gli ulivi asintomatici e positivi a Xfp hanno un'influenza molto bassa o trascurabile per l'ulteriore diffusione del batterio nell'area.

Questa proposta è in linea anche con le osservazioni dell'EFSA inerenti le principali fonti d'incertezza nella gestione di Xfp in Puglia (EFSA, 2019). In particolare, quando si riferiscono alle "opzioni di sradicamento" chiaramente affermano che "L'adozione di una strategia di abbattimento era quella più efficace. Una possibile alternativa potrebbe considerare l'abbattimento del solo albero risultato infetto. Questo avrebbe l'effetto di salvare le piante potenzialmente sane". Inoltre, l'EFSA ha anche dichiarato che ci potrebbe essere la possibilità che le tecniche diagnostiche non intercettino il batterio quando presente in concentrazioni molto basse nell'albero (EFSA, 2019). Va, comunque, rilevato che negli ultimi anni le tecniche per rilevare la presenza di Xfp negli ulivi hanno fatto notevoli progressi, fino a rilevare anche pochissime cellule del batterio presenti nel campione (Amoia et al., 2023; D'Onghia et al., 2022; Faino et al., 2021; Mastin et al., 2022; Passera et al., 2022). Questa

proposta risulta in linea anche con i risultati di altri studi scientifici relativi alle misure prese per impedire la diffusione di Xfp. Ad esempio, nelle isole Baleari (Spagna), Olmo et al. (2021) affermano che “nessuna delle misure proposte era corretta da un punto di vista epidemiologico dal momento che il batterio era già ampiamente diffuso e stabilito nel territorio da diversi decenni”. Inoltre, gli stessi autori mettono in dubbio l’adeguatezza di strategie di eradicazione senza alcuna preliminare indagine sulla storia epidemiologica della malattia.

Inoltre, l’International Standard for Pathogen Measures (ISPM), adottato dall’Organizzazione per l’Agricoltura e l’Alimentazione (FAO), in accordo con la Convenzione Internazionale per la Protezione delle Piante (IPPC), prevede periodici aggiornamenti sulle misure di contenimento per verificare se gli obiettivi sono stati raggiunti o stabilire se sono necessarie delle modifiche delle regole vigenti: “quando cambiano le condizioni, e nuove evidenze diventano disponibili, le misure fitosanitarie vanno modificate prontamente, includendo divieti, restrizioni o requisiti necessari per il raggiungimento dello scopo, o rimuovendo quelle ritenuti inutili” (ISPM 4, IPPC Secretariat 2017). In particolare, si afferma che “per le eradicazioni, il programma dovrebbe essere soggetto a verifiche periodiche per analizzare e verificare le informazioni ottenute, controllare che gli obiettivi siano stati raggiunti, e/o determinare se sono richiesti dei cambiamenti” (ISPM 9, IPPC Secretariat 2016a). Secondo lo standard 22, le attuali caratteristiche osservate in tutte le aree demarcate della Puglia, dove la Xfp è continuamente monitorata e la sua bassissima incidenza ripetutamente riscontrata, attribuirebbero a suddette aree lo status di “aree con bassa presenza del patogeno” dove “in una parte del Paese uno specifico agente fitopatogeno è presente con una bassa incidenza ed è soggetto a misure efficaci di sorveglianza, controllo o eradicazione” (ISPM 22, IPPC Secretariat, 2016b).

Per le aree demarcate, quindi, la modifica delle attuali norme inerenti all’eradicazione sembra appropriata. In particolare, si propone l’eliminazione della regola dei 50 metri. Tale eliminazione rappresenta un approccio più razionale che salvaguarderebbe gli alberi sani, il paesaggio, l’ambiente e l’economia del territorio e consentirebbe, nel contempo, di continuare a monitorare la presenza del batterio nell’area.

Va aggiunto che, per un altro microrganismo da quarantena trasmesso da un insetto vettore, la “Flavescenza dorata della Vite” trasmessa da *Scaphoideus titanus*, le misure da quarantene per l’eradicazione delle piante riguardano solo le viti risultate infette, e solo quando l’incidenza della malattia nel vigneto arriva al 20-30% del totale, l’intero vigneto viene estirpato (EFSA, 2016).

Per quanto riguarda l’epidemiologia del CODIRO e il suo controllo, va aggiunto anche che recentemente è stato osservato che il vettore di Xfp diffonde efficacemente il batterio principalmente attraverso la rete stradale pugliese, mentre le aree naturali ostacolano tale diffusione (Bajocco et al., 2023). Per l’alto numero di strade presenti in Puglia nonché per il traffico molto intenso che contraddistingue questa Regione specialmente per tutta la stagione estiva, sorgono dei dubbi sull’effettiva efficacia dell’attuale strategia di contenimento di Xfp mediante l’eradicazione degli ulivi, dal momento che non risulta possibile eliminare del tutto gli insetti vettori presenti nel Sud della Regione. Il *P. spumarius* (sputacchina), infatti, trasportato dai veicoli che partono dalla zona infetta può raggiungere le aree indenne in pochi minuti e diffondere, così, Xfp. Nel 2015, infatti, l’EFSA ha affermato che “così come osservato nelle aree pugliesi, gli insetti vettori possono essere trasportati dai veicoli su lunga distanza anche in assenza di piante [...] Questo significa che gli insetti vettori possono disseminare il batterio lontano dalle aree in cui è presente la malattia, il che implica che l’eradicazione degli insetti vettori autoctoni su ampia scala non è possibile, dal momento che questi possono alimentarsi su un elevato numero di piante ospiti” (EFSA, 2015, pp. 97-98). Infine, un

protocollo di lavoro per l'efficace gestione di Xfp negli oliveti pugliesi, basato sul trattamento della chioma dell'olivo, una volta al mese dalla primavera all'autunno, con un biofertilizzante contenente zinco-rame-citrico che ha anche proprietà battericide, potrebbe anche essere applicato nelle varie aree delimitate per ridurre la concentrazione delle cellule del batterio all'interno dell'albero (Blonda et al., 2023; Scortichini et al., 2018; Tatulli et al., 2021).

In conclusione, questo studio mostra per la prima volta, un'analisi basata sui dati ufficiali decennali delle indagini di monitoraggio degli oliveti in Puglia, e rivela chiaramente: a) una bassissima incidenza di olivi positivi a Xfp all'interno delle diverse zone delimitate soprattutto negli ultimi tre anni, anche nell'area infetta; b) un elevato numero di olivi sani abbattuti, secondo la regola dei "50 metri di raggio" e nonostante il bassissimo tasso di incidenza del batterio; c) una mancanza di correlazione tra la presenza di Xfp negli ulivi che mostrano sintomi di CODIRO; e d) la conferma dell'irrelevanza epidemiologica degli alberi asintomatici per l'ulteriore diffusione del batterio, come mostrato da White et al. (2020).

Infine, questo studio presenta una proposta scientificamente fondata che potrebbe ridurre la devastazione dell'ambiente, del paesaggio, dell'agricoltura tradizionale e dell'economia territoriale e che potrebbe validamente sostenere il decisore politico nelle sue scelte. Ulteriori sviluppi della ricerca sono necessari, e potrebbero indicare nella direzione di una maggiore indagine epidemiologica descrittiva del CODIRO includendo anche, oltre a Xfp, i funghi aggressivi sopra riportati.

Riferimenti bibliografici

Amoia, S.S., Loconsole, G., Ligorio, A., Pantazis, A.K., Papadakis, G., Gizeli, E. & Minafra, A. (2023). A colorimetric LAMP detection of *Xylella fastidiosa* in crude alkaline sap of olive trees in Apulia as a field-based tool for disease containment. *Agriculture*, 13, 448.

Apulia Region (2013). *DgR n. 2023: Misure di emergenza per prevenzione, controllo ed eradicazione Xf associato al "CoDiRO"*, Bari, Regione Puglia.

Apulia Region (2023a). Nota AOO_181/PROT/03/07/2023/0006075. Oggetto: monitoraggio ulivi positivi al batterio *Xylella fastidiosa*. Istanza di accesso agli atti ai sensi dell'art. 5 del d.lgs. 14/03/2013 n. 33 come sostituito dall'art. 6 comma 1 d.lgs. 97 del 2016. Riscontro (3 luglio 2023).

Apulia Region (2023b). Nota AOO_181/PROT/28/08/2023/0007316. Oggetto: monitoraggio ulivi positivi al batterio *Xylella fastidiosa*. Istanza di accesso agli atti del 31/07/2023 (protocollo interno AOO_181/PROT/01/08/2023/0006891) ai sensi dell'art. 5 del d.lgs. 14/03/2013 n. 33 come sostituito dall'art. 6 comma 1 d.lgs. 97 del 2016. Riscontro (28 agosto 2023).

Bajocco, S., Raparelli, E. & Bregaglio, S. (2023). Assessing the driving role of the anthropogenic landscape on the distribution of the *Xylella fastidiosa*-driven "olive quick decline syndrome" in Apulia (Italy). *Science of the Total Environment*, 896, 165231.

Blonda, P., tarantini, C., Scortichini, M., Maggi, S., tarantino, M. & Adamo, M. (2023). Satellite monitoring of a bio-fertilizer restoration in olive groves affected by *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*. *Scientific Reports*, 13, 5695.

Brunetti, A., Matere, A., Lumia, V., Pasciuta, V., Fusco, V., Sansone, D., Marangi, P., Cristella, N., Faggioli, F., Scortichini, M. & Pilotti, M. (2022). *Neofusicoccum mediterraneum* is involved in twig and branch dieback of olive trees observed in Salento (Apulia, Italy). *Pathogens*, 11, 53.

- Calabrese, G., Ladisa, G. & Pettiti, L. (2012). Oliviculture and ancient olive orchards in the EU-Mediterranean area. In: *A multi-scale and multi-level approach for conservation of ancient olive orchards in the Euro-Mediterranean region*. Eds. La Posta, A., Lacirignola, C. & Mimiola, G. (IAMB, Bari: CIHEAM - Mediterranean Agronomic Institute of Bari), 2–23.
- Cariddi, C., Saponari, M., Boscia, D., De Stradis, A., Loconsole, G., Nigro, F., Porcelli, F., Potere, O. & Martelli, G.P. (2014). Isolation of a *Xylella fastidiosa* strain infecting olive and oleander in Apulia, Italy. *Journal of Plant Pathology*, 96, 425–429.
- Carlucci, A., Raimondo, M. L., Cibelli, F., Phillips, A. J. & Lops, F. (2013). *Pleurostomophora richardsiae*, *Neofusicoccum parvum* and *Phaeoacremonium aleophilum* associated with a decline of olives in Southern Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 52, 517-527.
- Carlucci, A., Lops, F., Cibelli, F. & Raimondo, M.L. (2015). *Phaeoacremonium* species associated with olive wilt and decline in Southern Italy. *European Journal of Plant Pathology*, 141, 717-729.
- Ciervo, M. (2016). The olive quick decline syndrome (OQDS) diffusion in Apulia region: an apparent contradiction according to the agricultural model. *Belgeo*, 4.
- Ciervo, M. (2020). Il disseccamento degli olivi in Puglia, evidenze, contraddizioni, anomalie, scenari. Un punto di vista geografico. Società Geografica Italiana, Roma, Italy, 74 pp.
- Council Directive of European Union (2000/29/EC). Protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their within the Community.
- D’Onghia, A.M., Santoro, F., Minutillo, S.A., Frasher, D., Gallo, M., Gualano, S., Cavallo, G. & Valentini, F. (2022). Optimisation of sampling and testing for asymptomatic olive trees infected by *Xylella fastidiosa* in Apulia region, Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 61, 439-449.
- Di Rienzo, V, Fanelli, V, Miazzi, M.M., Sabetta, W. & Montemurro, C. (2018). The preservation and characterization of Apulian olive germplasm biodiversity. *Acta Horticulturae*, 1199, 1–6.
- EFSA Panel on Plant Health (PLH). (2015). Scientific opinion on the risks to plant health posed by *Xylella fastidiosa* in the EU territory, with the identification and evaluation of risk reduction options. *EFSA Journal*, 13, 3989.
- EFSA Panel on Plant Health (PLH). (2016). Scientific opinion of the risk to plant health of Flavescence dorée for the EU territory. *EFSA Journal*, 14, 4603.
- EFSA Panel on plant health (PLH) (2019). Update of the scientific opinion on the risks to plant health posed by *Xylella fastidiosa* in the EU territory. *EFSA Journal*, 17, 5665.
- European Commission (2015). Commission Implementing Decision (EU) 2015/789 of 18 May 2015 as regards measures to prevent the spread within the Union of *Xylella fastidiosa* (Wells et al.). Official Journal of European Union, Bruxelles.
- European Commission (2020). Commission Implementing Regulation (EU) 2020/1201 of 14 August 2020 as regards measures to prevent the spread within the Union of *Xylella fastidiosa* (Wells et al.). Official Journal of European Union, Bruxelles.
- European Plant Protection Organization (EPPO) PM7/24 *Xylella fastidiosa*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 49, 175-227.

- Faino, L., Scala, V., Albanese, A., Modesti, V., Grottoli, A., Pucci, N., Doddi, A., L'Aurora, A., Tatulli, G., Reverberi, M. & Loreti, S. (2021). Nanopore sequencing for the detection and identification of *Xylella fastidiosa* subspecies and sequence types from naturally infected plant material. *Plant Pathology*, 70, 1860-1870.
- Fierro, A., Liccardo, A. & Porcelli, F. (2019). A lattice model to manage the vector and infection of the *Xylella fastidiosa* in olive trees. *Scientific Reports*, 9, 8723.
- IPPC Secretariat (2016). International Standards for Pathogenic Measures n° 9. Published by F.A.O. on behalf of the secretariat of the International Plant Protection Convention (IPPC), Rome, pp. 10.
- IPPC Secretariat (2016). International Standards for Pathogenic Measures n° 22. Published by F.A.O. on behalf of the secretariat of the International Plant Protection Convention (IPPC), Rome, pp. 10.
- IPPC Secretariat (2017). International Standards for Pathogenic Measures n° 4. Published by F.A.O. on behalf of the secretariat of the International Plant Protection Convention (IPPC), Rome, pp. 10.
- Jeger, M. & Bragard, C. (2019). The epidemiology of *Xylella fastidiosa*: a perspective on current knowledge and framework to investigate plant host-vector-pathogen interaction. *Phytopathology*, 109, 200-209.
- Kottelenberg, D., Hemerik, L., Saponari, M. & Van der Werf, W. (2021). Shape and rate of movement of the invasion front of *Xylella fastidiosa* spp. *pauca* in Puglia. *Scientific Reports*, 11, 1061.
- Manetti, G., Brunetti, A., Lumia, V., Sciarroni, L., Marangi, P., Cristella, N., Faggioli, F., Reverberi, M., Scortichini, M. & Pilotti, M. (2023). Identification and characterization of *Neofusicoccum Stellenboschiana* in branch and twig dieback-affected olive trees in Italy and comparative pathogenicity with *N. mediterraneum*. *Journal of Fungi*, 9, 292.
- Martelli, G.P. (2016). The current status of the quick decline syndrome of olive in southern Italy. *Phytoparasitica*, 44, 1–10.
- Mastin, A.J., Van den Bosch, F., Bourhis, Y. & Parnell, S. (2022). Epidemiologically-based strategies for the detection of emerging pathogens. *Scientific Reports*, 12, 10972.
- Nigro, F., Boscia, D., Antelmi, I. & Ippolito, A. (2013). Fungal species associated with a severe decline of olive in Southern Italy. *Journal of Plant Pathology*, 95, 668.
- Olmo, D., Nieto, A., Borràs, D., Montesinos, M., Adrover, F., Pascual, A., Gost, P.A., Quetglas, B., Urbano, A., De Dios Garcia, J., Velasco-Amo, M.P., Olivares-Garcia, C., Beidas, O., Juan, A., Marco-Noales, E., Gomila, M., Rita, J., Moralejo, E. & Landa, B.B. (2021). Landscape Epidemiology of *Xylella fastidiosa* in the Balearic Islands. *Agronomy*, 11, 473.
- Passera, A., Grosso, V., Miotti, N., Rossato, M., Gaffuri, F., Casati, P., Delledonne, M. & Bianco, P.A. (2022). Nanoplate digital PCR assay for detection and quantification of *Xylella fastidiosa*. *Phytopathologia Mediterranea*, 61, 489-503.
- Perrino, E.V. & Calabrese, G. (2014). Vascular flora of the ancient olive groves of Apulia (Southern Italy). *Natura Croatica*, 23, 189-218.
- Regione Puglia, Servizio Agricoltura, Ufficio Osservatorio Fitosanitario, (2015). Relazione su *Xylella fastidiosa*. 52 pp.

- Saponari, M.; Boscia, D.; Nigro, F.; Martelli, G.P. (2013). Identification of DNA sequences related to *Xylella fastidiosa* in oleander, almond and olive trees exhibiting leaf scorch symptoms in Apulia (southern Italy). *Journal of Plant Pathology*, 95 (3), 668.
- Saponari, M., Loconsole, G., Cornara, D., Yokomi, R.K., De Stradis, R.A., Boscia, D., Bosco, D., Martelli, G.P., Krugner, R. & Porcelli, F. (2014). Infectivity and transmission of *Xylella fastidiosa* by *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. *Journal of Economic Entomology*, 107, 1316–1319.
- Scortichini, M. (2020). The multi-millennial olive agroecosystem of Salento (Apulia, Italy) threatened by *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*: a working possibility of restoration. *Sustainability*, 12, 6700.
- Scortichini, M. (2022). The epidemiology and control of “olive quick decline syndrome” in Salento (Apulia, Italy). *Agronomy*, 12, 2475.
- Scortichini, M., Chen, J., De Caroli M., Dalessandro, G., Pucci, N., Modesti, V., L’Aurora, A., Petriccione, M., Zampella, L., Mastrobuoni, F., Migoni, D., Del Coco, L., Girelli, C.R., Piacente, F., Cristella, N., Marangi, P., Laddomada, F., Di Cesari, M., Cesari, G., Fanizzi, F.P. & Loreti, S. (2018). A zinc, copper and citric acid complex shows promise for control of *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* in olive trees in Apulia region (southern Italy). *Phytopathologia Mediterranea*, 57, 48-72.
- Scortichini, M. & Cesari, G. (2019). An evaluation of the monitoring surveys of the quarantine bacterium *Xylella fastidiosa* performed in containment and buffer areas of Apulia, southern Italy. *Applied Biosafety*, 24, 96–99.
- Scortichini, M., Manetti, G., Brunetti, A., Lumia, V., Sciarroni, L., Pilotti, M. (2023). *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*, *Neofusicoccum* spp. and the decline of olive trees in Salento (Apulia, Italy): comparison of symptoms, possible interactions, certainties and doubts. *Plants*, 12, 3593.
- Silletti, G. (2015). Piano degli interventi per fronteggiare il rischio fitosanitario connesso alla diffusione della *Xylella fastidiosa* (Well e Raju) nel territorio della regione Puglia, art. 1C.4 ordinanza del CDPC 225/2015.
- Sosnowski, M.R., Fletcher, J.D., Daly, A.M., Rodoni, B.C. & Viljanen-Robinson, S.L.H. (2009). Techniques for the treatment, removal and disposal of host material during programmes of plant pathogen eradication. *Plant Pathology*, 58, 621-635.
- Stokstad, E. (2015). Italy’s olives under siege. *Science*, 348, 620.
- Strona, G., Carstens, C.J. & Beck, P.S.A. (2017). Network analysis reveal why *Xylella fastidiosa* will persist in Europe. *Scientific Reports*, 7, 71.
- Tatulli, G., Modesti, V., Pucci, N., Scala, V., L’Aurora, A., Lucchesi, S., Salustri, M., Scortichini, M. & Loreti, S. (2021). Further in vitro assessment and mid-term evaluation of control strategy of *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* in olive groves of Salento (Apulia, Italy). *Pathogens*, 10, 85.
- White, S.M., Bullock, J.M., Hooftman, D.A.P. & Chapman, D.S. (2017). Modelling the spread and control of *Xylella fastidiosa* in the early stages of invasion in Apulia, Italy. *Biological Invasions*, 19, 1825–1837.