

DOCUMENTI TECNICI UFFICIALI

Documento n. 62

SCHEMA TECNICA PER

INDAGINI SULL'ORGANISMO NOCIVO:

Globodera rostochiensis e Globodera pallida

REV.	DESCRIZIONE REVISIONE	COMPILAZIONE	APPROVAZIONE	DATA DI ADOZIONE	FIRMA
0	Revisione 0	GDL per il Programma di indagine sugli organismi nocivi delle piante	CFN 13-12-2023	11/01/2024	

Indice

Premessa	3
1. Informazioni Generali	3
1.1 Tassonomia e inquadramento	3
1.2 Normativa vigente	4
1.3 Distribuzione geografica	5
1.3.1 Presenza in Italia	7
2. Aspetti biologici dell'organismo	8
2.1 Morfologia e biologia dell'organismo nocivo	8
2.2 Sintomi/segni	9
2.3 Piante ospiti (ospiti principali/minori)	9
3. Siti di maggiore rischio	9
3.1 Aree a rischio/ Risk areas	10
4. Indagine/survey	11
4.1 Osservazione visiva	11
4.2 Campionamento	12
4.3 Indagine con trappole	16
5. Diagnosi	17
5.1 Campione/Matrice	17
5.2 Test per l'identificazione	17
Bibliografia	20

Premessa

La scheda tecnica di indagine per un organismo nocivo o gruppo di organismi nocivi affini riporta le informazioni sull'inquadramento tassonomico e normativo, la diffusione a livello mondiale e nazionale, gli aspetti di carattere generale sul ciclo biologico, le istruzioni su come condurre e quando rilievi visivi e campionamenti sulla base di ampie illustrazioni dei sintomi o danni causati sulle specie ospiti e, nel caso di insetti, le modalità di indagine attraverso l'uso di trappole. La scheda riporta anche le informazioni sulle metodologie diagnostiche per l'identificazione del singolo organismo nocivo o gruppo affine.

La scheda tecnica di indagine tiene conto dei **regolamenti comunitari** e/o **decreti nazionali**, dell'esperienza dei Servizi Fitosanitari Regionali (SFR) nel controllo del territorio, degli standard internazionali (**EPPO**, ISPM etc.). La scheda è uno strumento funzionale al riconoscimento dell'organismo nocivo in dotazione al personale tecnico impegnato nell'esecuzione delle indagini (Ispettori fitosanitari, Agenti fitosanitari, Assistenti fitosanitari, Tecnici rilevatori)

La scheda tecnica di indagine viene elaborata da un gruppo di lavoro di esperti (**CREA-DC** e **SFR**) per l'organismo nocivo considerato, con l'eventuale coinvolgimento di altri esperti di Enti di Ricerca e Università. La scheda di indagine viene approvata dal **Comitato Fitosanitario Nazionale** (CFN) e revisionata periodicamente per gli aggiornamenti normativi, distribuzione geografica e procedure di indagine.

1. Informazioni Generali

1.1 Tassonomia e inquadramento

Nome scientifico:

Globodera rostochiensis (Wollenweber, 1923; Skarbilovich, 1959)

Globodera pallida (Stone, 1973)

Nome/i comune/i: nematodi cisticoli della patata; potato cyst nematodes

Codice EPPO:

HETDRO – *Globodera rostochiensis*

HETDPA – *Globodera pallida*

Posizione tassonomica:

Phylum: Nematoda (1NEMAP)

Classe: Chromadorea (1CHROC)

Ordine: Rhabditida (1RHABO)

Famiglia: Heteroderidae (1HETEF)

Genere: *Globodera* (1GLOBG)

Specie: *Globodera rostochiensis* (HETDRO) e *Globodera pallida* (HETDPA)

Categorizzazione

EU:

HETDRO: A2 Quarantine pest (Reg. (UE) 2019/2072 - Annex II B)

HETDPA: A2 Quarantine pest (Reg. (UE) 2019/2072 - Annex II B)

EPPO:

HETDRO: A2 list

HETDPA: A2 list

1.2 Normativa vigente

EUROPEA:

- **Regolamento (UE) 2016/2031** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 ottobre 2016, relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante, che modifica i regolamenti (UE) n. 228/2013, (UE) n. 652/2014 e (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio e abroga le direttive 69/464/CEE, 74/647/CEE, 93/85/CEE, 98/57/CE, 2000/29/CE, 2006/91/CE e 2007/33/CE del Consiglio;
- **Regolamento (UE) 2017/625** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 marzo 2017, relativo ai controlli ufficiali e alle altre attività ufficiali effettuati per garantire l'applicazione della legislazione sugli alimenti e sui mangimi, delle norme sulla salute e sul benessere degli animali, sulla sanità delle piante nonché sui prodotti fitosanitari, recante modifica dei regolamenti (CE) n. 999/2001, (CE) n. 396/2005, (CE) n. 1069/2009, (CE) n. 1107/2009, (UE) n. 1151/2012, (UE) n. 652/2014, (UE) 2016/429 e (UE) 2016/2031 del Parlamento europeo e del Consiglio, dei regolamenti (CE) n. 1/2005 e (CE) n. 1099/2009 del Consiglio e delle direttive 98/58/CE, 1999/74/CE, 2007/43/CE, 2008/119/CE e 2008/120/CE del Consiglio, e che abroga i regolamenti (CE) n. 854/2004 e (CE) n. 882/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio, le direttive 89/608/CEE, 89/662/CEE, 90/425/CEE, 91/496/CEE, 96/23/CE, 96/93/CE e 97/78/CE del Consiglio e la decisione 92/438/CEE del Consiglio (regolamento sui controlli ufficiali);
- **Regolamento delegato (UE) 2019/1702** della Commissione del 10 agosto 2019 che integra il regolamento (UE) 2016/2031 del Parlamento europeo e del Consiglio stabilendo l'elenco degli organismi nocivi prioritari;
- **Regolamento di esecuzione (UE) 2019/2072** della Commissione che stabilisce condizioni uniformi per l'attuazione del regolamento (UE) 2016/2031 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante e che abroga il regolamento (CE) n. 690/2008 della Commissione e modifica il regolamento di esecuzione (UE) 2018/2019 della Commissione e ss.mm.ii.;

- **Regolamento di esecuzione (UE) 2022/1192** della Commissione dell'11 luglio 2022 che istituisce misure per eradicare gli organismi nocivi *Globodera pallida* (Stone) Behrens e *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens e prevenirne la diffusione.

NAZIONALE:

- **Decreto Legislativo 2 febbraio 2021, n. 19** "Norme per la protezione delle piante dagli organismi nocivi in attuazione dell'articolo 11 della legge 4 ottobre 2019, n. 117, per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) 2016/2031 e del regolamento (UE) 2017/625"(GU Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana - Serie generale n.48 del 26 febbraio 2021) e s.m.i

1.3 Distribuzione geografica

Origini: I nematodi cisticoli della patata sono indigeni delle regioni andine del Perù e della Bolivia; in particolare si suppone che il loro centro di origine si trovi nell'area circostante il lago Titicaca. L'introduzione in Europa è avvenuta probabilmente a metà del XIX secolo attraverso l'importazione di patate da seme con terreno aderente (Evans et al., 1975).

Globodera rostochiensis:

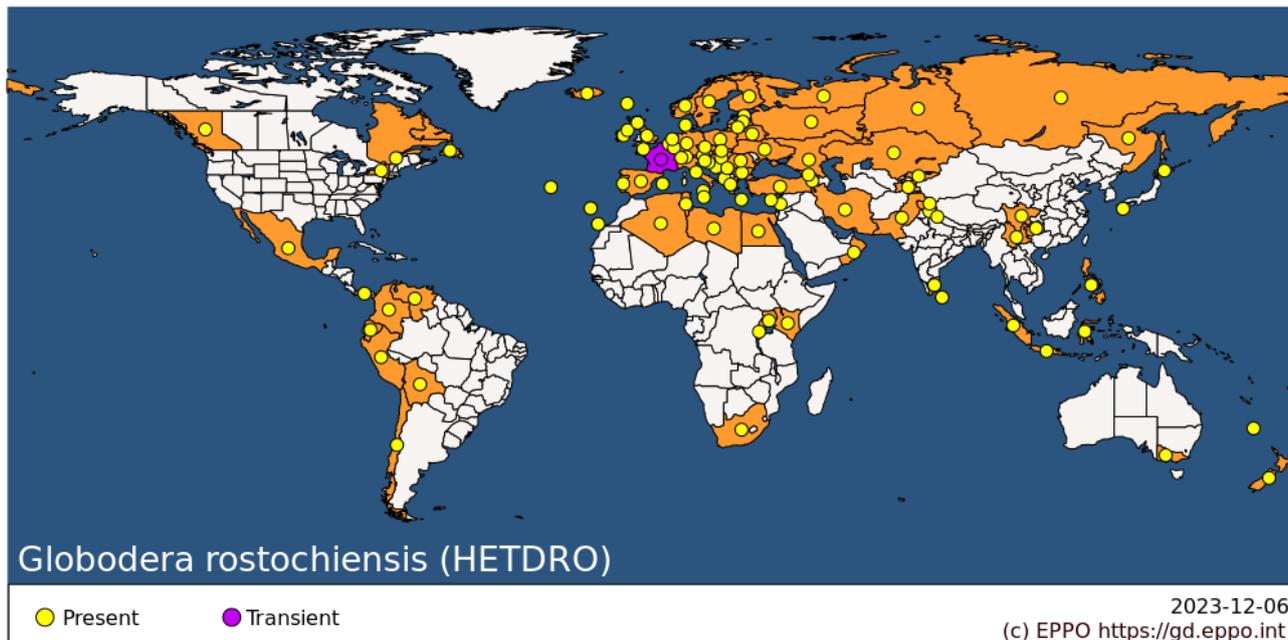
Africa: Algeria, Egitto, Kenya, Libia, Rwanda, Sud Africa, Tunisia, Uganda

America: Bolivia, Canada, Cile, Colombia, Ecuador, Messico, Panama, Perù, Stati Uniti, Venezuela

Asia: Cina, Filippine, Giappone, India, Indonesia, Iran, Kazakistan, Kirgizstan, Libano, Malesia, Oman, Pakistan, Sri Lanka, Tajikistan

Europa: Albania, Armenia, Austria, Bielorussia, Belgio, Bosnia Erzegovina, Bulgaria, Croazia, Cipro, Danimarca, Estonia, Finlandia, Georgia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Isole Faroe, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Olanda, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Regno Unito, Russia, Serbia, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Ucraina, Ungheria, Turchia

Oceania: Australia, Isola Norfolk, Nuova Zelanda



<https://gd.eppo.int/taxon/HETDRO/distribution>

***Globodera pallida*:**

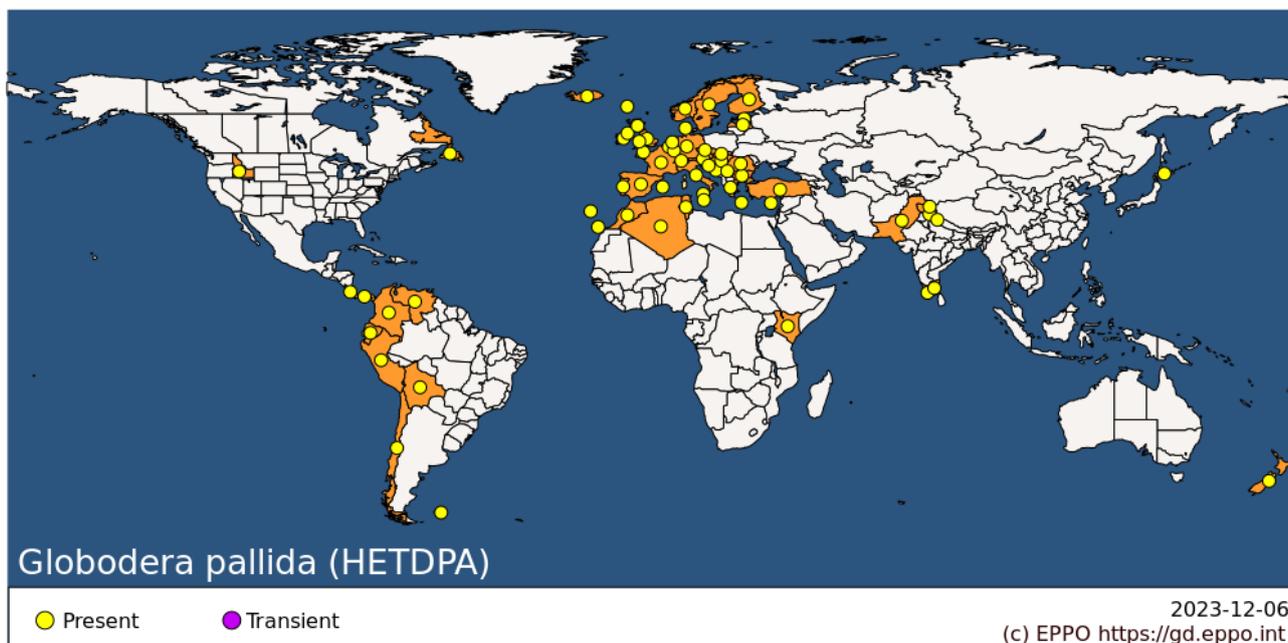
Africa: Algeria, Kenya, Marocco, Tunisia,

America: Bolivia, Canada, Cile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Isole Falkland, Panama, Perù, Stati Uniti, Venezuela

Asia: Giappone, India, Pakistan

Europa: Austria, Belgio, Bosnia Erzegovina, Bulgaria, Croazia, Cipro, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Isole Faroe, Italia, Lettonia, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Olanda, Portogallo, Repubblica Ceca, Regno Unito, Romania, Serbia, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Ungheria

Oceania: Nuova Zelanda



<https://gd.eppo.int/taxon/HETDPA/distribution>

1.3.1 Presenza in Italia:

Globodera rostochiensis è stata segnalata per la prima volta in Italia agli inizi degli anni '60 (Buo, 1961), mentre *Globodera pallida* nel 1977 (Ambrogioni, 1977).

Ad oggi, le due specie sono diffuse nella maggior parte delle zone di coltivazione delle solanacee (Abruzzo, Campania, Sicilia, Puglia, Emilia-Romagna, Lazio, Provincia Autonoma di Bolzano).

Globodera pallida, inoltre, è stata rinvenuta in Piemonte e Valle d'Aosta solo in aree montane e in giardini privati.

Cisti di *G. rostochiensis* sono state rinvenute nella Provincia autonoma di Trento (Comano terme) nel 2021 durante un'indagine ufficiale annuale in campi destinati alla coltivazione di patate da semina.

2. Aspetti biologici dell'organismo

2.1 Morfologia e biologia dell'organismo nocivo

I nematodi del genere *Globodera* sono nematodi cisticoli. La cisti rappresenta lo stadio vitale più resistente a condizioni climatico/ambientali avverse e permette al nematode di sopravvivere anche in assenza di piante ospiti.

Gli adulti presentano dimorfismo sessuale accentuato. I maschi sono vermiformi, mentre le femmine mature sono globose e sferiche (Fig.1). Gli stadi giovanili di seconda età, sotto lo stimolo degli essudati radicali delle piante ospiti, emergono dalle uova (Fig.2) contenute all'interno delle cisti presenti nel terreno e si dirigono verso le radici delle piante penetrandovi prevalentemente nella zona degli apici radicali. In seguito, essi migrano per alcuni millimetri nel parenchima corticale, stabilendo un rapporto trofico con le cellule, che vengono trasformate in sincizi o cellule di trasferimento.

I maschi adulti fuoriescono dalla radice e vivono liberi nella rizosfera delle piante ospiti. Le femmine rimangono confinate per il resto del loro sviluppo all'interno delle radici colonizzate dove, passando attraverso altri due stadi giovanili, raggiungono quello adulto. Le femmine di *Globodera* man mano che si sviluppano e si accrescono, rompono l'epidermide della radice e sporgono all'esterno con la parte posteriore del corpo, mentre con la porzione cefalica restano attaccate al cilindro centrale continuando il processo di nutrizione (Fig.3).

Le femmine vengono fecondate dai maschi vermiformi che si muovono attivamente. Dopo la copulazione i maschi muoiono, mentre le femmine rimangono attaccate alle radici e producono uova che si sviluppano all'interno del loro corpo globoso. In seguito, quando le femmine muoiono, la loro cuticola diventa rigida, chitinizzata, scura e si trasforma in cisti (Fig.1). Le femmine presentano una colorazione chiara prima di trasformarsi in cisti.

Il ciclo vitale di *G. rostochiensis* e *G. pallida* è essenzialmente lo stesso. Per entrambe le specie, il limite soglia per la schiusa delle uova è di 10 °C (Den Ouden, 1960), ma tra 10 °C e 15 °C, il numero totale di larve di seconda età schiuse di *G. pallida* è superiore rispetto a *G. rostochiensis*. Al contrario, sopra i 15 °C accade l'inverso (Franco, 1979; Schans, 1993).

I nematodi cisticoli della patata hanno diversi patotipi, cioè popolazioni che manifestano un diverso grado di virulenza nei confronti di cultivar o cloni differenti. In Europa sono stati identificati cinque patotipi di *G. rostochiensis* (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5) e tre di *G. pallida* (Pa1, Pa2, Pa3).

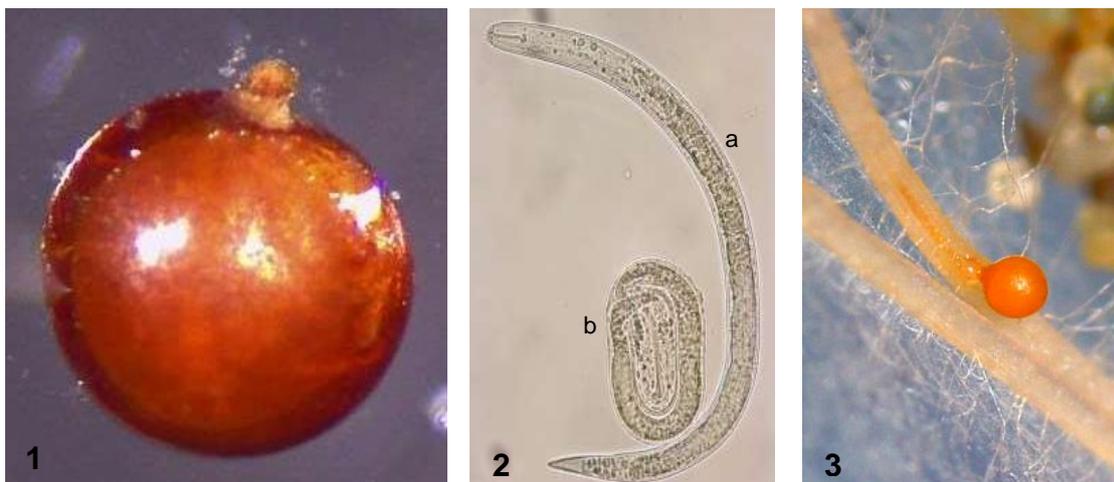


Fig. 1: femmina matura di *Globodera rostochiensis*;

Fig. 2: a - stadio giovanile di seconda età; b - stadio giovanile all'interno dell'uovo;

Fig. 3 femmina in accrescimento attaccata alla radice con la porzione cefalica.

Fig. 1-3: Giulia Torrini e Sara Amoriello (CREA-DC)

2.2 Sintomi/segni

I sintomi dell'infestazione di *G. rostochiensis* e *G. pallida* sulle piante di patata sono aspecifici e si manifestano in modo disforme nell'appezzamento: le piante appassiscono durante le ore calde della giornata, arrestano il loro sviluppo e presentano foglie piccole e ingiallite, un ridotto apparato radicale e tuberi di piccole dimensioni. La coltura, inoltre, manifesta generalmente un ritardo della fioritura nella zona infestata dell'appezzamento.

2.3 Piante ospiti (ospiti principali/minori)

Le piante ospiti di *G. rostochiensis* e *G. pallida* sono limitate alla famiglia delle Solanaceae.

La patata (*Solanum tuberosum* L.) è la coltura ospite d'elezione per entrambe le specie di *Globodera*. Altre Solanacee ospiti sono, fra quelle coltivate, il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.), la melanzana (*Solanum melongena* L.) ed il peperone (*Capsicum annuum* L.).

Alcune piante spontanee, ad esempio specie selvatiche di *Solanum* e *Lycopersicon*, possono fungere da serbatoio di infestazione.

3. Siti di maggiore rischio

3.1 Aree a rischio/ Risk areas

Le aree di monitoraggio dovrebbero essere scelte tenendo conto della biologia di questa specie e dei suoi principali ospiti. In genere, l'habitat con una maggior possibilità d'infestazione da *Globodera pallida* o *G. rostochiensis* è il campo coltivato a patata sia per la produzione di tuberi da seme che da consumo o trasformazione, ma questi nematodi potrebbero essere rinvenuti anche in campi coltivati con altre solanacee. Inoltre, tra i siti a rischio, troviamo punti di ingresso delle patate di importazione, soprattutto se proveniente da aree dove la malattia è endemica, commercianti all'ingrosso di patate da seme (acquistati da altri paesi comunitari), magazzini di stoccaggio dei tuberi, compresi i magazzini doganali dove stazionano tuberi provenienti da Paesi terzi dove è stato segnalato il nematode.

I siti a maggior rischio pertanto sono (secondo la codifica Europhyt):

All'aperto

1.1 colture destinazione/trasformazione industriale; ortive; patata da consumo

1.3 patata da seme

2.1 giardini ad accesso privato (orti familiari)

2.5.2 aree all'aperto di centro per il giardinaggio

2.5.7 aree all'aperto di punti di ingresso come da D.lgs. 19/2021

2.5.9 fornitori all'ingrosso, negozi al dettaglio e mercati all'aperto

Al chiuso

3.1 serra-greenhouse; serra-tunnel

3.2 depositi al chiuso, punti di ingresso D.lgs. 19/2021

3.4.2 aree al chiuso di centro per giardinaggio

3.4.6 magazzini e aree di confezionamento in industrie/centri di raccolta/lavorazione di vegetali e semente

3.4.7 aree al chiuso di fornitori all'ingrosso, negozi al dettaglio e mercati

3.4.8 altro (centro stoccaggio e trasporto)

4. Indagine/survey

Modalità di indagine previste

- ✓ Osservazione visiva – Visual Inspection
- ✓ Campionamento – Sample Taking
- ✓ Indagine con trappole - Trapping

4.1 Osservazione visiva

Aspetti generali: L'analisi visiva è condotta in appezzamenti coltivati a patata o ad altre solanacee suscettibili a *G. pallida* e *G. rostochiensis*, e viene effettuata osservando l'appezzamento dall'esterno cercando di individuare l'eventuale presenza di aree clorotiche e/o fallanze di crescita. Se individuate, è possibile procedere ad una prima ispezione visiva andando a prelevare piante sintomatiche e verificando mediante l'ausilio di una lente d'ingrandimento, l'eventuale presenza di cisti sulle radici.

Sito di Indagine	Cosa guardare	Periodo di osservazione	Immagini
Campi di coltivazione di patata da seme, per la produzione di patata da consumo e da trasformazione (o altre solanacee) all'aperto (1.1, 1.3, 2.1) o al chiuso (3.1)	Appezzamento e piante	Durante la fioritura	 <p>Danni in campo da <i>Globodera</i> spp. https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1356080</p>



Femmine di *Globodera rostochiensis* su radici di patata (Foto: Sara Amoriello – CREA-DC)

4.2 Campionamento

Aspetti generali: I nematodi fitoparassiti non sono mai uniformemente distribuiti nel terreno e quindi per avere la maggior probabilità di intercettarli è necessario seguire uno schema di campionamento del terreno che copre l'intero appezzamento (vedi esempi in Fig.4).

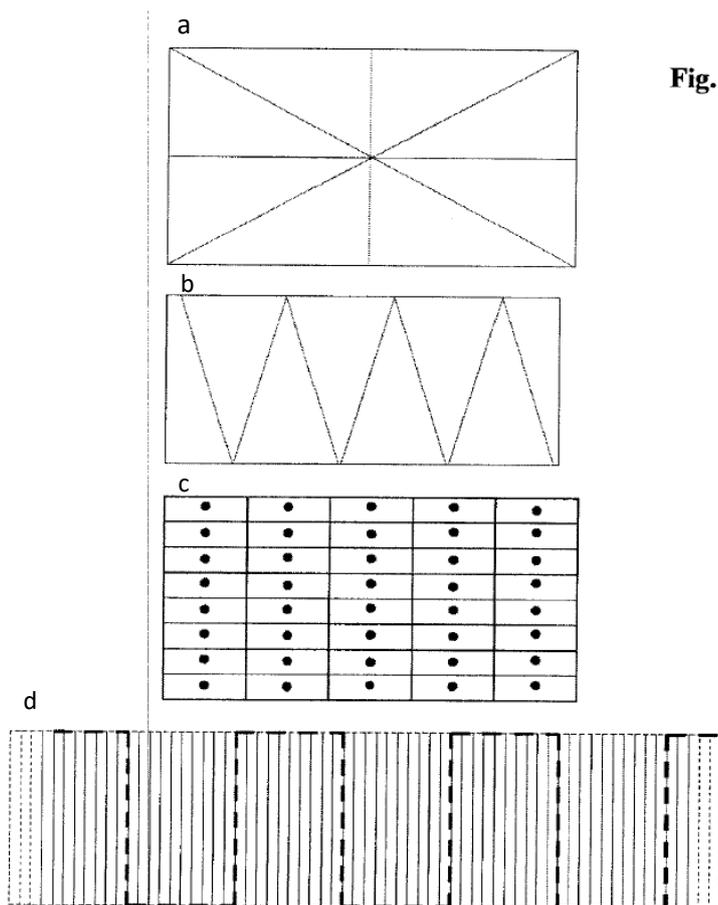


Fig. 1 Esempi di campionamento del terreno:

- a) campionamento lungo le diagonali della parcella e carotaggi del terreno seguendo uno schema a stella;
- b) campionamento e prelievo di terreno procedendo a zig-zag, al fine di ottenere una copertura omogenea;
- c) campionamento e raccolta di campioni secondo una griglia: prelevare 1 campione di terreno per ciascun rettangolo di 100 m² (circa 16,7 m x 6 m);
- d) campionamento del terreno secondo una griglia (questo campionamento può essere usato anche con coltura in atto), per esempio: se si richiedono 100 carotaggi/ha con una distanza di 1 m fra le file, è necessario campionare 10 file con 10 carotaggi per fila su un appezzamento di 1 ha. Perciò in un appezzamento di 100 m x 100 m, deve essere campionata 1 fila ogni 10 m.

Fig.4: Schemi di campionamento del terreno.

Nei campi di produzione di patate, nel caso in cui si rilevassero dei sintomi, come specificato in precedenza nella sezione “Osservazione visiva/*Visual Inspection*”, un maggior numero di carotaggi dovrà essere concentrato nelle aree di campo sintomatiche prelevando nel complesso la stessa quantità di terreno per unità di superficie. Sempre in queste aree, in aggiunta al campionamento di terreno, è possibile prelevare e analizzare anche alcune piantine sintomatiche con terreno aderente a tuberi e radici.

Per evitare la contaminazione incrociata tra campioni prelevati in posizioni geografiche diverse, a fine del campionamento di ciascuna area, si consiglia di disinfettare tutta l’attrezzatura utilizzata.

Per quanto riguarda il campionamento nei magazzini, invece la procedura da seguire è descritta nel dettaglio nel PM 3/75 (1) “*Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*: sampling soil attached to ware potato tubers for detection prior to export and at import” e schematizzata nella tabella sottostante (EPPO, 2014).

Sito di Indagine	Cosa prelevare	Periodo di Prelievo	Come conservare	Immagini
Campi (per le patate da seme e per la produzione di patate da consumo e da trasformazione) all'aperto (1.1, 1.3, 2.1) o al chiuso (3.1)	Prelevare un campione di terreno di dimensioni standard pari ad almeno 1500 ml terreno/ha. Il campione dovrà essere prelevato con almeno 100 carotaggi/ha, secondo una griglia rettangolare che copra	Per le patate da seme: tra la raccolta dell'ultima coltura e il successivo impianto delle piante o dei tuberi da impianto (salvo deroga prevista dall'art. 3 (Reg. 1192/2022)	Il campione prelevato in ogni campo monitorato dovrà essere chiuso in un sacchetto di plastica, con un apposito cartellino identificativo del campione che deve riportare: la	 <p style="text-align: center;">Foto: Silvia Landi CREA-DC</p>

l'intera
parcella, in cui i
punti di
prelievo non
distanano meno
di 5 m in
larghezza e più
di 20 m in
lunghezza,
prelevando il
terreno fino alla
profondità di
25-35 cm
(strato in cui
sono presenti
le radici).
In base
all'allegato III
del Reg. 1192
è possibile
ridurre la
quantità del
campione in
base a diversi
requisiti
specificati nei
vari punti.
In ogni caso la
quantità
minima non
può essere
inferiore a 200
ml

Per le patate
da consumo:
tutto l'anno,
preferibilmente
dopo la
raccolta del
prodotto

data di
prelievo e le
coordinate
GPS del
punto di
prelievo.



Foto: Giulia Torrini CREA-DC

<p>Siti di trasformazione, lavorazione e confezionamento. Grossisti, mercati, rivenditori all'aperto (2.5.2, 2.5.7, 2.5.9) o al chiuso (3.2, 3.4.2, 3.4.6, 3.4.7, 3.4.8)</p>	<p>I campionamenti vanno effettuati in magazzini contenenti patate destinate all'esportazione o importate, prelevando i residui di terreno attaccati ai tuberi. Durante lo smistamento e l'imballaggio, i tuberi possono essere spazzolati, puliti o maneggiati in modo da raccogliere il terreno attaccato sulla loro superficie. In alternativa, un numero di confezioni o scatole dovrebbe essere selezionato in modo random,</p>	<p>Tutto l'anno</p>	<p>Il campione prelevato dovrà essere chiuso in un sacchetto di plastica, con un apposito cartellino identificativo del campione che deve riportare: luogo, data del prelievo, ed eventuale numero di lotto</p>	 <p>https://www.freshplaza.it/article/9541011/le-patate-italiane-sono-di-alto-livello-ma-i-consumatori-non-lo-sanno/</p>
--	--	---------------------	---	--

	svuotato e il terreno raccolto. Deve essere assicurato che il campione sia rappresentativo dell'intera partita.			
--	---	--	--	--

4.3 Indagine con trappole

Aspetti generali: non applicabile

5. Diagnosi

Protocolli ufficiali SFN

Non disponibile

Standard di riferimento

EPPO:

- PM 7/40 (5) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*
- PM 7/119 (1) Nematode extraction

5.1 Campione/Matrice

Terreno

5.2 Test per l'identificazione

Tipologie diagnostiche previste:

- **Extraction** (completo di osservazione allo stereomicroscopio)
- **Microscopically identification** (per identificazione della specie di nematode)
- **PCR**
- **PCR+Sequencing**
- **Real Time PCR**

Estrazione:

L'estrazione dei nematodi cisticoli può essere eseguita mediante l'utilizzo di diverse apparecchiature, tra cui: l'apparato di Fenwick, la centrifuga di Schuiling, l'elutriatore di Seinhorst o l'elutriatore di Kort (EPPO, 2013).

Identificazione morfologica:

L'identificazione delle cisti a livello di genere si basa sulla forma delle cisti stesse (sferiche e prive di cono vulvare). Mentre per quanto riguarda la determinazione a livello specifico all'interno del genere *Globodera*, le differenze diagnostiche più importanti sono:

- Cisti: numero di creste cuticolari tra la vulva e l'ano e rapporto di Granek in area perineale (calcolato come il rapporto della distanza vulva-ano e il diametro della vulva).
- Secondo stadio larvale: lunghezza totale, lunghezza dello stiletto e forma e larghezza dei bottoni basali dello stiletto.

In Fig. 5 sono riportati i disegni dei principali caratteri identificativi delle due specie. Per le caratteristiche morfologiche e i valori morfometrici fare riferimento al PM 7/40 (5) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*.

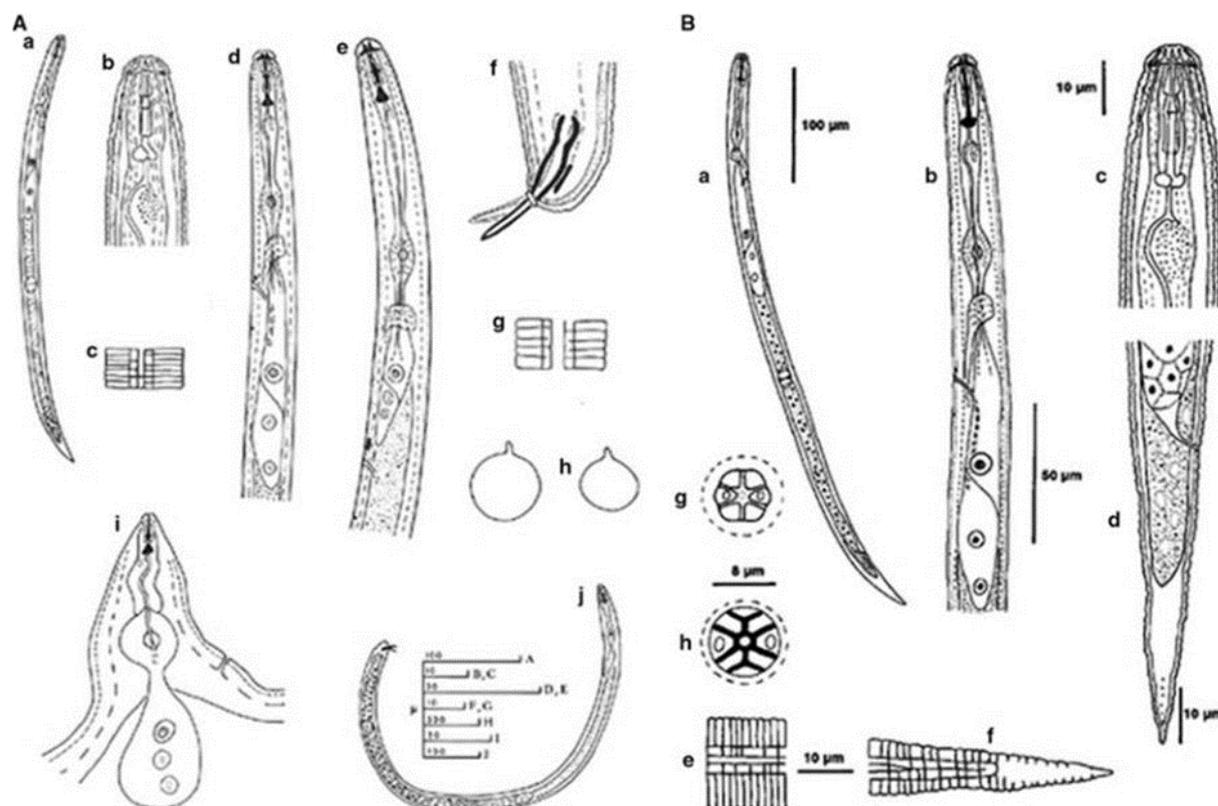


Fig.5: A - *Globodera rostochiensis*: (a) Juvenile intera (J2); (b) testa J2; (c) campo laterale J2 a metà corpo; (d) regione faringea J2; (e) regione faringea del maschio; (f) coda del maschio; (g) campo laterale del maschio, metà del corpo; (h) cisti intere; (i) parte anteriore femminile (j) maschio intero. B - *Globodera pallida* juvenile: (a) intera; (b) anteriore; (c) J2 testa; (d) coda; (e) regione centrale del campo laterale; (f) coda visione laterale; (g) testa all'altezza delle labbra; (h) testa a livello basale (da EPPO 7/40 (5)).

Identificazione molecolare:

Molti test molecolari sono disponibili per l'identificazione di *Globodera rostochiensis* e *G. pallida* tra cui:

- Multiplex PCR test (Bulman & Marshall, 1997)
- ITS PCR-RFLP test (Thiéry & Mugniéry, 1996)
- Real-time PCR tests for the identification of *G. rostochiensis*, *G. pallida* and *G. tabacum* based on LSU rDNA (ClearDetections Kit) (EPPO, 2022)
- Diagnosis of *G. pallida* and *G. rostochiensis* PCNs using Taqman® real-time PCR developed by Fera, GB (EPPO, 2022)

- High-throughput diagnosis of PCNs (*Globodera* spp.) in soil samples using real-time PCR (Reid et al., 2015)
- Multiplex real-time PCR test (Gamel et al., 2017) for the detection and identification of *G. rostochiensis* and *G. pallida*
- Sequenziamento del DNA basato su 18S rDNA e 28S rDNA (EPPO, 2021).

Bibliografia

- Ambrogioni L (1977). Sull'identità di due popolazioni italiane di nematodi cisticoli della patata. *Redia* 60, 261–273.
- Bulman SR, Marshall JW (1997). Differentiation of Australasian potato cyst nematode (PCN) populations using the polymerase chain reaction (PCR). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 25, 123–129.
- Buo G (1961). Un nuovo parassita della patata in Italia. *Informatore Fitopatologico* 11, 291–293.
- Den Ouden H (1960). Periodicity in spontaneous hatching of *Heterodera rostochiensis* in the soil. *Report of the Fifth International Symposium in Plant Nematology*. Nematologica, Supplement II, 101–105.
- EPPO (2013) EPPO Standard PM 7/119 (1) Nematode extraction. *EPPO Bulletin* 43(3), 471–496.
- EPPO (2014) EPPO Standard PM 3/75 (1) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*: sampling soil attached to ware potato tubers for detection prior to export and at import. *EPPO Bulletin* 44 (3), 316–317.
- EPPO (2018) EPPO Standard PM 9/26 (1) National regulatory control system for *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*. *EPPO Bulletin* 48 (3), 516–532.
- EPPO (2021) EPPO Standard PM 7/129 (2) DNA barcoding as an identification tool for a number of regulated pests. *EPPO Bulletin* 51(1), 100–143.
- EPPO (2022) EPPO Standard PM 7/40 (5) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *EPPO Bulletin* 52, 286–313.
- Evans K, Franco J, De Scurrah MM (1975). Distribution of species of potato cyst nematodes in South America. *Nematologica* 21, 365–369.
- Franco J (1979). Effect of temperature on hatching and multiplication of potato cyst-nematodes. *Nematologica* 25, 237–244.
- Reid A, Evans FF, Mulholland V, Cole Y, Pickup J (2015) High-throughput diagnosis of potato cyst nematodes in soil samples. *Plant Pathology: Techniques and Protocols* 1302, 137–148.
- Schans J. (1993). Population dynamics of potato cyst nematodes and associated damage to potato. Thesis (PhD). Wageningen University, Wageningen, the Netherlands.
- Thiéry M, Mugniéry D (1996) Interspecific rDNA restriction fragment length polymorphism in *Globodera* species, parasites of solanaceous plants. *Fundamental and Applied Nematology* 19, 471–479