

ZACARIAS RIBEIRO JÚNIOR

**GÊNERO DE NEMATÓIDE *Anguina* VEICULADO POR SEMENTES EM
INTRODUÇÕES DE GERMOPLASMA NO BRASIL: BIOLOGIA, DETECÇÃO,
CONTROLE E ESTIMATIVA DE DANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa – Campus Viçosa**

T

R484a
2017

Ribeiro Júnior, Zacarias, 1978-
Gênero de nematóide *Anguina* veiculado por sementes em
introduções de germoplasma no Brasil: : biologia, detecção,
controle e estimativa de dano / Zacarias Ribeiro Júnior. – Viçosa,
MG, 2017.
vii, 32f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Laércio Zambolim.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.28-32.

1. Fitopatologia. 2. Plantas - Parasitos. 3. *Anguina*.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Fitopatologia. Programa de Pós-graduação em Defesa Sanitária
Vegetal. II. Título.

CDD 22 ed. 632.3

ZACARIAS RIBEIRO JÚNIOR

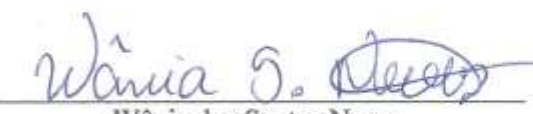
**GÊNERO DE NEMATÓIDE *Anguina* VEICULADO POR SEMENTES EM
INTRODUÇÕES DE GERMOPLASMA NO BRASIL: BIOLOGIA, DETECÇÃO,
CONTROLE E ESTIMATIVA DE DANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA : 14 de março de 2017.



Douglas Ferreira Parreira



Wânia dos Santos Neves



Laércio Zambolim
(Orientador)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Deformação de espigas de cevada e trigo (<i>Triticum</i> spp) devido ao nematoide <i>A. tritici</i> , que provoca galhas nas sementes (COYNE et al., 2007).....	04
Figura 2 – Fendas/enrolamento de folhas de arroz (<i>Oryza sativa</i>) provocados por <i>Ditylenchus angustus</i> (COYNE et al., 2007).....	04
Figura 3 – Espigas infectadas por <i>Anguina tritici</i> ; (INTIA – Tecnologias e Infraestruturas Agroalimentares).....	04
Figura 4 – Plantas de trigo retorcidas por ataque de fitonematoses (ESSER; SCHUBERT, 1991).....	05
Figura 5 – Sintomas causados em sementes: A) A.1 -Sementes de trigo com galhas e A.2 sementes sem galhas, (CIMMYT, 2010) e B) Fêmea de <i>Anguina tritici</i> esmagada em água mostrando os ovos (COYNE et al., 2007).....	06
Figura 6 – Morfologia de <i>Anguina tritici</i> : A) Epécime juvenil, (PHOTO GALLERY, 2016) e B) fêmea de <i>A tritici</i> , (ESSER; SCHUBERT, 1991).....	06
Figura 7 – Esquema do ciclo de vida de <i>A. tritici</i> (TENENTE et al., 2007a).....	08
Figura 8 – Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional –VIGIAGRO/MAPA (2016).....	15
Figura 9 – Temperaturas mensais médias do Brasil, Turquia, França e China durante o período de 1990 a 2012.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Germoplasma vegetal importado nos anos 1986 a 1998, órgão vegetal, país de origem e nematoides detectados nos anos de 1986 a 1998 (Tenente <i>et al.</i> , 1996a; TENENTE et al., 2000).....	10
Tabela 2 – Dados climáticos de temperatura média máxima e mínima e precipitação média anual das regiões produtoras de diversos países onde se produz trigo e tem incidência de <i>Anguina tritici</i> (Fonte: WORLDBANK, 2016).....	20
Tabela 3 – Temperatura média mensal determinadas no período de 1990 a 2012 das principais regiões produtores de trigo de países com incidência de <i>Anguina tritici</i> (Fonte: WORDBANK, 2016; INMET, 2017).....	21
Tabela 4 – Dados climáticos de temperatura média máxima e mínima e precipitação média anual das principais regiões brasileiras produtoras de trigo (Fonte: WORLDBANK, 2016).....	22
Tabela 5 – Coeficiente de correlação (r) de Pearson para a distribuição das temperaturas médias mensais determinadas no período de 1990 a 2012 (Fonte: WORDBANK, 2016; INMET, 2017).....	24

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder sabedoria nas escolhas, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar.

A Norton Chagas pelo amizade, incentivo e confiança em meu trabalho.

Ao Prof. Laércio Zambolim pela orientação, revisão e sugestões, fatores fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao Dr Douglas Ferreira Pareira e Dra Wânia dos Santos Neves pela participação na banca, pelo valioso suporte e contribuições realizadas.

Ao Dr. Gustavo Torres pela colaboração com a revisão técnica e científica.

RESUMO

JÚNIOR, Zacarias Ribeiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2017. **Gênero de nematóide *Anguina* veiculado por sementes em introduções de germoplasma no Brasil: biologia, detecção, controle e estimativa de dano.** Orientador: Laércio Zambolim. Coorientadores: Marcelo Coutinho Picanço e Gustavo Rubens de Castro Torres.

Os fitonematoides podem limitar significativamente a produtividade de culturas de importância econômica, com perdas anuais no mundo de aproximadamente U\$80 bilhões, sendo importante a defesa vegetal através das quarentenas vegetais, laboratórios credenciados e medidas legislativas afim de evitar a introdução de novas espécies de fitonematoides. O gênero *Anguina* (Steinbuch) Chitwood é de significativa importância para o Brasil, pois três espécies deste gênero *Anguina tritici*, *A. agrostis* e *A. pacificae*, estão na lista de fitonematoides quarentenários ausentes. Diante do panorama atual, trabalhos que mostrem a vulnerabilidade da agricultura nacional aos riscos da introdução e estabelecimento bem como os danos causados por fitonematoides quarentenários, constituem-se em pesquisas de significativa valia sobre como questões técnicas e legais devem ser revistas no intuito de prevenir prejuízos econômicos. O objetivo geral deste trabalho foi estudar o risco da entrada do fitonematoide *A. tritici* no Brasil, determinar as condições favoráveis ao desenvolvimento da espécie no país e estimar os possíveis perdas na produção. Foi realizado levantamento de dados climatológicos para determinar uma faixa de temperatura ideal de desenvolvimento da praga no Brasil, também foi realizado uma previsão da perda econômica caso *A. tritici* se estabeleça em estados brasileiros produtores de trigo. Através dos dados coletados estima-se que os estados da região sudeste e sul do Brasil são potenciais áreas para o estabelecimento de espécies do Gênero *Anguina*. Foi possível estimar que para o Brasil a entrada e estabelecimento deste fitonematoide causaria perdas na produção na ordem de 41%. Como consequências econômicas para exportação, grãos de trigo, centeio ou cevada com a presença deste fitonematoide poderá gerar barreiras fitossanitárias por parte de países que impõem severas medidas sanitárias para o *A. tritici*.

ABSTRACT

JÚNIOR, Zacarias Ribeiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2017. **Genus of nematoda *Anguina* seed-borne in germplasm introductions in Brasil: biology, detection, control and estimation of damage.** Adviser: Laércio Zambolim. Co-advisers: Marcelo Coutinho Picanço and Gustavo Rubens de Castro Torres.

Phytohmatoids can significantly limit the productivity of economic crops importance, with annual losses around the world of approximately US \$ 80 billion. Plant defense is important through plant quarantines, accredited laboratories and legislative measures to avoid the introduction of new species of phytonematoids. The genus *Anguina* (Steinbuch) Chitwood is of significant importance for Brazil, there are three species of this genus, *A. tritici*, *A. agrostis* and *A. pacificae* that are in the absent list quarantine phytonematoids. In view of the current situation, studies that show the vulnerability of national agriculture to the risks of introduction and establishment as well as damage caused by quarantine phytonemes constitute important research how technical and legal issues should be reviewed in order to prevent losses economic conditions. The general objective of this work was to study the risk of *A. tritici* phytonematoid entry in Brazil, to determine the favorable conditions for the development of the species in the country and to estimate possible production damages. It was carried out a survey of climatological data to determine an ideal temperature range of pest development in Brazil. A prediction of economic damage was also made if *A. tritici* is established in Brazilian wheat producing states. Based on the collected data, it is estimated that the states of the south-eastern and southern regions of Brazil are potential areas for the establishment of species of the *Anguina* genus, and that in Brazilian states where the average temperature varies from 15 to 31 ° C, have the presence and development of *A. tritici*. It was possible to estimate that for Brazil the entrance and establishment of this phytonematoid would cause losses in the production in the order of 41%. As economic consequences for export, grains of wheat, rye or barley with the presence of this phytonematoid may generate phytosanitary barriers by countries that impose severe sanitary measures for *A. tritici*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 IMPORTÂNCIA DAS FITONEMATOSSES	3
2.2 SINTOMAS DOS DANOS CAUSADOS PELA OCORRÊNCIA DE FITONEMATOSSES	3
2.2.1 Sintomas das partes aéreas e em sementes	3
2.3 O GÊNERO: <i>Anguina</i>	5
2.4 CICLO DE VIDA DO GÊNERO <i>Anguina</i> E TRANSMISSÃO	7
2.5 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA DESENVOLVIMENTO DE <i>Anguina tritici</i>	9
2.6 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE <i>Anguina tritici</i>	9
2.7 IMPORTÂNCIA DOS PAÍSES IMPORTADORES DE TRIGO (<i>Triticum</i> spp) PARA O BRASIL E INCIDÊNCIA DE <i>Anguina tritici</i>	10
2.8 METODOLOGIAS UTILIZADAS NA DETECÇÃO DE NEMATÓIDES	11
2.8.1 Métodos do descascamento manual de sementes associado ao funil de Baermann (FLEGG; HOOPER, 1970)	11
2.8.2 Pré-imersão, trituração e funil de Baermann (GARCIA; TENENTE, 2001)	11
2.8.3 Métodos da trituração e filtração para recuperação de endoparasitas migradores (FALLIS, 1943; STEMERDING, 1964)	11
2.8.4 Técnicas moleculares para detecção de fitonematoses em sementes	12
2.8.5 Técnicas para quantificação dos fitonematóides	13
2.9 MÉTODOS UTILIZADOS NO CONTROLE E ERRADICAÇÃO DE FITONEMATOSSES	14
2.10 PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO A ENTRADA DE <i>Anguina tritici</i> NO BRASIL E MEDIDAS PREVENTIVAS	14
3 HIPÓTESE	17
4 OBJETIVO GERAL	18
5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
6 MATERIAL E MÉTODOS	19
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
8 IMPACTOS ESPERADOS	26
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Os fitonematoides são responsáveis por ações tóxicas nas plantas hospedeiras, sendo o dano causado variável com a espécie, nível populacional, hospedeiro, condições ambientais e outros fatores. Os principais processos fisiológicos de planta hospedeira como respiração, fotossíntese, absorção e translocação de água e outros nutrientes, balanço hormonal, podem ser afetados direto e indiretamente pelo parasitismo dos nematoides, além das deformações morfológicas e anatômicas. Os nematoides fitoparasitos estão entre as principais limitações ao aumento da produtividade agrícola em todo o mundo. Há décadas tem se relato das perdas de produção médias em torno de 12% nas 20 principais espécies cultivadas em todo o mundo, o que totalizaria cerca de 80 bilhões de dólares ao ano (BARKER et al., 1994), daí a importância da defesa vegetal através das quarentenas vegetais, laboratórios credenciados e medidas legislativas afim de assegurar que materiais importados para plantio não introduzam novas espécies de fitonematoides no Brasil.

Algumas espécies de nematoides fitoparasitas ainda não foram detectadas no Brasil a exemplo de *Anguina tritici* (Steinbuch, 1799) Chitwood, 1935, *A. agrostis* (Steinbuch, 1799) Filipjev, 1936, *A. pacificae* Cid del Prado Vera & Maggenti, 1984, *Globodera* spp. (Wollenweber 1923) *Nacobbus* spp. e diversas raças de *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 (TENENTE; MANSO, 1987).

O gênero *Anguina* (Steinbuch) Chitwood é de significativa importância para o Brasil no que diz respeito ao impedimento à entrada no território nacional, pois três espécies *A. tritici*, *A. agrostis* e *A. pacificae*, estão na lista de nematoides quarentenários ausentes de acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e ainda não foram detectadas no país. A entrada de tais nematoides certamente seria uma catástrofe para agricultura brasileira, pois são parasitas da maioria das culturas cultivadas no território brasileiro.

Em função dessas espécies não estarem presentes no país, as informações sobre as mesmas são escassas, havendo apenas relatos da presença em análises realizadas pela Estação Quarentenária localizada, na EMBRAPA, Brasília-DF, em importações de sementes de trigo (*Triticum* spp, L.) e aveia (*Avena sativa* L.) que procederam dos Estados Unidos (Tenente et al., 1994) e em sementes de trigo vindas da Argentina (TENENTE et al., 2007). Entretanto, as técnicas de identificação requer a presença do indivíduo no estágio adulto; mas na quase totalidade das amostras encontram-se apenas o estágio juvenil o que dificulta a identificação da espécie. Nesses casos as amostras suspeitas da presença desses nematoides devem ser tratadas com métodos que visem a erradicação antes da introdução no país.

O uso de material genético oriundo de outros países, para o melhoramento de plantas, tem contribuído para o sucesso significativo da agricultura brasileira, no entanto, o intercâmbio de materiais vegetais tem aumentado o risco da introdução de pragas exóticas no país. Tais

organismos podem reduzir ou eliminar por completo os benefícios da importação de germoplasma (TENENTE, et al., 1996b).

Para prevenir a entrada e estabelecimento de organismos exóticos em áreas livres dessa praga, devem ser utilizadas as medidas quarentenárias mais eficazes e eficientes possíveis. Tais medidas devem estar de acordo com os princípios gerais e específicos da quarentena vegetal como relatado no acordo de comércio internacional (FAO, 2016). Os princípios gerais da referida norma são: soberania, necessidade, impacto mínimo, modificação, transparência, harmonização, equivalência e acordo de disputa. Os princípios específicos são: cooperação, autoridade técnica, análise de risco, manejo de risco, área livre de praga, ação emergencial, notificação de não-conformidade e não-discriminação (OLIVEIRA et al., 2003).

A palavra “quarentena” é derivada do latim “quadraginata” e do italiano “quaranta”, que significa quarenta. Em italiano, esta palavra foi originalmente aplicada para o período de 40 dias de isolamento requerido para um navio, incluindo que seus passageiros e cargas permanecesse ancorado em um porto de chegada quando proveniente de um país onde ocorressem doenças epidêmicas. Dessa maneira permitiria o desenvolvimento e subsequente detecção de sinais e sintomas de doenças nos passageiros e materiais transportados antes do desembarque (OLIVEIRA et al., 2003). Provavelmente a primeira quarentena foi imposta em Veneza, Itália em 1374, quando viajantes foram suspeitos de terem contraído a peste bubônica.

Pode-se contar com outra ação para impedir a entrada de pragas exóticas, que são as medidas legislativas, as quais têm o poder de assegurar a sanidade e integridade dos vegetais importados, quer sejam destinados para pesquisa científica, plantio em áreas de produção ou grãos para processamento. Dentre tais medidas pode-se citar a Análise de Risco de Praga como uma ferramenta de extrema importância na defesa sanitária vegetal. Em 1996 o serviço de Análise de Risco de Praga foi instituído pela Portaria do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento N° 319, de 06 de maio de 1996 (BRASIL, 1996), que posteriormente foi revogada pela Portaria Ministerial, e passando a ser válida a portaria N° 574, de 08 de dezembro de 1998 (BRASIL, 1998).

Diante do panorama ora descrito, trabalhos que tornem explícita a vulnerabilidade da agricultura nacional aos riscos da introdução e estabelecimento bem como a suscetibilidade potencial aos danos causados por nematoides quarentenários pela similaridade de condições edafoclimáticas, favoráveis à multiplicação e disseminação de tais pragas, constituem-se em pesquisas de significativa valia e de execução justificada para chamar a atenção de todos os interessados e envolvidos na cadeia produtiva sobre como questões técnicas e legais devem ser revistas no intuito de prevenir prejuízos econômicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DAS FITONEMATOSES

Todas as espécies de plantas cultivadas são atacadas por fitonematoides, cuja presença nos solos passa, na maioria das vezes, despercebida pelos agricultores devido ao tamanho reduzido que possuem e por, geralmente, não apresentarem sintomas muito visíveis nas plantas. As perdas causadas por fitonematoides nas culturas podem variar de suaves, com menos de 1% até a destruição total. Segundo Sasser e Freckman (1987), as perdas causadas por tais organismos são de aproximadamente 11% na produção agrícola, que resultam em prejuízos para o produtor e elevação dos preços para o consumidor.

2.2 SINTOMAS DOS DANOS CAUSADOS PELA OCORRÊNCIA DE FITONEMATOSES

Um dos maiores desafios para identificar os fitonematoides como o agente causador dos danos na cultura é o fato dos mesmos, na maior parte dos casos, não induzirem as plantas a expressarem sintomas que sejam específicos e de fácil identificação. O dano causado pelos citados patógenos é, muitas vezes, não específico e facilmente confundido com sintomas provocados por estresses abióticos ou bióticos. A clorose, por exemplo, pode ser devida a uma deficiência de nitrogênio ou pode ser causada por nematoides; de igual modo, um fraco crescimento pode ser provocado por uma fertilização pobre do solo ou por estresse hídrico ou ainda, pode ser devido a ocorrência de fitonematoides. Sendo assim, é recomendado que se avalie a presença dos mesmos quando as culturas sofrem decréscimo de produção e apresentam alguns dos sintomas descritos. Sintomas dos danos causados pelos fitonematoides podem ser encontrados acima e abaixo do solo (COYNE et al., 2007).

2.2.1 Sintomas das partes aéreas e em sementes

De forma geral os sintomas das partes aéreas podem dividir-se em duas categorias: os provocados por fitonematoides das partes aéreas que atacam as folhas e os que são provocados por aqueles que atacam as raízes das plantas. Alguns sintomas porém são específicos causados por nematoide, desta forma facilitando a sintomatologia e diagnose, incluindo: formação de

galhas ou intumescimentos anormais nas sementes (*Anguina*) e intumescimentos, enrugamentos e crescimento desorganizado dos tecidos (*Ditylenchus*) (Figura 1, 2, 3 e 4).

Já o gênero *Aphelenchoides* (FISCHER, 1894) apresenta algumas espécies que são parasitas obrigatórias da parte aérea das plantas e movimentam-se através do limbo foliar por uma fina película de água, penetrando pelos estômatos ou algum ferimento existente, alimentando-se de tecidos foliares, na forma de endoparasitos e causando lesões. Também podem ser ectoparasitos, alimentando-se dos brotos e causando deformações. Em geral, as folhas atacadas têm coloração anormal, necrose e tamanho reduzido (HUNT, 1993).



Figura 1 – Deformação de espigas de cevada e trigo (*Triticum* spp) devido ao nematoide *A. tritici*, que provoca galhas nas sementes (*Ditylenchus angustus*) (COYNE et al., 2007).
Figura 2 – Fendas/enrolamento de folhas de arroz (*Oryza sativa*) provocados por *Ditylenchus angustus* (COYNE et al., 2007)



Figura 3 – Espigas infectadas por *Anguina tritici*; (COYNE et al., 2007)



Figura 4 – Plantas de trigo retorcidas por ataque de fitonematoses ((ESSER; SCHUBERT, 1991)

As galhas formadas nas sementes apresentam coloração que variam de cor clara a marrom escuro e podendo ser confundidas com sementes de ervas daninhas ou mesmo com sintomas de grãos atacados pelo fungo *Tilletia tritici* [(Bjerk) G. Winter 1875] (LUC et al., 1990; THORNE, 1961). É importante destacar que muitas sementes não apresentam sintomas e estão infectadas por espécies do gênero *Anguina*.

2.3 O GÊNERO: *Anguina*

Nematoides do gênero *Anguina*, o nematoide-das-galhas-de-sementes foi identificado pela primeira vez em 1743 quando uma semente de trigo infectada foi esmagada em uma gota de água sob um microscópio. Várias espécies do gênero *Anguina* são conhecidas e todas provocam formação de galhas em sementes, folhas e outras partes aéreas das culturas de grãos e forrageiras (Figura 5A e 5B).

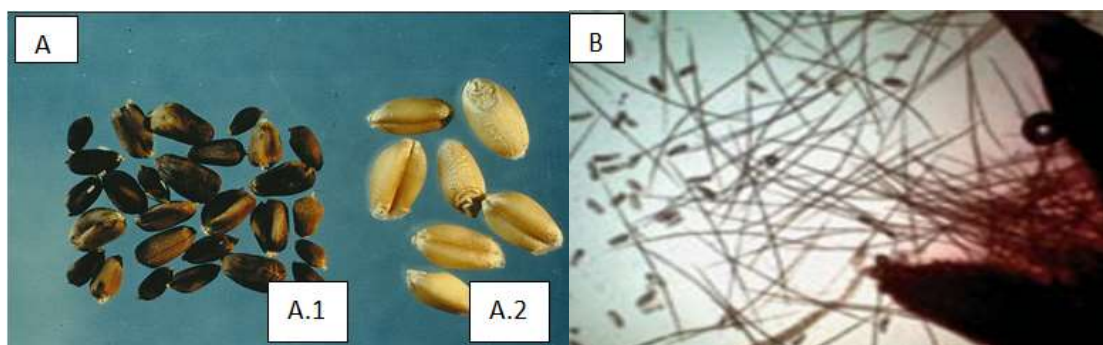


Figura 5 – Sintomas causados em sementes: A -Sementes de trigo com galhas (esquerda A1) e sementes sem galhas (direita A2), (CIMMYT, 2010) e B) Fêmea de *Anguina tritici* esmagada em água mostrando os ovos (COYNE et al., 2007).

O nematoide-das-galhas-de-semente do trigo está presente em praticamente todas as áreas onde a cultura é explorada. Na maioria dos países onde se utiliza sementes limpas e frescas o problema com galhas nas sementes é raro, o nematoide-das-galhas-de-semente de trigo é comum na Europa Oriental e em partes da Ásia e África, na Austrália e África do Sul, certas espécies do gênero *Anguina* atuam como vetor para bactéria fitopatogênica *Clavibacter toxicus* em sementes de pastagens de determinadas gramíneas, a bactéria produz corynetoxins que são extremamente tóxicas e causam muitas vezes morte em ovinos, bovinos, equinos e suínos (AGRIOS, 2005). A espécie *A. tritici* também é vetor da bactéria *Corynebacterium tritici* [ex Hutchinson 1917] Carlson and Vidaver 1982] que causa podridão amarela do trigo (SOUTHEY, 1972).

Os sintomas causados pelos nematoides-das-galhas-de-sementes aparecem em todas as fases de crescimento. Mudas infectadas são atrofiadas e apresentam características de folhas circulares ou torcidas. (AGRIOS, 2005). Ainda segundo o referido autor, o nematoide das-galhas-de-semente é relativamente grande apresentando 3,2 mm de comprimento por 120 µm de diâmetro (Figura 6A e 6B).

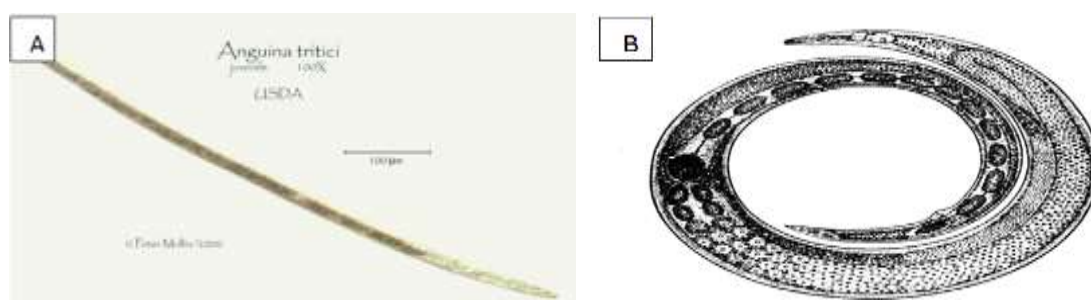


Figura 6 – Morfologia de *Anguina tritici*: A) Epécime juvenil, (PHOTO GALLERY, 2016) e B) fêmea de *A. tritici*, ((ESSER; SCHUBERT, 1991)).

A espécie *A. tritici* apresenta distribuição mundial, em áreas onde há plantação de trigo como na Ásia, Austrália, Europa, Norte da África e América do Norte (NEEGAARD, 1979; TENENTE et al., 2000b). Praticamente, o referido parasita tem sido erradicado em muitos países, através de limpeza física das sementes ou grãos e da rotação de cultura, porém uma vez infestado

em áreas agricultáveis de trigo, centeio (*Secale cereale* L.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.) pode levar a perdas de até 100% (PARUTHI et al., 1987).

Quanto a posição taxonômica a espécie de *A. tritici* enquadra-se no Filo: Nematoda [Rudolphi, 1808 (Lankester, 1877)]; Classe: Secernentea (Linstow, 1905); Ordem: Tylenchida (Thorne, 1949); Família: Anguinedae (Paramonov, 1962); Gênero: *Anguina*; Espécie: *A. tritici* [(Steinbuch, 1799) Chitwood 1935].

Algumas sinonimias para *A. tritici* são: *Vibrio tritici* (Steinbuch, 1799); *Rhabditis tritici* (Steinbuch, 1799); *Anguillula tritici* (Steinbuch, 1799, Grube, 1849), *Anguillula graminearum* (Diesing, 1851); *Anguillulina tritici* (Steinbuch, 1799, Gervais; Van Beneden, 1859). Como nomes vulgares tem-se Nematode do trigo; Nematode das galhas em sementes de trigo, Nematode do “ear-cocle” do trigo, Seed gall nematodes, Wheat nematode e “ear-cockle” nematode.

2.4 CICLO DE VIDA DO GÊNERO *Anguina* E TRANSMISSÃO

A espécie de *A. tritici* é anfimítica, que apresenta reprodução sexuada com divisão mitótica (TRIANAPHYLLOU; HIRSCHMANN, 1966). As fêmeas e machos de *A. tritici* são vermiformes, sendo as fêmeas obesas na metade do corpo e apresentam-se curvadas ou em espiral após a morte. Os machos apresentam-se delgados e são ativos. Após a morte apresentam-se de forma reta.

O ciclo de vida de *A. tritici* é definido nos estágios: ovo, juvenil (J) e adulto (macho e fêmea). O estágio juvenil é dividido nas fases: J₁; J₂; J₃ e J₄ (juvenis de primeiro, segundo, terceiro e quarto estádios respectivamente) e em todos os casos são formas vermiformes. Entre 68 a 102 dias após a germinação das sementes é o tempo para os juvenis passarem para a fase adulta. Posteriormente à formação das galhas ocorre a última ecdise para ambos os sexos, sendo o ciclo completado com 113 dias (SWARUP; SOSA-MOSS, 1990). O nematode das galhas da semente hiberna durante o outono no segundo estágio juvenil em sementes ou plantas infectadas, quando entram em contato com o solo no período quente e úmido os libera rapidamente. Quando um filme de água está presente na superfície das plantas, os juvenis nadam até perto do ponto de crescimento onde se alimentam por ectoparasitismo, a planta ao iniciar a inflorescência os juvenis penetram para o botão floral e sofrem ecdise passando para o terceiro e quarto estádios tornando-se adulto. Cada botão floral infectado torna-se uma galha de semente e pode conter 80 ou mais adultos de ambos os sexos, cada fêmea em seguida põe 2000 ovos durante várias semanas no interior da vesícula da flor, ao final do período de ovoposição, cada vesícula contém de 10.000 à 30.000 ovos, logo após a ovoposição os adultos morrem, os ovos eclodem e os juvenis de primeiro estágio surgem e em seguida transforma-se em juvenis de segundo estágio, os quais são resistentes

a seca. O referido nematoide se reproduz uma geração por ano e é transmitido por sementes infectadas (LEHMAN, 1979) (Figura 7).

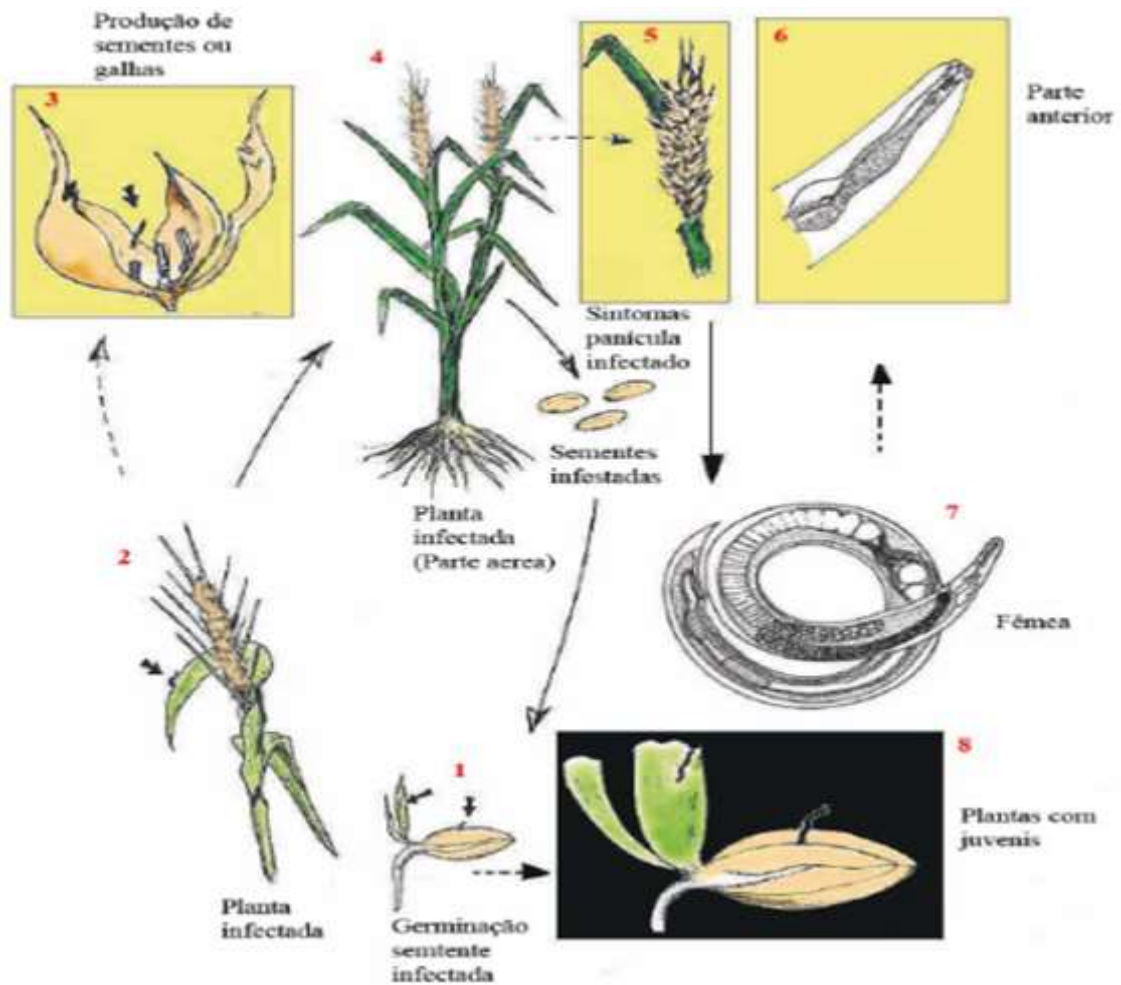


Figura 7- Esquema do ciclo de vida de *A. tritici* (TENENTE et al., 2007).

As galhas também podem ser colhidas e armazenadas juntamente com as sementes, neste caso os juvenis dentro de galhas secam e podem entrar em estado de anidrobiose, podendo permanecer por até 38 anos inativos em galhas secas. A aparência das galhas difere das sementes colhidas, pois as mesmas parecem mais escuras, mais curtas e mais grossas que as sementes de trigo (LEHMAN, 1979).

A transmissão de *A. tritici* ocorre através de sementes de trigo, aveia, centeio e cevada, por meio de tecido do hospedeiro vegetal e solo infestado que pode acompanhar sementes e grãos. O nematoide pode se alojar nas sementes entre a camada externa e o embrião mais endosperma. No campo, pode ocorrer a disseminação em pequenas partículas de solo através do vento, tempestade, pela água de irrigação e por ferramentas e maquinários (TENENTE et al., 2007).

2.5 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA DESENVOLVIMENTO DE *Anguina tritici*

O efeito das condições climáticas interfere diretamente no estabelecimento de qualquer patógeno. O nematoide apresenta características favoráveis para se estabelecer em determinado país, especialmente nos locais onde são cultivadas plantas hospedeiras. Os longos períodos de sobrevivência do nematoide no hospedeiro e fora dele tornam possível o seu estabelecimento até que haja plantas hospedeiras para serem infectadas, como o caso de *A. tritici* que sobrevive por longos períodos em latência em grãos armazenados. *A. tritici* tem o desenvolvimento favorecido em locais com temperaturas entre 15 e 20 °C e solo com umidade de 20% (MIDHA; SWARUP, 1972).

Segundo Tenente et al. (2006a), locais com similaridade climática a da Região Sul do Brasil apresentam alta favorabilidade para o estabelecimento de *A. tritici*, e tal fator climático associado a expressiva quantidade de produção de aveia, centeio, cevada e trigo na região aumentam mais ainda as chances.

2.6 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE *Anguina tritici*

A espécie *A. tritici* já foi relatada nos Continentes: Africano: Egito (THORNE, 1961) e Etiópia (SOUTHEY, 1972); Norte-americano: Estados Unidos (THORNE, 1961); Asiático: Afeganistão, Índia (SOUTHEY, 1972), China, Iraque (SWARUP; SOSA-MOSS, 1990); Irã, Turquia (CAB INTERNATIONAL, 1997); Israel, Paquistão, Síria (THORNE, 1961), Rússia (KRALL, 1991), Coreia, Arábia Saudita e Taiwan (EPPO, 2015); Europeu: Alemanha, França (THORNE, 1961), Áustria, Bulgária, Espanha, Grécia, Irlanda, Itália, Lituânia, Polônia, Suécia, Suíça (KRALL, 1991), País de Gales, Inglaterra, Iugoslávia, Romênia (SOUTHEY, 1972), Hungria (DECKER, 1989), Azerbaijão, Croácia, Chipre, Servia, Ucrânia e Reino Unido (EPPO, 2015) e Oceania: Austrália e Nova Zelândia (EPPO, 2015).

Apesar de Christie (1959) ter relatado a ocorrência de *A. tritici* em região brasileira, Tenente et al. (2006a) afirmam a não ocorrência deste nematoide no Brasil entretanto, esta espécie de nematoide já foi detectada em sementes de trigo importadas de países onde a ocorrência da espécie já foi descrita (TENENTE et al., 1994). Em 2007, a citada praga foi detectada em sementes de trigo importadas pelo Brasil oriundas da Argentina, país onde a espécie fitopatogênica não é registrada, porém o Brasil está tentando, junto ao órgão oficial argentino o reconhecimento da existência da mesma (TENENTE et al., 2007).

2.7 IMPORTÂNCIA DOS PAÍSES IMPORTADORES DE TRIGO (*Triticum* spp) PARA BRASIL E INCIDÊNCIA DE *Anguina tritici*

As importações de trigo pelo Brasil tem-se mostrado crescentes, no começo do ano de 2016 já somaram 752 mil toneladas. Liderando os países que importam trigo para o Brasil encontra-se a Argentina como o principal fornecedor com desembarques de 359 mil toneladas segundo Associação Brasileira da Indústria de Trigo, na sequência de países importadores de trigo para o Brasil encontra-se Paraguai, Uruguai e Estados Unidos com 239 mil, 106 mil e 47 mil toneladas respectivamente (ABITRIGO, 2016).

Segundo o Sistema Nacional de Vigilância e Monitoramento de Praga da Argentina, o referido país, Paraguai e Uruguai de acordo com EPPO (2015) ainda não tiveram relatada incidência de *A. tritici*, porém nos Estados Unidos existem relatos de perdas de até 90% em plântulas de trigo e 8,5% de sementes de trigo com galhas plantadas resultou em 69% em perdas de produção (REDDY, 1983; EPPO, 2015).

Apesar do risco iminente da entrada de *A. tritici* no Brasil veiculado por grãos de trigo, somente cargas oriundas da Ucrânia é que estão sujeitas a análises laboratoriais. Os demais países que o Brasil tem acordo de importação só necessitam no máximo de um Certificado Fitossanitário de Origem com inspeção fitossanitária no ponto de ingresso (MAPA, 2009).

A importação de sementes ou qualquer outra parte vegetal requer cuidado com alguns gêneros de nematoides e entre os quais se destaca o gênero *Anguina*, pois algumas das espécies são quarentenárias para o Brasil, *Anguina agrostis*, *A. pacifica* e *A. tritici*, e estão na lista de nematoides quarentenários ausentes de acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009) (Tabela 1).

Tabela 1 – Germoplasma vegetal importado nos anos 1986 a 1998, órgão vegetal, país de origem e nematoides detectados nos anos de 1986 a 1998 (TENENTE et al., 1996b; TENENTE et al., 2000b).

Germoplasma	Órgão Vegetal	Origem	Nematoides Detectados
<i>Triticum</i> spp	Semente	Estados Unidos	<i>Anguina</i> sp
<i>Avena sativa</i>	Semente	Estados Unidos	<i>Anguina</i> sp
<i>Triticum</i> spp	Semente	Argentina	<i>Anguina</i> sp

2.8- METODOLOGIAS UTILIZADAS NA DETECÇÃO DE NEMATOIDES

2.8.1 Métodos do descascamento manual de sementes associado ao funil de Baermann (FLEGG; HOOPER, 1970)

O método consiste em eliminar a casca e a cariópse das sementes após a imersão em água por determinado período de tempo. Tal material é lavado em peneira padrão de 400 mesh para que sejam eliminadas as substâncias leitosas liberadas pelo endosperma. O material resultante do peneiramento (nematoides e restos de casca e cariópse) é recolhido com o auxílio de pisseta para um Becker de 100 ml e, posteriormente, transferido para o funil de Baermann onde permanece pelo menos por 12-24 horas, para extração dos nematoides ativos (MAPA, 2009).

2.8.2 Pré-imersão, trituração e funil de Baermann (GARCIA; TENENTE, 2001)

As sementes são imersas em água destilada (30 minutos), para reidratação dos nematoides em estado de anidrobiose. O tratamento prévio de pré-imersão facilita a fragmentação das sementes em liquidificador, feita a seguir por 20 segundos com 300 ml de água. A suspensão resultante é passada pelas peneiras de 100 e 400 mesh e o material retido é disposto em funis de Baermann com água oxigenada a 0,5%. Os sedimentos são coletados e examinados ao microscópio ótico após 24, 48 e 72 horas, aproximadamente (MAPA, 2009).

2.8.3 Métodos da trituração e filtração para recuperação de endoparasitas migradores (FALLIS, 1943; STEMERDING, 1964)

As sementes são trituradas em água durante 15 segundos, sendo cinco segundos para o triturador alcançar a velocidade máxima, cinco segundos permanecendo em velocidade máxima e cinco segundos para a parada. O referido período é suficiente para facilitar a saída dos nematoides dos tecidos sem danificá-los. Após, a suspensão resultante é vertida em um papel de filtro ou lenço de papel apoiado numa peneira ou tela plástica. O conjunto é disposto sobre um prato ou bandeja com água, onde deve permanecer durante 24 a 48 horas. Os nematoides

separados das partículas inertes movimentam-se pelo filtro e são recuperados no prato, para posteriormente serem quantificados em lâmina de Peters, sob microscópio ótico (MAPA, 2009).

2.8.4 Técnicas moleculares para detecção de fitonematoides em sementes

As técnicas moleculares constituem uma ferramenta que pode auxiliar na detecção e identificação de organismos de forma rápida e segura, possibilitando investigações ao nível de ácidos nucléicos ou de produtos gênicos. Especificamente na detecção de microrganismos em sementes, a eficácia das técnicas moleculares tem sido relevante, havendo crescente interesse no referido campo de investigação em todo o mundo. A necessidade de desenvolver métodos mais rápidos e confiáveis para detectar patógenos associados com sementes tem sido um desafio enfrentado por pesquisadores que trabalham com controle de qualidade de sementes. Neste sentido, análise de ácidos nucléicos surge como uma alternativa importante e tem sido objeto de intensas pesquisas nas duas últimas décadas (PARIZZI, 2002).

Ainda segundo Parizzi (2002), embora técnicas moleculares tenham apresentado muitas vantagens, tal desenvolvimento ainda requer precauções, posto que programas de certificação de sementes caracterizam-se por particularidades que podem limitar uma aplicação mais extensiva dessas técnicas em análise de rotina. Sem levar em conta os custos que, inicialmente, podem ser elevados devido a investimentos em equipamentos especializados e reagentes, alguns outros aspectos devem ser considerados em relação à detecção de patógenos em extratos de sementes.

Métodos que empregam técnicas moleculares para a identificação de patógenos são variáveis e, como as análises de DNA genômico e por eletroforese de proteínas e isoenzimas em gel de poliácridamida, sendo tais análises eletroforéticas empregadas rotineiramente em laboratórios (ALONSO; ALFENAS, 2006).

Trabalhos têm sido desenvolvidos com marcadores moleculares, devido à necessidade de identificação rápida e segura de raças do nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, e de espécies de *Anguina* e *Ditylenchus*, comumente transmitidos através de sementes, baseando-se nas sequências do gene ribossomal ITS1 (POWERS et al., 2005). Tais métodos podem eliminar os problemas de ambiguidade envolvendo a identificação de espécimes jovens, os quais são encontrados geralmente no interior de galhas em sementes ou resíduos destas após a germinação. A metodologia pode prover uma padronização para identificação em sistemas de fiscalização que, quando falhos, podem resultar em impactos econômicos significativos (MAPA, 2009).

Métodos moleculares baseados em variação da região ribossomal interna são utilizadas para a acurácia na identificação de espécies do Gênero *Anguina*. O uso combinado de

oligonucleotídeos e sondas através de técnicas como PCR em tempo real tem sido utilizado para uma rápida e precisa identificação desses fitonematóides em laboratórios de diagnóstico.

2.8.5 Técnicas para quantificação dos fitonematóides

Existem diferentes técnicas para quantificação de fitonematóides em uma suspensão final, obtida pelas técnicas descritas anteriormente. A seguir está descrita a técnica para quantificação mais utilizada em trabalhos de rotina em Laboratórios de Nematologia.

A suspensão com os possíveis fitonematóides extraídos por qualquer um dos métodos de extração, (máximo 20 ml), contidas em beakers de 100 ml, devem ser decantadas por, no mínimo, uma hora ou, então, no fim do expediente. Durante esse tempo os beakers podem ser acondicionados na geladeira para que no dia seguinte, inicie-se a próxima etapa. Com auxílio de uma seringa com capacidade para 20 ml ou mais, tendo na extremidade acoplada uma mangueira fina (a exemplo da usada em hospitais para aplicação de soro), reduz-se o volume de água da suspensão, deixando-se apenas 4 mL. A partir desse ponto a suspensão estará pronta para a contagem. Para tanto deve ser empregado uma lâmina de Peters para contagem, com capacidade para 1 mL. O número de fitonematóides é obtido através da multiplicação do número observado na lâmina por quatro (os quatro mL iniciais) para se obter o resultado final. Deve-se proceder à contagem em três repetições para maior consistência da análise.

Caso não se possua uma câmara de contagem de Peters, pode-se improvisar, empregando-se caixas de plástico transparente (tampas de caixas de lâminas para microscopia) bastando riscar-se a base da caixa para direcionar a visão durante a contagem. Sobre esta se vertem os 4 mL de suspensão e procede-se a contagem sob microscópio estereoscópico (lupa) no maior aumento. Uma desvantagem dessa improvisação é que a contagem não pode ser realizada em microscópio binocular, a não ser no caso do microscópio invertido.

Terminado o processo de contagem, os fitonematóides da suspensão podem ser mortos e fixados tendo em vista guardá-los para futuras observações ou mesmo para a “pescaria” de exemplares para o preparo de lâminas permanentes. Após as avaliações, o material deve ser levado para banho-maria e este mantido a temperatura de 55 °C. Caso não se possua o referido equipamento, pode-se empregar um becker com diâmetro maior, com água aquecida a 55°C, e no interior introduz-se o outro becker contendo as suspensões. Este deve permanecer em banho-maria durante 2 a 4 minutos, até que todos os fitonematóides morram. Após a morte, os fitonematóides podem ser fixados imediatamente. Caso contrário o material será perdido.

Para a fixação pode ser empregada a formalina a 4%, em concentração dupla (adiciona-se 4 mL de formalina e formol a 4%, nos quatro mL da suspensão). Os oito mL de suspensão, assim obtidos, devem ser vertidos para vidros (capacidade para 10 mL), devidamente limpos e,

estes etiquetados com todos os dados sobre a suspensão: data, origem, fitonematoides, número da amostra etc. Os vidros, assim preparados, podem ser guardados por anos sem que ocorra a destruição dos exemplares (MAPA, 2009).

2.9 MÉTODOS UTILIZADOS NO CONTROLE E ERRADICAÇÃO DE FITONEMATOIDES

O controle físico como a termoterapia (DECKER, 1989), separação mecânica, assim como o controle biológico, controle químico (DECKER, 1989), uso de plantas resistentes (LEUKEL, 1924) tem apresentados resultados satisfatórios no controle de *A. tritici*.

O método de erradicação mais utilizado é o tratamento térmico, seco ou úmido, empregando-se as temperaturas de 60 °C a 100 °C (calor seco) e 52 °C a 57 °C (calor úmido) e variando o período de exposição do material vegetal ao calor (seco por 30 minutos a 4 horas e úmido – água quente – por 12 a 30 minutos), segundo recomendações de Tenente et al. (1994).

Outro tratamento utilizado é a imersão das mudas em solução de carbofuran 35% (5 mL/L), durante 10 minutos. Utiliza-se também carbofuran 35% (2,5 mL/L) durante 15 minutos (TENENTE et al., 1996a). O próximo tratamento recomendado é o de cultura de tecidos em laboratório reavaliando o material até que o mesmo esteja completamente limpo.

2.10 PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO A ENTRADA DE *Anguina tritici* NO BRASIL E MEDIDAS PREVENTIVAS

A expansão do agronegócio brasileiro depende da produção, exportações e abastecimento do mercado interno, sendo este um setor da economia brasileira mais importante e é necessário que se mantenha eficaz as ações que previnam a entrada de pragas exóticas e não existentes no país que possam causar impacto econômico.

O Brasil importa sementes e grãos de diversos países onde existe a ocorrência de *A. tritici* ou com potencial risco de ocorrer a doença, com isso a introdução deste fitonematoide é possível por meio de grãos e sementes infestados de diversas plantas hospedeiras, sendo a importação de sementes e grãos a principal via de ingresso de *A. tritici*.

Um ponto relevante é a característica de anidrobiose (sobrevivência na ausência da planta hospedeira em desenvolvimento e com alta resistência a carência hídrica) de *A. tritici*, há relatos de que este nematoide não perde a infectividade mesmo depois de 26 anos de inatividade (PHOTO GALLERY, 2006), nesta condição o fitonematoide pode ser transportado potencializando as vias

de ingresso no Brasil. De outra parte a principal fonte de infestação após a introdução de produtos agropecuários são os estoques de grãos e sementes.

Desde o ponto de saída do produto do país de origem, assim como na chegada no Brasil, é necessário realizar trabalho de inspeção e interceptação de pragas, por meio de amostragens coletadas no ponto de origem e nos pontos de entrada para detecção do fitonematoide. O Brasil conta com um grande sistema de fiscalização através do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, para inspeção dessas sementes e grãos no ponto de entrada. Ao todo são 106 pontos de controle em 28 portos, 28 fronteiras, 26 aeroportos e 24 aduanas interiores (Figura 8).

Um dos métodos mais utilizados como medida preventiva é a limpeza de sementes pelo método da salmora de sal (BYARS, 1920; LEUKEL, 1957), onde sementes são imersas em solução concentrada de cloreto de sódio com agitação vigorosa. As sementes boas precipitam e as sementes com galhas flutuam para superfície. As sementes com galhas serão submetidas a tratamentos em altas temperaturas para inativação das galhas. As sementes que precipitaram são extraídas da solução, lavadas e secas e segue pronta para semeio (TENENTE et al., 2007).

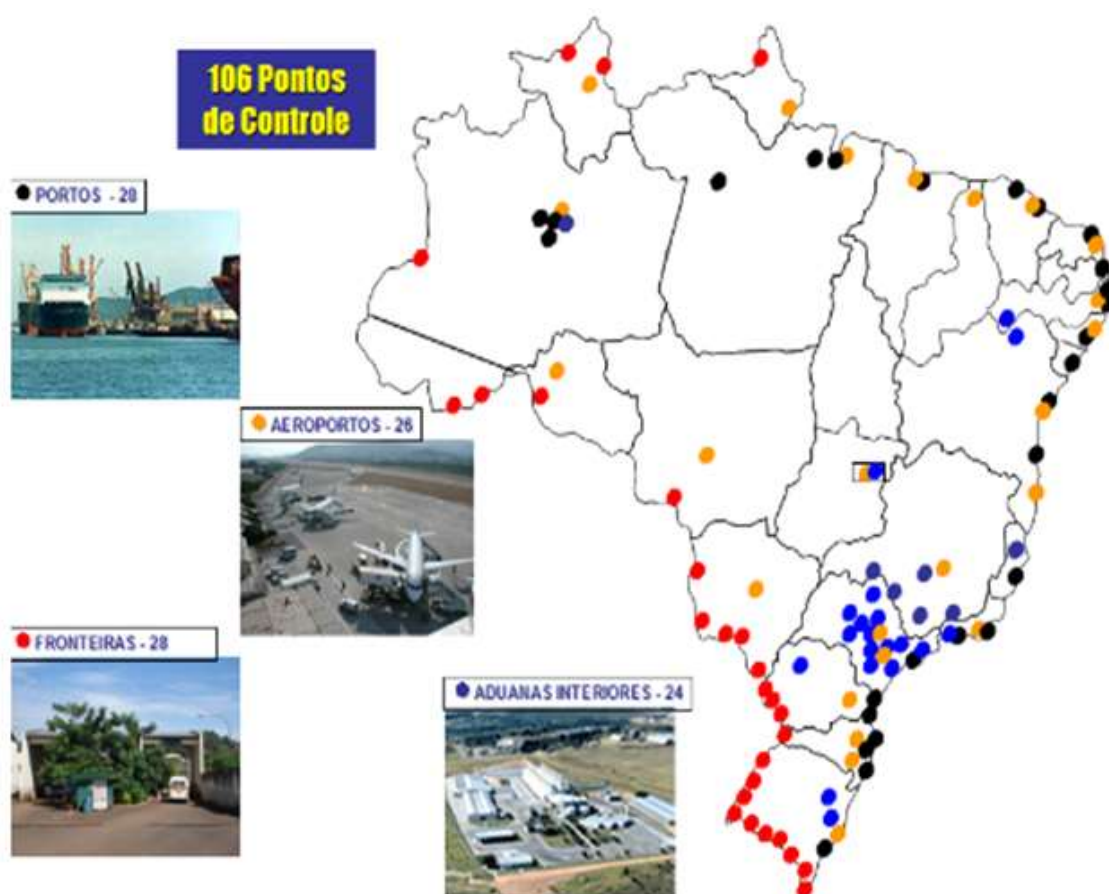


Figura 8 – Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional – VIGIAGRO /MAPA (2016).

Outras medidas são tratamentos quarentenários para a importação e liberação do produto, quarentena de pós-entrada e como último recurso à proibição e destruição do material vegetal.

Com isso torna-se extremamente importante o uso de medidas preventivas subsidiadas em dados de condições climáticas favoráveis e principalmente estimar uma possível perda econômica caso o *A. tritici* se estabeleça no Brasil.

3 HIPÓTESE

Com o embasamento teórico sobre a biologia, principais plantas hospedeiras e vias de acesso assim como medidas visando impedir a entrada de espécies do gênero *Anguina* no Brasil, será possível estimar com propriedade o risco de introdução e disseminação do patógeno e o desenvolvimento da doença, bem como prever dano econômico e o impacto na produção caso o referido patógeno venha a se estabelecer no Brasil.

4 OBJETIVO GERAL

Estudar o risco da entrada do nematoide *A. tritici* no Brasil, determinar as condições favoráveis ao desenvolvimento da espécie no país e estimar os possíveis danos na produção advindos da introdução do patógeno.

5 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Descrever o ciclo de vida, as condições climáticas necessárias ao desenvolvimento e a distribuição geográfica da espécie *A. tritici*;
- Discriminar as metodologias mais indicadas a serem utilizadas na detecção da espécie em material vegetal importado;
- Identificar as medidas de controle para *A. tritici*;
- Estimar os danos e prejuízos econômicos ao agronegócio brasileiro decorrentes da introdução de *A. tritici* em território nacional.

6 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi realizado levantamento de dados climatológicos com intuito de se determinar uma faixa de temperatura ideal de desenvolvimento da praga no Brasil, consistindo de informações sobre temperaturas de países onde se produz trigo e existe a presença de *A. tritici* causando perdas econômicas.

Baseado nas informações onde o *A. tritici* está estabelecido, causando perdas e danos no cultivo do trigo da ordem de 1 a 9%, 59% e de 45% a 75% nos respectivos países Índia, Turquia e Iraque, foi realizado uma estimativa, em função da produção nacional de trigo, para se obter a possível previsão do dano econômico causado no Brasil caso *A. tritici* se estabeleça em estados produtores de trigo.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos relatam que a faixa ótima de temperatura para a germinação de sementes trigo é de 15 a 31 °C, faixa de temperatura em que se observa incidência de *A. tritici* em alguns países (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; ELMALI, 2002; VOICA, 2014). Fleming et al. (2015) afirmam que espécies do gênero *Anguina* se adapta bem em regiões com variação de precipitação de 537 a 729 mm e com faixa de temperatura de 6,4°C a 17,5°C, dados verificados em regiões com grandes perdas como em Dublin-Irlanda e Monterey-Califórnia (Tabelas 2 e 3), onde se tem compilado dados climáticos no período de 1990 a 2012 de países com incidência de *A. tritici*.

Tabela 2 – Dados climáticos de temperatura média máxima e mínima e precipitação média anual das regiões produtoras de diversos países onde se produz trigo e tem incidência de *Anguina tritici* (Fonte: WORLD BANK, 2016).

Continentes	País	Temperatura média máxima anual (°C)	Temperatura média mínima anual (°C)	Precipitação média anual (mm)
Africano	Egito	30,93	11,59	50
	Etiópia	16,76	12,1	1086
Norte americano	Estados Unidos	27,85	0,49	702
Asiático	Afeganistão	29,7	3,44	229
	Índia	33,55	16,06	200
	China	19,4	-8,6	573
	Iraque	34,3	8,47	336
	Irã	28,75	5,51	253
	Turquia	23,02	-1,61	379
	Israel	27,66	12,34	320
	Paquistão	26,73	7,57	850
	Síria	31,83	5,06	397
	Rússia	18,43	-16,6	548
	Coreia	23,53	-3,52	1227
Europeu	Alemanha	18,77	-0,79	837
	França	20,23	4,58	750
	Áustria	16,73	-2,64	1137
	Bulgária	19,57	-3,12	649
	Espanha	24,95	8,99	431
	Irlanda	12,8	6,4	729
Oceania	Itália	23,64	6,26	711
	Austrália	21,1	8,17	645

Ainda de acordo com os referidos dados pode-se observar a proximidade nos valores de temperatura e precipitação entre estes países com relato de *A. tritici*.

Tomando-se por base a proximidade dos dados de temperatura máxima e mínima dos países com relato de *A. tritici* e a afirmação de Midha e Swarup (1972) que a espécie tem o desenvolvimento favorecido em locais com temperaturas entre 15 e 20 °C, tem-se então subsidio para afirmação que os estados da região sudeste e sul do Brasil são potenciais áreas para o estabelecimento de espécies do Gênero *Anguina* (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 – Temperatura média mensal determinadas no período de 1990 a 2012 das principais regiões produtoras de trigo de países com incidência de *Anguina tritici* (Fonte: WORDBANK, 2017; INMET, 2017).

PAIS	TEMP MÉDIA MENSAL (°C)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Egito	12,5	13,9	17,4	21	25	27	28,6	28,6	26,8	23,7	18,6	14,5
Etiópia	16,6	17,5	17,9	18,4	17,9	19	16,9	16,3	16,5	16,4	15,6	16,15
Estados Unidos	0,75	2,8	6,7	13,6	18,8	24,8	28,2	26,5	21,7	13,9	7,5	2,1
Afeganistão	1,7	3,6	8,7	14,4	19,5	25	26,9	25,6	20,1	13,9	8,3	3,6
Índia	14,9	17,5	22,6	28,3	31,7	31,6	30	28,9	28,1	25,7	21,3	16,6
China	0,2	2,8	6,7	11,4	15,8	19,7	22,1	21,5	16,2	11,4	6	1,8
Iraque	8,6	10	14,3	18,9	24,7	31	34,2	33,3	29	23	15	9,4
Irã	-0,2	2,6	8,4	14	19,5	25	27,7	27,5	23,3	16,3	9	2,7
Turquia	-1,6	1,8	6,3	10,7	14,7	19	23	22,1	18,5	12,7	5,1	0,75
Israel	6,6	9	11,9	15,7	19,4	23,5	25,4	25,8	23,6	20,5	14	9,7
Paquistão	11,2	13,4	17,6	23,1	29,5	31	29,4	28,6	26,6	23,3	17,7	12,8
Síria	4,7	7	11,5	15,6	21,1	27,5	31,6	30,8	26,4	20,5	12,3	6,5
Rússia	-21,85	-16,7	-9,5	-2,9	-7,9	15	17,2	15,4	7,2	-0,8	-11,8	-20,2
Coreia	-5	-1,6	3,7	10,9	14,9	20,2	23,5	22,8	18,1	11,6	3,7	-2,6
Alemanha	-0,6	1,5	4,8	8	13,8	15,7	18,1	18,5	12,8	9,2	3,3	-0,7
França	4,9	6,2	8,8	10,2	15	17,4	19,9	20,3	15,8	13	7,6	4,9
Áustria	-0,7	2,3	5,2	8,8	14,9	17	19,2	19,6	14	10,3	3,7	-1,3
Bulgária	-0,7	1,2	6,3	10,8	16,4	20,3	23,3	22,5	17,1	12,2	5,6	-1,3
Espanha	8,8	10	13,4	14,9	18,5	24	27,1	27,1	22,2	17,2	11,6	8,6
Irlanda	5,3	5,8	6,8	8,4	11,3	13,1	15,1	15,2	13	10,4	7,8	5,5
Itália	7,2	7,9	10,7	12,5	18	21,2	24	24,4	19,4	16,8	13	7,3
Austrália	31,4	28,9	27,1	23,6	19	14,9	14,2	16,3	20,2	24,1	27,6	29,7
Brasil	22,7	22,3	21,3	18,6	15,2	13,4	13,0	14,9	15,8	18,6	20,5	22,4

Tabela 4 – Dados climáticos de temperatura média máxima e mínima e precipitação média anual das principais regiões brasileiras produtoras de trigo (Fonte: WORLD BANK, 2016).

Pais	Estado	Temperatura média máxima (°C)	Temperatura média mínima (°C)	Precipitação média (mm)
Brasil	Rio Grande do Sul	24,8	14,52	1931
	Santa Catarina	22,17	13,89	1743
	Paraná	24	16,44	1583
	Mato Grosso Sul	26,18	19,85	1591
	São Paulo	26,1	18,88	1401

A Figura 9 destaca a comparação entre as temperaturas ocorridas no Brasil no período de 1990 e 2012 com as temperaturas ocorridas em países onde existem perdas significativas causadas por *A. tritici* na cultura do trigo, com base nestes dados pode-se concluir que nos estados brasileiros em que a temperatura varia de 15 a 31°, seriam estados com potencial chance de se ter o estabelecimento de *A. tritici*.

Analisando e comparando pontualmente as temperaturas nas regiões produtoras de trigo dos países onde já foi detectado a presença de *A. tritici* causando danos a cultura do trigo (Tabela 3), pode-se inferir que no Brasil este fitonematoide teria barreiras climáticas para se estabelecer, uma vez que a faixa de temperatura de 6.4°C a 17.5°C é relatada como a ideal para estabelecimento e sobrevivência (FLEMING et al., 2015).

De outra parte, a análise de correlação (Tabela 5) realizada entre as temperaturas médias mensais ao longo do ano no período de 1990 a 2012 mostra que na Austrália a média de temperatura é similar a do Brasil, sendo um dado relevante e de extrema importância, pois amplia a faixa de temperatura para o estabelecimento deste nematoide, passando agora a ser superior a 17.5°C.

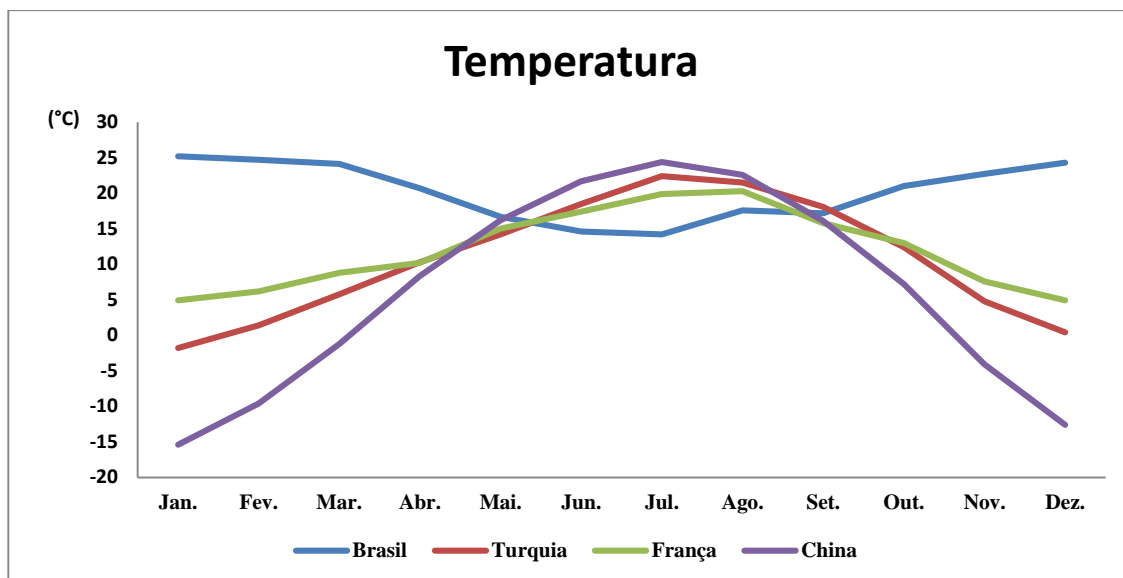


Figura 9 – Temperaturas mensais médias do Brasil, Turquia, França e China durante o período de 1990 a 2012.

Juvenis de *A. agrostis* têm uma notável tolerância ao calor que diminuiu gradualmente com aumento de temperatura e com o passar do tempo. À medida que as temperaturas aumentam, a sobrevivência está negativamente correlacionada com o tempo de exposição. O resultado mais notável destes testes foi a descoberta de que este nematoide sobreviveu à temperatura de 155 °C durante 5 min. Assim como *A. tritici* também apresenta sobrevivência a elevadas temperaturas, 105 °C durante 2 min (EISENBACK et al., 2013).

A importância ecológica da sobrevivência destes nematoides nestas temperaturas elevadas é incerta. Por outro lado, talvez a capacidade de sobreviver a altas temperaturas seja uma consequência das mudanças fisiológicas que ocorrem durante o início da anidrobiose, que é a principal estratégia de sobrevivência a longo prazo para esses nematoides (BARRETT, 2011; BURNELL; TUNNAcliffe, 2011; DEVANEY, 2011, PERRY ; MOENS, 2011).

Tabela 5 – Coeficiente de correlação (r) de Pearson para a distribuição das temperaturas médias mensais determinadas no período de 1990 a 2012 (Fonte: WORDBANK, 2017; INMET, 2017).

País	EG	ETI	EUA	AFE	IND	CHI	IRA	IRÃ	TUR	ISR	PAQ	SIR	RUS	COR	ALE	FRA	ÁUS	BUL	ESP	IRL	ITA	AUSTL	BRA	
EG		0,15	0,98	0,98	0,93	0,9832	0,99	1,00	0,99	0,99	0,97	0,99	0,94	0,99	0,98	0,98	0,98	0,99	0,96	0,98	0,98	-0,96	-0,96	
ETI	0,15		0,21	0,26	0,43	0,2465	0,157	0,18	0,19	0,09	0,34	0,13	0,20	0,21	0,25	0,98	0,26	0,23	0,17	0,08	0,08	-0,32	-0,28	
EUA	0,98	0,21		1	0,92	0,9969	0,995	1,00	0,99	0,98	0,97	0,99	0,96	1,00	0,99	0,26	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	-0,99	-0,98	
AFE	0,98	0,26	1,00		0,93	0,9987	0,99	0,99	0,99	0,97	0,97	0,99	0,96	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	-0,99	-0,99	
IND	0,93	0,43	0,92	0,93		0,9325	0,899	0,93	0,92	0,89	0,98	0,89	0,84	0,94	0,93	0,99	0,93	0,93	0,86	0,86	0,87	-0,92	-0,93	
CHI	0,98	0,25	1,00	1,00	0,93		0,991	0,99	0,99	0,97	0,97	0,99	0,96	1,00	1,00	0,93	0,99	1,00	0,98	0,98	0,98	-0,99	-0,98	
IRA	0,99	0,16	1,00	0,99	0,90	0,99		1,00	0,99	0,99	0,96	1,00	0,97	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	-0,97	-0,97	
IRÃ	1,00	0,18	1,00	0,99	0,93	0,99	1,00		1,00	0,99	0,97	1,00	0,96	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	-0,97	-0,97	
TUR	0,99	0,19	0,99	0,99	0,92	0,99	0,99	1,00		0,99	0,96	1,00	0,96	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	-0,97	-0,97	
ISR	0,99	0,09	0,98	0,97	0,89	0,97	0,99	0,99	0,99		0,95	0,99	0,95	0,98	0,96	0,99	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	-0,94	-0,95	
PAQ	0,97	0,34	0,97	0,97	0,98	0,97	0,96	0,97	1,00	0,95		0,95	0,89	0,97	0,97	0,96	0,97	0,97	0,92	0,93	0,94	-0,97	-0,98	
SIR	0,99	0,13	0,99	0,99	0,89	0,99	1,00	1,00	0,95	0,99	0,95		0,97	0,99	0,98	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	-0,97	-0,96	
RUS	0,94	0,20	0,96	0,96	0,84	0,96	0,97	0,96	0,99	0,95	0,89	0,97		0,96	0,94	0,98	0,94	0,95	0,97	0,95	0,95	-0,94	-0,92	
COR	0,99	0,21	1,00	0,99	0,94	1,00	0,99	1,00	0,95	0,98	0,97	0,99	0,96		0,99	0,94	0,99	1,00	0,98	0,98	0,98	-0,98	-0,97	
ALE	0,98	0,25	0,99	0,99	0,93	1,00	0,99	0,99	0,98	0,96	0,97	0,98	0,94	0,99		0,99	1,00	1,00	0,98	0,98	0,98	-0,98	-0,98	
FRA	0,98	0,17	0,99	0,99	0,89	0,99	0,99	0,99	0,96	0,97	0,95	0,99	0,95	0,99	0,99		0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	-0,97	-0,97	
ÁUS	0,98	0,26	0,99	0,99	0,93	0,99	0,98	0,99	0,97	0,96	0,97	0,98	0,94	0,99	1,00	0,99		1,00	0,98	0,98	0,98	-0,98	-0,97	
BUL	0,99	0,23	0,99	0,99	0,93	1,00	0,99	0,99	0,96	0,97	0,97	0,99	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00		0,98	0,98	0,98	-0,98	-0,98	
ESP	0,96	0,17	0,99	0,98	0,86	0,98	0,99	0,98	0,97	0,97	0,92	0,99	0,97	0,98	0,98	1,00	1,00	0,98		0,99	0,98	-0,97	-0,96	
IRL	0,98	0,08	0,99	0,98	0,86	0,98	0,99	0,99	0,97	0,98	0,93	0,99	0,95	0,98	0,98	0,98	0,98	1,00	0,99		0,99	-0,96	-0,96	
ITA	0,98	0,08	0,98	0,98	0,87	0,98	0,99	0,99	0,98	0,98	0,94	0,99	0,95	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	1,00	0,99		-0,96	-0,96	
AUSTL	-0,96	-0,32	-0,99	-0,99	-0,92	-0,99	-0,97	-0,97	0,98	-0,94	-0,97	-0,97	-0,94	-0,98	-0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	1,00	-0,96		0,99	
BRA	-0,96	-0,28	-0,98	-0,99	-0,93	-0,98	-0,97	-0,97	-0,94	-0,95	-0,98	-0,96	-0,92	-0,97	-0,98	-0,98	-0,98	-0,97	-0,96	-0,96	-0,96	0,99		

Os mecanismos que permitem que tais organismos sobrevivam as temperaturas extremas (105 °C a 155 °C) permanecem um mistério. Embora a produção de proteínas de choque térmico e a acumulação de dissacarídeos não redutores tenham sido correlacionadas com a anidrobiose em nematoides (CROWE; MADIN, 1975; BEHM, 1997; SHANNON et al., 2005; BARRETT, 2011; BURNELL; TUNNACLIFFE, 2011; DEVANEY, 2011; ERKUT et al., 2012).

Em Arges na Romênia *A. tritici* causouseveras perdas na cultura do trigo independente da variedade cultivada durante o período de 2009 e 2013 (VOCAI, 2014). Já no Iraque, o primeiro registro de *A. tritici* foi em 1921 em que ocorreu na maioria das áreas de cultivo de trigo com perdas de 45% (AL-BELDAWI et.al., 1974) e em 1989 aumentou para 75% em Duhok (STEPHAN; ANTOON, 1990). VOCAI (2014) relataram registros de detecção deste nematoide causando perdas também nos EUA nos estados da Califórnia, Georgia, Maryland, New York, Carolina do Norte e do Sul e Virgínia apesar de atualmente ter sido erradicado neste país. Na Índia taxas anuais de perdas variam de 1 to 9% (KAUSHAL, 1998).

Em 2014 na Turquia, as perdas de rendimento causadas por *A. tritici* foram investigadas em quatro cultivares de trigo, Pehlivan, Selimiye, Gelibolu e Kate-A, as mais cultivadas neste país chegaram a 59% (TULEK et al., 2015).

Baseado numa média aritmética geral, em relação a países de grande importância na produção mundial de trigo, tais como Iraque, Turquia e Índia, onde *A. tritici* causa grandes perdas na ordem de 1 a 75%, estima-se para o Brasil que possivelmente a entrada e estabelecimento deste nematoide causaria perdas na produção na ordem de 41%, podendo haver variações dentro do intervalo citado em função de sistema de cultivo, condições climáticas e os genótipos cultivados. Em função da previsão da safra 2016/2017 estimada em 6,34 milhões de toneladas (ABRITRIGO, 2016) a entrada de *A. tritici* causaria perdas significativas para economia do Brasil, e teríamos uma provável perda de produção de 2,59 milhões de toneladas de trigo, perfazendo um prejuízo de mais de meio bilhão de dólares, caso as perdas ocorressem na ordem de 41%, trazendo um déficit maior ainda na relação de produção x consumo per capita.

Possíveis perdas econômicas em consequência da introdução do fitonematoide *A. tritici* no Brasil podem ser mensuradas através dos efeitos diretos e indiretos causado por esta praga. Como efeito direto destacar-se o alto índice de danos nas plantações onde há a infestação do *A. tritici*. Como efeito indireto tem se os impactos ambientais causadas quando *A. tritici*, em algumas situações permanece inativo por longos períodos no ambiente, aguardando o surgimento de plantas hospedeiras especialmente pertencentes à família Poaceae (PARUTHI et al., 1987).

Como consequências econômicas para exportação, grãos de trigo, centeio ou cevada com a presença deste fitonematoide poderá gerar barreiras fitossanitárias por parte de países que impõem severas medidas sanitárias para o *A. tritici*. De outra parte para as regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste maiores produtoras de trigo do Brasil seriam necessárias medidas fitossanitárias mais intensificadas, pois o estabelecimento desse fitonematoide nestas regiões traria danos econômicos significativos para o país.

8 IMPACTOS ESPERADOS

Como pré-requisito para o desenvolvimento de qualquer programa bem sucedido de controle de pragas, faz-se necessário o conhecimento de estimativas confiáveis dos prejuízos causados pelos patógenos, sendo a quantificação de danos, portanto, um ponto chave na definição de qualquer estratégia de controle (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996). Não se pode reduzir os prejuízos causados por uma doença a níveis aceitáveis sem se conhecer o dano causado por ela, além de não poder esperar a aplicação de recursos a pesquisa agropecuária na determinação de métodos de controle de doenças sem antes ter um prévio conhecimento do impacto que tal doença poderia implicar. Neste contexto será possível oferecer uma estimativa de dano a produção caso a espécie *A. tritici* se estabeleça no Brasil, ressaltando a importância desta estimativa, pois se tratará de dados pioneiros para economia da agricultura brasileira.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de dispersas e escassas, as informações que se tem disponíveis sobre a espécie *A. tritici* são suficientes para concluir que representa ameaça em potencial para agricultura brasileira e atestar a importância que as barreiras fitossanitárias (Quarentena e demais fiscalizações) representam no intercâmbio de material vegetal, uma vez que em relação aos fitonematoides medidas de exclusão (termoterapia, tratamento químico, destruição do material, etc) ainda representam a melhor forma de se evitar prejuízos financeiros vultuosos a economia nacional, tendo em vista que após introduzidos em uma área a erradicação completa é praticamente impossível de ser alcançada, e dessa forma poder ajudar nas tomadas de decisão quanto a importação de produtos de países onde tenha essa espécie de nematoide, prevenindo e contribuindo com o agronegócio brasileiro.

Sem dúvida alguma, as análises de risco de praga realizada até os dias atuais contribuem com a segurança fitossanitária prevenindo a entrada de *A. tritici* no país. No entanto, seria imprescindível que diagnósticos laboratoriais fossem realizados, tanto nas importações de sementes para pesquisa científica e plantio quanto para importações de grãos para qualquer uso (*in natura* ou processamento). Essa medida aumentaria os esforços contra a entrada da citada espécie fitoparasita em território nacional.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5 ed. San Diego: Elsevier, 2005. 948p.
- AGROES. **Nematodo de la espiga de cereales, *Anguina* sp., descripción, daños y control integrado**. Disponível em: < <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1260-nematodo-de-la-espiga-de-cereales-anguina>>. Acesso: 23 set. 2016.
- AL-BELDAWI, A. S.; STEPHAN, Z. A.; ALWAN, A. H. General survey of wheat gall disease in Iraq. **Bulletin of Iraqi Agriculture**, v. 29: p. 48-69, 1974.
- ALONSO, S. K.; ALFENAS, A. C. Isoenzimas na taxonomia e na genética de nematoides fitopatogênicos. In: ALFENAS, A. C. (Ed.). **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. Viçosa: UFV. 2006. p. 525-543.
- ARAGÓN, G. **Boletín fitossanitário septiembre 2016**. Disponível em: <<http://borauhermanos.com/boletin-fitosanitario-septiembre-2016>>. Acesso: 26 set. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRIGO (ABRITRIGO). Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/>>. Acesso em: 8 abr. 2016.
- Autores. *A. tritici*. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing. 2005. p. 149-152.
- BARKER, K. R.; HUSSEY, R. S.; KRUSBERG, L. R.; BIRD, G. W.; DUNN, R. A.; FERRIS, V. R.; FRECKMAN, D. W.; GABRIEL, C. J.; GREWAL, P. S.; MACGUIDWIN, A. E.; RIDDLE, D. L.; ROBERTS, P. A.; SCHMITT, D. P. Plant and soil nematodes: societal impact and focus for the future. **Journal of Nematology**, v. 26, n. 2, p. 127-137, 1994.
- BARRETT, J. Biochemistry of survival. In: Perry, R. N.; WHARTON, D. (Eds.). **Molecular and physiological basis of nematode survival**. Wallingford: CABI Press. 2011. p. 282-310.
- BEHM, C. A. 1997. The role of trehalose in the physiology of nematodes. **International Journal for Parasitology**, v. 27, p. 215–229, 1997.
- BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. **Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico**. São Paulo. Ceres. 1996
- BORAU HERMANOS. **Plagas de cereales: nematodo de la espiga**. Disponível em: <<http://borauhermanos.com/plagas-de-cereales-nematodo-de-la-espiga/>>. Acesso: 26 set. 2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Portaria N°319, de 06 de maio de 1996. Aprova o Requerimento Interno da Secretaria de Defesa Agropecuária, na forma do Anexo à presente Portaria. Diário Oficial da União, Seção 1, Brasília, DF, 1996.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Portaria N°574, de 08 de dezembro de 1998. Aprova o Requerimento Interno da Secretaria de Defesa Agropecuária, na forma do Anexo à presente Portaria. Diário Oficial da União, Seção 1, Página 79 Brasília, DF, 1998.
- BURNELL, A. M.; TUNNACLIFFE, A. Gene induction and desiccation stress in nematodes. In: PERRY, R. N., WHARTON, D. (Eds.). **Molecular and physiological basis of nematode survival**. Wallingford: CABI Press. 2011. p. 126-156.
- BYARS, L. P. **The nematode disease of wheat caused by *Tylenchus tritici***. Washington: U. S. Department of Agriculture. 1920. 40 p. (Bulletin, 842).

CAB INTERNATIONAL. London: Crop protection, 1997. 1 CD-ROM.

CHRISTIE, J. R. . **Plant nematodes, their bionomics and control** Published by **Agricultural Experiment Station**, University of Florida, Gainesville, 1959.256p.

CIMMYT. **Wheat Doctor information sheet**: Seed gall nematode. Disponível em: <<http://wheatdoctor.cimmyt.org/>>. Acesso: 07 abr. 2010.

COYNE, D. L.; NICOL, J. M.; CLAUDIUS-COLE, B. **Nematologia prática**: um guia de campo e de laboratório. Cotonou: SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 2007. 93 p.

CROWE, J. H.; MADIN, K. A. C. Anhydrobiosis in nematodes: Evaporative water loss and survival. **Journal of Experimental Zoology**, v. 193, n. 3, p. 323–334, 1975.

DECKER, H. **Plant nematodes and their control (Phytonematology)**. Washington: United States Department of Agriculture. 1989. 540 p.

DEVANEY, E. Thermobiotic survival. *In*: PERRY, R. N.; WHARTON, D. (Eds.). **Molecular and physiological basis of nematode survival**. Wallingford: CABI Press. 2011. p. 233-255.

EISENBACK, J. D.; WEI, M.; ROANE, C. W. Heat tolerance and aging of the anhydrobiotic seed gall nematode with sem observations. **Journal of Nematology**, v. 45, n. 1, p. 43-48, 2013.

ELMALI, M. The distribution and damage of wheat gall nematode [*A. tritici* (Steinbuch)] (*Tylenchida: Tylenchidae*) in western part of Anatolia. **Turkish Journal of Entomology** , v. 26, n. 2, p. 105-114, 2002.

EPPO, Paris, FR, Disponível em: < <http://www.eppo.int/>>, acessado em 20 junho de 2015
ERKUT, C.; PENHOV, S.; FAHMY, K., KURZCHALIA, T. V. How worms survive desiccation: Trehalose pro water, **Journal Worm**, v. 1, p. 61–65, 2012.

ESSER, R. P.; O'BANNON, J. H.; CLARK, R. A. **Procedures to detect wheat seed gall nematode (*Anguina tritici*) should an infestation appear in Florida**. Florida: Dept. Agric. & Consumer Serv (Division of Plant Industry). 1991. 3 p. (Circular, 186).

ESSER, R. P.; SCHUBERT, T. S., **Fungi that entrap and assimilate nematodes by employing constricting rings**. Nematol. Circular, 1991. 192

FALLIS, A.M. **Use of the waring blender to separate smallparasites from tissue**. Canadian Journal of Public Health, 34, p.44. 1943.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://www.apps.fao.org>>. Acesso em: 7 junho 2016.

FISCHER, M. **Über eine Clematis-krankheit, Bericht aus dem Physiologischen Laboratorium des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle**, n. 11, p. 1-11. 1894

FLEMING, T. R.; MAULE, A. G.; MARTIN, T.; HAINON-McDOWELL, M.; ENTWISTLE, K.; McCLURE M. A.; FLEMING, C. C. A First Report of *Anguina pacificae* in Ireland. **Journal of Nematology**, v. 47, n. 2, p. 97-104, 2015.

GARCIA, J.W.; TENENTE, R.C.V. **Controle químico de *Aphelenchoides besseyi* Chistie em sementes de *Panicum maximum***. Nematologia Brasileira, v.25, p.95-98, 2001.

HUNT, D. J. *Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: their systematics and bionomics*. Wallingford: CABI Publishing,. 1993. 352 p.

INMET. (2017)- <http://www.inmet.com.br>. Acessado em 05 de agosto de 2017

JONES, F. G. W. Parasitism in plant nematodes. *In*: SOUTHEY, J. F. (Ed.). **Plant nematology**. London: Her majesty's Stationary Office, 1965. p. 30-34. (Tech. Bull. MAFF, 7).

KAUSHAL, K. K. **Management of nematodes infecting wheat**. New Delhi: Summer Scool Report (Division of Nematology). 1998. p. 1-8.

KORT, J. Nematode disease of cereals of temperate climates. *In*: WEBSTER, J. M. (Ed.). **Economic Nematology**. New York: Academic Press. 1972. p. 97-108.

KRALL, E. L. Wheat and grass nematodes: *Anguina*, *Subanguina*, and related genera. *In*: NICKLE, W. R. (Ed.). **Manual of agricultural nematology**. New York: Marcel Dekker Inc, 1991. p. 721-760.

LEGG, J. J.; HOOPER, D. J. Extraction of free-living stages from soil. *In*: SOUTHEY, J. F. (Ed.). **Laboratory methods for working with plant and soil nematodes**. London : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Technical Bulletin, 2, 1970. 148 p.

LEHMAN, P. S. **Seed and leaf gall nematodes of the genus *Anguina* occurring in North America**. Florida: Dept. Agric. & Consumer Serv (Division of Plant Industry). 1979. 2 p. (Circular, 55).

LEUKEL, R. W. Investigations on the nematode disease of cereals caused by *Tylenchus tritici*. **Journal of Agricultural Research**, v. 27, n. 12, p. 928-956, 1924.

LEUKEL, R. W. **Nematode disease of wheat and rye**. Washington: Farmers Bulletin. 1957. 16 p. (Bulletin, 1607).

LUC, M., SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990. 629 p.

LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**, 2. ed. Wallingford: CAB International, 2005. 871 p.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4. ed. Oxford: Pergamon Press, 1989. 270 p.

Midha, S.K.; Swarup, G. **Factors affecting development of earcockle and tundu diseases of wheat**. *Indian J. Nematol.*, n. 2 : p.97-104. 12. 1972.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Consulta de produtos de importação autorizada**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/importacao-e-exportacao/importacao/consulta-de-produtos-de-importacao-autorizada>>. Acesso: 17 out. 2016a.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 200 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Trânsito internacional**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/guia-de-servicos/transito-internacional-internacional>>. Acesso: 15 set. 2016b.

MULLIN, P. *Anguina tritici*. Disponível em: <<http://nematode.unl.edu/antriti5.jpg>>. Acesso: 23 set. 2016.

NEEGAARD, P. **Seed pathology**. London: Macmillan Press, 1979. 1191 p.

OLIVEIRA, M. R. V.; MARTINS, O. M.; MARINHO, V. L. A.; MENDES, M. A. S.; TENENTE, R. C. V.; FONSECA, J. N. L.; BATISTA, M. F. **O mandato de quarentena vegetal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 61 p.

PARIZZI, M. G. Caracterização Geológica-Geotécnica e Avaliação do Risco do Conjunto Taquaril, Belo Horizonte (MG). *In*: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL**, 10. 2002. Ouro Preto: Anais...Ouro Preto, MG, 2002.

PARUTHI, I. J.; GUPTA, D. C. Incidence of tundu in barley and kandi in wheat field infested with *A. tritici*. **Harayana Agricultural University**, v. 17, p. 78-79, 1987.

PERRY, R. N.; MOENS, M. Survival of parasitic nematodes outside the host. *In*: PERRY, R. N.; WHARTON, D. (Eds.). **Molecular and physiological basis of nematode survival**. Wallingford: CABI Press, 2011. p. 1-27.

PHOTO GALLERY *Anguina tritici* USDA LABORATORY. **A. tritici in wheat galls from USDA lab** – alive after 26 years. Disponível em <<http://nematode.unl.edu/antriti.htm>>. Acesso: 20 ago. 2016.

POWERS, T.O., MULLIN, P.G. HARRIS T.S., SUTTON L.A., HIGGINS R.S. **Incorporating molecular identification of Meloidogyne spp. into a large-scale regional nematode survey**. *J. Nematology*. N.37, p. 226-235. 2005

REDDY, D. V. R.; AMIN, P. W.; MCDOLNARD, D.; GHANEKAR, A. M. Epidemiology and control of groundnut but necrosis and other diseases of legume crops in India caused by tomato spotted wilt virus. **Plant Virus Epidemiology**, p. 93-102, 1983.

RILEY, I. **Flickr**. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/30857482@N00/106638863/>>. Acesso: 19 set. 2016.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: the role of the society. *In*: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. (Eds.). **Vistas on Nematology**. Maryland: Society of Nematologists, 1987. p. 7-14.

SHANNON, A. J.; BROWNE, J. A.; BOYD, J.; FITZPATRICK, D. A.; BURNELL, A. M. The anhydrobiotic potential and molecular phylogenetics of species and strains of *Panagrolaimus* (Nematoda, Panagrolaimidae). **The Journal of Experimental Biology**, v. 208, p.2433–244, 2005.

SISTEMA NACIONAL ARGENTINO DE VIGILANCIA Y MONITOREO DE PLAGAS (SINAVIMO). **Anguina tritici**. Disponível em: <<http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/anguina-tritici>>. Acesso: 12 nov. 2016.

SOUTHEY, J. F. *A. tritici*. Wallingford: CAB **International, Commonwealth Institute of Parasitology**. CIH Descriptions of Plant-parasitic Nematodes. n13. 1972. 4 p.

STEMERDING, S. **Een mixer-wattenfilter methode om vrijbeweeglijke endoparasitaire nematoden uit wortels te verzamelen**. Versl. Meded. Plziektenk. Dienst Wageningen n. 141 , p. 170-175. 1964.

STEPHAN, Z. A.; ANTOON, B. G. Biotypes of ear cockle nematode *A. tritici* in Iraq. **Current Nematology**, v. 1, p. 85-88, 1990.

SWARUP, G.; SOSA-MOSS, C. 1990. Nematode parasites of cereals. *In*: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in tropical and subtropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990, p. 109-136.

TENENTE, R. C. V. Detection of nematodes in plant germoplasm introduced into Brazil from 1986 to 1990, **Nematologia Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 67-72, 1996a.

TENENTE, R. C. V. Inspeção e detecção de fitofitonematoídeos em introdução de germoplasma no Brasil no período de 1992 – 1994, **Nematologia Brasileira**, v.20, n. 2, p. 68-73, 1996b.

TENENTE, R. C. V. Nematoides detectados em germoplasma vegetal importado e sua erradicação nos anos de 1995 – 1998, **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 1, p 79-81, 2000a.

TENENTE, R. C. V. Reprodução de *Ditylenchus dipsaci* em diferentes plantas hospedeiras no Brasil, **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 1, p 87-90, 2000b.

TENENTE, R. C. V.; MANSO, E. S. C.; GONZAGA, V. Nematoides detectados em germoplasma vegetal importado e sua erradicação, nos anos de 1995 a 1998. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 79-81, 2000.

TENENTE, R. C. V.; MELO, L. A. M. P.; CARRIJO, T. S. Estudo preliminar da favorabilidade de ocorrência de *Ditylenchus dipsaci* com base na temperatura da área de avaliação. **Nematologia Brasileira**, v.31, n. 2, p. 125, 2007a.

TENENTE, R. C. V.; OLIVEIRA, M. R. V.; MELO, L. A. M. P.; MARTINS, O. M. **Subsídios ao processo de elaboração de plano de contingência de *A. tritici* (Steinbuch, 1799) Chitwood, 1935**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007b. 34 p.

TENENTE, R. C. V.; RISSOLI, V. R. V.; CARES, J. E.; PASSOS, A. P.; SOUZA, A. P. B.; HIRAGI, G. O. Pest Image Database with Enphasis on Nematodes of Genus *Ditylenchus*. In: Annual Meeting of the organization of nematologists of tropical America - ONTA, 38., 2006, San José Costa Rica. **Abstracts...** San José: ONTA, 2006. p. 43.

THORNE, G. **Principles of nematology**. New York: McGraw Hill Book, 1961. 533 p.

TRIANANTAPHYLLOU, A. C.; HIRSCHMANN, H. Gametogenesis and reproduction in the wheat nematode, *A. tritici*. **Nematologica**, v. 12, p. 437-442, 1966.

TULEK, A.; KEPENEKCI, I.; CIFTICIGIL, T. H.; OZTURK, I.; AKIN, K.; SEIDI, M.; YILDIRIM, M.; DABATAT, A. A. Effects of seed-gall nematode, *A. tritici*, on bread wheat grain characteristics and yields in Turkey. **Nematology**, v. 17, p. 1099-1104, 2015.

VIGIAGRO/MAPA (2016)- <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/importacao/vigilancia-agropecuaria>. Acessado em 20 de agosto de 2016.

VOICA, M. Semnalarea nematodului *Anguina tritici* in cultura grâului din judetul arges. **Protectia Plantelor**, v. 82, p. 303-312, 2014.

WILSON, E. O. **Plant and insect parasitic nematodes**. Disponível em: <<http://nematode.unl.edu/revived.htm>>. Acesso: 11 nov. 2007.

WOMSERSLEY, C. Z.; WHARTON, D.; HIGA, L. M. Survival biology. In: PERRY, R. N.; WRIGHT, D. J. (Eds.). **Physiology and biochemistry of free-living and plant parasitic nematodes**. Wallingford: CABI Press, 1998. p. 271-302.

WORDBANK. (2016)- <http://www.worldbank.org/en/research>. Acessado em 20 de agosto de 2016