

PATOLOGIA DE SEMENTES NA ATUALIDADE: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

A.L.A. CUNHA¹, T.C. FERREIRA²Universidade Estadual da Paraíba¹, Instituto Nacional do Semiárido²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2368-6223>thiago.ferreira@insa.gov.br²

Submetido 09/07/2020 - Aceito 07/02/2021

DOI: 10.15628/holos.2021.10627

RESUMO

Análises bibliométricas são uma forma de trabalho coerente para a visualização das necessidades e possibilidades de pesquisa científica. Na atualidade, não existe uma revisão bibliométrica sobre Patologia de Sementes, logo a produção de um artigo com esta especificação é o objetivo deste trabalho. Para tal, foi usada a base de dados *Web of Science* (WOS); o CiteSpace e o VOSviewer como programas estatísticos; com a utilização dos seguintes aspectos: a. “seed pathology” para marcar a pesquisa; b. período entre 2000-2020; c. somente artigos. Como resultados foram obtidos setenta artigos; 45% destes são na área da Agricultura; ano mais produtivo foi 2014 (14,28% do total); a EMBRAPA foi a instituição mais relevante (25,71% do total); o CNPq configura o maior financiador (20,00% do total); o autor

destacado foi o Dr. José da Cruz Machado (12,25% do total); o Brasil se destacou no mundo (82,85% do total) e o periódico *Tropical Plant Pathology* foi o mais relevante (17,14% do total). A maior ênfase de pesquisas realizadas foi com a temática da detecção (48,50% do total) e a cultura agrícola com maior evidência foi o *Phaseolus vulgaris* (16,00% do total). Pesquisas com culturas agrícolas, patógenos e técnicas de identificação emergentes são potenciais para a produção agrícola sustentável no presente e futuro, sem, no entanto, esquecer dos principais problemas ainda pouco resolvidos na área de patologia de sementes. Revisões bibliométricas são ferramentas que permitem a identificação de aplicações potenciais que podem ser mais exploradas no âmbito das pesquisas científicas.

PALAVRAS-CHAVE: Fitopatologia, Tecnologia de Sementes, Gestão do Conhecimento.

CURRENT SEED PATHOLOGY: BIBLIOMETRIC REVIEW

ABSTRACT

Bibliometric analyzes are a coherent way of working to answer the needs and possibilities of scientific research. Currently, there is no bibliometric review on Seed Pathology, so the production of an article with this change is the objective of this work. For this, the *Web of Science* (WOS) database was used; CiteSpace and VOSviewer as statistical programs; with a use of the following aspects: a. “Seed pathology” to schedule a survey; B. 2000-2020 period; ç. articles only. As results, seventy articles were selected; 45% of these are in the area of agriculture; the most productive year was 2014 (14.28% of the total); an EMBRAPA was a more relevant institution (25.71% of the total); CNPq is the largest financier (20.00% of the total); the highlighted author was Dr. José da Cruz Machado (12.25% of the total); Brazil stood out in the world (82.85% of the total) and

the *Tropical Plant Pathology* journal was the most relevant (17.14% of the total). The greatest emphasis of research carried out was on the theme of detection (48.50% of the total) and an agricultural crop with greater evidence was *Phaseolus vulgaris* (16.00% of the total). Research on agricultural crops, pathogens and emerging identification techniques are used for sustainable agricultural production in the present and the future, without, however, forgetting the main problems still unresolved in the field of seed pathology. Bibliographies are tools that allow the identification of applications that can be further explored within the scope of scientific research.

KEYWORDS: Phytopathology, Seed Technology, Knowledge Management.

1 INTRODUÇÃO

Culturas vegetais comerciais tem as sementes com seu principal método de propagação, sendo estas resultantes da união de gametas provenientes dela ou de outras plantas, este momento é nomeado de fecundação. O produto desta fecundação é a formação do embrião e de estruturas que o nutrem ou o protegem (Barreto et al., 2008; Carvalho e Nakagawa, 2012; Barvossa et al., 2013). A produção de sementes saudáveis e vigorosas dependem da interação entre os fatores genéticos, inerentes ao embrião e seus tecidos assessoriais, e ambientais, em vista ao processo ambiental que os circunda (Marcos Filho, 2005). Maiores informações sobre a tecnologia de sementes podem ser vistas no material Sementes: ciência, tecnologia e produção, de autoria de Carvalho e Nakagawa (2012).

Para que sejam implementadas ações sustentáveis em sistema produtivo devem ser observados os aspectos de vigor e sanidade das sementes usadas em tal processo (Carvalho e Nakagawa, 2010). Evitando perdas econômicas e mal-uso dos recursos (Marcos Filho, 2005), utilizando para isto tecnologias de identificação e tratamento de patógenos (Carvalho et al., 2002; Menten et al., 2010). Estas sementes podem ser testadas quanto a sua sanidade (Brasil, 2009 a, b; Brasil, 2013), permitindo que sejam visualizadas a presença de patógenos que infectam estas e, ainda, podendo serem tratadas com agentes sanitizantes, saberes estes segmentados no ramo científico multidisciplinar da patologia de sementes (Machado, 2000).

A Patologia de sementes, por sua vez, tem como foco a qualidade sanitária das sementes que serão usadas na produção agrícola, sendo explorada por inúmeros grupos de trabalho pertencentes ao ramo das ciências agrárias e biológicas, em virtude das doenças bióticas e abióticas (Marcos Filho, 2000; Almeida et al., 2009; Carvalho et al., 2009; Carvalho e Nakagawa, 2012; Dallagnol et al., 2013; Camargo et al., 2019). Tais doenças causadas por seres vivos, sendo o principal grupo de estudo da patologia de sementes, esses agentes causais são os microrganismos, que podem deteriorar as sementes e serem agentes ativos de depreciação da qualidade das sementes de espécies vegetais cultivadas (Machado, 2000).

A dinâmica de parasitismo de patógenos de sementes a seus alvos deprecia os tecidos, promove o acúmulo de substâncias nocivas as plantas e aos consumidores diretos e indiretos deste processo e, ainda, gera desequilíbrios ambientais nas áreas cultivadas, segundo descrevem Santos e seus colaboradores (2000) e Machado (2000). Sendo assim, a detecção e o manejo destes patógenos pode ser uma das principais ações de trabalho que pode minimizar tais efeitos, segundo descrevem Carvalho e Nakagawa (2012). Este processo ecológico, o parasitismo, afeta, portanto, a germinação (Carvalho e Nakagawa, 2012) e o vigor das sementes e plântulas (Bracante et al., 2018). Em ambientes tropicais, a dinâmica de ação dos microrganismos é bastante efetiva, segundo Santos e seus colaboradores (2000), este é o principal fator que gera uma necessidade de trabalhos em patologia de sementes no mundo.

Segundo Machado (2000) e Santos et al. (2000), estes patógenos podem ser transmitidos entre plantas adultas, também entre a plantas geradoras (genitoras) e suas sementes, entre plântulas na área de plantio e entre sementes, na armazenagem. A detecção de patógenos em



sementes pode ser realizada por meio da observação dos protocolos descritos por Brasil (2009 a b): *Blotter test*, plaquamento em meio de cultura seletivo e métodos bioquímicos e abrange a utilização de Elisa (do inglês Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), PCR e Microscopia. Maiores informações sobre a análise da qualidade sanitária de sementes podem ser visualizadas na Regra de Análise de Sementes (2009 a b) e nos escritos de Machado (2000). Sobre o manejo sanitário dessas sementes pode ser realizado com o uso de tecnologias antes do manejo, tratamento direto das sementes (agentes químicos físicos e biológicos) e manejo da área de plantio (Machado, 2000; Marcos Filho, 2000; Carvalho e Nakagawa, 2010).

Assim, a fim de colaborar com a construção de conhecimentos sobre a área de patologia de sementes, este trabalho tem como objetivo a produção de uma análise bibliométrica sobre a referida temática na atualidade.

2 METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa foram utilizados dados obtidos no *Web of Science (WoS)*, com a descrição do período de tempo entre 2000 e 2020, sendo relevantes para esta pesquisa as proposições de trabalho em análise sistêmica, tendo em vista as partições *SCI-EXPANDED*, *SSCI*, *A&HCI*, *CPCI-S*, *CPCI-SSH* e *ESCI* da referida base de dados. Foram vistos os índices de impacto acadêmico, em virtude dos artigos pesquisados para o buscador “Seed Pathology” (Figura 1).

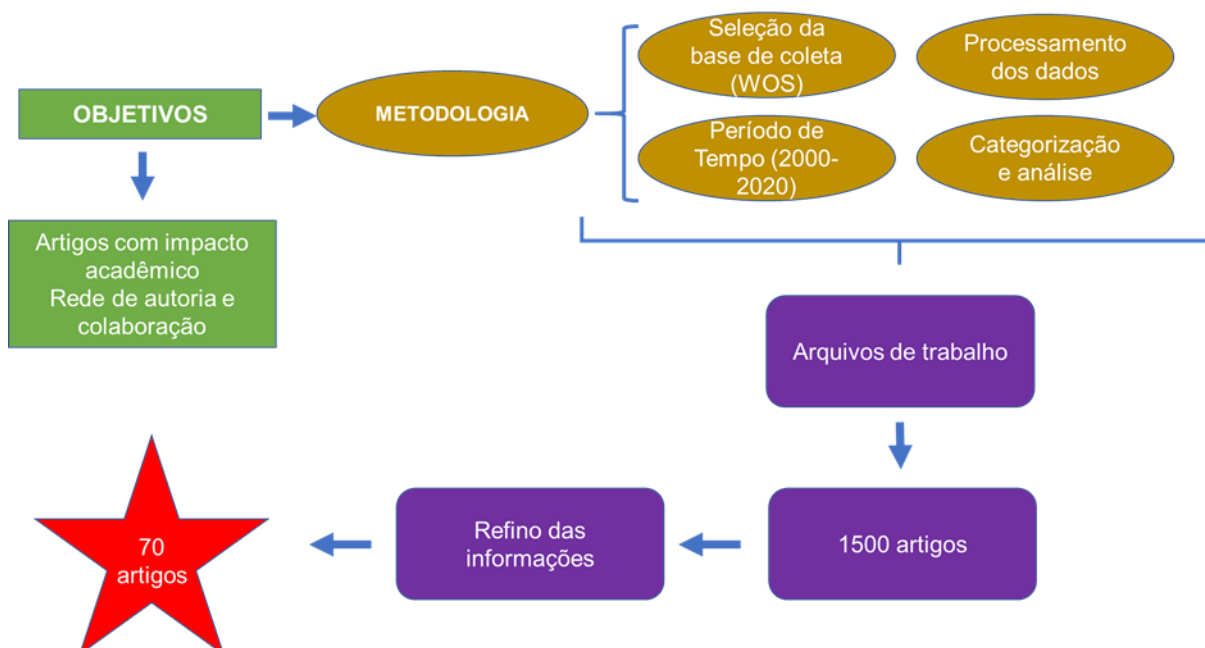


Figura 1 Método de trabalho para a produção da revisão bibliométrica na atualidade sobre a área de Patologia de Sementes.

Para a análise dos dados foi utilizado o programa CiteSpace para Java, desenvolvido pela Universidade de Drexel, na base de dados do *WoS* também foi possível a busca detalhada e sistêmica de informações e o programa *EndNote* foi usado para melhorar as ações de entendimento dos dados. Foram avaliados os seguintes caracteres: áreas de pesquisa, locais de produção, frequência de publicações, agências de fomento, mais importante autores e coautores, periódicos, temáticas de trabalho e dados bibliométricos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A visualização dos resultados obtidos nesta pesquisa, no recorte temporal assinalado de 2000-2020, permitiu que fossem listados setenta artigos diferentes, com uma média anual de 3,5 artigos. No ano de 2014 houve o registro de 10 diferentes artigos, sendo o mais produtivo dentre os demais (Figura 1). A grande maioria dos artigos publicados em 2014 tratava de assuntos como: tratamento de sementes (Bayer et al. 2014; Carvalho et al. 2014; Flavio et al., 2014; Guimarães et al., 2014) e identificação de patógenos (Barrocas et al. 2014; Menezes et al. 2014; Siqueira et al. 2014 a; Siqueira et al. 2014 b; Theodoro et al. 2014).

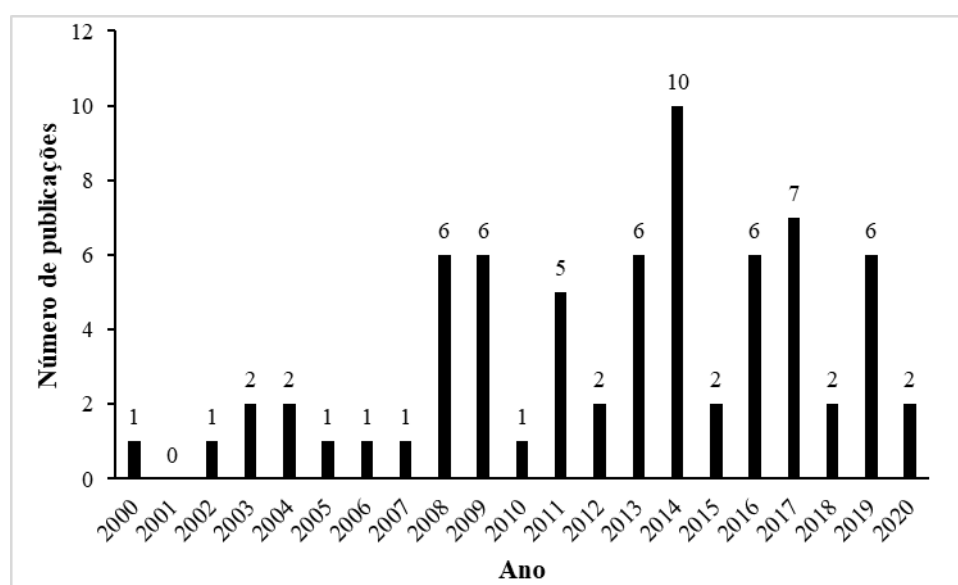


Figura 2 Número de publicações entre 2000-2020, com a presença do termo “Seed Pathology” no WOS.

Sobre o impacto acadêmico das publicações referidas neste grupo pesquisado (Junho/2020), o h-Index era de 9,0; a média de citações por índice era de 4,36; as citações somadas resultaram em 305, sendo 273 sem autocitações e 274 artigos foram citados, com 253 sem autocitações.

Os dez artigos mais citados nos resultados obtidos no *WoS* para esta pesquisa estão descritos na Tabela 1 e resumidos a seguir:

1. Lessl et al. (2000), neste artigo intitulado “Colonization of female watermelon blossoms by *Acidovorax avenae ssp citrulli* and the relationship between blossom inoculum dosage and seed infestation”, os autores abordam a temática da colonização de melancia por *A. avenae ssp. citrulli*, em virtude da colonização previa de inflorescências femininas que seriam o modo de transmissão para os frutos e, conseqüentemente, para sementes. Como conclusões são descritas que a infestação das sementes deste vegetal pode ocorrer em condições de campo em virtude das prerrogativas apresentadas.
2. Shaad et al. (2002), o artigo intitulado de “Regional and varietal differences in the risk of wheat seed infection by fungal species associated with fusarium head blight in Italy” descreve um conjunto de informações de monitoramento entre 1999 a 2002 de sementes de trigo na Itália. Os autores descreveram que foram encontradas com maior abundância espécies de *Fusarium e Microdochium*; havendo diferenças entre cultivares quanto a infestação e infecção por patógenos de sementes.
3. Carvalho et al. (2011) descrevem no artigo “Control of *Fusarium oxysporum f. sp phaseoli in vitro* and on seeds and growth promotion of common bean in early stages by *Trichoderma harzianum*” neste artigo cepas de *Trichoderma spp.* Foram testadas quanto a efetividade de controle de *F. oxysporum f. sp. phaseoli* em feijão. Cepas diferentes foram identificadas como agente de biocontrole deste fungo e ainda puderam promover crescimento vegetal.
4. Maringoni e Câmara (2006), dissertam no artigo “*Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* detection in bean seeds using a semi-selective culture medium” sobre a eficácia de um meio de cultura específico para a avaliação da presença de *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens*.
5. Souza et al. (2015), descrevem no artigo “Real-time quantitative PCR assays for the rapid detection and quantification of *Fusarium oxysporum f. sp phaseoli* in *Phaseolus vulgaris* (common bean) seeds” a eficiência do uso da técnica de PCR em tempo real, de acordo com especificações descritas no texto, como sendo um eficiente método de diagnose deste patógeno em sementes de feijão comum.
6. Carvalho et al. (2014), no artigo intitulado de “Biological control of *Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli* by *Trichoderma harzianum* and its use for common bean seed treatment” descrevem a eficácia do tratamento de sementes de feijão com o uso de isolados de *Trichoderma harzianum*, com ou sem o uso de agentes químicos de tratamento, como sendo eficiente no controle do referido patógeno.
7. Rubin e Cohen (2004) no artigo “Oospores associated with tomato seed may lead to seedborne transmission of *Phytophthora infestans*” descrevem a transmissão de *P. infestans* em sementes de tomate.
8. Carvalho et al. (2013), no artigo “Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*” descrevem a eficiência de isolados de *T. harzianum* como agentes de controle de patógenos de sementes em feijão.



9. Jonhson e Walcott (2003), descrevem no artigo “Quorum Sensing Contributes to Seed-to-Seedling Transmission of *Acidovorax citrulli* on Watermelon” a comunicação e a transmissão de *A. citrulli* em melancia.
10. Alves e Pozza (2009), afirmam no artigo “Scanning Electron Microscopy Applied to Seed-Borne Fungi Examination” a eficiência da técnica de microscopia eletrônica de varredura para o exame de sementes com a presença de patógenos.

Tabela 1. Descrição bibliométrica dos dez mais citados artigos dentre o universo utilizado nesta pesquisa.

Título	Autores	Ano da publicação	Total de citações	Média por ano
Colonization of female watermelon blossoms by <i>Acidovorax avenae</i> ssp <i>citrulli</i> and the relationship between blossom inoculum dosage and seed infestation	Lessl, J.; Fessehaie, A.; Walcott, R. R.	2000	26	1,86
Regional and varietal differences in the risk of wheat seed infection by fungal species associated with fusarium head blight in Italy	Shah, D. A.; Pucci, N.; Infantino, A.	2002	24	1,5
Control of <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>phaseoli</i> in vitro and on seeds and growth promotion of common bean in early stages by <i>Trichoderma harzianum</i>	Carvalho, D. D. C.; Mello, S. C. M.; Lobo Junior, M.; Silva, M. C.	2003	21	2,1
<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> detection in bean seeds using a semi-selective culture medium	Maringoni, A. C.; de Cassia Camara, Renata	2003	14	0,93
Real-time quantitative PCR assays for the rapid detection and quantification of <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>phaseoli</i> in <i>Phaseolus vulgaris</i> (common bean) seeds	de Sousa, M. V.; Machado, J. C.; Simmons, H. E.; Munkvold, G. P.	2004	14	2
Biological control of <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>phaseoli</i> by <i>Trichoderma harzianum</i> and its use for common bean seed treatment	Carvalho, D. D. C.; Lobo Junior, M.; Martins, I.; Inglis, P.W.; Mello, S. C. M.	2004	14	2,33
Oospores associated with tomato seed may lead to seedborne transmission of <i>Phytophthora infestans</i>	Rubin, E.; Cohen, Y.	2005	13	0,76
Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by <i>Trichoderma harzianum</i>	Carvalho, D. D.C; Mello, S. C. M; Lobo Junior, M.; Geraldine, A. M.	2006	12	1,2



Quorum Sensing Contributes to Seed-to-Seedling Transmission of <i>Acidovorax citrulli</i> on Watermelon	Johnson, K. L.; Walcott, R. R.	2007	11	1,38
Scanning Electron Microscopy Applied to Seed-Borne Fungi Examination	Alves, M. C.; Pozza, E. A.	2008	9	0,69

Sobre os locais de produção (instituições de ensino ou pesquisa) destes artigos compilados para esta pesquisa, pode ser percebido que majoritariamente que instituições brasileiras se debruçam neste ramo de pesquisa, descrevendo o termo “Seed Pathology” em suas pesquisas, isso valora a produção desta área como sendo uma linha de pesquisa que pode estar independente, dentro da Fitopatologia (Agronomia). A EMBRAPA, se destaca como sendo a principal geradora de conhecimento sobre a temática (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição bibliométrica dos dez locais de produção de artigos dentre o universo utilizado nesta pesquisa.

Local de Produção	Número de publicações	Percentual do total de artigos
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa	18	25.71
Universidade Federal de Lavras	12	17.14
Universidade Estadual Paulista	9	12.85
Universidade Federal de Viçosa	7	10.00
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	5	7.14
Universidade Federal de Pelotas	5	7.14
Universidade de Brasília	4	5.71
Universidade Federal do Paraná	4	5.71
<i>University of Georgia</i>	4	5.71
<i>University System of Georgia</i>	4	5.71

Pode ser visualizado na Figura 3 que instituições brasileiras tem uma maior centralidade quanto a sua proposição de produção quanto a referida temática, com a formação de três grupos com suas respectivas instituições mais destacadas: azul (UFPEL e UFRGS), vermelho (UFLA, UFU e UFMT) e verde (EUM, Embrapa Florestas e UFPR) (Figura 3). A centralidade da Universidade Federal de Lavras neste gráfico é demandada pela ação de trabalho do grupo de Patologia de Sementes inserido na instituição (Machado, 2000; Teixeira et al., 2003; Botelho et al., 2008; Barrocas et al., 2014; Menezes et al., 2014; Siqueira et al., 2014 a; Siqueira et al., 2014 b; Souza et al., 2015; Souza et al., 2016; Guimarães et al., 2017).

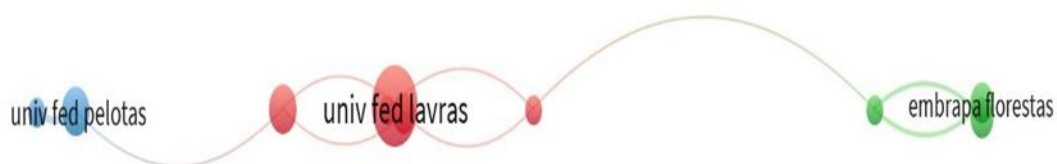


Figura 3 Ligações entre as mais importantes localidades de pesquisa e produção de artigos com a temática estudada nesta pesquisa.

Com respeito as entidades de financiamento, o CNPq e a CAPES, entidades brasileiras se destacam dentre as demais que financiaram as pesquisas utilizadas nesse artigo (Tabela 3).

Tabela 3. Descrição bibliométrica das dez instituições de fomento de produção de artigos dentre o universo utilizado nesta pesquisa.

Agências financiadoras	Número de publicações	Percentual do total de artigos
CNPq	14	20.00
Capes	12	17.14
Fapemig (MG)	9	15.85
Fapeg (GO)	2	2.85
Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia	1	1.42
<i>Forefront</i>	1	1.42
<i>National Health and Medical Research Council of Australia</i>	1	1.42
Universidade Estadual de Goiás	1	1.42
<i>USDA Csrees National Research Initiative Plant Biosecurity</i>	1	1.42

A autoria dos artigos em patologia de sementes é encabeçada pelo brasileiro Dr. José da Cruz Machado, professor da Universidade Federal de Lavras (Tabela 4 e Figura 4). Sobre estas citações, temos a formação de três grupos principais estes são ligados na sua centralidade ao grupo representado pela cor vermelha com a formações dos grupos azul e verde, a centralidade de citações se concentra nas publicações referido autores (Figura 4).

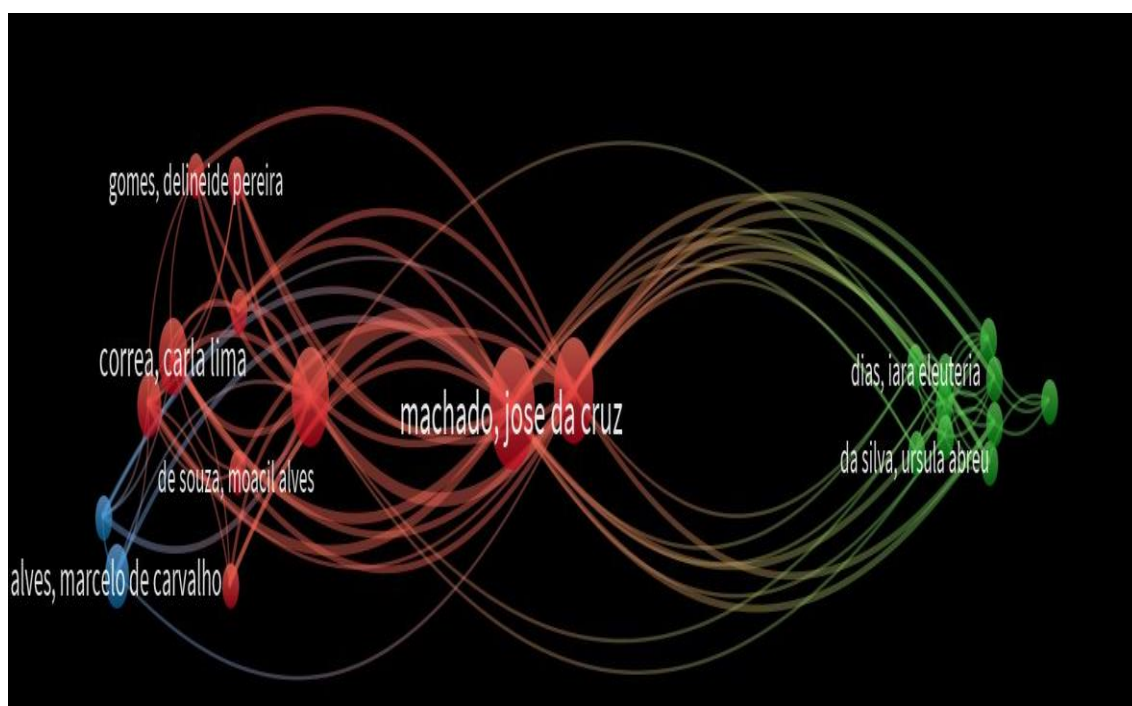


Figura 4 Principais autores em rede com a temática da "Seed pathology".

Tabela 4. Descrição bibliométrica dos mais importantes autores obtidos dentre o universo utilizado nesta pesquisa.

Autores	Número de publicações	Percentual do total de artigos
Machado, J.C.	9	12.85
Siqueira, C.D.	6	8.57
Barrocas, E.N.	5	7.14
dos Santos, A.F.	5	7.14
Carvalho, D.D.C.	4	5.71
Correa, C.L.	3	4.28
da Silva, G.Z.	3	4.28
del Ponte, E.M.	3	4.28
Lobo Júnior, M.	3	4.28
Maringoni, A.C.	3	4.28

Os periódicos que mais publicaram artigos com a palavras pesquisadas neste artigo foram os editorados no Brasil: *Tropical Plant Pathology*, *Journal of Seed Science* e *Ciência Florestal*. Os periódicos mais efetivos nesta pesquisa estão descritos na Tabela 5. A *Tropical Plant Pathology* (Agronomia e Produção Vegetal – Q2 – SJR 0,57 – disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1982-5676> e acesso em 10/06/2020) publica artigos em inglês sobre todas as áreas da fitopatologia.

Tabela 5. Descrição bibliométrica com os mais expressivos periódicos com publicações no objeto universo utilizado nesta pesquisa.

Periódicos	Número de publicações	Percentual do total de artigos
<i>Tropical Plant Pathology</i>	12	17.14
<i>Journal of Seed Science</i>	8	11.42
Ciência Florestal	7	10.00
<i>Bioscience Journal</i>	4	5.71
<i>Journal of Phytopathology</i>	4	5.71
Ciência e Agrotecnologia	3	4.28
<i>European Journal of Plant Pathology</i>	3	4.28
Pesquisa Agropecuária Brasileira	3	4.28
Ciência Rural	2	2.85
Floresta e Ambiente	2	2.85

Sobre os países que mais trabalharam a temática descrita, o Brasil se destaca dentre eles (Tabela 6 e Figura 4). Com a produção de seis dos dez artigos mais citados no mundo [Maringoni e Câmara (2006); Alves e Pozza (2009); Carvalho et al. (2011); Carvalho et al. (2013); Carvalho et al. (2014); Souza et al. (2015)], conforme descrito na Figura 2 e Tabela 1.

**Figura 4.** Principais países com produção e em rede com a presença da expressão “Seed pathology”.**Tabela 6.** Descrição bibliométrica com os mais expressivos países com publicações no objeto universo utilizado nesta pesquisa.

Países	Número de publicações	Percentual do total de artigos
Brasil	58	82.857
Estados Unidos	7	10.000
Dinamarca	3	4.286
Holanda	3	4.286
Nigéria	2	2.857
Austrália	1	1.429
Bangladesh	1	1.429
Cuba	1	1.429
Equador	1	1.429
Egito	1	1.429
Israel	1	1.429
Itália	1	1.429

As áreas de trabalho que resultaram numa maior expressão das áreas ligadas a biologia vegetal e microbiana, também a biotecnologia nesses processos, segundo está descrito na Tabela 7. A área de Agricultura representa uma boa parte dos artigos publicados de acordo com as especificações deste artigo.

Tabela 7. Descrição bibliométrica com os mais expressivos países com publicações no objeto universo utilizado nesta pesquisa.

Áreas	Número de publicações	Percentual do total de artigos
Agricultura	39	55.71
Ciência das Plantas	32	45.71
Florestal	7	10.00
Ciências da Vida e Biomedicina	5	7.14
Ciência e Tecnologia de Alimentos	2	2.85

A rede de cooperação entre os pesquisadores assinalados nesta pesquisa liga autores que tratam sobre a tecnologia de identificação de patógenos com os que trabalham na vertente do tratamento de sementes, conforme pode ser visualizado na Figura 5. Tal fator pode ser descrito pela funcionabilidade de que textos da área sejam tidos como básicos pela pouca oferta de artigo direcionados e com a presença da setença "*Seed Pathology*", tema central deste manuscrito.

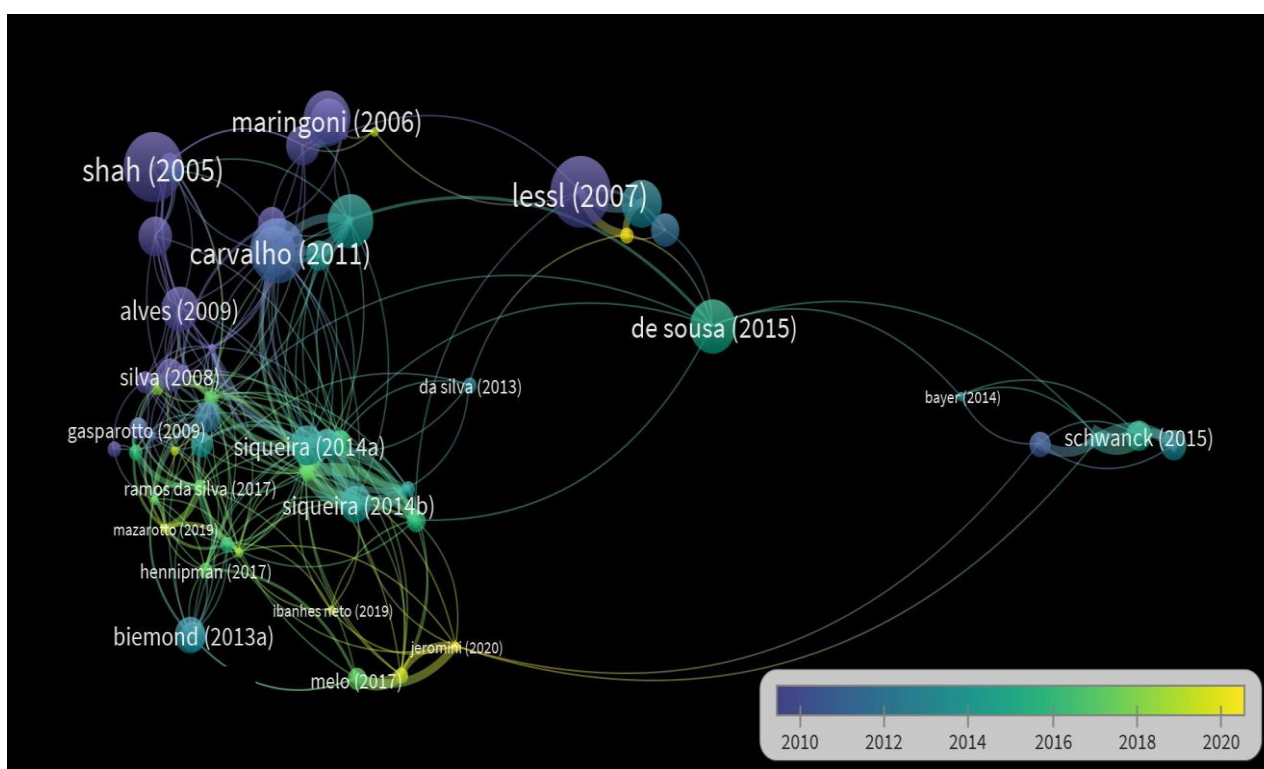


Figura 5. Principais redes de ligação e citação com produções com a presença da expressão "Seed pathology".

Existem redes de assunto na pesquisa realizada, na qual a figura centralizada da patologia de sementes (Seed Pathology) ligasse com um grupo de caracteres que propõe a significância de diagnose de acordo com os escritos de Lessl et al. (2000), Dhingra et al. (2002), Jonhson e Walcott (2003), Maringoni e Câmara (2006), Nasciemnto et al. (2006), Alves e Pozza (2009), Shaad et al. (2002), Botelho et al. (2011), Barrocas et al. (2014), Menezes et al. (2014), Siqueira te al. (2014 a); Siqueira et al. (2014 b), Theodoro et al. (2014), Souza et al. (2015), Souza et al. (2016), Guimarães et al (2017), conforme descrito na Figura 6.

Também, por outro lado, com a proposição de tratamento de sementes contra fitopatógenos e seus reflexos na sanidade e no vigor de sementes e plântulas segundo propõem Rubin e Cohen (2004), Medeiros et al. (2006), Carvalho et al. (2011); Carvalho et al. (2013); Carvalho et al. (2014), conforme descrito na Figura 6.

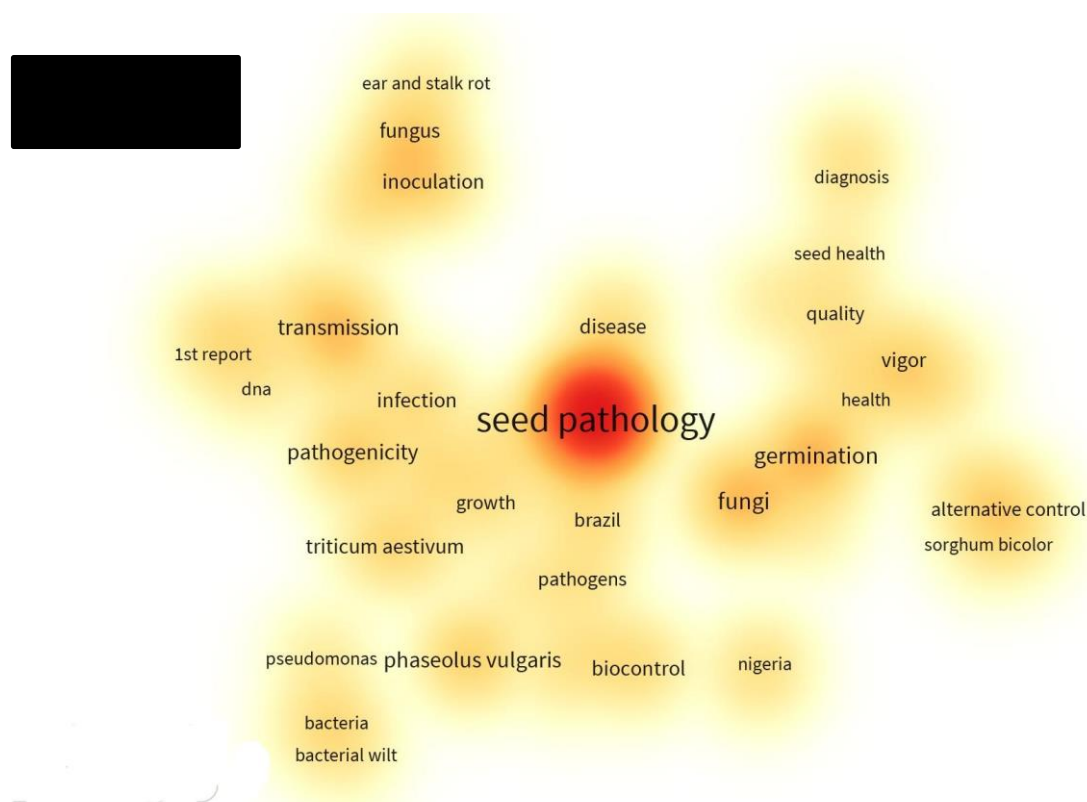


Figura 6. Rede de assuntos em produções com a presença da expressão "Seed pathology".

Segundo os artigos analisados, existe a possibilidade de formação de linhas de tendências, estas estão agrupadas com a seguinte perspectiva (de acordo com a cor representada na Figura 7):

1. Verde, com a representação do controle de patógenos como sendo uma importante ferramenta de manejo para a viabilização da sanidade e do vigor de sementes e plântulas, segundo afirmam Machado (2000), Rubin e Cohen (2004), Carvalho et al. (2011); Carvalho e Nakagawa (2012), Carvalho et al. (2013); Carvalho et al. (2014);

2. Azul, ligado a detecção dos patógenos de acordo com os escritos de Abdelmonem (2000), Lessl et al. (2000), Dhingra et al. (2002), Alderman et al. (2000), Jonhson e Walcott (2003), Vechiato e Parisi (2013), Maringoni e Câmara (2006), Nascimento et al (2006), Alves e Pozza (2009), Shaad et al. (2002), Botelho et al. (2011), Barrocas et al. (2014), Menezes et al. (2014), Siqueira et al. (2014 a); Siqueira et al. (2014 b), Theodoro et al. (2014), Souza et al. (2015), Souza et al. (2016), Guimarães et al. (2017);
3. Amarelo, em virtude dos principais grupos de fungos encontrados, de acordo com os escritos de Machado (2000), Nascimento et al. (2006), Oliveira et al. (2017) e Parisi et al. (2019) nas sementes; e
4. Vermelho, com a elucidação de técnicas de inoculação e de resultados de transmissão de patógenos Siqueira et al. (2014 a); Siqueira et al. (2014 b), Theodoro et al. (2014), Souza et al. (2015), Souza et al. (2016), Guimarães et al. (2017).

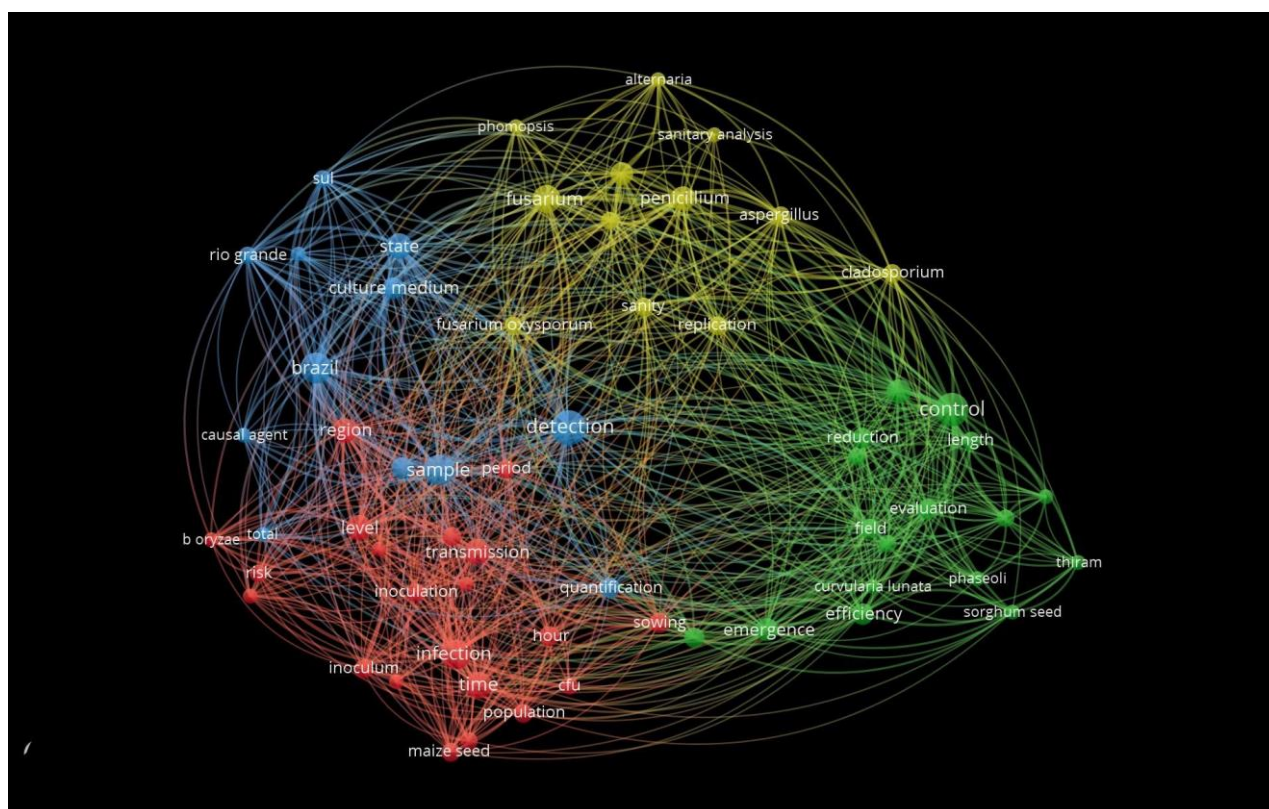


Figura 7. Rede de tendências em produções com a presença da expressão "Seed pathology".

A maior ênfase de pesquisas realizadas foi com a temática da detecção (24 publicações – 48,50% do total), podendo ser destacados os seguintes artigos Lessl et al. (2000), Dhingra et al. (2002), Alderman et al. (2000), Jonhson e Walcott (2003), Vechiato e Parisi (2013), Maringoni e Câmara (2006), Nascimento et al. (2006), Alves e Pozza (2009), Shaad et al. (2002), Botelho et al. (2011), Barrocas et al. (2014), Menezes et al. (2014), Siqueira et al. (2014 a); Siqueira et al. (2014 b), Theodoro et al. (2014), Souza et al. (2015), Souza et al. (2016), Guimarães et al. (2017). A cultura agrícola com maior evidência foi o *Phaseolus vulgaris* (11 publicações – 16,00% do total), por

exemplo podem ser citados os artigos de Biemond et al. (2013 a); Biemond et al. (2013 b), Souza et al. (2016), Carvalho et al. (2011), Carvalho et al. (2013) e Carvalho et al. (2014).

4 CONCLUSÃO

Como resultados foram obtidos setenta artigos; 45% destes são na área da Agricultura; ano mais produtivo foi 2014 (10 publicações – 14,28% do total); a EMBRAPA foi a instituição mais relevante (18 publicações – 25,71% do total); o CNPq configura o maior financiador (14 publicações – 20,00% do total); o autor destacado foi o Dr. José da Cruz Machado (9 publicações – 12,25% do total); o Brasil se destacou no mundo (58 publicações – 82,85% do total) e o periódico *Tropical Plant Pathology* foi o mais relevante (12 publicações – 17,14% do total).

A maior ênfase de pesquisas realizadas foi com a temática da detecção (24 publicações – 48,50% do total) e a cultura agrícola com maior evidência foi o *Phaseolus vulgaris* (11 publicações – 16,00% do total).

Pesquisas com culturas agrícolas, patógenos e técnicas de identificação emergentes são potenciais para a produção agrícola sustentável no presente e futuro, sem, no entanto, esquecer dos principais problemas ainda pouco resolvidos na área de patologia de sementes. Revisões bibliométricas são ferramentas que permitem a identificação de aplicações potenciais que podem ser mais exploradas no âmbito das pesquisas científicas

5 REFERÊNCIAS

- Abdelmonem, A. M. (2000). Status of seed pathology and seed health testing in Egypt. [Article]. *Seed Science and Technology*, 28(3), 533-547.
- Alderman, S. C., Bilsland, D. M., Griesbach, J. A., Milbrath, G. M., Schaad, N. W., & Postnikova, E. (2003). Use of a seed scarifier for detection and enumeration of galls of *Anguina* and *Rathayibacter* species in orchard grass seed. [Article]. *Plant Disease*, 87(4), 320-323.
- Almeida, M. F., & Reis, E. M. (2009). Sensitivity of methods for detection of pathogenic fungi in white and black oat seeds in Rio Grande do Sul state. [Article]. *Tropical Plant Pathology*, 34(4), 265-269.
- Alves, M. D., & Pozza, E. A. (2009). Scanning Electron Microscopy Applied to Seed-Borne Fungi Examination. [Article]. *Microscopy Research and Technique*, 72(7), 482-488.
- Barbosa, R. M., dos Santos, J. F., Lopes, M. D. M., Panizzi, R. D. C., & Vieira, R. D. (2013). Chemical control of pathogens and the physiological performance of peanut seeds. [Article]. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 11(2), 322-326.



- Barreto, R. W., Santin, A. M., & Vieira, B. S. (2008). *Alternaria cichorii* in Brazil on *Cichorium* spp. seeds and cultivated and weedy hosts. [Article]. *Journal of Phytopathology*, 156(7-8), 425-430.
- Barrocas, E. N., Machado, J. D., Alves, M. D., & Correa, C. L. (2014). Performance of cotton seeds submitted to water deficiency and presence of *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. [Article]. *Bioscience Journal*, 30(2), 421-428.
- Bayer, T., Loeck, A. E., Guerrero, M. F. C., & Elias, M. C. (2014). Aerial application of fungicide with different equipment and application volume on grain quality, productivity and disease control of irrigated rice. [Article]. *Ciencia Rural*, 44(8), 1377-1383.
- Biemond, P. C., Oguntade, O., Kumar, P. L., Stomph, T. J., Termorshuizen, A. J., & Struik, P. C. (2013). Does the informal seed system threaten cowpea seed health? [Article]. *Crop Protection*, 43, 166-174. A
- Biemond, P. C., Oguntade, O., Stomph, T. J., Kumar, P. L., Termorshuizen, A. J., & Struik, P. C. (2013). Health of farmer-saved maize seed in north-east Nigeria. [Article]. *European Journal of Plant Pathology*, 137(3), 563-572. B
- Botelho, L.S., Moraes, M.H.M, Menten, J.O.M. (2008). Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*): incidência, efeito na germinação e transmissão para as plântulas. *Summa Phytopathologica*, 34(4), 343-348. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052008000400008>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). Manual de Análise Sanitária de Sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009 a. 200p. Disponível em: <<https://www.abrates.org.br/files/manual-de-analise-sanitaria-de-sementes.pdf>> e acesso em 20/03/2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, b. 399p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf> e acesso em 20/03/2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2013). Instruções para análise de sementes de espécies florestais. Brasília: Mapa/ACS, 2013. 98 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/florestal_documento_pdf-ilovepdf-compressed.pdf> e acesso em 20/03/2020.
- Camargo, M. P., de Moraes, M. H. D., & Menten, J. O. M. (2017). Efficiency of Blotter test and agar culture medium to detect *Fusarium graminearum* and *Pyricularia grisea* in wheat seeds. [Article]. *Journal of Seed Science*, 39(3), 297-302.
- Carvalho, D. D. C., de Mello, S. C. M., Lobo, M., & Geraldine, A. M. (2011). Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. [Article]. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 46(8), 822-828.



- Carvalho, D. D. C., Lobo, M., Martins, I., Inglis, P. W., & Mello, S. C. M. (2014). Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp *phaseoli* by *Trichoderma harzianum* and its use for common bean seed treatment. [Article]. *Tropical Plant Pathology*, 39(5), 384-391.
- Carvalho, D. D. C., Mello, S. C. M., Lobo, M., & Silva, M. C. (2011). Control of *Fusarium oxysporum* f. sp *phaseoli* *in vitro* and on seeds and growth promotion of common bean in early stages by *Trichoderma harzianum*. [Article]. *Tropical Plant Pathology*, 36(1), 28-34.
- Carvalho, E. M., da Silva, U. A., & Rodrigues, D. (2009). Use of water restriction for the detection of *Alternaria dauci* and *Alternaria radicina* in carrot seeds (*Daucus carota*). [Article]. *Tropical Plant Pathology*, 34(4), 216-222.
- Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. (2012) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p
- Dallagnol, L. J., Rodrigues, F. A., & Mielli, M. V. B. (2013). Silicon improves the emergence and sanity of rice seedlings obtained from seeds infected with *Bipolaris oryzae*. [Article]. *Tropical Plant Pathology*, 38(6), 478-484.
- Dhingra, O. D., Maia, C. B., Lustosa, D. C., & Mesquita, J. B. (2002). Seedborne pathogenic fungi that affect seedling quality of red angico (*Anadenanthera macrocarpa*) trees in Brazil. *Journal of Phytopathology*, 150(8-9), 451-455.
- Flavio, N., Sales, N. D. P., Aquino, C. F., Soares, E. P. S., Aquino, L. F. S., & Catao, H. (2014). Health and physiological quality of sorghum seeds treated with aqueous extracts and essential oils. [Article]. *Semina-Ciencias Agrarias*, 35(1), 7-20.
- Guimaraes, G. R., Pereira, F. S., Matos, F. S., Mello, S. C. M., & Carvalho, D. D. C. (2014). Suppression of seed borne *Cladosporium herbarum* on common bean seed by *Trichoderma harzianum* and promotion of seedling development. [Article]. *Tropical Plant Pathology*, 39(5), 401-406.
- Guimaraes, M. D. F., Siqueira, C. D., Machado, J. D., de Franca, S. K. S., & Guimaraes, G. C. (2017). Evaluation of inoculum potential of pathogens in seeds: relation to physiological quality and DNA quantification by qPCR. [Article]. *Journal of Seed Science*, 39(3), 224-233.
- Johnson, K. L., & Walcott, R. R. (2012). Progress Towards a Real-time PCR Assay for the Simultaneous Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis* and *Pepino mosaic virus* in Tomato Seed. [Article]. *Journal of Phytopathology*, 160(7-8), 353-363.
- Johnson, K. L., & Walcott, R. R. (2013). Quorum Sensing Contributes to Seed-to-Seedling Transmission of *Acidovorax citrulli* on Watermelon. [Article]. *Journal of Phytopathology*, 161(7-8), 562-573.
- Lessl, J. T., Fessehaie, A., & Walcott, R. R. (2007). Colonization of female watermelon blossoms by *Acidovorax avenae* ssp *citrulli* and the relationship between blossom inoculum dosage and seed infestation. [Article]. *Journal of Phytopathology*, 155(2), 114-121.



- Machado, J. C. (2000) Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.
- Marcos Filho, J. (2005). Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. Piracicaba: Fealq. 495p.
- Maringoni, A. C., & Camara, R. D. C. (2006). *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens* detection in bean seeds using a semi-selective culture medium. [Article]. Brazilian Journal of Microbiology, 37(4), 451-455.
- Medeiros, J. G. F., Neto, A. C. A., Ursulino, M. M., do Nascimento, L. C., & Alves, E. U. (2016). FUNGI ASSOCIATED THE SEEDS OF *Enterolobium contortisiliquum*: ANALYSIS OF INCIDENCE, CONTROL AND EFFECTS ON PHYSIOLOGICAL QUALITY WITH THE USE OF PLANT EXTRACTS. [Article]. Ciencia Florestal, 26(1), 47-58.
- Medeiros, J.G.H. et al. (2013). Extratos vegetais no controle de patógenos em sementes de *Pterogyne nitens* Tul. Floresta e Ambiente, 20(3), 384-390. Epub September 24, 2013. <https://doi.org/10.4322/floram.2013.029>
- Mendes, S. S., dos Santos, P. R., da Cruz Santana, G., Ribeiro, G. T., & Mesquita, J. B. (2005). Levantamento, patogenicidade e transmissão de fungos associados às sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). Revista Ciência Agrônômica, 36(1), 118-122.
- Meneses, P. R., de Farias, C. R. J., Caniela, A. R. D., Schwanck, A. A., Deibler, A. N., Funck, G. D., et al. (2014). Regional and varietal differences in prevalence and incidence levels of *Bipolaris* species in Brazilian rice seedlots. [Article]. Tropical Plant Pathology, 39(5), 349-356.
- Nascimento, W. M. O. D., Cruz, E. D., Moraes, M. H. D., & Menten, J. O. M. (2006). Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. (Leguminosae-Caesalpinioideae). Revista Brasileira de Sementes, 28(1), 149-153.
- Oliveira, M. I. D., Araújo, M. B. M., Nascimento, L. V., da Silva, E. D. G., & de Queiroz Ambrósio, M. M. (2017). Sanidade de sementes de *Crataeva tapia* e *Ziziphus joazeiro*. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 12(5), 858-861.
- Parisi, J. J. D., Santos, A. F. D., Barbedo, C. J., & Medina, P. F. (2019). Patologia de Sementes Florestais: Danos, Detecção e Controle, uma revisão. Summa Phytopathologica, 45(2), 129-133.
- Rubin, E., & Cohen, Y. (2004). Oospores associated with tomato seed may lead to seedborne transmission of *Phytophthora infestans*. [Article]. Phytoparasitica, 32(3), 237-245.
- Shah, D. A., Pucci, N., & Infantino, A. (2005). Regional and varietal differences in the risk of wheat seed infection by fungal species associated with *Fusarium* head blight in Italy. European journal of plant pathology, 112(1), 13-21.
- Siqueira, C. D., Barrocas, E. N., Machado, J. D., & Correa, C. L. (2016). Transmission of *Stenocarpella maydis* by maize seeds. [Article]. Revista Ciencia Agronomica, 47(2), 393-400.



- Siqueira, C. D., Barrocas, E. N., Machado, J. D., da Silva, U. A., & Dias, I. E. (2014). Effects of *Stenocarpella maydis* in seeds and in the initial development of corn. [Article]. Journal of Seed Science, 36(1), 79-86. A
- Siqueira, C. D., Machado, J. D., Barrocas, E. N., & de Almeida, M. F. (2014). Potential for transmission of *Stenocarpella macrospora* from inoculated seeds to maize plants grown under controlled conditions. [Article]. Journal of Seed Science, 36(2), 154-161. B
- Siqueira, C. D., Machado, J. D., Correa, C. L., & Barrocas, E. N. (2014). Colonization of maize seeds by two species of *Stenocarpella* transformed with fluorescent proteins and assessed through scanning electron microscopy. [Article]. Journal of Seed Science, 36(2), 168-177.
- Sousa, M. V., Machado, J. D., Simmons, H. E., & Munkvold, G. P. (2015). Real-time quantitative PCR assays for the rapid detection and quantification of *Fusarium oxysporum* f. sp *phaseoli* in *Phaseolus vulgaris* (common bean) seeds. [Article]. Plant Pathology, 64(2), 478-488.
- Sousa, M. V., Siqueira, C. D., & Machado, J. D. (2016). Conventional PCR for detection of *Corynespora cassiicola* in soybean seeds. [Article]. Journal of Seed Science, 38(2), 85-91.
- Souza, G. F., de Oliveira, L. M., Agostinetto, L., Puchale, L. Z., & Sa, A. C. S. (2019). Effect of stratification in sterilized substrate in the sanitary quality of *Ilex paraguariensis* seeds. [Article]. Ciencia Florestal, 29(2), 854-862.
- Teixeira, H., & Machado, J. D. (2003). Transmissibility and effect of *Acremonium strictum* in maize seeds. [Article]. Ciencia e Agrotecnologia, 27(5), 1045-1052.
- Theodoro, G. D., Correia, H. D., da Silva, R. R., Chumpati, A. A., Cortina, J. V., & Maringoni, A. C. (2014). Absence of detection of *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* in cotton seeds used in the northeast region of mato grosso do sul in a three-based crop season study. [Article]. Bioscience Journal, 30(2), 326-331.
- Vechiato, M. H., & Parisi, J. J. D. (2013). Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. O Biológico, 75(1), 27-32.

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Cunha, A. L. A., Ferreira, T. C. (2020). Patologia de sementes na atualidade: revisão bibliométrica. *Holos*. 37 (1), 1-20.

SOBRE OS AUTORES

A. L. A. CUNHA

Especialista em Etnobotânica e Bacharel em Agroecologia (UEPB). E-mail: anashua@yahoo.com.br
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0400-292x>

T. C. FERREIRA

Pesquisador no Instituto Nacional do Semiárido. Licenciado em Biologia (UNICSUL), Bacharel em Agroecologia (UEPB) e Doutor em Agronomia (UNESP). E-mail: thiago.ferreira@insa.gov.br



ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2368-6223>

Editor(a) Responsável: Francinaide de Lima Silva Nascimento

Pareceristas *Ad Hoc*: FRANCISCO CARVALHO MOREIRA E MAX PINHO

