

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIENCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÃO DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA
OCORRÊNCIA DE “DAMPING-OFF” EM MILHO E FEIJOEIRO**

Delineide Pereira Gomes
Engenheira Agrônoma

Jaboticabal -São Paulo - Brasil
Fevereiro de 2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIENCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÃO DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA
OCORRÊNCIA DE “DAMPING-OFF” EM MILHO E FEIJOEIRO**

Delineide Pereira Gomes

Orientador: Profa. Dra. Rita de Cássia Panizzi

Co-orientador: Prof. Dr. Nelson Moreira de Carvalho

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes).

Jaboticabal - São Paulo - Brasil
Fevereiro de 2009

G633i Gomes, Delineide Pereira
Interação de fatores bióticos e abióticos na ocorrência de
“damping-off” em milho e feijoeiro/ Delineide Pereira Gomes. –
Jaboticabal, 2009
xiii, 95 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009

Orientador: Rita de Cássia Panizzi

Banca examinadora: Margarete Camargo, Adriana Zanin Kronka

Bibliografia

1. Epígea. 2. Hipógea. 3. *Rhizoctonia solani*. 4. Vigor. I Título. II.
Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.547.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Delineide Pereira Gomes – nascida em 28 de Outubro de 1983, em São Luis, MA, é Engenheira Agrônoma, formada pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, em fevereiro de 2007, e Técnica em Análise Química pelo Centro de Ensino Federal e Tecnológico do Maranhão - CEFET-MA, em dezembro de 2003. Iniciou o curso de Mestrado em Agronomia na área de Produção e Tecnologia de Sementes em março de 2007, obtendo o título de Mestre em 2009 na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal.

“Graças, porém, a Deus que em Cristo sempre nos conduz em triunfo, e, por meio de nós, manifesta em todo lugar a fragrância do seu conhecimento”

II Corintios 2:14

OFFERÇO

Ao Senhor *Jesus Cristo*, por ser o mais importante braço direito
e ombro amigo de toda a minha vida, pois acredito que todas as coisas,
as lições de vida e as realizações, como a conclusão desse trabalho
se devem, principalmente, a ele.

DPD⁹CC

A minha família, em especial a minha mãe *Maria Pereira* e aos meus irmãos
Berto de Jácio e *Délia Pereira Gomes*, que mesmo distantes, me apoiam
e estão presentes nos momentos mais importantes da minha vida.
Obrigada por vocês existirem!

Agradecimentos

Principalmente a Deus, por estar ao meu lado e pela sua misericórdia, por iluminar os meus passos, guardando-me e dando-me forças para prosseguir com os desafios de minha vida

À UNESP/FCAV pela oportunidade de pós-graduação e à CAPES pela concessão da bolsa de estudos

Aos meus pais Bartolomeu V. Gomes (*in memoriam*) e Maria da A. P. Pereira que sempre me deram tudo, além da educação, primordial nos primeiros anos de vida

À minha amiga e orientadora Profa. Rita de Cássia Panizzi pela orientação, conselhos e ensinamentos de vida e, principalmente pela bela amizade que construímos juntas

Ao meu co-orientador Prof. Nelson Moreira de Carvalho pela idéia inicial da pesquisa e pelas orientações dadas durante todo o transcorrer do curso, e também pela amizade e confiança que deposita em mim.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pela orientação na parte estatística neste trabalho e durante todo o curso

Às funcionárias do Departamento de Fitossanidade, Rosângela, Lúcia Rita, Luis e Wanderley (Fordinho) e dos funcionários do Departamento de Fitotecnia, Rubens (Faro-fino) e Lázaro José (Gabi) e Tito pelo auxílio em laboratório

À Igreja Redenção e aos amigos: Alexandre Carneiro, Alexandro Cardoso, Ana Cláudia Conte Dune, Carlos Lima, Anangélica Gomes, Alcides Cintra, Breno Silva, Cláudia Denise, Daiane Cintra, Elaine Inácio, Fabiana Cremonez, Gideon Moraes, Gilvânia Campos, Joseane Rodrigues, Juliana Cenema, Juliane Salum, Leandra Barrozo, Liliane Deomedesse, José Luiz Alves Ferreira, Magnólia Lopes, Mariana Rosa, Melina Espanhol, Nadson de Carvalho, Patrícia Sousa, Raquel Bordin, Stefânia Magalhães, Tânia Carregari, Tatiana Jesuíno, Thais Frigeri, Vanessa Porto, Vanusa Prandine, Regiane Fuciolo, William Daniel e Willyder Peres, pelo apoio em todos os momentos, e pelo carinho e amizade que sentem por mim.

Aos professores: Adriana Z. Kronka, Antonia Alice C. Rodrigues, Antônio de Góes, Francisco H. Dubbern, Jaime M. dos Santos, Margarete Camargo, Maria Heloisa Moraes, Murilo Lobo, Regina M. V. B. C. Leite, Roberval D. Vieira, Rouverson P. da Silva e Salvador B. Torres, os quais colaboraram muito para a minha formação.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	x
SUMMARY	xii
I INTRODUÇÃO	1
II REVISAO DE LITERATURA	4
2.1 A associação patógeno – semente.....	4
2.2 “Damping-off”.....	6
2.3 “Damping-off” em milho.....	8
2.4 “Damping-off” em feijão.....	9
2.5 O patógeno - <i>Rhizoctonia solani</i>	10
2.6 Problemas causados por fatores bióticos e abióticos à germinação de sementes e emergência de plântulas.....	12
III MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Localização dos experimentos.....	16
3.2. Obtenção das sementes de milho e feijoeiro.....	16
3.3. Caracterização inicial dos lotes de milho e feijoeiro.....	16
3.3.1 Primeira contagem de germinação.....	17
3.3.2 Teste de Frio.....	17
3.3.3 Teste padrão de germinação.....	17
3.3.4 Teste de sanidade das sementes.....	18
3.4 Obtenção do isolado de <i>Rhizoctonia solani</i>	18
3.5 Inoculação artificial de sementes de milho e feijão com <i>Rhizoctonia solani</i>	19

3.6 Produção do inóculo de <i>Rhizoctonia solani</i> em sementes de sorgo.....	20
3.7 Caracterização das épocas experimentais.....	20
3.8 Instalação dos experimentos em casa de vegetação.....	22
3.9 Avaliação da ocorrência e severidade de “damping-off” e outros danos às sementes e plântulas de milho e feijoeiro.....	21
3.10 Delineamento experimental e análise estatística.....	24
IV RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Qualidade fisiológica e sanitária inicial dos lotes de milho cv D 766 e de feijoeiro cv. Carioca.....	25
4.2 Sobrevivência de <i>Rhizoctonia solani</i> em sementes de milho e feijoeiro.....	26
4.3 Efeito da temperatura (época) na incidência e severidade de “damping-off” e outros danos nas sementes e plântulas de milho cv D 766.....	27
4.4 Efeito da temperatura (época) na incidência e severidade de “damping-off” e outros danos nas sementes e plântulas de feijoeiro cv. Carioca	37
4.5 Efeito e interação da umidade do solo, <i>Rhizoctonia solani</i> e vigor da semente na ocorrência e severidade de “damping-off” e de outros danos nas sementes e plântulas de milho cv D 766.....	46
4.6 Efeito e interação da umidade do solo, <i>Rhizoctonia solani</i> e vigor da semente na ocorrência e severidade de “damping-off” e de outros danos nas sementes e plântulas de feijoeiro cv. Carioca	60
V CONCLUSÕES.....	82
VI REFERÊNCIAS.....	83

INTERAÇÃO DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA OCORRÊNCIA DE “DAMPING-OFF” EM MILHO E FEIJOEIRO

RESUMO - o objetivo da pesquisa foi determinar a influência de fatores abióticos e bióticos sobre a ocorrência de “damping-off” de pré e de pós – emergência, além de outros danos nas sementes e plântulas, quando da semeadura de milho e feijão. Foram escolhidos dois lotes de milho e feijão, safra 2007/2008, provenientes das cultivares D 766 e Carioca, respectivamente, de acordo com sua distinção em alto e baixo vigor, com baixa incidência fúngica e ausência de *Rhizoctonia solani*. Sementes desinfestadas foram infectadas com o fungo em meio de cultura BDA com restrição hídrica (acrescido de manitol a -1,0 MPa). Nos tratamentos testemunha foi utilizado o mesmo meio de cultura, porém, sem a presença do fungo. Para cada tratamento as sementes foram sobrepostas nos meios de cultura por 36 horas para o milho e por 20 horas para o feijão. Para a infestação direta do fungo em solo, foram utilizadas sementes de sorgo esterilizadas. O experimento foi conduzido em duas épocas distintas (caracterizadas como fria e quente). Para as duas épocas, as parcelas experimentais foram constituídas de vasos plásticos (capacidade de 4,5 L) contendo terra esterilizada dispostos segundo a casualização dos tratamentos em casa de vegetação. Os tratamentos foram constituídos a partir de três disponibilidades hídricas no solo contido em vaso (30 %, 50 % e 70 % de retenção de água), dois níveis de vigor da semente (alto e baixo vigor) com e sem a inoculação de *Rhizoctonia solani*, através de inoculação na própria semente do hospedeiro e da infestação no solo através de sementes de sorgo esterilizadas. Foram feitas quatro repetições, cada uma contendo dois vasos, totalizando oito vasos para cada tratamento. Vinte dias após a inoculação, para a época fria, e quinze dias, para a época quente, avaliou-se a severidade, “damping-off” de pré e de pós-emergência, comprimento de plântulas, massa da matéria seca e a porcentagem de plântulas saudáveis. Verificou-se a eficiência na transmissão do

patógeno através da inoculação artificial das sementes de ambas as espécies (milho e feijão) com *Rhizoctonia solani*. Observou-se, para todas as variáveis, interações significativas de épocas e tratamentos para as duas espécies. Condições de disponibilidade hídrica no solo e níveis de vigor da semente, isoladamente ou em conjunto com *Rhizoctonia solani* inoculada na semente ou diretamente no solo, influenciaram de maneira e com intensidade variável nos parâmetros analisados. Temperaturas elevadas proporcionam efeitos mais prejudiciais às sementes e plântulas de milho e feijoeiro pela ocorrência de “damping-off” e de outros danos. Os tipos de germinação (epígea e hipógea) e as diferenciações morfológicas característicos das sementes e plântulas das duas espécies influenciam na frequência e intensidade do “damping-off” de pré ou de pós-emergência.

Palavras chave- epígea, hipógea, *Rhizoctonia solani*, temperatura, vigor, disponibilidade hídrica no solo

INTERACTION OF BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS ON THE OCCURRENCE OF "DAMPING-OFF" ON THE CORN AND BEAN

SUMMARY - The objective of the research was to determine the influence of biotic and abiotic factors on the occurrence of "damping-off" of pre and post - emergence, and others problems to the seeds and seedlings, when the sowing of corn and bean. They chose two plots of corn and bean, growing season 2007/2008, from the cultivars Carioca and D 766 respectively, according to his distinction in high and low vigour, low fungi incidence and absence of *Rhizoctonia solani*. Disinfested seeds were infected with the fungus in culture medium without BDA and water restriction (mannitol, -1.0 MPa). In control treatments was the same growing medium, but without the presence of the fungus. For each treatment the seeds were superimposed in culture media for 36 hours for the corn and bean for 20 hours. For the direct addition of the fungus in soil, we used the technique of sterile sorghum seeds. The experiment was conducted in two different seasons (hot and cold). For two growing seasons the plots were established in plastic pots (capacity 4.5 L) containing sterilized soil prepared according to the randomization of treatments in a greenhouse. The treatments were made from three water availability in the soil contained in vase (30 %, 50 % and 70 % retention of water), two levels of vigour of the seed (high and low vigour) with and without inoculation of *Rhizoctonia solani* by of inoculation in the seed of the host and soil addition with sterile sorghum seeds. Were four replicates, each containing two vessels, totaling eight pots for each treatment. Twenty days after inoculation, for the cold season, and fifteen days for the hot season was to assess the severity, "damping-off" of pre and post-emergence, seedling length, dry matter weight and percentage of seedlings healthy. It is the efficient transmission of the pathogen through artificial inoculation of seeds of both species (corn and bean) with *Rhizoctonia solani*. It was found for all variables, significant interactions between growing seasons and

treatments for both species. Conditions of water availability in the soil and vigour of the seed, with absence and presence of the *Rhizoctonia solani* inoculated in the seed or directly in soil, influence the manner and with variable intensity parameters analysed. High temperatures offer the most problems to seeds and seedlings corn and bean by the occurrence of "damping-off" and others problems. The type of germination characteristic of each species influences the frequency and intensity of "damping-off" of pre-or post-emergence. The types of germination (epigeous and hypogeal) and the morphological differences characteristic of seeds and seedlings of two species influence the frequency and intensity of "damping-off of pre-or post-emergence.

Key-words- epigeous, hypogeal, *Rhizoctonia solani*, temperature, vigour, water availability

I INTRODUÇÃO

Em termos epidemiológicos, a associação de um ou mais patógenos com a semente não garante, por si só, o desenvolvimento de doenças por ocasião da semeadura, embora, patógenos associados à semente sejam potencialmente capazes de desencadear uma epidemia.

A produção vegetal depende, dentre outros aspectos, da garantia do estande desejável, ou seja, do estabelecimento das plântulas em campo, fator esse diretamente relacionado com a germinação das sementes. Assim, o período compreendido entre a semeadura e o desenvolvimento das plântulas é uma fase crucial para o sucesso da lavoura. A busca de sementes com alta qualidade e condições que permitam uma máxima germinação no menor tempo possível, com uniformidade de plântulas, é, sem dúvida alguma, uma busca constante na agricultura.

Atualmente, vem aumentando a ocorrência de doenças nas fases iniciais das grandes culturas como o milho e o feijoeiro. O plantio em épocas climáticas e condições edáficas e hídricas desfavoráveis, além da má qualidade da semente são apontadas como principais causas na redução no estande dessas espécies.

Diversos fatores podem afetar a germinação e conseqüentemente a emergência das plântulas. Dentre esses, a temperatura pode ser o mais importante, uma vez que nem sempre o produtor tem o total controle sobre esse fator. Temperaturas muito baixas ou muito altas poderão alterar tanto a velocidade quanto a porcentagem final de germinação. Em geral, temperaturas baixas reduzem, enquanto temperaturas altas aumentam a velocidade de germinação

(CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). A umidade também concorre para a queda na emergência das plântulas, pois fungos causadores de “damping-off” e podridão basal são muito dependentes de água livre para iniciarem o processo infeccioso, especialmente espécies de *Rhizoctonia*, *Pythium* e *Phytophthora*, de acordo com LOPES et al. (2005).

A germinação das sementes e as fases de pré e pós-emergência estão sujeitas à ação de vários fungos patogênicos transportados pelas sementes (espécies de *Aspergillus*, *Rhizopus* e *Penicillium*) e fungos de solo (*Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina*, espécies de *Pythium* e *Fusarium*). Na fase de pré-emergência, esses fungos acarretam falhas na germinação por destruir sementes e embriões em desenvolvimento, resultando em baixo estande inicial. Na pós-emergência são comuns os sintomas caracterizados por lesões que causam estrangulamento próximo ao colo, tombamento e morte da plântula (MORAES, 2006). Em muitas culturas, o fungo *Rhizoctonia solani* pode ser transmitido por sementes, e esse pode causar o “damping-off” tanto em pré como em pós-emergência.

De maneira geral, qualquer circunstância desfavorável ao desenvolvimento de um hospedeiro, sem que haja interferência drástica no desenvolvimento do patógeno, faz com que a doença causada por esse seja mais severa. Existe um grande número de fatores que pode influenciar na ocorrência de “damping-off”. Dentre esses, estão os bióticos, como a predisposição das sementes e plântulas do hospedeiro, a qualidade da semente (em especial, a fisiológica e a sanitária), presença de patógenos no solo, bem como a densidade e o potencial do inóculo na semente, no solo ou em ambos, etc; e os abióticos, sendo os principais, temperatura, umidade do solo e do ar, a profundidade de semeadura, nutrientes ou salinidade do solo. Sendo esses abióticos favoráveis aos patógenos e não ao crescimento do hospedeiro (MACHADO, 1988).

Acredita-se, de acordo com observações experimentais, que a germinação hipógea predispõe mais ao “damping-off” de pré–emergência do que o de pós–emergência, e, que a germinação epígea pode predispor, em mesma frequência, a qualquer uma das formas de “damping-off”.

Com base no exposto, o objetivo da pesquisa foi determinar a influência de fatores abióticos tais como temperatura (épocas) e umidade do solo, bem como de fatores bióticos como a qualidade fisiológica da semente (vigor), e a presença ou não de *Rhizoctonia solani*, sobre a ocorrência de “damping-off” de pré e de pós – emergência, além de outros danos nas sementes e plântulas de milho e feijoeiro, procurando-se observar diferenças na frequência e intensidade dessas formas de “damping-off”, com base nos seus tipos de germinação (hipógea e epígea, respectivamente) e nas diferenciações morfológicas dessas duas espécies.

II REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A associação patógeno - semente

A constatação da presença de microrganismos, mesmo patogênicos, na semente, não é suficiente para garantir que ele irá infectar a planta proveniente dessa semente, pois vários são os fatores que influenciam na transmissão, como a quantidade de inóculo, microrganismos do solo e da própria semente, fatores físicos do solo, condições climáticas e o tempo de sobrevivência do patógeno na semente (SARTORATO & RAVA, 2000).

A transmissão de patógenos através das sementes deve ser avaliada sob dois aspectos gerais, uma vez que os danos causados são variáveis. Alguns provocam perdas a nível de campo, restringindo seus efeitos à redução de rendimento, sem, no entanto, afetar a viabilidade das sementes. Outros se caracterizam por, além de provocar reduções de rendimento, concentrar seus efeitos danosos sobre a semente. Como conseqüências diretas, haverá reduções de germinação e de vigor, com reflexos altamente negativos sobre a população de plantas, diminuindo a disponibilidade desse insumo para a semeadura seguinte. Os danos causados por microrganismos transmitidos por sementes são bastante variáveis, estando na dependência do agente envolvido e do inóculo inicial do mesmo, da espécie cultivada, das condições de cultivo, das condições climáticas vigentes no decorrer do desenvolvimento da cultura, etc (LUCCA FILHO, 1985). Assim, a importância econômica de um determinado patógeno na semente depende das condições edafoclimáticas das regiões de cultivo.

Nas condições brasileiras, os principais fungos que infestam e/ou infectam as sementes de milho são *Fusarium moniliforme* (*F. verticillioides*) e *Cephalosporium acremonium*, em condições de campo de produção de sementes,

e *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. em condições de armazenamento (SMIDERLE et al., 2003). O primeiro deles sobrevive no interior das sementes, causando podridões das mesmas e morte das plântulas, refletindo diretamente na população inicial de plantas e, por consequência, na produção a ser obtida (GALLI et al., 2000). REGO & WARWICH (1991) relatam nove fungos associados a sementes de milho, dentre esses, espécies de *Fusarium*, *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina*, responsáveis, principalmente, por sintomas de “damping-off”.

Sementes de feijoeiro podem ser infectadas por grande número de patógenos, constituindo-se em um dos principais processos de disseminação a longas distâncias e em novas áreas. Entre os patógenos associados às sementes dessa cultura, passíveis de transmissão e que possibilitam estabelecimento da doença no campo, estão as bactérias dos gêneros *Xanthomonas*, *Pseudomonas* e *Curtobacterium* e os vírus como o do mosaico comum (SARTORATO & RAVA, 2000; RAVA, 2002; FREITAS, 2007); dentre os fungos, os que causam maiores problemas, portanto, alvos do tratamento de sementes, estão *Alternaria* spp., *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phaeoisariopsis griseola*, *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *F. solani* f. sp. *phaseoli*, *M. phaseolina*, *R. solani*, *S. sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*. Muitos desses causam doenças da parte aérea do feijoeiro no Brasil, porém as de ocorrência mais comum e que têm causado maiores danos à cultura são a antracnose, a mancha de alternária e a mancha angular (ITO et al., 2003). Recentemente, o GTPSS (Grupo Técnico Permanente em Sanidade de Sementes), do MAPA, propôs tolerância zero para *C. lindemuthianum*, *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, *F. solani* f.sp. *phaseoli*, *S. sclerotiorum* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (MENTEN et al., 2006).

A preocupação com a presença do patógeno nas sementes não reside somente em danos que esses agentes podem causar de imediato, considerando-se tão somente a planta individualizada. É importante considerar-se a associação com a evolução da doença, em uma população de plantas, e as dificuldades que podem ocorrer em termos de controle. Essa associação patógeno-semente não

está apenas no fato de ser mais um processo de disseminação, mas também, por se constituir em um meio de sobrevivência do patógeno em contato direto com o hospedeiro, implicando em consequências diretas, tais como a introdução de patógenos em áreas indenes e de novas raças mais virulentas, ainda não existentes na área, e assegura a introdução do patógeno já nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta. Além disso, a incidência de doenças já existentes em uma área tende a aumentar com a freqüente introdução de patógenos pelas sementes (MENTEN, 1995; SANTOS et al., 1996; MENTEN et al., 2006; FREITAS, 2007). Em milho, geralmente, patógenos que atacam plântulas sobrevivem no solo, além disso, a fonte de inóculo é inevitavelmente alta em um campo com histórico de problemas de doenças de plântulas (PIONEER SEMENTES, 2005). Geralmente, a distribuição de tais sementes é aleatória e propicia focos primários de infecção no campo, na fase inicial da cultura. Vale a pena salientar que uma única semente, germinada ou não, pode carregar, concomitantemente, várias espécies de patógenos (MACHADO, 1988).

2.2 “Damping-off”

“Damping-off” é um termo genérico utilizado para designar a ocorrência da morte das sementes, durante a fase de germinação, ou da plântula após a sua emergência (SAPEC AGRO, 2007). Essa doença afeta tecidos vegetais, ainda dependentes ou recém-liberados das reservas nutricionais acumuladas na semente. Também estão incluídas neste grupo as podridões que ocorrem nas sementes quando essas são colocadas no solo e, após o entumescimento que precede a germinação e que sofrem o ataque de patógenos. Assim, os tecidos atacados compreendem os tecidos da semente antes ou após a germinação. O contato entre hospedeiro e patógeno pode ser estabelecido quando a semente é colocada no solo infestado, podendo o patógeno atacar diretamente a semente ou os tecidos jovens produzidos após sua germinação (BEDENDO, 1995).

No "damping-off" de pré-emergência pode ocorrer logo a morte das sementes que se caracteriza muitas vezes por necroses nos tegumentos da semente, e pela perda de rigidez e apodrecimento; quando não, nos primeiros tecidos provenientes da germinação da semente ocorrem manchas encharcadas, que rapidamente aumentam de tamanho e escurecem, levando à sua destruição. Em ambos os casos, ocorrem odores desagradáveis proveniente das podridões. Se as plântulas são atacadas depois de emergirem, essas morrem devido ao enfraquecimento, escurecimento e amolecimento de sua base, muitas vezes resultando em constrição do tecido vegetal junto à linha do solo ("damping-off" de pós-emergência). Normalmente, esta constrição faz com que o caule não suporte o peso da plântula, ocasionando seu tombamento (LOPES et al., 2005).

Os patógenos causadores de "damping-off" geralmente são parasitas facultativos, possuem grande adaptabilidade no solo e são organismos que não apresentam especificidade em relação ao hospedeiro. Esses patógenos caracterizam-se por ser muito agressivos, através da produção de enzimas, matam rapidamente a plântula, promovem sua decomposição e reproduzem-se profusamente às custas dos nutrientes obtidos. Os fungos mais comuns agentes causais da doença são espécies de *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* e *Fusarium*. Vários outros podem, eventualmente, provocar podridão de sementes e danos em plântulas. Entre eles, estão fungos dos gêneros *Colletotrichum*, *Phoma*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Cercospora* e *Botrytis* e bactérias dos gêneros *Xanthomonas* e *Pseudomonas*, que podem ser responsáveis por problemas em canteiros de mudas ou na implantação de culturas, principalmente quando veiculados por sementes (BEDENDO, 1995). Assim, a importância dessa doença está relacionada com o estabelecimento da cultura no campo ou no viveiro, pois ocorrem nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta. Como consequência, a densidade desejável de plantio pode ser afetada.

Conforme OLIVEIRA (2008), a ocorrência de "damping-off" é influenciada por diversos fatores, dentre esses estão, principalmente, a umidade, temperatura, densidade populacional do patógeno, supressividade do solo ao patógeno e o

vigor da plântula. Tanto a morte da semente como da plântula evidenciam-se no campo pela redução da densidade de plantas, que à primeira vista é atribuída à má germinação da semente (BEDENDO, 1995).

2.3 “Damping- off ” em milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família *Poaceae* (*Gramineae*). É uma das espécies mais cultivadas e de maior interesse, quanto à sua origem, estrutura e variação (MAGALHÃES et al., 2002).

Fungos que sobrevivem no solo, na forma de estruturas de resistência, ou aqueles que sobrevivem no interior das sementes de milho, podem causar o apodrecimento das mesmas e a morte de plântulas, no estágio de pré ou pós - emergência. Condições de solo úmido e frio (10-13° C) geralmente favorecem a ocorrência dessas infecções, causando a podridão das sementes pela destruição do embrião, e algumas vezes, a podridão mole do coleóptilo, próximo ao nível do solo. (PINTO, 1998). Os organismos comumente associados a essas infecções são: *Fusarium moniliforme* (*F. verticilioides*), *Diplodia maydis*, *Penicillium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Helminthosporium* spp., *Colletotrichum graminicola*, *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp., *Rhizopus* sp., *Phoma* sp., *Curvularia* sp. Desses fungos, destacam-se em importância, *D. maydis*, *R. solani* e *F. moniliforme* (LUCCA FILHO, 1987). Na morte das plântulas, os fungos podem atacar a região do mesocótilo, próximo ao nível do solo. Com o amolecimento do tecido, pode resultar uma coloração preta, branco-parda ou branco-rosada, indicando o ataque de *Pythium* spp., *D. maydis* ou *Fusarium* spp., respectivamente. No solo, os fungos podem encontrar condições ideais para danificar as sementes de milho, principalmente quando a semeadura é realizada em condições subótimas, isto é, em solo frio, mal drenado, compactado e com baixo nível de oxigênio, condições em que há impedimento da germinação ou redução da velocidade de emergência, propiciando uma maior exposição aos efeitos deletérios dos fungos. Temperatura do solo entre 10° C e 12° C impede a germinação das sementes de milho, sem,

contudo, interromper o desenvolvimento dos fungos de solo causadores de apodrecimento das sementes. Nessas condições, fungos como *Pythium* spp. encontram condições ideais para a germinação de seus oósporos e o rápido desenvolvimento micelial, com reflexos na patogenicidade às sementes, raízes e plântulas (PINTO, 1998).

2.4 “Damping-off” em feijão

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada entre as demais do gênero *Phaseolus*, e o seu cultivo está bastante difundido em todo território nacional. Nessa espécie, ocorre a podridão radicular de *Rhizoctonia*, cujos sintomas, em sua maioria, são os mesmos do “damping-off” de pré - emergência. Sob condições favoráveis, o fungo causa a podridão da semente, destruição do sistema radicular, dificultando a capacidade da planta em absorver água e nutrientes e a morte de plântulas. As sementes infectadas podem apresentar manchas deprimidas, marrons e serem parcialmente cobertas pelo micélio do fungo. Normalmente, as sementes infectadas não germinam e são destruídas pelo patógeno durante o período de armazenamento. As raízes e a parte do caule imediatamente abaixo ou acima do solo, apresentam lesões avermelhadas, deprimidas, bem delimitadas e, sob condições favoráveis, pode ocorrer a morte da plântula. O fungo é transmitido pela semente. A doença causada por *Macrophomina phaseolina*, favorecida por condição de alta temperatura, baixa precipitação e solos compactados, causa sintomas visíveis nas sementes infectadas, que normalmente não germinam e são destruídas pelo fungo. O patógeno causa escurecimento das sementes e plântulas e pode ser transportado por essas. Sementes infectadas por *Sclerotinia* normalmente também não germinam e são cobertas por micélio de aspecto cotonoso. Esse fungo pode afetar o feijoeiro durante o processo de germinação causando “damping-off” de pré-emergência. Em plântulas, causa lesões no hipocótilo e “damping-off” de pós-

emergência. Assim, os danos se manifestam em menor estande, e, por fim, na redução da produção (MENEZES, 1987).

2.5 O patógeno - *Rhizoctonia solani*

Rhizoctonia solani Kühn é fitopatógeno com uma ampla gama de hospedeiros, incluindo mais de 500 gêneros (MCNABB & TALBOT, 1973). A forma teleomórfica do fungo é *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (MEHTA & BAREA, 1994). Esse patógeno causa doenças em várias culturas importantes no mundo, infectando sementes, raízes, hastes, frutos, folhas e colo (NAKATANI, 2006).

O fungo apresenta micélio multinucleado de coloração castanha clara a escura (MENEZES & OLIVEIRA, 1993). A ramificação do micélio apresenta uma constrição e sempre em ângulo de 90° com um septo na célula basal de ramificação. Esta é uma das características mais importantes para a identificação do fungo (MEHTA & BAREA, 1994).

Segundo BOTELHO et al. (2001), *Rhizoctonia solani* é um fungo cosmopolita, com vasto número de hospedeiros, e causa importantes doenças na maioria das plantas cultivadas em todo o mundo. É uma espécie complexa, com muitos biótipos que diferem quanto à patogenicidade, aos hospedeiros, à distribuição na natureza e à aparência em meio de cultura.

O fungo é habitante de solo e tem grande interesse ecológico, por ser colonizador pioneiro da matéria orgânica infectando plantas nativas, podendo ser encontrado em estágio de dormência, em forma de escleródios. Esses propágulos são detectados no solo com relativa facilidade, porém de difícil quantificação. Geralmente, encontram-se nas camadas superficiais do perfil do solo, principalmente nos primeiros 10 cm, devido à dependência de oxigênio (CARDOSO, 1994). Os sintomas ocasionados por *R. solani* variam extensamente e são confundidos facilmente com os sintomas das doenças produzidas por outros patógenos. Atuam em regiões de temperaturas elevadas e chuvas frequentes

acompanhadas de alta umidade. Chuvas seguidas de frio e subsequente clima quente favorecem o patógeno. Temperaturas na faixa de 25- 29 °C são ideais para o desenvolvimento da doença (HARTMAN et al., 1999). Essa é altamente favorecida quando o período de umidade é excessivamente longo, com plantio adensado, o que a torna de primordial importância dentre os fatores limitantes ao cultivo de várias culturas, como beterraba, pepino, cenoura, berinjela, melão, tomate, melancia, repolho, alface, feijão, soja, figo, algodão, feijão-caupi e arroz, além de plantas nativas (MATZ, 1917; 1921; ATKINS & LEWIS, 1952; ZAUMEYER & THOMAZ, 1957; DANIELS, 1963; LUKE et al. 1974). O fungo representa um grupo geneticamente diverso, podendo causar perdas consideráveis em várias outras culturas de interesse econômico (CERESINI & SOUZA, 1997).

O processo infeccioso do patógeno é promovido pela produção de diversas enzimas extracelulares que degradam vários componentes da parede celular vegetal (por exemplo, celulose, cutina e pectina). À medida que o fungo mata as células vegetais, as hifas continuam a crescer e colonizar tecidos mortos, muitas vezes, formando escleródios (CERESINI, 1999).

Algumas metodologias são empregadas na tentativa de multiplicar *Rhizoctonia solani* artificialmente. O inóculo é cultivado em substratos como arroz (MICHEREFF et al., 2008), aveia (GOULART, 2002), sorgo (MIRANDA, 2007) e outros que apresentam diferentes períodos para colonização, secagem, armazenagem e viabilidade. Estudos também apresentam modificações na forma de infestação no solo, diferindo nas densidades de inóculo e na distância do inóculo à semente (MICHEREFF FILHO et al., 1996).

Trabalhos realizados em diversas espécies vegetais mostram a presença de *R. solani* nas suas sementes. FAIAD & WETZEL (1987) demonstraram que *R. solani* é capaz de sobreviver por três anos em sementes armazenadas. Sua alta longevidade no solo, na semente ou em restos vegetais, dificulta o seu controle. RICHARDSON (1990) já se referia à associação de *R. solani* em sementes de *Chrysanthemum carinatum* Schousb. e *Tagetes* spp. na América, *Hibiscus* spp. na

Índia, *Impatiens* sp. na Dinamarca e *Zinnia elegans* Jacq., na Califórnia, Dinamarca e USA, ocasionando “damping-off”.

2.6 Problemas causados por fatores bióticos e abióticos à germinação de sementes e emergência de plântulas

O processo de germinação é afetado por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas à semente, como umidade, temperatura e oxigênio. Entretanto, o conjunto é essencial para que o processo se realize normalmente, e a ausência de um daqueles fatores ambientais impeça a germinação da semente (POPINIGIS, 1985). Dentre as condições ambientais que afetam o processo germinativo, a temperatura é um dos fatores que tem influência significativa. As variações da temperatura afetam não apenas a porcentagem de germinação, como também a velocidade e a uniformidade do processo (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). A temperatura ótima propicia uma porcentagem de germinação máxima em menor espaço de tempo. As temperaturas acima da ótima aumentam a velocidade de germinação; entretanto, apenas as sementes mais vigorosas conseguem germinar, o que determina redução na porcentagem final de germinação. Por outro lado, temperaturas abaixo da ótima reduzem a velocidade de germinação e alteram a uniformidade de emergência, talvez ocasionado pela incidência de patógenos e pelo maior tempo de ação desses sobre a semente. Por exemplo, o ambiente ideal de crescimento para a maioria dos patógenos de solo que atacam sementes e plântulas de milho, é frio (10° C a 15 °C) e úmido (geralmente acima de 60 % da saturação do solo). Sob essas condições, a germinação de sementes de milho se desenvolve muito devagar: quando a temperatura do solo está numa média de 13 °C, as plântulas de milho, muitas vezes, precisam de mais de 20 dias para emergir (PIONEER SEMENTES, 2005).

Quanto à umidade, a absorção de água resulta na hidratação dos tecidos com a consequente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes

necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário. Além disso, proporciona o aumento do volume da semente, resultante da entrada de água em seu interior, provocando o rompimento da casca, o que vem, posteriormente, facilitar a emergência do eixo-hipocótilo - radícula, ou qualquer outra estrutura do interior da semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). A umidade do solo pode ser um fator agravante nos casos em que beneficie o estabelecimento de um agente patogênico e desfavoreça os processos de germinação e emergência.

O nível de vigor das sementes também se constitui em um fator que pode influenciar na germinação. O uso de sementes com baixo vigor pode ter reflexos negativos dos mais variáveis, principalmente os relacionados com a obtenção do estado desejado uma vez que essas sementes são mais vulneráveis ao ataque de patógenos (MACHADO, 1988).

Aspectos relacionados ao tipo de germinação das sementes podem concorrer com a intensidade de “damping-off” de pré ou de pós-emergência, ou mesmo, favorecer um ou outro. Ainda não são conhecidos estudos relacionando esses fatores com a doença, mas o conhecimento desses dois tipos de germinação pode elucidar muitos questionamentos, cujas respostas podem estar em uma análise mais profunda desses mecanismos.

De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (2000), o tipo de germinação de uma semente, consiste, na realidade, em um mecanismo pelo qual a parte aérea da plântula emergente é posta acima da superfície do solo, sem sofrer danos pelo atrito contra esse substrato. Quando uma semente dá início à sua germinação, é usual que ela se encontre, quer na Agricultura, quer sob condições naturais, encoberta por uma camada de solo e resíduos vegetais. A parte subterrânea da plântula emergente dá início, então, ao seu crescimento no ambiente apropriado para o desenvolvimento de raízes. Raízes são órgãos preparados para crescer dentro do solo. Já a parte aérea não está preparada para crescer dentro desse ambiente. Portanto, é necessário que a parte aérea seja posta acima da superfície do solo, sem precisar crescer perfurando o mesmo.

Então, dois foram os mecanismos desenvolvidos pela natureza para que esse fim fosse atingido: um é o da germinação epígea e o outro é o da germinação hipógea. A germinação epígea ocorre, essencialmente, em sementes dicotiledôneas, mas pode ocorrer em monocotiledôneas também, como é o caso da cebola. Esse é o mecanismo pelo qual a parte aérea da plântula é colocada acima da superfície do solo envolvida nos cotilédones. No início da germinação, a partição de fotossintatos, posta em marcha pela semente, direciona os nutrientes apenas para o eixo hipocótilo radicular, do que resulta que apenas este consegue crescer. O epicótilo e a plúmula, por não receberem nutrientes ainda, permanecem inalterados, sem crescimento, dentro dos cotilédones fechados. O eixo hipocótilo radicular, crescendo, desenvolve uma alça nas extremidades do nó cotiledonar. Essa alça cresce, então, em direção à superfície do solo. Ao romper a camada, expõe-se à luz. Na parte superior da alça exposta à luz ocorre uma redução na concentração do ácido indol acético e isso faz com que a alça tenda a endireitar-se. Endireitando-se, a alça arrasta para a fora do solo os dois cotilédones fechados, em cujo interior esta a parte aérea da plântula. O outro mecanismo de germinação é o hipógeo. Este é um mecanismo que ocorre tanto em mono quanto em dicotiledôneas. As gramíneas, em geral, desenvolveram um tipo essencial de germinação hipógea. Nessas sementes, quando do início da germinação, o plano de partição de fotossintatos repassa nutrientes em proporções praticamente iguais para as partes aérea e subterrânea. A parte aérea, contudo, cresce dentro de uma estrutura especial, o coleóptilo - uma estrutura de formato tubular, cônica, dentro da qual se desenvolvem as folhas primárias e a gema apical. Quando o coleóptilo atinge a superfície do solo, interrompe seu crescimento e sofre uma abertura em sua extremidade, pela qual sai, então, a parte aérea.

Dados não publicados pelo Prof. Nelson Moreira de Carvalho¹ mostraram que a germinação hipógea consome, para que a parte aérea da plúmula seja

¹ Prof. N.M.C. Depto. de Produção Vegetal. UNESP/FCAV. Campus de Jaboticabal. Comunicação Pessoal

posta acima da superfície do solo, uma quantidade de substâncias do tecido de reserva praticamente igual à metade da consumida na germinação epígea.

Considerando aspectos patogênicos e suas conseqüências na germinação e emergência, a presença de certos fitopatógenos nas sementes também pode resultar em efeitos na semeadura, como redução do potencial germinativo, do vigor, e da emergência (ITO & TANAKA, 1993). Fungos que provocam necroses ou podridões profundas nas sementes reduzem a viabilidade, longevidade e a emergência das mesmas. Em muitos casos, a semente com baixa incidência de fungos germina quando semeada em condições ambientais favoráveis. No entanto, em ambiente adverso, a germinação é lenta e os fungos têm melhores condições de colonizar a semente e a plântula em desenvolvimento, ou mesmo podem causar-lhe a morte após a semeadura. Isso ocorre devido à rapidez de desenvolvimento e à alta agressividade de certos patógenos latentes na semente, os quais retornam à atividade assim que encontram condições favoráveis, matando a semente antes que essa evidencie os primeiros indícios de germinação (MENTEN, 1995). Como observado, a ação desses fungos pode ser favorecida por temperaturas muito altas ou baixas, escassez ou excesso de umidade, profundidade inadequada, etc, podendo retardar a germinação e o desenvolvimento da plântula, o que proporciona tecidos altamente vulneráveis, à disposição de patógenos, por um período mais longo (MACHADO, 1988).

III MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização dos experimentos

A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Fitopatologia (Departamento de Fitossanidade) e de Análise de Sementes (Departamento de Produção Vegetal), pertencentes à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – UNESP, em Jaboticabal, SP.

3.2. Obtenção das sementes de milho e feijão

Foram obtidos lotes de milho e feijão, safra 2007/2008, provenientes das cultivares D 766 e Carioca, respectivamente. Durante o desenvolvimento da pesquisa, as sementes foram mantidas em câmara fria (10° C e 65 % UR).

3.3. Caracterização inicial dos lotes de milho e feijão

Inicialmente foram analisados lotes de milho e feijão para estimar seu potencial fisiológico (vigor e germinação) e sua qualidade sanitária. Desses foram escolhidos dois lotes por espécie, de acordo com sua distinção em alto e baixo vigor, e por apresentar, quando da análise sanitária, uma baixa incidência fúngica e ausência de *Rhizoctonia solani*. Para tanto, foram conduzidos testes de vigor (primeira contagem de germinação em papel e o teste de frio) e de sanidade das sementes (método do papel filtro), conforme descritos a seguir:

3.3.1. Primeira contagem de germinação

Foi realizado concomitante ao teste padrão de germinação, conforme prescrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), utilizando-se 400 sementes, sendo oito repetições de 50 sementes por tratamento. O substrato utilizado foi rolo de papel, com três folhas de papel Germitest, com umidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso. O germinador foi regulado para manter a temperatura constante de 30 °C. Foram contadas as plântulas normais ao 4º dia para o milho e ao 5º dia para o feijão, após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.3.2. Teste de Frio

Foi adotado o método do teste de frio com solo, utilizando como substrato uma mistura de 2/3 de areia e 1/3 de terra. Foram realizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote. O substrato foi colocado em caixas plásticas (26 x 16 x 8,5 cm), e as sementes foram colocadas em orifícios rasos, previamente perfurados sobre o substrato com marcador e então cobertas com uma camada de aproximadamente três centímetros do mesmo substrato e umedecidas até 70 % de sua capacidade de retenção de água. As caixas foram tampadas e acondicionadas em câmara fria à temperatura de 10 °C, permanecendo aí por sete dias. Após esse período, as caixas foram retiradas da câmara fria e mantidas em temperatura ambiente (25 °C a 30 °C) por cinco dias, quando foi realizada a contagem do número de plântulas normais (CÍCERO & VIEIRA, 1994).

3.3.3 Teste padrão de germinação

O teste foi realizado usando-se, como substrato, areia previamente peneirada, lavada e esterilizada. Foram semeadas em areia, em caixas plásticas, previamente umedecidas, 4 repetições de 50 sementes para cada lote. A

avaliação foi realizada no 7º dia para o milho e ao 9º dia para o feijão, através da contagem de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 1992).

3.3.4 Teste de sanidade das sementes

O teste de sanidade foi realizado pelo método do papel de filtro (LIMONARD, 1966), sem e com assepsia superficial das sementes. A desinfestação foi realizada pela imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1 % por três minutos, após isso, as sementes foram postas para secar sobre papel toalha estéril. Após a secagem, foram colocadas, equidistantes, em placas de Petri (10 sementes por placa), sobre três folhas de papel de filtro embebidas em água destilada e, depois, levadas para câmara de incubação por sete dias a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e luz branca alternada (12h luz / 12h escuro). Para cada lote foram feitas 20 repetições de 10, totalizando 200 sementes. Após sete dias de incubação, as sementes foram examinadas em microscópio estereoscópico, para identificação dos fungos.

3.4 Obtenção do isolado de *Rhizoctonia solani*

Foram testados quatro isolados de *Rhizoctonia solani* pertencentes à micoteca do Laboratório de Fitossanidade, obtidos de feijão e tomate, os quais foram multiplicados e avaliados, individualmente, em testes de patogenicidade com plântulas de feijão “Carioca”, a fim de se determinar seus respectivos potenciais patogênicos. Esses foram reisolados e utilizados em outro teste de patogenicidade com inoculações no solo e em sementes de milho e feijão, e após esse teste, foi escolhido aquele mais agressivo, baseado na severidade e na porcentagem de “damping-off” de pré e de pós-emergência. Após o reisolamento, esse foi conservado em meio de cultura BDA contido em tubos de ensaio, com o crescimento micelial recoberto com óleo mineral estéril. Desse isolado, foram

feitas repicagens para placas de Petri contendo meio de cultura BDA e, após cerca de 5 dias de incubação, discos de 0,5 cm de diâmetro, retirados da periferia da colônia fúngica, e foram transferidos para placas de Petri contendo BDA. Após 4 dias de incubação esses foram repicados para meio BDA acrescido de manitol, no potencial hídrico de -1,0 MPa (BDA acrescido de 73,77g de manitol; água – q.s.p. 1000 mL). Em ambos os tratamentos, os fungos foram incubados a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas. A concentração do soluto (manitol) foi obtida pela fórmula de Van't Hoff (SALISBURY & ROSS, 1991):

$$P_o = -CiRT \quad (1)$$

Onde:

P_o = Potencial osmótico (MPa);

i = Constante de ionização;

R = Constante geral de gases ($0,00831 \times \text{Kg} \times \text{MPa} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$);

T = Temperatura absoluta ($T^\circ\text{C} + 273$);

C = Concentração (moles Kg^{-1} de água).

3.5 Inoculação artificial de sementes de milho e feijão com *Rhizoctonia solani*

As sementes foram previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1 % por três minutos. Após a secagem sobre folhas de papel de filtro esterilizadas, fez-se a inoculação, que consistiu na deposição das sementes de cada nível fisiológico (vigor) em placas contendo o inóculo em meio osmoticamente modificado conforme descrito no item 3.4. As sementes permaneceram em contato com o patógeno por 36 horas para o milho e 20 horas para o feijão. As testemunhas consistiram de sementes desinfestadas depositadas nas placas com meio osmoticamente modificado sem o inóculo.

Após os respectivos períodos de inoculação, foi efetuado o teste de sanidade, através do método do papel de filtro, sem e com assepsia superficial das sementes, conforme descrito no item 3.3.4, visando constatar a presença ou ausência do patógeno inoculado.

3.6 Produção do inóculo de *Rhizoctonia solani* em sementes de sorgo

Para a infestação direta do fungo em solo foram utilizadas sementes de sorgo infestadas com *R. solani*. Para isso, sementes contidas em erlenmeyres foram previamente umedecidas com água destilada e posteriormente autoclavadas por três dias consecutivos por 1 hora a 120° C (1,0 atm). Foram retirados discos de micélio de aproximadamente 5 mm das bordas da colônia de *R. solani*, sendo esses colocados dentro dos frascos para a colonização das sementes. Para uniformizar a colonização do fungo no sorgo esses recipientes foram agitados diariamente. Foram utilizadas como testemunhas sementes de sorgo esterilizadas sem o inóculo.

3.7 Caracterização das épocas experimentais

Os experimentos foram conduzidos em duas épocas distintas: uma caracterizada como um período de temperaturas mais amenas e a outra como um período de temperaturas mais elevadas. No experimento em casa de vegetação foram anotadas as temperaturas mínimas, máximas e atuais (Figuras 1 e 2), para cada período. As temperaturas médias mínima e máxima registradas para a época amena foram de 13 °C e 25,5 °C, respectivamente, e para época quente essas foram de 19,5 °C e 38 °C. Conforme dados da Estação Agroclimatológica da UNESP/FCAV (2008), a umidade relativa do ar para os meses de junho e julho foram de 73 % e 64,9 %, respectivamente, e para os meses de outubro e novembro foram de 64,8 % e 73,3 %, respectivamente.

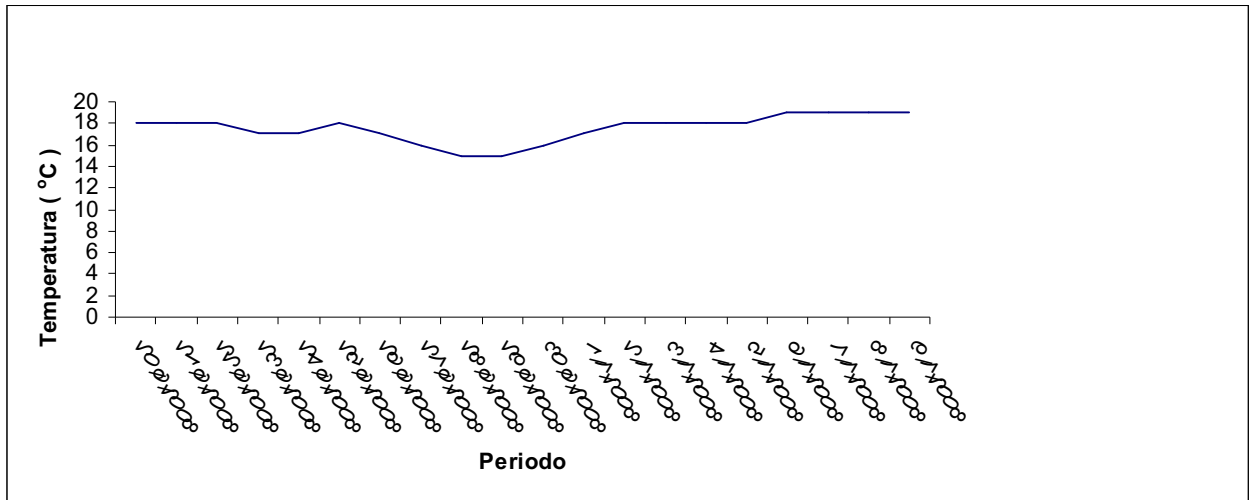


Figura 1. Temperaturas diárias registradas em casa de vegetação no período compreendido entre 20 de junho a 9 de julho de 2008. Jaboticabal, 2008.

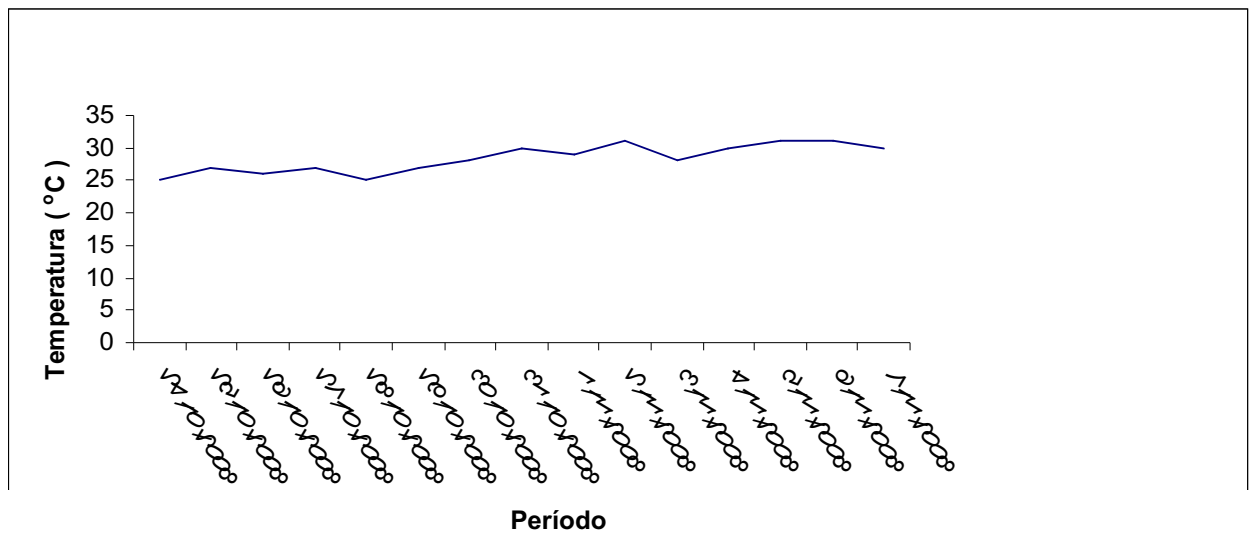


Figura 2. Temperaturas diárias registradas em casa de vegetação no período compreendido entre 24 de outubro a 7 de novembro de 2008. Jaboticabal, 2008.

3.8 Instalação dos experimentos em casa de vegetação

Para os dois períodos, as parcelas experimentais foram constituídas de vasos plásticos (capacidade de 4,5 L) contendo terra esterilizada, dispostos segundo a casualização dos tratamentos em casa de vegetação. Os tratamentos foram constituídos a partir de três disponibilidades hídricas na terra contida em vaso (30 %, 50 % e 70 % de retenção de água), dois níveis de vigor da semente (alto e baixo vigor) com e sem *Rhizoctonia solani*, através de inoculação na própria semente como descrito no item 3.5 ou da técnica de inoculação através das sementes de sorgo esterilizadas (item 3.6). Foram feitas quatro repetições, cada uma contendo dois vasos, totalizando oito vasos para cada tratamento. Foram semeadas em cada vaso cinco sementes desinfestadas, inoculadas com o fungo estudado. A capacidade de campo foi mantida durante todo o experimento, através da pesagem dos vasos provenientes de um tratamento sorteado diariamente, efetuando-se os cálculos da quantidade de água evaporada com base nos pesos iniciais e finais, de modo que fosse conservada a disponibilidade de água no solo em cada parcela experimental.

3.9 Avaliação da ocorrência e severidade de “damping off” e de outros danos nas sementes e plântulas de milho e feijoeiro

Vinte dias após a inoculação, para a época fria, e quinze dias, para a época quente foram avaliados os seguintes parâmetros:

Severidade: Para avaliação da severidade da doença foi empregada a escala de notas, modificada de DAVEY & PAPAVIZAS (1959) e CHUNG et al. (1988) que apresenta os seguintes níveis de doença:

- 0 - plantas sem infecção visível;
- 1 - descoloração típica do caule, cotilédones e raízes;
- 2 - lesões pequenas;
- 3 - lesões grandes;
- 4 - lesões extensas (50 % do caule);
- 5 - plantas completamente aneladas;
- 6 - “damping-off” de pós-emergência;
- 7 - “damping-off” de pré-emergência

A partir das notas, foram determinados os índices de doença (0 a 100) através da fórmula de Mckinney's (TANAKA, 1990):

$$ID (\%) = \frac{100}{7} \times \frac{\sum i n_i}{\sum n_i}$$

Onde:

i= nota (0 a 7);

n_i = número de órgãos atacados na categoria i

“Damping-off” de pré e de pós-emergência: a incidência desses foi obtida pela porcentagem de sementes e/ou plântulas com os referidos sintomas em cada repetição.

Comprimento de plântulas: obtido a partir da parte aérea, por repetição, de plântulas emergidas lesionadas ou não, através de régua graduada. O resultado foi expresso em centímetros.

Massa da matéria seca: obtida em mg.plântula^{-1} , proveniente da parte aérea das plântulas seccionadas na região do colo, e secas por 48 horas em estufa de circulação de ar forçada a $70 \pm 1^\circ \text{C}$, em sacos de papel e pesadas.

Plântulas sadias: o valor foi obtido pela porcentagem de plântulas emergentes aparentemente sadias, ou seja, sem lesões, deformações, e/ou sintomas de “damping-off” de pré e pós-emergência, para cada repetição.

3.10 Delineamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram instalados de acordo com o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3 x 4 x 2 (3 disponibilidades hídricas no solo x 4 formas de inoculação (por semente e por sementes de sorgo com respectivas testemunhas) x 2 níveis de vigor da semente) para cada época experimental (fria e quente), com 4 repetições, em ambas as espécies. Para cada espécie, foi realizada uma análise conjunta para épocas e tratamentos. Os dados de porcentagem foram transformados para $\text{arc sen } (x/100)^{1/2}$. Para a análise de variância foi utilizado o teste F e, para a comparação de médias, o teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade fisiológica e sanitária inicial dos lotes de milho cv D 766 e de feijoeiro cv. Carioca

Pelas Tabelas 1, 2 e 3 verificou-se boa qualidade fisiológica (germinação), com a distinção em dois níveis de vigor, e baixa incidência fúngica, além da ausência de *Rhizoctonia solani* de dois lotes avaliados. Estes resultados permitiram a escolha desses lotes para os experimentos subseqüentes, visando a interação de fatores bióticos e abióticos na ocorrência de “damping-off”.

TABELA 1. Qualidade fisiológica inicial de sementes de milho cv D 766 e feijão cv Carioca provenientes de dois lotes classificados como alto e de baixo vigor, respectivamente. Jaboticabal, 2008.

ESPÉCIE	VIGOR		GERMINAÇÃO
	PC (%)	TF (%)	GA (%)
Milho Lote 1 (A)	96	91	98
Milho Lote 2 (B)	54	69	72
Feijão Lote 1 (A)	98	90	95
Feijão Lote 2 (B)	43	65	70

PC - primeira contagem de germinação em papel; TF - Teste de frio; GA- Teste padrão de germinação em areia.

A- Lote de alto vigor; B- Lote de baixo vigor.

TABELA 2. Qualidade fitossanitária inicial de sementes de milho cv D 766 provenientes de dois lotes classificados em dois níveis de vigor, sem e com desinfestação, respectivamente Jaboticabal, 2008.

FUNGOS	INCIDÊNCIA NAS SEMENTES (%)			
	NÍVEL DE VIGOR			
	Alto		Baixo	
	s/d	c/d	s/d	c/d
<i>Fusarium</i> sp.	9	3	8	10
<i>Rhizoctonia solani</i>	-	-	-	-
<i>Aspergillus flavus</i>	19	8	15	17
<i>Penicillium</i> sp.	28	11	22	9
<i>Cladosporium</i> sp.	25	9	26	6
<i>Epicoccum</i> sp.	1	-	2	-
<i>Rhizopus</i> sp.	21	-	12	-

s/d- sem desinfestação; c/d- com desinfestação

TABELA 3. Qualidade fitossanitária inicial de sementes de feijão cv Carioca provenientes de dois lotes classificados em dois níveis de vigor, sem e com desinfestação, respectivamente Jaboticabal, 2008.

FUNGOS	INCIDÊNCIA NAS SEMENTES (%)			
	Nível de vigor			
	Alto		Baixo	
	s/d	c/d	s/d	c/d
<i>Fusarium</i> sp.	-	2	2	1
<i>Rhizoctonia solani</i>	-	-	-	-
<i>Aspergillus flavus</i>	25	2	12	7
<i>Aspergillus niger</i>	14	11	18	3
<i>Penicillium</i> sp.	23	12	17	9
<i>Cladosporium</i> sp.	1	-	1	1
<i>Epicoccum</i> sp.	3	-	2	1
<i>Nigrospora</i> sp.	1	-	2	-

s/d- sem desinfestação; c/d- com desinfestação

4.2 Sobrevivência de *Rhizoctonia solani* em sementes de milho e feijoeiro

A alta recuperação de *Rhizoctonia solani* em sementes de milho e feijão mostrou o sucesso da inoculação artificial pelo método do contato do fungo com as sementes em meio de cultura, em diferentes condições experimentais (vigor e desinfestação), e em cada experimento (época). Uma maior incidência de *R. solani* foi observada nas sementes de feijão com baixo vigor (Tabela 4).

TABELA 4. Incidência de *Rhizoctonia solani* em sementes de milho e feijão com diferentes níveis de vigor, após a inoculação artificial das sementes para duas épocas experimentais. Jaboticabal, 2008.

ÉSPECIE x ÉPOCA DE INOCULAÇÃO	INCIDÊNCIA NAS SEMENTES (%)			
	Nível de vigor			
	Alto		Baixo	
	s/d	c/d	s/d	c/d
Milho				
Época fria	57	49	80	73
Época quente	67	47	72	67
Feijão				
Época fria	71	76	98	90
Época quente	85	71	99	89

s/d- sem desinfestação; c/d- com desinfestação

Ressalta-se aqui a necessidade do uso da técnica da restrição hídrica (neste caso através do manitol), a fim de evitar a germinação das sementes em meio de cultura com o fungo, além da eficiência na obtenção de sementes infectadas. Segundo SOUSA (2006), a inoculação artificial pode assegurar a identificação precisa de um fungo e é indispensável em trabalhos relacionados com transmissão. Essa técnica tem sido eficazmente utilizada na inoculação de fungos em sementes (AMARAL et al., 1996; CARVALHO, 1999).

4.3 Efeito da temperatura (época) na incidência e severidade de “damping-off” e outros danos nas sementes e plântulas de milho cv 766

No experimento sobre o efeito do fungo *Rhizoctonia solani* em sementes de milho observam-se diferenças significativas entre épocas, de acordo com a análise conjunta, para as porcentagens de severidade, de “damping-off” de pré-emergência e de plântulas saudáveis. Foram observadas, para todas as variáveis, interações significativas entre épocas e tratamentos (Tabela 5). Na época quente, constataram-se maiores problemas à cultura pelas altas porcentagens de

severidade, “damping-off” de pré-emergência e menor porcentagem de plântulas saudáveis. Com base nisso, é possível deduzir-se que o efeito de *R. solani* sobre as sementes e plântulas de milho foi influenciado pelas temperaturas (épocas fria e quente).

Rhizoctonia solani é um fungo capaz de causar danos em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas, principalmente nas fases iniciais. Em geral, as condições desfavoráveis para o crescimento vigoroso da plântula são condições conducentes para o seu desenvolvimento (COSTAMILAN, 2000). Aliado a isso, tem a capacidade de desenvolver estruturas de resistência denominadas microescleródios que permitem sua sobrevivência em condições desfavoráveis por um longo período. A produção desses escleródios é estimulada por exsudatos do hospedeiro (BARRETO, 1997). Praticamente, a detecção do patógeno na semente ou plântula sob o solo, principalmente quando muito úmido, é dificultada. Isso acontece porque a semente que está morrendo, ou os tecidos da plântula que estão abaixo do solo, são rapidamente colonizados por vários fungos, os quais contribuem para a deterioração do órgão.

Estudos sobre “damping-off” devem ser restritos até à fase de plântula, pois, segundo BEDENDO (1995), essa doença resulta da colonização dos tecidos vegetais jovens, ainda dependentes ou recém-libertados das reservas nutricionais acumuladas na semente. Portanto, o “damping-off” de pré-emergência é caracterizado quando resulta na morte da semente ou da semente em germinação e é, muitas vezes, confundido com a baixa capacidade de germinação. Assim, esse tipo de problema, muitas vezes é considerado, indevidamente, como efeito da baixa qualidade do lote de sementes, quando não se conhece a real porcentagem de germinação (MAFIA, 2007).

TABELA 5. Teste de Tukey e resumo da análise da variância conjunta de experimentos conduzidos com sementes de milho para as médias de severidade, damping-off de pré-emergência, comprimento de plântula, massa da matéria seca e plântulas sadias para épocas e tratamentos. Jaboticabal, 2008.

FATORES		VARIÁVEIS							
		SEVERIDADE	DAMPING –OFF DE PRE-EMERGÊNCIA	COMPRIMENTO DE PLÂNTULA	MASSA DA MATÉRIASECA	PLÂNTULAS SADIAS			
		%	%	cm	mg. Plântula ⁻¹	%			
Épocas									
Fria		0,29 ¹	14,5 ²	0,28 ¹	13,22 ²	20,41	107,05	1,18 ¹	80,10 ²
Quente		0,52	32,2	0,50	22,89	22,25	111,91	0,91	58,54
dms		0,10		0,11		2,81	18,44		0,14
Tratamentos ³									
30 %/ Testemunha (Sementes)/ Alto vigor		0,04 ¹	1,25 ²	0,04 ¹	1,25 ²	23,50	106,65	1,47 ¹	96,25 ²
30 %/ Testemunha (Sementes)/Baixo vigor		0,04	1,25	0,04	1,25	18,43	82,66	1,25	85,0
30 %/ Testemunha (Sorgo)/Alto vigor		0,00	0,00	0,00	0,00	20,56	116,86	1,51	97,5
30 %/Testemunha(Sorgo)/Baixo vigor		0,08	2,50	0,20	6,25	14,43	76,85	1,31	90,0
30 %/Rhizoctonia+ Sementes /Alto vigor		0,64	39,90	0,62	38,75	19,04	129,65	0,79	51,25
30 %/ Rhizoctonia + Sementes /Baixo vigor		0,74	46,60	0,72	43,75	17,82	79,31	0,74	46,25
30 %/ Rhizoctonia +Sorgo/Alto vigor		0,39	22,14	0,35	18,75	13,24	86,97	1,06	67,5
30 %/ Rhizoctonia +Sorgo/Baixo vigor		0,62	35,50	0,58	32,50	10,60	62,56	0,80	53,75
50 %/ Testemunha (Sementes) / Alto vigor		0,00	0,00	0,00	0,00	29,68	162,90	1,49	97,5
50 %/ Testemunha (Sementes) /Baixo vigor		0,17	6,25	0,17	6,25	23,31	103,76	1,31	91,25
50 %/ Testemunha (Sorgo)/Alto vigor		0,08	2,50	0,08	2,50	3,05	135,04	1,45	96,25
50 %/ Testemunha (Sorgo)/Baixo vigor		0,19	7,50	0,19	7,50	19,81	93,05	1,28	87,5
50 %/ Rhizoctonia + Sementes /Alto vigor		0,52	28,30	0,46	23,70	29,18	135,74	0,93	63,75
50 %/ Rhizoctonia + Sementes /Baixo vigor		0,60	34,45	0,53	30,00	24,62	101,20	0,84	55,0
50 %/ Rhizoctonia +Sorgo/Alto vigor		0,57	32,31	0,51	28,75	30,06	141,39	0,88	58,75
50 %/ Rhizoctonia +Sorgo/Baixo vigor		0,72	43,56	0,65	37,50	22,06	89,82	0,73	46,25
70 %/ Testemunha (Sementes) / Alto vigor		0,22	10,00	0,22	10,00	27,75	164,00	1,25	82,5
70 %/ Testemunha (Sementes)/Baixo vigor		0,42	20,00	0,42	20,00	19,75	115,83	0,98	67,5
70 %/ Testemunha (Sorgo)/Alto vigor		0,30	12,50	0,30	12,50	19,87	127,63	1,14	80,0
70 %/ Testemunha (Sorgo)/Baixo vigor		0,47	21,50	0,47	21,50	17,93	121,84	0,96	67,5
70 %/ Rhizoctonia + Sementes /Alto vigor		0,78	50,17	0,73	45,00	23,01	112,99	0,63	38,75
70 %/ Rhizoctonia + Sementes /Baixo vigor		0,93	60,89	0,89	57,50	19,18	107,70	0,60	36,25
70 %/ Rhizoctonia +Sorgo/Alto vigor		0,42	25,35	0,36	20,00	22,41	102,70	1,03	66,25
70 %/ Rhizoctonia +Sorgo/Baixo vigor		0,83	56,06	0,75	52,50	14,98	83,79	0,66	41,25
dms		0,74		0,78		19,31	126,46		0,96
		TEST F							
Épocas (E)		19,40 ^{**}	15,75 ^{**}	1,84 ^{NS}			0,30 ^{NS}		15,54 ^{**}
Tratamentos (T)		5,17 ^{**}	3,82 ^{**}	2,64 [*]			1,49 ^{NS}		3,07 ^{**}
Interação E x T		4,16 ^{**}	4,32 ^{**}	8,37 ^{**}			9,92 ^{**}		5,59 ^{**}

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ² Dados originais em porcentagem;

³ Disponibilidade hídrica x Forma de inoculação x Nível de vigor;

^{NS} – não significativo (P>0,05) * - significativo (P<0,05) ** - significativo (P<0,01).
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Entre tratamentos, também foi possível observar que a presença do fungo pareceu não ter afetado significativamente o comprimento das plântulas e o conteúdo de matéria seca, pois, para a primeira variável, apenas dois tratamentos diferiram significativamente entre si: a testemunha sem inoculação por sorgo, utilizando sementes de alto vigor e na disponibilidade hídrica de 50 %, a qual apresentou o maior comprimento, e o tratamento que empregou a disponibilidade de água de 30 %, com inoculação por sorgo e utilizando sementes de milho com baixo vigor, cujo comprimento das plântulas foi o menor, sendo que todos os outros tratamentos apresentaram valores intermediários; já para a massa da matéria seca não se verificou diferenças entre os tratamentos nas duas épocas.

Segundo REIS (2001), o efeito da época de plantio também atua sobre patógenos radiculares, em decorrência da temperatura e da umidade do solo. Conforme a época de plantio, podem ser evitados estresses hídricos em períodos críticos para a cultura, o que pode predispor as plantas ao ataque de vários patógenos radiculares. Com base nisto, salienta-se que, em muitos dos tratamentos onde ocorreu déficit hídrico (saturação de 30 %) deve ter ocorrido uma predisposição da plântula ao ataque de *Rhizoctonia solani*, por estar debilitada em suas funções fisiológicas em consequência do suprimento inadequado de água.

Com relação a porcentagem de plântulas saudáveis, observou-se que a plântula de milho conseguiu sobreviver às infecções na maioria dos tratamentos. As que puderam se desenvolver normalmente, nas duas épocas, pode ter sido em função do potencial do inóculo e das condições ambientais, que mesmo desfavoráveis, na maioria dos tratamentos, não foram capazes de prejudicar a germinação e a emergência, ressaltando, que essas condições reduziram, em várias dessas situações, a atividade do fungo. Isto pode ser explicado pelo fato do milho ser uma planta bastante resistente a determinadas condições de estresse ambiental comparado às demais plantas, principalmente, as leguminosas, o que ficou demonstrado pela ausência de diferença significativa entre testemunhas e inoculações envolvendo condições bióticas (fisiologia da semente) e abióticas

(temperatura e umidade do solo) propícias ou não ao desenvolvimento sadio da plântula (Tabela 5). No milho, as injúrias às plântulas restringiram-se a cloroses, deformações, nanismo e algumas lesões. Ocorreram poucos tombamentos (apenas duas plântulas apresentaram “damping-off” de pós-emergência e em época quente), e muitos sintomas da doença em pré-emergência. Alguns desses sintomas precoces de atraso no crescimento, clorose e mau desenvolvimento foram seguidos pela recuperação quase completa no caso dos tratamentos onde as condições experimentais foram favoráveis, as quais permitiram que o milho ultrapassasse a fase de dano.

A respeito dos fatores abióticos, SANFENTES (2007) afirma que esses podem influenciar não só na incidência do fungo, mas também na densidade de inóculo. Em seu trabalho com sementes de florestais, verificou que a temperatura, diferentemente da precipitação pluviométrica, afetou a dinâmica populacional do fungo. Com relação às épocas, ficou constatado que as temperaturas baixas (época fria) não proporcionaram, como se esperava, maiores injúrias e “damping-off” nas sementes e plântulas, pois sabe-se que baixas temperaturas são desfavoráveis à germinação e emergência, e portanto, podem predispor as sementes ao ataque fúngico. Entretanto, a época fria deve ter afetado a atividade do patógeno, resultando assim, em menor porcentagem de severidade e de “damping-off” de pré e pós-emergência, e por consequência, em maiores porcentagens de plântulas saudas. Dentre as explicações mais provavelmente corretas, está a de BENSON (1994), ao afirmar que os fatores ambientais podem influenciar o estado nutricional ou atividade do inóculo primário durante a sobrevivência e, conseqüentemente, afetar seu potencial e a eficiência na infecção.

Verificou-se, para todas as variáveis, a interação significativa entre épocas e tratamentos (Tabela 5), podendo-se inferir que, na semeadura do milho, ocorreu uma relação entre temperaturas (épocas) e tratamentos, os quais envolveram diferentes condições de disponibilidade hídrica, vigor da semente e presença ou não de *Rhizoctonia solani*.

Nessa análise conjunta do milho não foi possível avaliar o efeito de épocas e tratamentos, bem como a interação entre esses, para o “damping-off” de pós-emergência, pois não ocorreu tal sintoma em época fria, provavelmente devido às condições não terem sido favoráveis a ação do patógeno após a emergência.

Os desdobramentos das interações significativas entre épocas e tratamentos, obtidos na análise conjunta do experimento com sementes de milho, para a severidade e o “damping-off” de pré-emergência estão na Tabela 6.

Para a severidade, observou-se que houve diferença entre a época fria e a época quente em todos os tratamentos que empregaram a presença do patógeno inoculado via sementes de sorgo, quando se utilizou sementes de milho com baixo vigor, nas três disponibilidades hídricas. O mesmo também foi verificado com os tratamentos que empregaram sementes de milho com alto vigor nas disponibilidades hídricas de 30 % e 70 % com inoculação por sementes de sorgo. Com relação à inoculação por semente, verificou-se que, na maior disponibilidade hídrica (70 %) e menor qualidade fisiológica da semente (baixo vigor), houve, também, diferenças entre as duas épocas. Em todos esses casos, a severidade foi significativamente maior na época quente do que na fria, ou seja, os danos nas sementes e plântulas de milho foram bem maiores em ambiente mais quente.

Para ambas as épocas, ao se comparar os níveis de vigor das sementes de milho utilizadas nos tratamentos inoculados, observou-se que aquelas de baixo vigor proporcionaram índices de doença (severidade) maiores, quando comparado aos obtidos com as sementes de alto vigor. Isto pode estar ligado diretamente à ocorrência do “damping-off” de pré-emergência, pois uma semente com qualidade fisiológica comprometida está mais suscetível a infecções patogênicas presentes, pelo fato dessa possuir pouca “energia disponível” (a qual está praticamente direcionada à recuperação de suas funções fisiológicas afetadas pelas injúrias já existentes) a ser utilizada no combate à infecção, sendo que dificilmente essa conseguirá se desvencilhar do referido ataque fúngico, principalmente quando ocorrerem condições desfavoráveis à germinação e emergência e favoráveis à atividade do patógeno.

TABELA 6. Desdobramento da interação Época x Tratamentos para as médias de severidade e "damping-off" de pré-emergência em relação ao experimento com sementes de milho, com a presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em três disponibilidades hídricas no solo e dois níveis de vigor da semente. Jaboticabal, 2008.

TRATAMENTO ³	VARIÁVEIS					
	SEVERIDADE			DAMPING-OFF DE PRÉ-EMERGÊNCIA		
	%			%		
	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE		ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	
30 %/Testemunha (Sementes)/ Alto vigor	0,00 ¹ A e	0,00 ² 0,08 ¹ A ef	2,50 ²	0,00 ¹ A d	0,00 ² 0,08 ¹ A de	2,50 ²
30 %/ Testemunha (Sementes)/ Baixo vigor	0,08 A de	2,50 0,00 A f	0,00	0,08 A cd	2,50 0,00 A e	0,00
30 %/Testemunha (Sorgo)/Alto vigor	0,00 A e	0,00 0,00 A f	0,00	0,00 A d	0,00 0,00 A e	0,00
30 %/Testemunha(Sorgo)/Baixo vigor	0,08 A de	2,50 0,08 A ef	2,50	0,32 A abcd	10,00 0,08 A de	2,50
30 %/Rhizoctonia + Sem/Alto vigor	0,58 A abc	37,50 0,70 A cd	42,90	0,58 A ab	37,50 0,66 A bc	40,00
30 %/Rhizoctonia+Sem/Baixo vigor	0,71 A a	43,57 0,78 A abcd	49,64	0,70 A a	42,50 0,73 A ab	45,00
30 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,08 B de	2,50 0,69 A cd	41,78	0,08 B cd	2,50 0,62 A bc	35,00
30 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	0,42 B abcde	17,50 0,82 A abcd	53,56	0,35 B abcd	12,50 0,81 A ab	52,50
50 %/Testemunha (Semente) / Alto vigor	0,00 A e	0,00 0,00 A f	0,00	0,00 A d	0,00 0,00 A e	0,00
50 %/Testemunha(Semente) / Baixo vigor	0,24 A bcde	7,50 0,11 A ef	5,00	0,24 A abcd	7,50 0,11 A de	5,00
50 %/Testemunha(Sorgo)/Alto vigor	0,08 A de	2,50 0,08 A ef	2,50	0,08 A cd	2,50 0,08 A cde	2,50
50 %/Testemunha(Sorgo)/Baixo vigor	0,16 A cde	5,00 0,23 A ef	10,00	0,16 A bcd	5,00 0,23 A bc	10,00
50 %/Rhizoctonia + Sem/Alto vigor	0,32 A abcde	13,21 0,71 A bcd	43,57	0,27 B abcd	10,00 0,65 A bc	37,50
50 %/Rhizoctonia+Sem/Baixo vigor	0,48 A abcd	24,28 0,72 A bcd	44,63	0,39 B abcd	20,00 0,67 A bc	40,00
50 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,34 A abcde	11,78 0,81 A abcd	52,85	0,24 B abcd	7,50 0,78 A ab	50,00
50 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	0,54 B abcd	26,78 0,89 A abc	60,35	0,49 B abc	22,5 0,81 A ab	52,50
70 %/Testemunha (Semente)/ Alto vigor	0,00 B e	0,00 0,45 A cdef	20,0	0,00 B d	0,00 0,45 A bcde	20,00
70 %/Testemunha (Semente)/Baixo vigor	0,42 A abcde	17,50 0,42 A def	22,5	0,42 A abcd	17,50 0,42 A bcde	22,50
70 %/Testemunha (Sorgo)/Alto vigor	0,19 A cde	7,50 0,42 A def	17,5	0,19 A bcd	7,50 0,42 A bcde	17,50
70 %/Testemunha(Sorgo)/Baixo vigor	0,42 A abcde	17,50 0,52 A cde	25,0	0,42 A abcd	17,50 0,52 A bcd	25,00
70 %/Rhizoctonia +Semente/Alto vigor	0,69 A ab	4,06 0,88 A abcd	59,28	0,62 A ab	35,00 0,83 A ab	55,00
70 %/Rhizoctonia+Semente/Baixo vigor	0,69 B ab	41,42 1,17 A ab	80,35	0,61 B ab	35,00 1,16 A a	80,00
70 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,08 B de	2,50 0,76 A abcd	48,21	0,08 B cd	2,50 0,65 A bc	37,50
70 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	0,43 B abcde	23,57 1,22 A a	88,56	0,34 B abcd	20,00 1,17 A a	85,00
dms (linha)	0,24				0,25	
dms (coluna)	0,46				0,48	

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ²Dados originais em porcentagem;

³Disponibilidade hídrica x Forma de inoculação x Nível de vigor

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

A temperatura é um dos mais importantes fatores físicos do ambiente que interfere na fisiologia dos fungos fitopatogênicos, podendo exercer uma interferência direta na germinação dos escleródios (LOHDA et al., 1990), influenciando, portanto, na sobrevivência do fungo.

Para a porcentagem de “damping-off” de pré-emergência, também foi constatada a diferença significativa, entre épocas, para os tratamentos que empregaram a inoculação de *Rhizoctonia solani*. Essas diferenças são verificadas nos tratamentos que empregaram a inoculação por sementes de sorgo na disponibilidade hídrica de 30 %; em todos os tratamentos que empregaram inoculações na disponibilidade de água de 50 %; e em quase todos os tratamentos que empregaram o patógeno na saturação de 70 % (com exceção do tratamento cuja inoculação foi via semente de baixo vigor). Nos dois últimos casos a porcentagem de “damping-off” de pré-emergência foi maior na época quente, o que também explica, em grande parte, uma maior severidade encontrada nessa época, a qual foi caracterizada por temperaturas mais elevadas (Figura 2).

BEDENDO (1995) cita algumas condições que facilitam a doença tanto por desfavorecer o hospedeiro quanto por beneficiar o patógeno. Uma dessas é a alta umidade no solo, como também observado em alguns dos tratamentos empregados. O mesmo foi visto quanto à temperatura, pois, segundo o autor, condições de clima mais quente beneficiam o fungo.

No desdobramento da interação significativa entre épocas e tratamentos para o comprimento de plântula (Tabela 7), em relação ao milho, verificou-se, para todos os tratamentos que empregaram a inoculação do fungo, que só houve diferença significativa entre épocas para aqueles que utilizaram sementes de baixo vigor na disponibilidade hídrica de 30 % (para as duas formas de inoculação), e para aqueles que empregaram a inoculação por semente na disponibilidade hídrica de 70 %, em ambos os níveis de vigor. Quanto às inoculações realizadas nos tratamentos que utilizaram a disponibilidade hídrica de 50 %, não houve diferença significativa entre épocas. Observou-se, na época fria, que as menores médias de comprimento de plântula (embora não tenham diferido

de alguns tratamentos) ocorreram nos tratamentos que empregaram a inoculação por sementes de sorgo em condições de déficit hídrico (30 %). Por outro lado, maiores médias de comprimento de plântulas foram observadas na época quente.

Pode ser visto através das diferenças significativas existentes entre as épocas, que, para muitas das testemunhas, o fator temperatura afeta drasticamente, em limites extremos, o crescimento e o desenvolvimento das plântulas, sem necessariamente interagir com o patógeno. Segundo MENTEN & BUENO (1987), a influência da temperatura sobre a predisposição do hospedeiro é variável, dependendo do sistema patógeno – hospedeiro considerado. Para esses autores, a predisposição pode aumentar pela exposição das plantas a temperaturas baixas, e em outros casos, pela exposição a altas temperaturas e, ainda, pode ocorrer pela exposição a temperaturas próximas ao ótimo.

Em relação ao conteúdo de matéria seca, houve também, tanto para testemunhas quanto para tratamentos inoculados, diferença significativa entre épocas para o experimento com a semeadura de milho. Quanto aos tratamentos inoculados, essas diferenças foram vistas em todas as três disponibilidades hídricas, principalmente, na de 30 %, onde todos os tratamentos infestados apresentaram diferença significativa entre épocas. Nesses casos, um maior conteúdo de matéria seca foi verificado, em grande parte, em época quente, possivelmente, devido à sobrevivência das sementes ao “damping-off” de pré-emergência, pois as altas temperaturas favorecem uma rápida germinação e emergência, ao contrário das temperaturas baixas, e, mesmo em condições de estresse ambiental (presença do fungo e extremos de umidade no solo), conseguiram originar plântulas normais. Por outro lado, se questiona o desempenho que algumas testemunhas, que, mesmo não inoculadas com o patógeno, não puderam proporcionar plântulas bem desenvolvidas (com maior massa seca). Isto pode ser explicado, novamente, pelo fato de um fator ambiental por si só poder ser capaz de causar injúrias às sementes e plântulas sem precisar, necessariamente, da presença de um patógeno.

TABELA 7. Desdobramento da interação Época x Tratamentos para as médias de comprimento de plântula, massa da matéria seca e plântulas sadias em relação ao experimento com sementes de milho, com a presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em três disponibilidades hídricas no solo e dois níveis de vigor da semente. Jaboticabal, 2008.

TRATAMENTO ³	VARIÁVEIS									
	COMP. DE PLÂNTULA		MASSA DA MATÉRIA SECA		PLÂNTULA SADA					
	cm	mg. Plântula ⁻¹	mg. Plântula ⁻¹	%	%	%				
	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE				
30 %/Test (Semente)/ Alto vigor	19,00 B defgh	28,00 A abcd	116,60 A bcde	96,70 A cdefgh	1,49 A ab	97,5 ²	1,45 A abc	95,0 ²		
30 %/Test (Semente)/Baixo vigor	15,00 B fgh	21,87 A cdefgh	80,12 A defg	85,12 A efghi	1,13 A abcd	77,5	1,37 A abc	92,5		
30 %/Test (Sorgo)/Alto vigor	15,50 B fgh	25,62 A abcde	116,55 A bcde	117,17 A bcdefgh	1,45 A ab	95,0	1,57 A a	100		
30 %/Test(Sorgo)/Baixo vigor	14,25 A fgh	14,62 A hi	85,5 A defg	68,20 A hi	1,25 A abcd	87,5	1,37 A abc	92,5		
30 %/Rhiz + Semente/Alto vigor	16,71 B fgh	21,37 A defgh	96,0 B defg	163,31 A ab	0,81 A d	52,5	0,78 A defg	50,0		
30 %/Rhiz+ Semente /Baixo vigor	13,65 B gh	22,00 A cdefgh	58,0 B fg	100,62 A cdefghi	0,84 A cd	55,0	0,65 A efgh	37,5		
30 %/ Rhiz+Sorgo/Alto vigor	11,61 A h	14,87 A hi	66,02 B fg	107,93 A cdefghi	1,49 A ab	97,5	0,64 B efgh	37,5		
30 %/ Rhiz+Sorgo/Baixo vigor	13,71 A gh	7,50 B i	46,55 B g	78,57 A fghi	1,14 A abcd	82,5	0,45 B fgh	25,0		
50 %/Test (Semente) / Alto vigor	26,87 B abcd	32,5 A ab	151,46 A bc	174,35 Aa	1,49 A ab	97,5	1,49 A ab	97,5		
50 %/Test (Semente) /Baixo vigor	22,37 A abcdef	24,25 A bcdef	106,86 A cdef	100,67 A cdefghi	1,24 A abcd	90,0	1,37 A abc	92,5		
50 %/Test(Sorgo)/Alto vigor	27,87 B abc	33,12 A a	158,56 A ab	111,53 B cdefghi	1,49 A ab	97,5	1,40 A abc	95,0		
50 %/Test(Sorgo)/Baixo vigor	16,75 B fgh	22,87 A cdefgh	94,38 A defg	91,73 A defghi	1,33 A abc	90,0	1,22 A abcd	85,0		
50 %/Rhiz + Semente /Alto vigor	28,12 A abc	30,25 A abc	125,85 A bcd	146,53 A abc	1,11 A abcd	80,0	0,75 B defg	47,0		
50 %/Rhiz+ Semente /Baixo vigor	26,12 A abcde	23,12 A cdefgh	81,68 B defg	120,71 A bcdefg	1,00 A bcd	70,0	0,68 B efgh	40,0		
50 %/ Rhiz+Sorgo/Alto vigor	30,00 A a	30,12 A abc	107,15 B bcdefg	176,02 A a	1,14 A abcd	82,5	0,62 B efgh	35,0		
50 %/ Rhiz+Sorgo/Baixo vigor	20,62 A cdefg	23,50 A cdefg	77,51 A defg	102,13 A cdefghi	0,99 A bcd	70,0	0,47 B fgh	22,0		
70 %/Test (Semente)/ Alto vigor	29,5 A ab	26,00 A abcde	195,42 A a	132,58 B abcde	1,57 A a	100	0,94 B cdef	65,0		
70 %/Test (Semente)/Baixo vigor	21,00 A bcdefg	18,50 A efgh	121,95 A bcd	109,71 A cdefghi	1,00 A bcd	70,0	0,96 B cdefg	65,0		
70 %/Test (Sorgo)/Alto vigor	22,75 A abcdef	17,00 B fgh	191,62 A a	63,64 B i	1,26 A abcd	87,5	1,02 A bcde	72,5		
70 %/Test(Sorgo)/Baixo vigor	28,00 A abc	7,87 B i	104,02 B cdef	139,65 A bcd	0,96 A bcd	67,5	0,96 A bcdef	67,5		
70 %/Rhiz + Semente /Alto vigor	18,02 B efgh	28,00 A abcd	99,35 A def	126,63 A abcdef	0,78 A d	50,0	0,48 B fgh	27,5		
70 %/Rhiz+ Semente /Baixo vigor	15,48 B fgh	22,87 A cdefgh	78,77 B defg	109,58 A cdefghi	0,83 A cd	55,0	0,36 B gh	17,5		
70 %/ Rhiz+Sorgo/Alto vigor	21,82 A abcdefg	23,0 A cdefgh	116,80 A bcde	88,60 B defghi	1,40 A ab	95,0	0,65 B efgh	37,5		
70 %/ Rhiz+Sorgo/Baixo vigor	14,85 A fgh	15,12 A ghi	92,45 A defg	75,14 A ghi	1,12 A abcd	75,0	0,19 B h	7,5		
dms (linha)	4,55		27,41			0,27				
dms (coluna)	8,55		51,44			0,52				

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ² Dados originais em porcentagem;

Test- Testemunha; Rhiz- *Rhizoctonia solani*

³Disponibilidade hídrica x Forma de inoculação x Nível de vigor

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Observou-se, na porcentagem de plântulas sadias, que as diferenças significativas entre épocas se fizeram presentes em todos os tratamentos que empregaram inoculações nas disponibilidades hídricas de 50 e 70 %; e naqueles com inoculação via sementes de sorgo, na disponibilidade de 30 % (Tabela 7). Nesses casos, uma menor porcentagem de plântulas sadias foi verificada na época quente, indicando que as altas temperaturas favorecem ao estabelecimento e infecção por *Rhizoctonia solani*. Foi observado, também, que nessa época os tratamentos que não envolveram inoculação (testemunhas), principalmente, os empregados nas disponibilidades hídricas de 30 e 50 %, proporcionaram maior número de plântulas sadias.

Com relação ao uso de solos não infestados com patógenos, CAMPOS (2007), em experimento com sementes de mamão, concluiu que o uso de substrato estéril (testemunha) é uma importante medida de controle de *Rhizoctonia solani*, que resulta em menor custo de produção e maior porcentagem de obtenção de mudas sadias.

4.4 Efeito da temperatura (época) na incidência e severidade de “damping-off” e outros danos nas sementes e plântulas de feijoeiro cv. Carioca

Na análise conjunta observada na Tabela 8, foram verificadas diferenças significativas, entre épocas, somente para as porcentagens de severidade e de plântulas sadias. Ocorreram interações significativas entre épocas e tratamentos para todas as variáveis estudadas. As baixas temperaturas ocorridas na época fria (Figura 1), mesmo que tenham atrasado a germinação das sementes de feijoeiro, afetaram, provavelmente, a atividade de *Rhizoctonia solani*, como foi visto, também, no experimento com milho na mesma época. Isso pôde ser observado pela menor severidade (menor índice de doença) e maior porcentagem de plantulas sadias na época fria.

O fato de ter ocorrido uma maior severidade em época quente do que em época fria, apesar de não ter existido diferença significativa entre os níveis de

doença com maior nota no cálculo da severidade (“damping-off” de pré-emergência e de pós – emergência), deve-se à ocorrência de injúrias frequentes na espécie, como necroses, anelamentos, descolorações, que se fizeram presentes, em maior grau, na época quente, proporcionadas, por vários dos tratamentos, através de um ambiente benéfico ao patógeno, o qual aliado aos demais fatores não favoráveis à germinação e emergência contribuíram para o aumento da severidade, e assim, se somaram, culminando na redução de plântulas sadias cujo valor foi significativamente menor em época quente.

Verificou-se que, no “damping-off” de pré-emergência, os tecidos da semente tornaram-se escuros, perderam a rigidez e, em alguns casos, foram decompostos, verificando-se que muitas das sementes apodrecidas, ao se decomporem, aderiam fortemente às partículas de solo, tornando-se difícil encontrá-las, para a constatação de sua morte, fatores também relatados por MENTEN (1995). Nos primeiros tecidos provenientes da germinação, pôde-se observar o aparecimento de manchas encharcadas, grandes e escuras. No caso das plantas emergidas, os sintomas foram observados no caulículo, quase sempre na região do colo, em forma de necroses ou manchas aquosas. Segundo esse autor, essas manchas apresentam-se inicialmente encharcadas, crescem rapidamente, tornam-se escuras e progridem para lesões deprimidas, também de coloração escura, que podem provocar fendilhamento ou constrição do caule. O enfraquecimento do caule pode levar ao tombamento da plântula, que é então colonizada e decomposta (BEDENDO, 1995).

Como esperado, verificou-se que a severidade foi maior nos tratamentos que empregaram o fungo, não diferindo significativamente, em muitos casos, daqueles que não o empregaram. O mesmo se aplica com relação ao “damping-off” de pré-emergência, pois as maiores porcentagens foram proporcionadas pelos tratamentos com a presença do patógeno, não diferindo, entretanto, em alguns casos, de outros tratamentos. Porém, o tratamento que utilizou a disponibilidade hídrica de 70 %, inoculação via sementes de sorgo e sementes de feijão com baixo vigor diferiu significativamente das testemunhas.

TABELA 8. Teste de Tukey e resumo da análise da variância conjunta de experimentos conduzidos com sementes de feijão para as médias de severidade, “damping-off” de pré e pós-emergência, comprimento de plântula, massa da matéria seca e plântulas sadias para épocas e tratamentos. Jaboticabal. 2008.

FATORES		VARIÁVEIS									
		SEVERIDADE	DAMPING-OFF DE PRÉ-EMERGÊNCIA		DAMPING-OFF DE PÓS-EMERGÊNCIA	COMPRIMENTO DE PLANTULA	MASSA DA MATERIA SECA	PLÂNTULAS SADIAS			
			%		%	cm	mg. Plântula ⁻¹	%			
Épocas											
Fria		0,51 ¹	29,15 ²	0,46 ¹	25,41 ²	0,07 ¹	2,60 ²	9,63	121,65	0,92 ¹	62,29 ²
	Quente	0,70	42,97	0,58	33,85	0,14	5,93	10,02	127,24	0,67	44,47
dms		0,13		0,13		0,09		1,58	27,97		0,16
Tratamentos ³											
30 %/Testemunha (Sementes)/ Alto vigor	0,08 ¹	2,50 ²	0,08 ¹	2,5 ²	0,00 ¹	0,00 ²		14,37	123,61	1,25 ¹	88,75 ²
30 %/Testemunha (Sementes)/Baixo vigor	0,35	13,75	0,35	13,75	0,00	0,00		10,43	111,52	0,97	65,00
30 %/Testemunha (Sorgo)/Alto vigor	0,08	2,50	0,08	2,50	0,00	0,00		11,87	133,54	1,14	82,50
30 %/Testemunha(Sorgo)/Baixo vigor	0,37	13,75	0,37	13,75	0,00	0,00		7,31	98,06	0,98	68,75
30 %/Rhizoctonia + Sementes /Alto vigor	0,49	24,64	0,29	13,75	0,08	2,25		13,21	154,84	0,85	56,25
30 %/Rhizoctonia+ Sementes /Baixo vigor	0,76	51,06	0,55	31,25	0,34	20,0		8,10	114,72	0,55	32,30
30 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,42	24,99	0,08	2,50	0,21	8,75		10,59	143,26	0,83	53,75
30 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	0,96	58,03	0,95	57,5	0,00	0,00		4,91	50,57	0,57	41,25
50 %/Testemunha (Sementes) / Alto vigor	0,08	2,50	0,08	2,50	0,00	0,00		14,50	201,77	1,49	97,50
50 %/Testemunha (Sementes) /Baixo vigor	0,45	20,00	0,45	2,00	0,00	0,00		9,43	129,63	1,09	78,75
50 %/Testemunha(Sorgo)/Alto vigor	0,16	5,00	0,16	5,00	0,00	0,00		13,56	190,28	1,36	93,75
50 %/Testemunha(Sorgo)/Baixo vigor	0,44	21,25	0,44	21,25	0,00	0,00		7,68	120,97	1,03	71,25
50 %/Rhizoctonia + Sementes /Alto vigor	0,77	48,92	0,58	31,25	0,23	8,75		15,75	171,06	0,64	37,50
50 %/Rhizoctonia+ Sementes /Baixo vigor	0,98	68,21	0,78	50,00	0,35	13,75		9,81	124,88	0,43	21,25
50 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,78	49,45	0,49	23,75	0,25	10,00		11,81	121,40	0,46	26,25
50 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	1,34	88,99	1,17	75,00	0,22	10,00		3,81	11,39	0,00	0,00
70 %/Testemunha (Sementes) / Alto vigor	0,23	8,92	0,21	7,50	0,04	1,25		14,56	206,39	1,15	81,25
70 %/Testemunha(Sementes)/Baixo vigor	0,32	13,74	0,29	11,25	0,08	2,50		6,87	109,62	1,01	71,25
70 %/Testemunha (Sorgo)/Alto vigor	0,21	8,74	0,19	7,50	0,08	2,50		14,06	204,10	1,20	82,50
70 %/Testemunha(Sorgo)/Baixo vigor	0,50	23,74	0,47	21,25	0,12	3,75		7,81	102,5	0,90	61,25
70 %/Rhizoctonia + Sementes /Alto vigor	1,02	65,17	0,98	62,50	0,08	2,50		7,75	118,81	0,51	33,75
70 %/Rhizoctonia+ Sementes /Baixo vigor	1,21	84,82	1,14	80,00	0,20	6,25		6,81	101,94	0,31	12,50
70 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,93	63,92	0,84	56,25	0,21	8,75		9,31	127,48	0,44	23,75
70 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	1,55	99,82	1,53	98,75	0,04	1,25		1,47 c	14,60	0,00	0,00
dms		0,90		0,90		0,66		10,85	191,86		1,10
							TEST F				
Épocas (E)		9,26 ^{**}	3,80 ^{NS}	2,19 ^{NS}	0,26 ^{NS}	0,17 ^{NS}				10,32 ^{**}	
Tratamentos (T)		7,32 ^{**}	6,59 ^{**}	1,05 ^{NS}	4,00 ^{**}	2,36 [*]				4,51 ^{**}	
Interação E x T		7,48 ^{**}	6,86 ^{**}	9,61 ^{**}	4,44 ^{**}	5,17 ^{**}				9,56 ^{**}	

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ²Dados originais em porcentagem;

³Disponibilidade hídrica x Forma de inoculação x Nível de vigor;

NS – não significativo (P>0,05) * - significativo (P<0,05) ** - significativo (P<0,01).
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Ainda com relação às diferenças entre tratamentos, percebe-se que essas existiram quanto ao “damping-off” de pós-emergência, e também, mas em pequeno número, para o comprimento de plântula, massa da matéria seca e porcentagem de plântulas saudáveis, sendo que as únicas diferenças detectadas para essas duas últimas variáveis estiveram presentes entre um único tratamento que empregou o fungo e uma das testemunhas (Tabela 8).

GOULART (2006) também pôde observar, porém com sementes de algodão, que *Rhizoctonia solani* causou “damping-off” de pré e de pós-emergência nas condições de seu ensaio. Esse autor verificou que o efeito drástico do patógeno foi claramente observado quando se compararam os resultados obtidos nos tratamentos inoculados ou não. Foram comprovados, também, em trabalho realizado por BELLETINI et al. (2005), com patogenicidade de fungos associados às sementes e plântulas de amendoim, através de inoculações na semente, sintomas de “damping-off” de pré e pós - emergência.

Assim como no experimento com milho, observou-se que houve interações significativas entre épocas e tratamentos para o experimento conduzido com sementes de feijoeiro, verificando-se, também, relações diretas entre os fatores estudados para ocorrência de “damping-off” e outros problemas à cultura.

O feijoeiro é mundialmente afetado por *Rhizoctonia solani* em diferentes estádios fenológicos, principalmente na fase inicial de desenvolvimento. GOULART (2002) cita que vários fungos causam “damping-off”, porém somente *Rhizoctonia* spp. propicia tanto o de pré quanto o de pós-emergência, sendo esse o principal causador de ambos os sintomas no Brasil (GOULART, 2001), justamente pela frequência com que ocorre (esse autor exemplifica que, no algodoeiro, mais de 95 % dos casos de tombamento são por esse fungo) e pelos danos que causa na fase inicial de estabelecimento das lavouras.

Os desdobramentos das interações significativas entre épocas e tratamentos, obtidos na análise conjunta do experimento com sementes de feijão para a severidade, porcentagem de “damping-off” de pré-emergência e o comprimento médio de plântulas encontram-se na Tabela 9.

TABELA 9. Desdobramento da interação Época x Tratamentos para as médias de severidade, “damping-off” de pré-emergência, comprimento de plântula e massa da matéria seca em relação ao experimento com sementes de feijão, com a presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em três disponibilidades hídricas no solo e dois níveis de vigor da semente. Jaboticabal, 2008.

TRATAMENTO ³	SEVERIDADE		DAMPING-OFF DE PRE-EMERGÊNCIA		VARIÁVEIS		COMPRIMENTO DE PLÂNTULA	
	 %						cm	
	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE
30 %/Test (Sementes)/ Alto vigor	0,08 ¹ A i	2,50 ² 0,08 ¹ A gh	2,50 ² 0,08 ¹ A h	2,50 ² 0,08 ¹ A gh	11,37 B abc	17,37 A ab		
30 %/Test (Sementes)/Baixo vigor	0,27 A ghi	10,00 0,42 A fg	0,27 A efgh	17,50 0,42 A cdefg	10,00 A abc	10,87 A bcdef		
30 %/Test (Sorgo)/Alto vigor	0,16 A hi	5,00 0 A h	0,16 A gh	0,00 0,00 A g	10,25 A abc	13,5 A abcde		
30 %/Test(Sorgo)/Baixo vigor	0,32 A ghi	10,00 0,42 A fg	0,32 A efgh	17,50 0,42 A cdefg	7,00A cd	7,62 A efg		
30 %/Rhiz + Sementes /Alto vigor	0,52 A defgh	26,78 0,46 A fg	0,39 A defgh	22,49 0,19 A efg	10,31 B abc	16,12 A abc		
30 %/Rhiz+ Sementes /Baixo vigor	0,44 B efghi	23,57 1,09 A bcd	0,43 B cdefgh	78,56 0,68 A cd	8,71 A abcd	7,5 A efg		
30 %/ Rhiz+Sorgo/Alto vigor	0,08 B i	2,50 0,76 A def	0,08 A h	2,50 0,08 A fg	10,81 A abc	10,37 A cdef		
30 %/ Rhiz+Sorgo/Baixo vigor	0,42 B efghi	17,50 1,51 A ab	0,42 B cdefgh	98,57 1,49 A a	8,32 A abcd	1,50 B gh		
50 %/Test (Sementes) / Alto vigor	0,08 A i	2,50 0,08 A gh	0,08 A h	2,50 0,08 A fg	13,37 A abc	15,62 A abcd		
50 %/Test (Sementes) /Baixo vigor	0,42 A efghi	17,50 0,49 A efg	0,42 A cdefgh	22,50 0,49 A cdef	9,75 A abc	9,12 A def		
50 %/Test(Sorgo)/Alto vigor	0,16 A hi	5,00 0,16 A gh	0,16 A gh	5,00 0,16 A fg	14,00 A ab	13,12 A abcde		
50 %/Test(Sorgo)/Baixo vigor	0,40 A fghi	20,00 0,49 A efg	0,40 A cdefgh	22,50 0,49 A cdef	7,50 A bcd	7,87 A efg		
50 %/Rhiz + Sementes /Alto vigor	0,65 B defg	37,49 0,89 A de	0,57 A cdefg	30,00 0,60 A cde	14,37 A a	17,12 A ab		
50 %/Rhiz+ Sementes /Baixo vigor	0,91 A bcd	61,78 1,05 A cd	0,78 A bcd	50,00 0,78 A cd	10,37 A abc	9,25 A def		
50 %/ Rhiz+Sorgo/Alto vigor	0,76 A bcdef	47,85 0,79 A def	0,63 A bcdef	51,06 0,35 B defg	10,25 A abc	13,37 A abcde		
50 %/ Rhiz+Sorgo/Baixo vigor	1,11 B b	79,99 1,57 A a	0,78 B bcd	100 1,57 A a	7,62 A bcd	0,00 B h		
70 %/Test (Sementes)/ Alto vigor	0,22 A hi	9,64 0,25 A gh	0,19 A fgh	8,21 0,24 A efg	11,25 B abc	17,87 A a		
70 %/Test (Sementes)/Baixo vigor	0,19 A hi	7,14 0,46 A fg	0,16 B gh	7,50 0,42 A cdefg	7,37 A cd	6,37 A fgh		
70 %/Test (Sorgo)/Alto vigor	0,34 A fghi	14,64 0,08 B gh	0,31 A efgh	12,50 0,08 A fg	11,00 B abc	17,12 A ab		
70 %/Test(Sorgo)/Baixo vigor	0,51 A defgh	24,28 0,50 A efg	0,45 A cdefgh	20,00 0,49 A cdef	7,75 A bcd	7,87 A efg		
70 %/Rhiz + Sementes /Alto vigor	0,68 A cdefg	40,71 1,36 A abc	0,64 B bcde	37,50 1,31 A a	9,75 A abc	5,75 B fgh		
70 %/Rhiz+ Sementes /Baixo vigor	1,09 B bc	78,21 1,34 A abc	1,06 A ab	75,00 1,22 A ab	8,06 A abcd	5,56 A fgh		
70 %/ Rhiz+Sorgo/Alto vigor	0,84 A bcde	55,35 1,02 A cd	0,83 A bc	55,00 0,86 A bc	9,00 A abcd	9,62 A cdef		
70 %/ Rhiz+Sorgo/Baixo vigor	1,54 A a	99,64 1,57 A a	1,49 A a	97,50 1,57 A a	2,95 A d	0,00 A h		
dms (linha)	0,22	0,22	0,23	0,23	3,51	3,51		
dms (coluna)	0,42	0,42	0,44	0,44	6,59	6,59		

¹Dados transformados para $\arcsen(x'/100)^{1/2}$; ² Dados originais em porcentagem;

Test- testemunha; Rhiz- *Rhizoctonia solani*

3Disponibilidade hídrica x Forma de inoculação x Nível de vigor

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Para a severidade, houve diferença significativa entre épocas para os tratamentos que envolveram as inoculações na disponibilidade hídrica de 30 % (exceto para o tratamento cuja inoculação foi por semente e essa com alto vigor). O mesmo ocorreu para os tratamentos que utilizaram a disponibilidade de água de 50 % com inoculação por semente com alto vigor, e para aquele cuja inoculação foi por sementes de sorgo e utilizou sementes de feijão de baixo vigor, na mesma disponibilidade hídrica; e, na saturação de 70 %, aonde o único tratamento que apresentou diferença significativa entre as épocas foi o de inoculação por semente e essa com baixo vigor. Nesses, se verificou que a severidade foi maior na época com temperaturas elevadas. Na época fria, o tratamento que proporcionou maior severidade, diferindo significativamente de todos os demais, foi o que empregou a maior disponibilidade hídrica (70 %), com inoculação via sementes de sorgo e o uso de sementes de feijão com baixo vigor. Tal desempenho pode estar relacionado às condições em que a semente se encontrava: temperaturas baixas que retardaram a germinação, excesso de umidade do solo que poderia ter favorecido a atividade do fungo, o qual deveria estar bem estabelecido pela falta de competição (solo estéril) e a baixa qualidade fisiológica da semente, predispondo-a a suscetibilidade. Já para a época quente, as maiores severidades ocorreram praticamente em quase todos os tratamentos inoculados com *Rhizoctonia solani*, não diferindo, entretanto, de algumas testemunhas. Em ambas as épocas, na maioria das comparações entre tratamentos inoculados que utilizaram sementes de níveis fisiológicos diferentes, verificou-se que aqueles cujo vigor da semente era baixo proporcionaram uma maior severidade.

Para o porcentual de “damping-off” de pré-emergência, observou-se, nos tratamentos inoculados, que as diferenças significativas entre épocas estiveram presentes nas três disponibilidades hídricas, sendo que, na primeira (30 %), a diferença se deu no tratamento que empregou a inoculação na própria semente e essa com baixo vigor; na segunda (50 %), a diferença foi observada no tratamento cuja inoculação foi via sementes de sorgo, utilizando sementes de feijão dos dois níveis fisiológicos; e, para a última saturação (70 %), a diferença entre épocas

esteve presente no tratamento inoculado por semente e essa com alto vigor. Na maioria desses casos, verificou-se que a porcentagem de “damping-off” de pré-emergência foi maior na época quente, o que colaborou também para um maior índice de doença (severidade) na referida época. Entre os tratamentos inoculados, e para as duas épocas, verificou-se uma concentração das maiores médias de “damping-off” de pré-emergência naqueles realizados com disponibilidade hídrica de 70 %. Em época quente, nas disponibilidades hídricas de 30 % e 50 %, com inoculação via sementes de sorgo e uso de sementes de feijão de baixo vigor também se observou valores significativos.

Os fatores temperatura e umidade do solo podem explicar esses fatos, conforme WRIGHT (1957), ao verificar a influência da temperatura e umidade sobre o “damping-off” em quatro essências florestais. SCRULZ & BATEMAN (1969) afirmam que a temperatura é um fator que pode aumentar a suscetibilidade das plântulas ao ataque dos fitopatógenos do solo. HUNTER & GUINN (1968), ao estudarem plântulas de algodoeiro inoculadas com *Rhizoctonia solani*, afirmam que existem fortes evidências de que o maior desenvolvimento da doença está ligado ao maior conteúdo de açúcares dos hipocótilos em baixas temperaturas do solo. De acordo HAYMAN (1969), o acúmulo de exsudatos de sementes em baixas temperaturas do solo está relacionado com a crescente patogênese desse fungo em plântulas de algodoeiro.

Com relação ao comprimento de plântula, foi observado, para as disponibilidades de água de 30 % e 70 %, que houve diferença significativa entre épocas para os tratamentos inoculados por semente com alto vigor, e também, para suas respectivas testemunhas, bem como em outros tratamentos. Na época quente, verificou-se duas situações em relação ao comprimento de plântula: um muito baixo e dois com redução total de crescimento, ou seja, sem emergência, proporcionados por três tratamentos que empregaram a inoculação do patógeno via sementes de sorgo, utilizando sementes de feijão com baixo vigor, nas disponibilidades hídricas de 30 %, 50 % e 70 %, respectivamente. Nesses, aonde

não houve valores para o comprimento, a explicação se deve a ocorrência do “damping-off” de pré-emergência (Tabela 9).

No desdobramento da interação significativa entre épocas e tratamentos para o “damping-off” de pós-emergência, em relação ao experimento com feijão (Tabela 10), verificaram-se diferenças significativas entre épocas para a maioria dos tratamentos que envolveram a inoculação de *R. solani*, principalmente naqueles empregados nas disponibilidades de água de 30 % e 50 %. Observou-se que, na época quente, houve um maior tombamento de plântulas (a exemplo da disponibilidade hídrica de 30 %, aonde não houve tombamento para os tratamentos inoculados em época fria, e, quando veio a quente incidiu o “damping-off” de pós-emergência).

PARADELA & FOLONI (2001), em experimento com sementes de algodoeiro e feijoeiro, observaram que, nos tratamentos que não receberam inóculo de *Rhizoctonia solani*, não houve o tombamento de plântulas e a porcentagem de emergência foi em torno de 98 %. Seus resultados indicaram que o fungo foi eficiente em destruir as sementes e os tecidos jovens antes mesmo de sua emergência, caracterizando o “damping-off” de pré-emergência e que o número de plântulas tombadas de algodoeiro só não foi maior porque a emergência foi bastante baixa devido ao sintoma em pré-emergência.

Com relação ao conteúdo de matéria seca, as diferenças entre épocas foram observadas no tratamento que empregou a inoculação de *Rhizoctonia solani* por semente de sorgo, com o uso de sementes de feijão de alto vigor na disponibilidade hídrica de 30 %; no tratamento cuja inoculação foi por semente na saturação de 70 %; e em quase todos os tratamentos inoculados na disponibilidade de água de 50 %. Somente os tratamentos inoculados por semente e na saturação de 70 % proporcionaram, estatisticamente, menores conteúdos na época quente. Para ambas as épocas, não houve muitas diferenças significativas entre tratamentos, principalmente, nas comparações entre testemunhas e tratamentos inoculados.

TABELA 10. Desdobramento da interação Época x Tratamentos para as médias de severidade, “damping-off” de pós-emergência, massa da matéria seca e plântulas sadias em relação ao experimento com sementes de feijão, com presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em três disponibilidades hídricas no solo e dois níveis de vigor. Jaboticabal, 2008.

TRATAMENTO ³	VARIÁVEIS									
	DAMPING-OFF DE PÓS-EMERGÊNCIA					MASSA DA MATÉRIA SECA				
	%.....					mg. Plântula ¹				
	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE	ÉPOCA FRIA	ÉPOCA QUENTE
30%/Testemunha (Sementes)/Alto vigor	0,00 Ac	0,00 ² Ac	0,00 ²	0,00 Ac	124,27 A abcdef	124,27 A abcdef	1,29 ¹ A abc	90,0 ²	1,21 ¹ A abc	87,5 ²
30%/Testemunha(Sementes)/Baixo vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,00 Ac	117,83 A abcdef	105,21 A cdefg	1,08 A abcdef	72,5	0,86 A cd	57,5
30 %/Testemunha (Sorgo)/Alto vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,00 Ac	132,07 A abcde	135,02 A abcdef	1,10 A abcdef	80,0	1,17 A abc	85,0
30 %/Testemunha(Sorgo)/Baixo vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,00 Ac	119,86 A abcdef	76,26 A efg	1,04 A abcdefg	75,0	0,91 A bcd	62,5
30 %/Rhizoctonia +Sementes/Alto vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,16 A bc	122,34 B abcdef	187,34 A abc	0,81 A defgh	52,5	0,89 A bcd	60,0
30 %/Rhizoctonia+ Sementes/Baixo vigor	0,00 Ac	0,00	0,00	0,68 A a	101,92 A bcdef	127,49 A abcdef	0,84 A cdefgh	55,0	0,27 B e	10,0
30 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,42 A ab	105,19 B bcdef	181,34 A abcde	1,49 A a	97,5	0,17 B	10,0
30 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,00 Ac	69,62 A cdef	31,52 A fg	1,14 A abcd	82,5	0,00 B e	0,0
50 %/ Rhizoctonia+Semente/Alto vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,00 Ac	187,44 A ab	216,09 A ab	1,49 A a	97,5	1,49 A e	97,5
50 %/Testemunha+Semente/Baixo vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,00 Ac	143,44 A abc	115,83 A bcdef	1,14 A abcd	82,5	1,32 A a	75,0
50 %/Testemunha+Sorgo/Alto vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,00 Ac	173,87 A abc	206,62 A abc	1,40 A ab	95,0	1,04 A ab	92,5
50 %/Testemunha+Sorgo/Baixo vigor	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00	0,00 Ac	135,12 A abcde	106,83 A cdefg	1,16 A abcd	80,0	0,91 B ab	62,5
50 %/Rhizoctonia +Semente/Alto vigor	0,08 B bc	2,50	0,32 A b	12,00	111,42 B abcdef	230,71 A a	0,83 A cdefgh	55,0	0,45 B bcd	20,0
50 %/Rhizoctonia+Semente/Baixo vigor	0,27 B ab	10,00	0,42 A ab	17,50	68,61 B cdef	181,16 A abcde	0,59 A gh	32,5	0,27 B de	10,0
50 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,11 B bc	5,00	0,39 A b	15,00	30,62 B def	212,45 A abc	0,67 A efgh	40,0	0,26 B e	12,5
50 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	0,45 A a	20,00	0,00 Ac	0,00	22,79 A f	0,00 A g	0,00 A i	0,0	0,00 A e	0,0
70 %/Testemunha + Semente/Alto vigor	0,08 A bc	2,50	0,00 Ac	0,00	217,81 A a	194,98 A abc	1,12 A abcd	80,0	1,19 A abc	82,5
70 %/Testemunha+Semente/Baixo vigor	0,08 A bc	2,50	0,08 A c	2,50	138,15 A abcd	81,10 A defg	1,17 A abcd	85,0	0,86 B cd	57,5
70 %/Testemunha+Sorgo/Alto vigor	0,16 A bc	5,00	0,00 Ac	0,00	208,12 A ab	200,08 A abc	1,02 B bcdefg	72,5	1,37 A a	92,5
70 %/Testemunha+Sorgo/Baixo vigor	0,16 A bc	5,00	0,08 A c	2,50	124,68 A abcdef	80,32 A defg	0,88 A cdefg	60,0	0,91 A bcd	62,5
70 %/Rhizoctonia +Semente/Alto vigor	0,08 A bc	2,50	0,08 A c	2,50	159,58 A abc	78,05 B fg	0,86 A cdefg	57,5	0,17 B e	10,0
70 %/Rhizoctonia+Semente/Baixo vigor	0,16 A bc	5,00	0,24 A bc	7,50	152,29 A abc	51,60 B fg	0,39 A hi	15,0	0,23 A e	10,0
70 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Alto vigor	0,00 Ac	0,00	0,42 A ab	17,50	123,71 A abcdef	131,24 A abcdef	0,65 A fgh	37,5	0,23 B e	10,0
70 %/ Rhizoctonia+Sorgo/Baixo vigor	0,08 A bc	2,50	0,00 Ac	0,00	29,20 A ef	0,00 A g	0,00 A i	0,0	0,00 A e	0,0
dms (linha)	0,14				37,57			0,24		
dms (coluna)	0,27				108,05			0,45		

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ²Dados originais em porcentagem;

³Disponibilidade hídrica no solo x Forma de inoculação x Nível de vigor

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Diferenças significativas entre épocas, para a porcentagem de plântulas saudas, estiveram presentes em muitos dos tratamentos que empregaram a inoculação de *R. solani* (Tabela 10). Nas disponibilidades hídricas de 30 % e 50 % houve diferença significativa para quase todos os tratamentos que utilizaram o fungo (a exceção se verificou no tratamento que envolveu inoculação por semente com alto vigor na saturação de 30 %, e, no tratamento cuja inoculação foi por sementes de sorgo, utilizando sementes de feijão de baixo vigor na disponibilidade de água de 50 %). Na disponibilidade hídrica de 70 %, dentre os tratamentos inoculados, apenas dois apresentaram diferenças entre épocas. Observou-se nas duas épocas, nas saturações de 50 % e 70 %, que os tratamentos inoculados por sorgo e o emprego de sementes de baixo vigor não proporcionaram plântulas saudas (não houve emergência), verificando-se, nesses casos, que ação do patógeno e/ou o ambiente condicionaram à ocorrência de injúrias nas sementes e plântulas, uma vez que foram utilizadas sementes fisiologicamente comprometidas.

4.5 Efeito e interação da umidade do solo, *Rhizoctonia solani* e vigor da semente na ocorrência e severidade de “damping-off” e outros danos nas sementes e plântulas de milho cv D 766

Os resultados do teste de Tukey e do teste “F” do experimento com sementes de milho, em diferentes disponibilidades hídricas no solo e níveis de vigor da semente, com e sem a inoculação de *Rhizoctonia solani* através da própria semente e de sementes de sorgo esterilizadas, em época fria, estão na Tabela 11.

TABELA 11. Teste de Tukey para as médias de severidade (SEV), “damping-off” de pré-emergência (DPE), comprimento de plântula (CP), massa da matéria seca (MS) e plântulas sadias (PS), e resumo da análise de variância para os efeitos principais e interações dos fatores disponibilidade hídrica no solo, formas de inoculação de *Rhizoctonia solani* e nível de vigor da semente, em relação ao experimento com sementes de milho em época fria. Jaboticabal, 2008.

FATORES	VARIÁVEIS					
	SEV	DPE		CP	MS	PS
	%		cm	mg. Plântula ⁻¹	%	
Disponibilidade hídrica no solo (D)						
30 %	0,24 ¹	13,25 ²	0,26 ¹	14,93	83,16	1,20 ¹
50 %	0,27	11,38	0,23	24,84	112,93	1,22
70 %	0,36	18,88	0,33	21,42	125,05	1,12
dms	0,10		0,11	1,72	10,7	0,11
Formas de Inoculação (I)						
Testemunha (Semente)	0,12	4,58	0,12	22,29	128,73	1,32
Testemunha (Sorgo)	0,15	5,83	0,19	20,85	125,10	1,29
Rhizoctonia + Semente	0,58	33,50	0,53	19,68	89,94	0,89
Rhizoctonia + Sorgo	0,31	14,10	0,26	18,77	84,41	1,21
dms	0,13		0,14	2,19	13,58	0,14
Nível de vigor da semente (V)						
Alto	0,19 b	9,87	0,18 b	22,31	128,45	1,29
Baixo	0,39 a	19,13	0,37 a	18,48	85,65	1,07
dms	0,07		0,078	1,17	7,28	0,07
TESTE F						
Disponibilidade hídrica (D)						
Formas de Inoculação (I)	3,96**	2,34 ^{NS}	97,50**	46,44**	2,78 ^{NS}	
Nível de Vigor (V)	31,80**	20,67**	6,67**	40,02**	25,15**	
Interação D x I	26,82**	25,46**	42,33**	137,34**	30,89**	
Interação D x V	3,70**	3,11**	9,95**	3,43**	3,73**	
Interação D x V	0,61 ^{NS}	0,15 ^{NS}	6,78 ^{NS}	2,71 ^{NS}	0,68 ^{NS}	
Interação D x V	1,62 ^{NS}	1,15 ^{NS}	1,93 ^{NS}	5,08	4,02 ^{NS}	
Interação D x I x V	0,80 ^{NS}	0,83 ^{NS}	6,62**	1,93 ^{NS}	0,67 ^{NS}	
CV	61,18	68,87	14,14	16,71	16,13	
Média Geral	0,29	0,28	20,40	107,05	1,18	

Verificou-se que houve, para todas as variáveis, interações significativas entre disponibilidade hídrica no solo e formas de inoculação. A interação significativa entre disponibilidade hídrica no solo e nível de vigor da semente ocorreu apenas para o comprimento de plântula. Já a interação significativa entre formas de inoculação e nível de vigor da semente ocorreu para o conteúdo de massa seca e para a porcentagem de plântulas saudas. Para ambos os níveis de vigor da semente, são observadas diferenças significativas para porcentagens de severidade e de “damping-off” de pré-emergência, sendo que o uso de sementes de milho com baixo vigor foi o que proporcionou os maiores valores dessas variáveis, ou seja resultados desfavoráveis às sementes e plântulas em época fria.

Em geral, o plantio de sementes de alta qualidade em solo bem manejado e com condições climáticas adequadas favorece o desenvolvimento do milho e, geralmente, permite que a planta supere os efeitos do ataque de patógenos. Então, uma prática óbvia de manejo para minimizar as doenças nas plântulas é a adequada época de plantio. Temperaturas de solo abaixo de 13° C requerem duas semanas ou mais para a germinação e emergência do milho, o que ultrapassa os limites de proteção do fungicida. Durante esse tempo no solo, a semente de milho e as plântulas são vulneráveis a vários estresses que enfraquecem a plântula e aumentam a probabilidade das doenças ocorrerem (PIONEER SEMENTES, 2005).

Os desdobramentos das interações significativas entre disponibilidade hídrica no solo e formas de inoculação para as médias de severidade, “damping-off” de pré-emergência, comprimento médio de plântulas, massa da matéria seca e de plântulas saudas, referentes ao experimento com sementes de milho em época fria estão na Tabela 12.

TABELA 12. Desdobramento da interação Disponibilidade hídrica x Forma de inoculação para as médias de severidade, “damping-off” de pré-emergência, comprimento de plântula, massa da matéria seca e plântulas sadias, em relação ao experimento com sementes de milho, com presença ou não de *R. solani* em época fria. Jaboticabal, 2008.

Severidade		“Damping-off” de pré-emergência									
Disp. hídrica		%									
		Formas de Inoculação									
		Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo	Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo		
30 %		0,04 ¹ B a	1,25 ² 0,04 ¹ B b	1,25 ² 0,65 ¹ A a	40,5 ² 0,25 ¹ B a	10,0 ² 0,04 ¹ B a	1,25 ² 0,16 ¹ B a	5,0 ² 0,64 ¹ A a	40 ² 0,21 ¹ B a	7,5 ² 0,36 ¹ A a	15,0 0,21 ¹ B a
50 %		0,12 B a	3,75 0,12 B ab	3,75 0,40 A b	18,7 0,44 A a	19,2 0,12 A a	3,75 0,12 A a	3,75 0,33 A b	15 0,36 A a	15,0 0,21 B a	11,2 0,21 B a
70 %		0,21 B a	8,75 0,30 B a	12,5 0,69 A a	41,2 0,25 B a	13,0 0,21 B a	8,75 0,30 B a	12,5 0,62 A a	35 0,21 B a	11,2 0,21 B a	11,2 0,21 B a
dms (l)				0,21				0,25			
dms (c)				0,24				0,23			
Comprimento de plântula		Massa da matéria seca									
Disp. hídrica		cm									
		mg. Plântula ⁻¹									
		Formas de Inoculação									
		Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo	Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo		
30 %		17,0 A b	14,8 AB b	15,8 AB a	12,6 B c	98,36 AB c	101,02 A b	70,0 BC b	56,28 C b		
50 %		25,25 A a	25,3 A a	27,1 A a	25,31 AB a	129,16 A b	126,47 AB a	103,77 BC a	92,33 C a		
70 %		24,6 A a	22,1 AB a	16,7 B b	18,33 B b	158,68 A a	147,82 A a	89,06 B ab	104,62 B a		
dms (l)			3,79					23,52			
dms (c)			3,45					21,04			
Plântulas sadias		%									
Disp. hídrica		Formas de Inoculação									
		Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo	Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo		
30 %		1,31 ¹ A a	87,5 ² 1,35 ¹ A a	1,35 ¹ A a	91,25 ² 1,41 ¹ A a	0,82 ¹ B b	53,75 ² 1,31 ¹ A a	1,31 ¹ A a	90,0 ² 1,06 B b		
50 %		1,36 A a	93,7 1,41 A a	1,41 A a	97,5 1,06 B b	1,06 B b	75,0 1,06 B b	1,06 B b	76,25 1,26 A ab		
70 %		1,28 A a	85,0 1,11 A b	1,11 A b	77,5 0,81 B b	0,81 B b	52,5 0,81 B b	1,26 A ab	85,0 0,81 B b		
dms (l)				0,25							
dms (c)				0,22							

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ²Dados originais em porcentagem;

l- linha; c- coluna

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para as porcentagens de severidade e de “damping-off” de pré-emergência verificou-se que nas três disponibilidades hídricas, a inoculação por semente do hospedeiro diferiu das testemunhas e da inoculação via sementes de sorgo e possibilitou os maiores valores (embora no “damping-off” de pré-emergência não tenha diferido desses para a saturação de 50 %). Ainda quanto à inoculação por semente, observou-se que, entre as disponibilidades hídricas, aquela que possibilitou uma menor severidade a foi a de 50 %, enquanto que na inoculação por sementes de sorgo não houve diferença significativa entre as disponibilidades hídricas.

No solo, os fungos encontram condições ideais para atacar as sementes de milho, principalmente, quando a semeadura é realizada em condições subótimas, isto é, em solo frio e úmido, onde há impedimento da germinação ou a velocidade de emergência é reduzida, propiciando uma maior exposição ao ataque (PINTO, 1993). Nestas condições, TANAKA & BALMER (1980) observaram que a ocorrência de danos nessas condições também se tornou mais severa.

Verificou-se, no comprimento de plântula, que, na disponibilidade hídrica de 70 %, os tratamentos inoculados diferiram significativamente das testemunhas, apresentando os menores valores de comprimento. Nas demais saturações, tanto testemunhas quanto tratamentos infestados apresentaram valores estatisticamente baixos, demonstrando que não somente o patógeno é capaz de reduzir a capacidade fisiológica de crescimento, mas que as condições de umidade do solo, uma vez que não satisfaçam as exigências da plântula e de suas reservas também a afetam (o que foi visto nas testemunhas), bem como a ação sinérgica entre esses dois componentes (patógeno e ambiente), o que resultou em menor crescimento das plântulas nos tratamentos onde houve a inoculação do fungo.

Com sementes de amendoim BELLETINI et al. (2005), verificaram que a patogenicidade de fungos inoculados sobre o desenvolvimento das plântulas

também foi evidenciada por meio da redução na altura de plântulas em comparação aos tratamentos não inoculados.

Quanto ao conteúdo de matéria seca, observou-se que, embora não tenha ocorrido diferenças significativas de algumas testemunhas, as plântulas provenientes dos tratamentos inoculados apresentaram baixas quantidades de massa seca em todas as disponibilidades hídricas. Verificou-se que, somente nas saturações de 50 % e 70 % houve diferença significativa entre os tratamentos infestados e testemunhas. Observou-se, também, que nas duas primeiras disponibilidades hídricas (30 % e 50 %), tanto testemunhas quanto tratamentos inoculados proporcionaram baixos conteúdos de massa seca, provavelmente porque a umidade do solo foi muito importante em ambos os casos, o qual interagiu com o patógeno. A saturação de 30 % pode ter sido favorável a uma predisposição do hospedeiro, pela debilitação desse causada pelo suprimento inadequado de água. Assim, afetaram negativamente no desempenho fisiológico do acúmulo de massa.

Para a porcentagem de plântulas sadias, verificou-se que os tratamentos inoculados por semente do hospedeiro resultaram em menor porcentagem de plântulas sadias (embora não tenha diferido da inoculação via sementes de sorgo na disponibilidade hídrica de 50 %) e diferiram significativamente das testemunhas nas três disponibilidades de água, sendo que não houve diferenças entre as saturações para essa forma de inoculação e sua respectiva testemunha (Tabela 12). Esses dados provenientes da inoculação de *R. solani* por semente ressaltam a importância do inóculo presente na mesma, para a ocorrência de infecções dessas e nas plântulas, e atenta para uma maior preocupação não unicamente com o solo como fonte de inóculo.

Com relação às metodologias de inoculação de *R. solani*, OLIVEIRA et al. (2008), em experimento com sementes de cenoura, observaram uma maior porcentagem de “damping-off” de pré-emergência quando o inóculo foi adicionado à semente, sendo que esse diferiu significativamente dos métodos de aplicação do inóculo testados diretamente no solo, e que isso esteve relacionado com uma

maior proximidade do inóculo de *Rhizoctonia solani* ao hospedeiro. E que, a proximidade do inóculo com as sementes aumentou a severidade da doença. Na verdade, ambos os substratos são importantes do ponto de vista epidemiológico, pois podem ser meio de sobrevivência do patógeno, sendo que a semente pode servir de fonte de inóculo inicial, tendo-se a preocupação com áreas ainda não contaminadas, concordando com ONESIROSAN (1975), que também afirma que sementes infectadas são importantes fontes de inóculo primário.

O desdobramento da interação significativa entre disponibilidade hídrica e nível de vigor da semente para as médias de comprimento de plântula, referentes ao experimento com sementes de milho em época fria está na Tabela 13.

Para essa variável, verificou-se que somente na disponibilidade hídrica de 30 % não houve diferença significativa entre os níveis de vigor, sendo que nessa saturação ocorreram os menores valores de comprimento de plântula, para ambos os níveis de vigor. A utilização da disponibilidade de água tida como ideal para semeadura do feijão (50 %) e o uso de sementes de alta qualidade fisiológica (alto vigor) foram favoráveis ao bom crescimento das plântulas, por ter se constatado o maior valor de comprimento.

TABELA 13. Desdobramento da interação Disponibilidade hídrica x Nível de vigor para as médias de comprimento de plântula, em relação ao experimento com sementes de milho, com presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em época fria. Jaboticabal, 2008.

Disponibilidade hídrica	Comprimento de plântula (cm)	
	Nível de vigor	
	Alto	Baixo
30 %	15,7 A c	14,1 A b
50 %	28,2 A a	21,4 B a
70 %	23,0 A b	19,8 B a
dms (linha)	2,03	
dms (coluna)	2,44	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

A alta qualidade da semente é importante para se prevenir o ataque de patógenos de solo. Sementes de baixa qualidade geralmente contêm rachaduras

microscópicas que podem ser portas de entrada para fungos patogênicos, os quais promovem o desenvolvimento de doenças (PIONEER SEMENTES, 2005).

Os desdobramentos das interações significativas entre formas de inoculação e nível de vigor da semente para as médias de massa da matéria seca e plântulas saudáveis, referentes ao experimento com sementes de milho em época fria estão na Tabela 14.

No desdobramento dessa interação para massa seca verificou-se que, todas as formas de inoculação proporcionaram diferenças significativas entre os níveis de vigor. Desses, o nível de qualidade fisiológica da semente que proporcionou maiores conteúdos de matéria seca foi o alto vigor. Porém, os tratamentos infestados proporcionaram conteúdo de massa seca inferiores, comparados aos das testemunhas. Esse maior conteúdo de matéria seca verificado com o uso de sementes de alto vigor pode ser explicado pela capacidade de uma boa semente, com qualidade fisiológica superior, em germinar e originar plântulas normais e bem desenvolvidas, e consequentemente, com maior massa.

TABELA 14. Desdobramento da interação Forma de inoculação x Nível de vigor para as médias de massa da matéria seca e plântulas saudáveis, em relação ao experimento com sementes de milho, com presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em época fria. Jaboticabal, 2008.

Formas de inoculação	Massa da matéria seca		Plântulas sadias	
	mg. Plântula ⁻¹		%.....	
	Nível de vigor			
	Alto	Baixo	Alto	Baixo
Test(Semente)	154,49 A a	102,98 B a	1,51 ¹ A a	1,13 ¹ B a
Test (Sorgo)	155,57 A a	94,63 B a	1,40 A a	1,88 B a
Rhiz +Semente	107,06 A b	72,82 B b	0,90 A b	0,89 A b
Rhiz+ Sorgo	96,66 A b	72,17 B b	1,34 A a	1,08 B ab
dms (linha)	14,56		0,15	
dms (coluna)	19.20		0.20	

¹Dados transformados para $\arcsin(x/100)^{1/2}$;

Test- Testemunha; Rhiz- *Rhizoctonia solani*

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para a porcentagem de plântulas sadias, verificou-se que a inoculação por semente foi o único tratamento que não proporcionou diferença entre os níveis de vigor, sendo que esse foi o que indicou um menor número de plântulas sadias (não diferindo, todavia, da inoculação por sementes de sorgo quando se utilizou sementes de milho baixo vigor).

Na Tabela 15 estão os dados referentes ao teste de Tukey e teste “F” do experimento com sementes de milho, em diferentes disponibilidades hídricas no solo e níveis de vigor da semente, com ou sem a inoculação com *R. solani* na própria semente e em sementes de sorgo esterilizadas, em época quente.

Nas porcentagens de severidade, de “damping-off” de pré-emergência e de plântulas sadias foram obtidos resultados desfavoráveis às sementes e plântulas de milho cv. D 766 (maiores valores dessas variáveis), quando utilizada a saturação de 70 %, exceto para o “damping-off” de pós-emergência, cujas médias não diferiram significativamente entre si. Verificou-se que a ocorrência desse sintoma no experimento conduzido com sementes de milho só foi presente em época quente, e que se caracterizou por descolorações e enfraquecimento do coleótilo e raízes primárias, com aparência úmida e apodrecida. Assim como descrito por PINTO (1998), também foi observado, na morte das plântulas de milho, que o fungo atacou a região do mesocótilo ao nível do solo, com formação de lesão no tecido, a qual apresentou uma coloração preta ou parda.

Para as formas de inoculação, verificou-se, para a severidade, o “damping-off” de pré-emergência e plântulas sadias, que os tratamentos inoculados diferiram significativamente das testemunhas; e observou-se, como esperado, um pior desempenho (maiores injúrias) nesses primeiros, porém, entre as duas formas de aplicação do inóculo não houve diferença significativa. O comprimento de plântula e o conteúdo de matéria seca também foram prejudicados tanto para testemunhas quanto para os tratamentos inoculados. Isso demonstra que conjuntamente ao patógeno ou não as condições ambientais podem ocasionar injúrias nas plântulas, resultando em menor crescimento e desenvolvimento destas.

TABELA 15. Teste de Tukey para as médias de severidade (SEV), “damping-off” de pré e de pós-emergência (DPE), (DPO), comprimento de plântula (CP), massa da matéria seca (MS) e plântulas sadias (PS), e resumo da análise de variância para os efeitos principais e interações dos fatores disponibilidade hídrica no solo, formas de inoculação de *Rhizoctonia solani* e nível de vigor da semente, em relação ao experimento com sementes de milho em época quente, Jaboticabal, 2008.

FATORES	VARIÁVEIS									
	SEV	DPE	DPO	CP	MS	PS				
	%									
.....										
Disponibilidade hídrica (D)										
30 %	0,39 ¹ b	24,06 ²	0,37 ¹ b	22,18 ²	0,01 ¹ a	0,31 ²	19,48	102,21	1,04 ¹ a	66,25 ²
50 %	0,44 b	27,36	0,41 b	24,68	0,04 a	1,25	27,46	127,84	1,00 a	64,37
70 %	0,73 a	45,17	0,70 a	42,81	0,02 a	0,62	19,79	105,69	0,70 b	45,00
dms	0,10	0,10	0,049	2,15	12,68	0,12				
Formas de Inoculação (I)										
Testemunha (Semente)	0,17 b	8,33	0,17 b	8,33	0,00 a	0,00	25,18	116,53	1,26 a	84,58
Testemunha (Sorgo)	0,22 b	9,58	0,22 b	9,58	0,00 a	0,00	20,18	98,63	1,26 a	85,41
<i>Rhizoctonia</i> + Semente	0,83 a	53,32	0,78 a	49,58	0,04 a	1,25	24,60	127,75	0,62 b	36,66
<i>Rhizoctonia</i> + Sorgo	0,87 a	57,55	0,81 a	52,08	0,05 a	1,66	19,02	104,73	0,51 b	27,50
dms	0,13	0,13	0,062	2,73	16,09	0,15				
Nível de vigor da semente (V)										
Alto	0,46 b	27,55	0,43 b	24,79	0,026 a	0,83	25,82 a	125,34 a	0,98 a	63,33
Baixo	0,58 a	36,84	0,56 a	35,0	0,020 a	0,62	18,67 b	98,49 b	0,84 b	53,75
dms	0,07	0,07	0,033	1,46	8,62	0,08				
TESTE F										
Disponibilidade hídrica (D)	34,98 ^{**}	33,27 ^{**}	1,11 ^{NS}	50,60 ^{**}	13,77 ^{**}	25,88 ^{**}				
Formas de Inoculação (I)	113,25 ^{**}	92,56 ^{**}	2,68 ^{NS}	17,85 ^{**}	8,90 ^{**}	91,24 ^{**}				
Nível de Vigor (V)	10,62 ^{NS}	11,81 ^{NS}	0,16 ^{NS}	94,75 ^{**}	38,51 ^{**}	11,45 ^{NS}				
Interação D x I	1,03 ^{NS}	1,27 ^{NS}	1,11 ^{NS}	11,54 ^{**}	4,74 ^{**}	1,68 ^{NS}				
Interação D x V	1,68 ^{NS}	2,18 ^{NS}	1,11 ^{NS}	0,71 ^{NS}	14,55 ^{**}	0,02 ^{NS}				
Interação D x V	1,69 ^{NS}	1,96 ^{NS}	1,00 ^{NS}	3,03 ^{NS}	5,12 ^{**}	1,10 ^{NS}				
Interação D x I x V	1,13 ^{NS}	1,51 ^{NS}	0,68 ^{NS}	0,72 ^{NS}	5,46 ^{**}	0,62 ^{NS}				
Média	32,93	35,26	352,25	16,16	18,93	22,72				
CV	0,52	0,50	0,72	22,25	111,91	0,91				

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ²Dados originais em porcentagem; NS – não significativo (P>0,05) * - significativo (P<0,05) ** - significativo (P<0,01). Para cada fator, médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Ressalta-se aqui, a importância de se avaliar as variáveis comprimento de plântula e massa de matéria seca, e não somente uma delas, em experimentos visando comparações entre tratamentos com ou sem a presença de patógenos, pois, como já foi visto, um menor comprimento de plântula não implica necessariamente em um menor conteúdo de massa e vice-versa. Uma plântula pode sofrer um dano de origem patogênica ou não, mas aquelas sobreviventes podem ser capazes de retomar o crescimento, uma vez que esses danos não atinjam suas funções fisiológicas essenciais. Por outro lado, o desenvolvimento pode ficar comprometido, pois plântulas injuriadas ficam debilitadas e retêm uma menor quantidade de nutrientes em seus tecidos, proporcionando um menor conteúdo de massa seca. Além disso, o uso do teste de comprimento de plântula é muito eficiente na visualização de danos causados por *Rhizoctonia solani* nas plântulas de milho, onde se constatou um nanismo, ou seja, uma redução no crescimento.

Com relação ao nível de vigor da semente, as porcentagens de severidade, de “damping-off” de pré-emergência e de plântulas sadias apresentaram resultados desfavoráveis às sementes e plântulas de milho quando se utilizou sementes de baixo vigor, entretanto, para o “damping-off” de pós-emergência não houve diferença significativa.

Plântulas lesionadas e/ou tombadas pelo fungo podem ser, principalmente, do ponto de vista epidemiológico, um grande problema para as culturas subsequentes, pois podem servir de inóculo secundário. COOK (1977) relata que os restos de cultivo deixados na superfície ou parcialmente enterrados podem permitir a sobrevivência dos patógenos durante períodos adversos até a implantação de um novo cultivo. A sobrevivência desse fungo, como dito anteriormente, se dá na forma de escleródios ou hifas espessadas nas plantas, sendo que os escleródios são responsáveis, também, por esses focos secundários de infecção (WEBER, 1939; ONESIROSAN, 1975), ou podem permanecer no solo, servindo de inóculo primário para culturas subsequentes (CARDOSO, 1981). Assim, o patógeno pode sobreviver por mais de um ano na ausência do

hospedeiro, e é possível que ocorra, após o enterrio dos resíduos infectados, o contato entre as raízes das plantas e esse inóculo nas próximas safras; além disso, práticas culturais que envolvem movimentos freqüentes de solo podem acabar trazendo inóculo viável para a superfície do solo (PAULA JÚNIOR, 2002).

Na Tabela 16 estão os desdobramentos das interações significativas entre disponibilidade hídrica no solo e formas de inoculação referentes às médias obtidas para o comprimento de plântula e massa da matéria seca, com relação ao experimento com sementes de milho em época quente.

Para as duas variáveis analisadas, observou-se, na disponibilidade hídrica tida como ideal para fins de semeadura (50 %), que praticamente não houve diferenças significativas entre tratamentos com e sem inoculação do patógeno. Isso demonstra que condições favoráveis a uma rápida germinação e emergência como boa umidade e temperaturas (próximas ao ótimo da cultura) são importantes para assegurar bom desenvolvimento da plântula. Verificou-se, também, que a disponibilidade hídrica de 50 % foi a que proporcionou um maior comprimento de plântula para os tratamentos inoculados ou não por *Rhizoctonia solani* (embora não tenha diferido da disponibilidade de água de 30 % na testemunha do tratamento inoculado por semente e da saturação de 70 % na inoculação por semente).

Com relação ao conteúdo de matéria seca, observou-se que a presença do patógeno parece não ter sido o fator essencial capaz de reduzir o acúmulo de nutrientes, pois tanto testemunhas quanto inoculações mostraram efeitos semelhantes (diferenças não significativas), ou seja, que valores baixos de massa seca também foram encontrados na ausência do patógeno. Dentre as inoculações, somente a por sementes de sorgo proporcionou os menores conteúdos de matéria seca nas disponibilidades hídricas de 30 % e 70 %. Nesse caso, patógeno e condições hídricas, principalmente as que proporcionaram estresse, colaboraram isoladamente e/ou conjuntamente para um menor acúmulo de massa.

TABELA 16. Desdobramento da interação Disponibilidade hídrica x Forma de inoculação para as médias de comprimento de plântula e massa da matéria seca, em relação ao experimento com sementes de milho, com presença ou não de *Rhizoctonia solani* em época quente. Jaboticabal, 2008.

Disp. hídrica	Comprimento de plântula		Massa da matéria seca					
	cm		mg. Plântula ⁻¹					
	Formas de Inoculação							
	Test (Semente)		Test (Sorgo)		Rhiz + Semente		Rhiz + Sorgo	
30 %	24,93 A ab	20,1 B b	21,60 AB b	11,10 C c	90,95 B b	96,68 B a	131,97 A a	93,25 B b
50 %	28,30 A a	28,0 A a	26,60 A a	26,81 A a	137,51 A a	101,63 B a	133,17 A a	139,07 A a
70 %	22,20 AB b	12,4 C c	25,43 A ab	19,06 B b	121,14 A a	101,64 AB a	118,10 A a	81,87 B b
dms (l)			4,72				27,87	
dms (c)			4,30				25,36	

l- linha; c- coluna
Test- Testemunha; Rhiz- *Rhizoctonia solani*
Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

O desdobramento da interação significativa entre disponibilidade hídrica no solo e nível de vigor da semente, referente às médias obtidas para massa da matéria seca, com relação ao experimento com sementes de milho em época quente esta na Tabela 17.

TABELA 17. Desdobramento da interação Disponibilidade hídrica x Nível de vigor para as médias de massa da matéria seca, em relação ao experimento com sementes de milho, com presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em época quente, Jaboticabal, 2008.

Disponibilidade hídrica	Massa da matéria seca (mg. Plântula ⁻¹)	
	Nível de vigor da semente	
	Alto	Baixo
30 %	121,28 A b	83,14 B b
50 %	151,88 A a	103,81 B a
70 %	102,86 A c	108,52 A a
dms (linha)	14,93	
dms (coluna)	17,93	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Observou-se que, somente para as saturações de 30 % e 50 % houve diferenças significativas entre os dois níveis de vigor da semente, dentre esses, os maiores conteúdos de massa seca foram observados quando se empregou sementes de milho com alto vigor. Mesmo ao se utilizar sementes bem vigorosas, o emprego da condição de estresse hídrico por excesso de água (70 %) possibilitou um menor conteúdo de matéria seca quando comparado à aqueles obtidos com as demais disponibilidades hídricas.

Os desdobramentos das interações significativas entre formas de inoculação e nível de vigor da semente para as médias de comprimento de plântula e massa da matéria seca, referentes ao experimento com sementes de milho em época quente estão na Tabela 18.

Verificou-se que quase todos os tratamentos efetuados proporcionaram diferenças significativas entre os níveis de vigor (a exceção se observou na testemunha da inoculação via sementes de sorgo para o conteúdo de massa seca). Praticamente, as testemunhas não diferiram dos tratamentos inoculados,

exceto as diferenças observadas no comprimento de plântula entre as testemunhas, e também, entre os tratamentos inoculados, quando se usou sementes de milho com baixo vigor; e, no conteúdo de massa seca, para a testemunha da inoculação via sementes de sorgo, quando se utilizou sementes de milho com alto vigor.

É oportuno lembrar que a redução da população de plantas não é causada somente por “damping-off”. A má qualidade fisiológica da semente (vigor e viabilidade) pode levar, também, à redução no estande (OLIVEIRA, 2008).

TABELA 18. Desdobramento da interação Forma de inoculação x Nível de vigor para as médias de comprimento de plântula e massa da matéria seca, em relação ao experimento com sementes de milho, com presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em época quente. Jaboticabal, 2008.

Formas de inoculação	Comprimento de plântula		Massa da matéria seca	
	cm		mg. Plântula ⁻¹	
	Nível de vigor da semente			
	Alto	Baixo	Alto	Baixo
Testemunha(Semente)	28,8 A a	21,5 B a	134,54A a	98,52 B ab
Testemunha (Sorgo)	25,5 A ab	15,1 B b	97,44 A b	99,86 A ab
Rhizoctonia +Semente	26,5 A a	22,6 B a	145,19 A a	110,3 B a
Rhizoctonia+ Sorgo	22,6 A b	15,3 B b	124,18 A a	85,28 B b
dms (linha)	2,92		17,24	
dms (coluna)	3,86		22,79	

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

4.6 Efeito e interação da umidade do solo, *Rhizoctonia solani* e vigor da semente na ocorrência e severidade de “damping-off” e outros danos nas sementes e plântulas de feijoeiro cv. Carioca

Os resultados do teste de Tukey e do teste “F” obtido do experimento com sementes de feijão, em diferentes disponibilidades hídricas no solo e níveis de vigor da semente, com ou sem a inoculação de *Rhizoctonia solani* na própria semente e em sementes de sorgo esterilizadas, em época fria estão na Tabela 19.

TABELA 19. Teste de Tukey para as médias de severidade (SEV), “damping-off” de pré e de pós-emergência (DPE), (DPO), comprimento de plântula (CP), massa da matéria seca (MS) e plântulas sadias (PS), e resumo da análise de variância para os efeitos principais e interações dos fatores disponibilidade hídrica no solo, formas de inoculação de *Rhizoctonia solani* e nível de vigor da semente, em relação ao experimento com sementes de feijão em época fria. Jaboticabal, 2008.

FATORES	VARIABLES					
	SEV	DPE	DPO	CP	MS	PS
		%		cm	mg. Plântula ⁻¹	%
Disponibilidade hídrica (D)						
30 %	0,28 ¹	12,23 ²	0,00 ¹	11,21 ²	0,00 ²	1,10 ¹
50 %	0,56	34,01	0,48	26,25	0,11	4,68
70 %	0,67	41,02	0,64	38,75	0,10	3,12
dms	0,10	0,11	0,070	1,43	24,69	0,096
Formas de Inoculação (I)						
Testemunha (Semente)	0,21	8,21	0,20	7,50	0,026	0,83
Testemunha (Sorgo)	0,31	13,15	0,30	12,08	0,053	1,66
<i>Rhizoctonia</i> + Semente	0,72	44,75	0,64	39,16	0,099	3,33
<i>Rhizoctonia</i> + Sorgo	0,79	50,47	0,70	42,91	0,108	4,58
dms	0,13	0,14	0,089	1,81	31,33	0,12
Nível de vigor da semente (V)						
Alto	0,38	20,83	0,34 b	17,91	0,043 b	1,45
Baixo	0,63	37,46	0,58 a	32,91	0,101 a	3,75
dms	0,073	0,076	0,0482	0,97	16,79	0,0656
	TESTE F					
Disponibilidade Hídrica (D)	39,79 ^{**}	31,22 ^{**}	9,09 ^{NS}	8,81 ^{**}	7,19 ^{**}	34,82 ^{**}
Formas de Inoculação (I)	62,45 ^{**}	42,18 ^{**}	2,58 ^{NS}	4,68 [*]	24,59 ^{**}	70,81 ^{**}
Nível de Vigor (V)	48,58 ^{**}	38,44 ^{**}	5,80 [*]	47,21 ^{**}	21,85 ^{**}	69,77 ^{**}
Interação D x I	10,77 ^{NS}	9,21 ^{**}	5,18 [*]	1,50 ^{NS}	3,09 ^{**}	26,06 ^{**}
Interação D x V	1,89 ^{NS}	0,65 ^{NS}	2,72 ^{NS}	1,54 ^{NS}	2,79 ^{NS}	4,21 [*]
Interação I x V	3,71 [*]	1,68 ^{NS}	2,10 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,40 ^{NS}	8,58 ^{**}
Interação D x I x V	2,33 [*]	2,37 ^{**}	1,07 ^{NS}	0,80 ^{NS}	1,00 ^{NS}	2,36 [*]
CV	35,08	40,61	163,78	24,87	33,92	17,37
Média Geral	0,51	0,46	0,072	9,63	121,65	0,92
Dados transformados para arc sen (x/100) ^{1/2} ; ² Dados originais em porcentagem; ^{NS} – não significativo (P>0,05) * - significativo (P<0,05) ** - significativo (P<0,01). Para cada fator, médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).						

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ²Dados originais em porcentagem; ^{NS} – não significativo (P>0,05) * - significativo (P<0,05) ** - significativo (P<0,01). Para cada fator, médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Observou-se que houve interação significativa entre disponibilidade hídrica no solo e formas de inoculação para quase todas as variáveis, enquanto que a interação significativa entre disponibilidade hídrica e nível de vigor da semente só ocorreu para a porcentagem de plântulas saudas. Já a interação significativa entre as formas de inoculação e o nível de vigor da semente ocorreu, também, para a porcentagem de plântulas saudas e para a severidade.

O efeito principal do nível de vigor para o “damping-off” de pré e pós-emergência, comprimento de plântula e massa da matéria seca mostra que o uso de sementes de baixo vigor proporcionou os resultados mais desfavoráveis as sementes e plântulas de feijoeiro, ou seja, maiores porcentagens de “damping-off” de pré e pós-emergência, menor valor de comprimento de plântula e menor conteúdo de massa seca.

COSTA (2002) afirma que, sob baixas temperaturas, sementes de algodoeiro exsudam maior quantidade de açúcares e aminoácidos, o que é bastante favorável ao patógeno, além disso, essas condições também mantêm a planta num estágio suscetível por um período maior, atrasando a germinação ou tornando mais lento seu desenvolvimento. PAPAIVAS et al. (1975) observaram que as baixas temperaturas limitaram o crescimento de *Rhizoctonia* spp. no solo e que a resposta à temperatura foi diferenciada e dependeu do local do estudo. Segundo esses, as variações na temperatura do solo, provavelmente, afetaram a sobrevivência e, principalmente, o crescimento do fungo.

Os desdobramentos das interações significativas entre disponibilidade hídrica no solo e formas de inoculação para as médias de severidade, “damping-off” de pré e de pós-emergência, massa da matéria seca e plântulas saudas, referentes ao experimento com sementes de feijão em época fria estão na Tabela 20.

Para a severidade, observou-se que, na disponibilidade hídrica de 50 %, os tratamentos inoculados diferiram significativamente das testemunhas apresentando os primeiros as maiores porcentagens de severidade. Na disponibilidade de água de 30 %, apenas o tratamento inoculado por semente

diferiu estatisticamente das testemunhas. Verificou-se, em ambos os tratamentos, infestados, que a saturação de 30 % possibilitou menores médias de severidade, provavelmente devido à condição de déficit hídrico não ter sido muito favorável à atividade do fungo.

Com relação à porcentagem de “damping-off” de pré-emergência, verificou-se que o comportamento dos tratamentos inoculados nas disponibilidades hídricas de 50 % e 70 % foi superior ao das testemunhas, pelo fato desses apresentarem maiores porcentagens do referido sintoma. Uma maior ocorrência desse foi proporcionada pelo tratamento inoculado por sementes de sorgo, na disponibilidade hídrica de 70 %, ao se constatar, maiores valores, diferindo da inoculação por semente e das testemunhas. Os tratamentos inoculados na disponibilidade de água de 30 % proporcionaram as menores porcentagens desse sintoma, correspondendo ao que foi visto no índice de doença (severidade) para a mesma saturação e tratamentos.

Verificou-se, na porcentagem de “damping-off” de pós-emergência, que somente na disponibilidade hídrica de 30 % não houve o sintoma nos tratamentos inoculados, entretanto, não diferindo da saturação de 70 %.

Quanto ao conteúdo de matéria seca, foi observado que, ao contrário das testemunhas, os tratamentos inoculados proporcionaram as menores quantidades de massa seca quando se empregou a disponibilidade de água de 50 %, sendo que na saturação de 70 % somente a inoculação por sementes de sorgo proporcionou um baixo conteúdo de massa.

Para a porcentagem de plântulas sadias, observou-se, em geral, que tratamentos inoculados proporcionaram menores porcentagens de plantas sadias comparado às testemunhas, embora não tenha tido diferença entre o tratamento inoculado via sementes de sorgo e a testemunha da inoculação por semente do hospedeiro na saturação de 30 %. Foram observadas menores porcentagens de plântulas sadias nos tratamentos inoculados, principalmente nas disponibilidades hídricas de 50 % e 70 %.

Na Tabela 21 se encontram os dados referentes ao desdobramento da interação significativa entre disponibilidade hídrica no solo e nível de vigor da semente para as médias de plântulas saudáveis, referentes ao experimento com sementes de feijão em época fria.

TABELA 21. Desdobramento da interação Disponibilidade hídrica x Nível de vigor para as médias de plântulas saudáveis, em relação ao experimento com sementes de feijão, com presença ou não de *Rhizoctonia solani*, em época fria. Jaboticabal, 2008.

Disponibilidade hídrica	Plântulas saudáveis (%)			
	Nível de vigor da semente			
	Alto		Baixo	
30 %	1,17 ¹ A a	80,0 ²	1,02 ¹ B a	71,2 ²
50 %	1,10 A a	71,8	0,72 B b	48,7
70 %	0,91 A a	61,8	0,61 B b	40,0
dms (linha)	0,11			
dms (coluna)	0,11			

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ²Dados originais em porcentagem; Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Observou-se, em todas as disponibilidades hídricas, que houve diferença entre os dois níveis de qualidade fisiológica, sendo que o emprego de sementes de alto vigor foi o que proporcionou os maiores porcentagens de plântulas saudáveis. Esse dado nos reflete a superioridade das sementes de alto vigor em relação às de baixo vigor, pois uma semente com alta qualidade fisiológica tem maior probabilidade de originar uma plântula normal e saudável, portanto, mais resistente a infecções patogênicas do que uma semente comprometida fisiologicamente, a qual provavelmente originará uma plântula fraca, muitas vezes anormal, capaz de não suportar tal doença.

Conforme ZAMBOLIM (2005) e MENTEN et al. (2006) a baixa qualidade das sementes representa uma das principais causas da diminuição da produtividade em lavouras de feijão no Brasil, sobretudo com relação ao baixo vigor, e, principalmente, pela presença de patógenos associados a elas.

Verificou-se, nas disponibilidades hídricas de 50 % e 70 % que quando se utilizou sementes de baixo vigor ocorreram as menores porcentagens de plântulas saudáveis. Infere-se nesse caso que uma condição biótica (baixo vigor) e ambiental

(solo úmido e temperaturas baixas), responderam conjuntamente, certamente, nos casos onde houve a presença do fungo, para uma menor porcentagem de plântulas sobreviventes sadias.

A ocorrência de interação significativa entre dois fatores, em que as formas de inoculação, ou seja, a presença de *Rhizoctonia solani* não seja um deles para a variável plântulas sadias, mostra que essa não é uma variável exclusivamente dependente de um patógeno. Isso pode ser explicado pelas definições de doenças de plantas, nas quais a doença pode ser ocasionada por um agente causal ou biótico (fungos, bactérias, nematóides, etc) ou por agentes abióticos (nutrição, extremos de temperatura, estresse hídrico, etc). Então, em uma análise de plântulas sadias, deve-se levar em consideração isso.

Na Tabela 22, estão os resultados referentes aos desdobramentos das interações significativas entre formas de inoculação e nível de vigor da semente para as médias de severidade e de plântulas sadias, em relação ao experimento com sementes de feijão em época fria.

Observou-se, tanto para a porcentagem de severidade quanto para a de plântulas sadias, que em todos os tratamentos (testemunhas e inoculações) houve diferença significativa entre os níveis de vigor da semente. Foi possível observar que os maiores índices de doença (severidade), e conseqüentemente, menores porcentagens de plântulas sadias foram verificados quando se utilizaram sementes de baixo vigor. Verificou-se, também, em ambos os níveis de vigor, que os tratamentos que empregaram o fungo proporcionaram, como esperado, maior severidade comparado às testemunhas. Isto também ocorreu quanto ao uso das sementes de baixo vigor, pois sementes fisiologicamente comprometidas têm maior probabilidade de atraso na germinação e emergência, e esse atraso é bastante favorável à maior predisposição ao patógeno. Observou-se, ainda, que a inoculação por sementes de sorgo proporcionou uma maior severidade quando foram utilizadas sementes de baixo vigor.

Quanto à porcentagem de plântulas sadias, verificou-se, também, para ambos os níveis de vigor que os tratamentos inoculados apresentaram as

menores porcentagens de plântulas saudas, com destaque, mais uma vez, para a inoculação direta no solo através de sementes de sorgo esterilizadas.

TABELA 22. Desdobramento da interação Forma de inoculação x Nível de vigor para as médias de severidade e plântulas saudas em relação ao experimento com sementes de feijão, com presença ou não de *Rhizoctonia solani* em época fria. Jaboticabal, 2008.

Formas de Inoculação	Severidade				Plântulas saudas			
	%							
	Nível de vigor da semente							
	Alto		Baixo		Alto		Baixo	
Test (Semente)	0,12 ¹ B b	4,88 ²	0,29 ¹ A c	11,54 ²	1,30 ¹ A a	89,16 ²	1,13 ¹ B a	80,00 ²
Test (Sorgo)	0,22 B b	8,21	0,41 A c	18,09	1,18 A a	82,5	1,03 B a	71,66
Rhiz + Semente	0,62 B a	34,99	0,81 A b	54,52	0,83 A b	55,0	0,61 B b	34,16
Rhiz+ Sorgo	0,56 B a	35,23	1,02 A a	65,71	0,94 A b	58,83	0,38 B c	27,50
dms (linha)	0,14				0,13			
dms (coluna)	0,19				0,17			

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ²Dados originais em porcentagem;

Test- Testemunha; Rhiz- *Rhizoctonia solani*

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

LONGA (2002), visando à comprovação da patogenicidade de *Rhizoctonia solani* em boa-noite (*Catharanthus roseus* G. DON.), também, fez a aplicação do inóculo em sementes e diretamente no solo, em condições de casa-de-vegetação. A autora verificou, em todos os tratamentos, que as sementes infectadas apresentaram-se revestidas pelo micélio do patógeno e com inibição da germinação, e que, quando essas emitiam a radícula, ocorriam necroses e posterior apodrecimento. Nesse trabalho, foi verificado que três dos isolados estudados de *R. solani*, quando adicionados ao solo, permitiram uma menor porcentagem de plântulas sobreviventes e que o fungo ocasionou problemas na pós-emergência.

Na Tabela 23 estão os resultados referentes ao teste de Tukey e teste “F” do experimento com sementes de feijão, em diferentes disponibilidades hídricas no solo e níveis de vigor da semente, com ou sem a inoculação de *R. solani* na própria semente e em sementes de sorgo esterilizadas em época quente.

TABELA 23. Teste de Tukey para as médias de severidade (SEV), "damping-off" de pré e de pós-emergência (DPE), (DPO), comprimento de plântula (CP), massa da matéria seca (MS) e plântulas sadias (PS), e resumo da análise de variância para os efeitos principais e interações dos fatores disponibilidade hídrica no solo, formas de inoculação de *Rhizoctonia solani* e nível de vigor da semente, em relação ao experimento com sementes de feijão em época quente. Jaboticabal, 2008.

FATORES	VARIÁVEIS					
	SEV	DPE	DPO	CP	MS	PS
		%		cm	mg. Plântula ⁻¹	%
Disponibilidade hídrica (D)						
30 %	0,59 ¹	0,42 ¹	0,15 ¹	7,81 ²	120,89	0,68 ¹
50 %	0,69	0,56	0,15	5,93	158,72	0,72
70 %	0,82	0,77	0,11	4,06	102,17	0,62
dms	0,083	0,086	0,05	1,57	24,60	0,112
Formas de Inoculação (I)						
Testemunha (Semente)	0,30	0,29	0,013	0,41	139,36	1,11
Testemunha (Sorgo)	0,27	0,27	0,013	0,41	134,20	1,10
<i>Rhizoctonia</i> + Semente	1,03	0,80	0,33	14,58	141,72	0,38
<i>Rhizoctonia</i> + Sorgo	1,20	0,98	0,20	8,33	92,76	0,11
dms	0,10	0,11	0,66	1,99	31,21	0,14
Nível de vigor da semente (V)						
Alto	0,49	0,33	0,15	6,04	174,74	0,83 a
Baixo	0,91	0,84	0,12	5,83	79,77	0,52 b
dms	0,056	0,059	0,035	1,07	16,73	0,076
TESTE F						
Disponibilidade hídrica (D)	21,79 ^{**}	48,22 ^{**}	2,55 ^{NS}	5,43 [*]	1,57 ^{**}	2,37 ^{NS}
Formas de Inoculação (I)	287,99 ^{**}	148,58 ^{**}	76,22 ^{**}	31,52 ^{**}	7,69 ^{**}	177,25 ^{**}
Nível de Vigor (V)	211,16 ^{**}	287,19 ^{**}	2,86 ^{NS}	210,36 ^{**}	128,03 ^{**}	64,06 ^{**}
Interação D x I	6,12 ^{**}	13,58 ^{**}	7,13 ^{**}	5,69 ^{**}	5,88 ^{**}	3,71 ^{NS}
Interação D x V	6,61 ^{**}	12,86 ^{**}	3,35 [*]	0,19 ^{NS}	2,32 ^{NS}	0,75 ^{NS}
Interação D x V	11,42 [*]	48,54 ^{**}	59,12 ^{**}	4,09 ^{**}	9,02 ^{**}	1,21 ^{NS}
Interação D x I x V	2,81 [*]	3,00 [*]	4,85 ^{**}	3,85 ^{**}	1,51 ^{NS}	2,31 [*]
Média	19,85	24,63	62,00	26,23	32,30	27,63
CV	0,70	0,58	0,14	10,02	127,26	0,67

*Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ² Dados originais em porcentagem; ^{NS} - não significativo (P>0,05) * - significativo (P<0,05) ** - significativo (P<0,01). Para cada fator, médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Verificou-se, que houve, praticamente, para todas as variáveis, interações significativas possíveis entre os fatores. Somente para o nível de vigor houve o efeito independente deste fator quanto à porcentagem de plântulas sadias.

Essas interações significativas dos fatores, para todas as variáveis analisadas, demonstra a ação conjunta de *R. solani*, vigor da semente (fatores bióticos), temperaturas elevadas e diferentes disponibilidades hídricas no solo (fatores abióticos), cujo efeito pôde ser demonstrado através de sintomas (necroses, anelamentos, descolorações, tombamentos, “damping-off” de pré-emergência destacando-se a podridão de sementes que foi bastante incidente em sementes de feijão), e de reflexos negativos na fisiologia das plântulas representada pelos decréscimos no comprimento de plântula e massa da matéria seca. Nessas últimas variáveis, o fator patogênico isoladamente é dispensável, isso devido ao efeito substancial das condições do ambiente e da qualidade da semente. Segundo MACHADO (1988), a ação de patógenos de solo no estabelecimento do estande e no desenvolvimento das plantas, depende grandemente da duração das condições climáticas adversas e da permanência de outros fatores que afetam o vigor, a emergência e o crescimento das plântulas.

Na Tabela 24 são mostrados os dados referentes aos desdobramentos das interações significativas entre disponibilidade hídrica no solo e formas de inoculação para as médias de todas as variáveis estudadas, referentes ao experimento com sementes de feijão em época quente.

Verificou-se que a interação entre disponibilidade hídrica e formas de inoculação influenciou todas as variáveis aqui estudadas. Isso mostra a relação que ambos os fatores têm, principalmente, no que diz respeito à doença, pois o patógeno e o ambiente são componentes do processo doença, cujos hospedeiros foram as sementes e plântulas de feijoeiro. Com respeito às variáveis, essa interação foi encontrada tanto naquelas essencialmente dependentes do patógeno (severidade e “damping-off” de pré e pós-emergência), como naquelas dependentes do ambiente, do hospedeiro e também dos fitopatógenos.

TABELA 24. Desdobramento da interação Disponibilidade hídrica x Forma de inoculação para as médias de severidade, “damping-off” de pré e de pós-emergência, comprimento de plântula, massa da matéria seca e plântulas sadias, em relação ao experimento com sementes de feijão, com presença ou não de *Rhizoctonia solani* em época quente. Jaboticabal, 2008.

Severidade		“Damping-off” de pré-emergência									
Disp. hídrica		%.....									
		Formas de Inoculação									
		Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Sem	Rhiz + Sorgo	Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo		
30 %		0,25 ¹ C a	10,0 ² 0,21 ¹ C a	8,75 ² 0,77 ¹ B c	50,3 ² 1,13 ¹ A a	73,0 ² 0,25 ¹ B C a	10,0 ² 0,21 ¹ C a	8,75 ² 0,43 ¹ B c	23,7 ² 0,78 ¹ A c	50,0 ²	
50 %		0,28 C a	12,5 0,32 C a	13,75 0,97 B b	67,4 1,18 A a	75,5 0,28 C a	12,5 0,32 C a	13,7 0,64 B b	41,2 0,96 A b	56,2	
70 %		0,35 B a	14,1 0,29 B a	13,03 1,35 A a	90,5 1,29 A a	86,2 0,33 B a	12,5 0,28 B a	12,5 1,27 A a	86,2 1,21 A a	78,7	
dms (l)				0,18				0,19			
dms (c)				0,16				0,17			
Disp. hídrica		%.....									
		“Damping-off” de pós-emergência									
		%.....									
		Formas de Inoculação									
		Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo	Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo		
30 %		0,00 ¹ C a	0,00 ² 0,00 ¹ C a	0,00 ² 0,42 ¹ A a	22,5 ² 0,21 ¹ B a	7,5 ² 14,1 A a	10,5 B a	11,81 AB a	5,93 C a		
50 %		0,00 C a	0,00 C a	0,00 0,41 A a	16,25 0,19 B a	8,75 12,3 A a	10,5 A a	13,18 A a	6,68 B a		
70 %		0,04 B a	1,25 0,04 B a	1,25 0,16 A b	5,00 0,21 A a	8,75 12,1 A a	12,5 A a	5,65 B b	4,81 B a		
dms (l)				0,11				3,45			
dms (c)				0,10				3,14			
Disp. hídrica		%.....									
		Plântulas sadias									
		%.....									
		Formas de Inoculação									
		Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo	Test (Semente)	Test (Sorgo)	Rhiz + Semente	Rhiz + Sorgo		
30 %		114,09 A b	105,64 A b	157,42 A a	106,43 A a	1,03 ¹ A b	72,5 ² 1,04 ¹ A a	73,7 ² 0,58 ¹ B a	35,0 ² 0,08 ¹ C a	5,00 ²	
50 %		165,96 A a	156,76 AB a	205,93 A a	106,22 B a	1,26 A a	86,2 1,12 A a	77,4 0,36 B ab	15,0 0,13 B a	6,25	
70 %		138,04 A ab	140,20 A ab	64,82 B b	65,62 B a	1,02 A b	70,0 1,14 A a	77,5 0,20 B b	10,0 0,11 B a	5,00	
dms (l)				54,07				0,24			
dms (c)				49,19				0,22			

¹Dados transformados para arc sen (x/100)^{1/2}; ² Dados originais em porcentagem;

l- linha; c- coluna

Test- Testemunha; Rhiz- *Rhizoctonia solani*

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para a severidade, verificou-se que os tratamentos que empregaram a inoculação (ambas as formas) proporcionaram as maiores médias do referida variável quando comparado aos valores das testemunhas. Dentre os tratamentos inoculados, observou-se que a por sementes de sorgo foi a que proporcionou maior severidade, não diferindo, entretanto, da inoculação por semente do hospedeiro, na disponibilidade hídrica de 70 %. Ainda para a forma de inoculação por sementes de sorgo, foi possível observar que não houve diferença significativa entre as três disponibilidades de água, enquanto que na inoculação por semente, a saturação de 30 % foi a que possibilitou menor severidade dentre as duas formas de inoculação. Percebeu-se, nesse desdobramento, que a umidade do solo, pareceu ter influenciado no potencial do inóculo da semente, pois quanto maior foi a disponibilidade de água no solo maiores foram os índices de doença (severidade), quando o inóculo estava presente na semente de feijão.

Na porcentagem de “damping-off” de pré-emergência, observou-se que a inoculação via sementes de sorgo foi muito eficiente na ocorrência desse sintoma nas sementes e plântulas de feijão em época quente (maior valor), mas somente nas disponibilidades de água de 30 % e 50 % se observou diferença significativa desse em relação à inoculação por semente de feijão. Para ambas as formas de aplicação do inóculo, a disponibilidade hídrica que proporcionou menor porcentagem de “damping-off” de pré-emergência foi a de 30 %, verificando-se, novamente, que um déficit hídrico pareceu não ter sido muito favorável à ação do fungo.

Com relação à porcentagem de “damping-off” de pós-emergência, verificou-se uma situação inversa ao que foi visto com a inoculação por semente na porcentagem de “damping-off” de pré-emergência. Nas disponibilidades hídricas de 30 % e 50 %, foi a inoculação por semente que proporcionou um maior tombamento de plântulas e não a por sementes de sorgo. Esse fato parece demonstrar o sucesso na infecção da plântula via semente e que as condições de umidade do solo e temperatura colaboraram para essa doença. Porém, ambos os tratamentos inoculados diferiram significativamente das testemunhas e não houve

diferenças entre esses na disponibilidade de água de 70 %. Considerando somente os tratamentos inoculados, verificou-se que, na saturação de 70 % e com a inoculação por semente, ocorreu uma menor porcentagem de “damping-off” de pós-emergência, talvez pelo excesso de umidade no solo que poderia ter reduzido o estabelecimento e potencial do inóculo, quando da infecção nos tecidos tenros da plântula, ou mesmo porque *Rhizoctonia solani* não tolera ambientes muito úmidos ou encharcados, não havendo, portanto, uma alta infecção, o que corrobora com BATEMAN (1961) ao afirmar que, em altos níveis de umidade do solo, a infecção pelo fungo pode ser reduzida. Suas observações foram realizadas em várias culturas e demonstraram que o aumento da umidade do solo de 30 % para 70-80 % da capacidade de campo, pouco aumentou a infecção. Todavia, o tombamento ocorre normalmente associado ao excesso de umidade do solo (MIZUBUTTI & BROMMONSCHENKEL, 1996), o que concorda com LEWIS & PAPAIVIZAS (1977), que obtiveram resultados contrários ao primeiro pesquisador. Segundo esses últimos autores, a alta umidade (acima de 70 % da capacidade de campo) favoreceu a infecção de *R. solani* em soja. FENILLE & SOUZA (1999), em experimento com feijão, observaram que um tratamento (sem fonte de matéria orgânica) mantida em solo seco até o momento da semeadura (com irrigações periódicas após o semeio) condicionou maior porcentagem de tombamento em relação ao tratamento mantido em solo úmido antes da semeadura. Segundo os autores, isso provavelmente aconteceu porque, em condições de menor umidade, a atividade de *R. solani* no solo foi maior. Na inoculação por sementes de sorgo, entretanto, não foi possível inferir o mesmo, pois não houve diferenças significativas entre as três disponibilidades hídricas.

Quanto ao comprimento de plântula, observou-se, para as três disponibilidades hídricas, que a inoculação via sementes de sorgo proporcionou os menores valores de comprimento de plântula (embora não tenha diferido da inoculação por semente na disponibilidade hídrica de 70 %), diferindo significativamente das duas testemunhas. Na inoculação por semente de feijão, foi verificado um menor comprimento de plântula na saturação de 70 %.

Para o conteúdo de matéria seca, se verificou que apenas na disponibilidade hídrica de 70 % ocorreram diferenças significativas entre testemunhas e tratamentos inoculados, enquanto que, nas demais saturações, tratamentos infestados não diferiram de suas respectivas testemunhas. Nesse último caso, verifica-se que o patógeno, provavelmente, não foi o fator preponderante ou mais importante para a redução de massa, discordando, também, da lógica que infere que um maior comprimento de plântula implica em um maior conteúdo de massa, pois foram observados, aqui, bons comprimentos de plântulas nas testemunhas, entretanto, muitas dessas apresentaram conteúdos de matéria seca estatisticamente semelhantes aos dos tratamentos inoculados.

Mesmo sem presença de patógenos e com objetivos diferentes, VANZOLINI et al. (2007), em observações com o teste de comprimento de plântulas, verificaram que um lote de menor qualidade fisiológica (menor comprimento de plântula) apresentava plântulas com maior taxa de massa de matéria seca. Foram poucas as diferenças significativas entre disponibilidades hídricas para essa variável, ressaltando a observada no tratamento inoculado por semente do hospedeiro, aonde a saturação de 70 % proporcionou um menor conteúdo de massa seca, concordando com o que foi visto com esses mesmos parâmetros no comprimento de plântula. Nesse caso, a lógica que infere que um menor comprimento de plântula está intimamente relacionado ao um menor conteúdo de matéria seca foi verdadeira.

Para a porcentagem de plântulas sadias, verificou-se que os tratamentos inoculados diferiram significativamente das testemunhas sendo encontrados nesses primeiros as menores porcentagens de plântulas sadias. Apenas na disponibilidade hídrica de 30 % foi possível observar uma diferença entre inoculação por semente e inoculação por sementes de sorgo, sendo que nessa última o patógeno implicou em menor porcentual de plântulas sadias (Tabela 24).

Segundo DIMOND & HORSFALL (1965), quanto mais próximo da semente, mais severa a infecção. Sementes na fase de germinação absorvem maior quantidade de água e seus tecidos ficam tenros, liberando nutrientes que

estimulam os microrganismos da rizosfera. Nesta circunstância, há uma maior probabilidade de penetração e colonização do patógeno, ocasionando a podridão da semente (VALE et al., 2001).

Os dados referentes aos desdobramentos das interações significativas entre disponibilidade hídrica no solo e nível de vigor da semente para as porcentagens de severidade, “damping-off” de pré e de pós-emergência, referentes ao experimento com sementes de feijão em época quente estão na Tabela 25.

Observou-se, nesse desdobramento, que nas duas primeiras variáveis os tratamentos que empregaram sementes de baixo vigor diferiram significativamente daqueles que empregaram sementes de alto vigor. O baixo vigor possibilitou, em maior ocorrência e intensidade, esses sintomas às sementes e plântulas de feijoeiro em época quente, pois proporcionaram maiores porcentagens de severidade e de “damping-off” de pré-emergência. Nessas variáveis, também foi possível constatar que o uso de sementes de alto vigor na disponibilidade hídrica de 30 % proporcionou os menores valores. Nesse caso, é possível inferir que a boa qualidade fisiológica da semente aliada à baixa ou ausente atividade do patógeno, a qual foi muito provavelmente determinada pelo déficit hídrico, foram muito importantes para uma não predisposição às infecções.

CASA & REIS (2004), em sementes de soja, também observaram a ocorrência de danos às sementes e plântulas por patógenos, e que esses se agravaram, ainda mais, com a utilização de sementes de baixo vigor. Segundo os autores, outra causa do estresse pode ter sido a ocorrência de períodos prolongados com deficiência hídrica logo após a semeadura, ao contrário do que foi visto aqui, pois a saturação de 30 %, não prejudicou, nesse caso, o hospedeiro, e certamente sim à atividade do patógeno.

Quanto a porcentagem de “damping-off” de pós-emergência, observou-se que somente na disponibilidade de água de 50 % houve diferença significativa entre os níveis de vigor da semente, sendo que não houve diferença estatística entre as disponibilidades hídricas para ambos os níveis de vigor.

Os desdobramentos das interações significativas entre formas de inoculação e nível de vigor da semente para as médias de severidade, “damping-off” de pré e de pós-emergência, comprimento de plântula e massa da matéria seca, referentes ao experimento com sementes de feijão em época quente, estão na Tabela 26.

Verificou-se, tanto para a severidade quanto para o “damping-off” de pré-emergência, que houve diferença significativa entre os níveis de vigor da semente para todos os tratamentos (inoculados ou não). Para os dois níveis de vigor, os tratamentos inoculados proporcionaram maiores valores de severidade e de “damping-off” de pré-emergência comparados aos das testemunhas. Assim como na época fria, a inoculação via sementes de sorgo e o uso de sementes de feijão com baixo vigor proporcionaram as maiores porcentagens de severidade e de “damping-off” de pré-emergência em época quente. Isso remete, novamente, à hipótese de uma ação conjunta entre o patógeno que provavelmente obteve sucesso em seu estabelecimento e atividade no solo pela falta de competição (solo previamente estéril) e a predisposição de uma semente fisiologicamente comprometida (baixo vigor) para a ocorrência desses sintomas nas mesmas e nas plântulas.

Segundo MIRANDA et al. (2007), em condições de solo esterilizado e infestado artificialmente, o fungo *Rhizoctonia solani* encontra ambiente sem competidores, favorável para o desenvolvimento e o incremento populacional. Esses autores também observaram a ocorrência da doença em sementes de feijoeiro. Assim, se não houvesse a esterilização, a ação do solo deveria ser considerada como um todo, pois as características químicas, físicas e biológicas estão interligadas, influenciando-se mutuamente.

TABELA 26. Desdobramento da interação Forma de inoculação x Nível de vigor para as médias de severidade, "damping-off" de pré e de pós-emergência, comprimento de plântula e massa da matéria seca, em relação ao experimento com sementes de feijão, com presença ou não de *Rhizoctonia solani* em época quente. Jaboticabal, 2008.

Formas de Inoculação	Severidade		%		"Damping-off" de pré-emergência	
	Alto	Baixo	Nível de vigor da semente		Alto	Baixo
Test (Semente)	0,13 ¹ B b	4,40 ²	0,46 ¹ A c	20,11 ²	0,13 ¹ B c	4,16 ²
Test (Sorgo)	0,08 B b	2,61	0,47 A c	21,07	0,08 B c	2,50
Rhiz + Semente	0,90 B a	57,49	1,16 A b	81,54	0,70 B a	42,50
Rhiz+ Sorgo	0,85 B a	57,01	1,55 A a	99,52	0,43 B b	24,16
dms (linha)			0,113			0,118
dms (coluna)			0,1502			0,1560
Formas De Inoculação	"Damping-off" de pós-emergência		Comprimento de plântula		Massa da matéria seca	
	Alto	Baixo	cm		mg. Plântula ⁻¹	
Test (Semente)	0,00 ¹ A c	0,02 ¹ A b	0,83 ²	16,95 A a	Alto	Baixo
Test (Sorgo)	0,00 A c	0,02 A b	0,83	14,53 A ab	8,79 B a	100,71B a
Rhiz + Semente	0,21 B b	0,45 A a	21,66	13,00 A bc	7,79 B a	87,80 B a
Rhiz+ Sorgo	0,41 A a	0,00 B b	0,00	11,12 A c	7,43 B a	120,08 B a
dms (linha)	0,071			2,14	0,50 B b	10,50 B b
dms (coluna)	0,094			2,82		33,46
						44,14

¹Dados transformados para arc sen $(x/100)^{1/2}$; ² Dados originais em porcentagem;

Test- Testemunha; Rhiz- *Rhizoctonia solani*

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Com relação à porcentagem de “damping-off” de pós-emergência, percebeu-se que nos tratamentos inoculados houve diferença significativa entre os dois níveis de vigor da semente, mas com uma relação inversa, pois, no tratamento com inoculação via sementes de sorgo, houve um maior “damping-off” de pós-emergência quando se utilizou sementes de alto vigor, enquanto que, para o mesmo tratamento, esse percentual foi ausente quando se empregou sementes de baixo vigor. Talvez, porque o inóculo contido nas sementes de sorgo não tenha se estabelecido no solo e infectado as sementes e/ou plântulas menos vigorosas.

No tocante às formas de inoculação, OLIVEIRA et al. (2008), em experimento com sementes de cenoura, visando ajustar uma concentração de inóculo de *Rhizoctonia solani* em substratos para o estudo de “damping-off” nessa cultura, observaram que no inóculo adicionado às sementes também resultou em uma porcentagem de plântulas tombadas (“damping-off” de pós-emergência) comparado ao inóculo adicionado ao solo em diferentes concentrações.

Quanto ao comprimento de plântula e ao conteúdo de matéria seca (Tabela 26), verificou-se, em todos os tratamentos com presença ou não de *Rhizoctonia solani*, que houve diferenças significativas entre os níveis de vigor da semente, e que aquelas com vigor alto proporcionaram maiores valores de comprimento de plântula e de conteúdo da matéria seca comparado àquelas com baixo vigor. Para o comprimento de plântula, em ambos os níveis de vigor, a inoculação via sementes de sorgo refletiu em menores comprimentos de plântula. No conteúdo de massa seca, somente no tratamento inoculado por sementes de sorgo foi que se verificaram diferenças significativas entre os níveis de vigor, sendo que dentre esses o baixo vigor foi responsável pelo menor conteúdo de massa seca observado. Nessas duas últimas variáveis compreende-se, mais uma vez, o papel que a qualidade fisiológica da semente tem na semeadura, pois, uma vez presente o patógeno no solo e/ou na semente, um simples atraso na germinação e emergência (devido não apenas à fisiologia da semente, mas também às condições abióticas) será suficiente para a ação infecciosa, e por fim, danosa às mesmas e às plântulas sobreviventes, cujos efeitos podem ser visíveis

através de necroses, anelamentos, deformações e nanismo, que conseqüentemente, reduzirão o número de plântulas sadias, o crescimento inicial dessas e o acúmulo de nutrientes (massa), refletindo, dessa forma, no desenvolvimento da planta.

Como foi visto, fatores bióticos (fisiologia da semente) e abióticos (temperatura e disponibilidade hídrica no solo) podem ser responsáveis em conjunto com *Rhizoctonia solani* para a incidência de “damping-off”, ou isoladamente (com e sem a presença do patógeno) para a ocorrência de danos nas sementes e plântulas das espécies estudadas. Segundo MENTEN (1995), a quantidade de inóculo, microrganismos do solo e da própria semente, fatores físicos do solo, condições climáticas e o tempo de sobrevivência do patógeno são os fatores que influenciam na transmissão, e que, a associação patógeno-semente indica um meio potencial de transmissão e possível estabelecimento da doença no campo, matando a semente antes ou depois que ela inicie a germinação pela ação de enzimas e toxinas como já observadas.

São verificadas diferenças entre o milho e o feijoeiro no que diz respeito à probabilidade do “damping-off” quanto aos sintomas em pré ou pós-emergência. Essas diferenças podem estar intimamente relacionadas aos tipos de germinação (hipogeal e epigeal, respectivamente). No caso da germinação epígea, quando a parte aérea é posta acima do solo, a plântula esta com crescimento praticamente igual a zero. Para que esse tipo de germinação aconteça, é necessário que o crescimento do eixo embrionário seja retomado, e ocorra o plano de partição de substâncias de reservas (BEWLEY & BLACK, 1985; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), com o encaminhamento inicial de nutrientes apenas para o eixo hipocótilo radicular. Para que a plúmula saia intacta, dentro dos cotilédones, para acima da superfície, ela não pode crescer até que cotilédones estejam para fora e antes que eles saiam acima do solo, só o eixo hipocótilo-radicular recebe nutrientes e, portanto, tem a capacidade de se desenvolver. Assim, quando a plúmula do feijão é levada acima do solo, seu crescimento é praticamente zero (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Sabe-se, que existe uma relação entre o nível de resistência

de um ser vivo a fatores ambientais adversos e o seu grau de desenvolvimento: quanto mais desenvolvida uma plântula (desde que não se trate de crescimento estiolado), maior é o seu nível de resistência a esses fatores ambientais adversos. A plúmula de milho, quando chega à superfície do solo, tem um comprimento praticamente igual à profundidade em que a semente se encontrava quando do início da germinação (sob condições usuais de cultivo, essa plúmula deve estar com um comprimento médio entre 3 cm a 5 cm). Comparado à plúmula resultante da germinação epígea, é provável que o sistema imunológico da parte aérea da plântula resultante da germinação hipógea seja, consideravelmente, mais desenvolvido. Portanto, quando as plúmulas das plântulas de milho e de feijão, ao serem postas acima da superfície do solo, se encontrarem em condições ambientais conducentes ao “damping-off”, a plântula de milho tem uma maior probabilidade de superar essa adversidade quando comparado à plântula de feijão.

Em geral, quando a semente germina, a penetração do fungo se dá através das paredes celulares da epiderme da raiz ou hypocótilo com a subsequente invasão, pelo micélio, nos tecidos da plântula, que acabam por serem degradados pela ação de enzimas ou toxinas desse (KRUGNER, 1980) podendo ocorrer este quadro antes ou após a emergência. Uma maior probabilidade de ocorrência de “damping-off” de pré-emergência (morte da semente) em sementes de feijão comparada às de milho também pode ser devido à ausência de tecidos protetores do embrião, no caso, o endocarpo (bastante desenvolvido no milho) e camadas de integumentos, que envolvem o eixo embrionário e impedem a penetração de estruturas invasoras, inclusive de patógenos, nas camadas mais internas (embrião), funcionando como barreira morfológica. Esse mecanismo é muito importante no caso da morte de sementes pelos patógenos necrotróficos. Nas sementes de feijão, tais características morfológicas não conferem proteção eficiente, pois, de acordo com MENTEN & BUENO (1987), a infecção do embrião, e em particular, dos volumosos cotilédones de leguminosas, por fungos e bactérias é notavelmente comum e a

prevalência de sementes infectadas desta família pode ser relacionada com a predominância do embrião na semente, ou seja, como o eixo embrionário toma grande parte no espaço interior da semente, esse está bastante propenso à invasão por microrganismos. Por outro lado, em poaceas (gramíneas) como o milho, o embrião é pequeno e toma um curto espaço, limitando as chances de infecção. Em geral, isto está de acordo com os autores acima, que afirmam que estruturas externas protetoras ao eixo embrionário, considerando o tamanho do embrião e do endosperma e a forma e posição do primeiro, são relevantes em relação à infecção da semente.

Com relação ao “damping-off” de pós-emergência já foi argumentado que a sua ocorrência em milho foi menor, isto pode estar relacionado, também, à presença de uma estrutura membranosa e resistente, no caso coleóptilo, o qual se faz presente até determinado nível do solo envolvendo a plúmula, conferindo “proteção” aos tecidos tenros da plântula, evitando infecções por fungos. Já no caulículo do feijão, como dito anteriormente, não há esse envoltório ou qualquer outra membrana resistente envolvendo seus tecidos tenros, sendo assim, esses ficam desprotegidos e suscetíveis ao patógeno, e conseqüente ao “damping-off” de pós-emergência.

Como visto, a infecção e/ou transmissão de fitopatógenos pela semente mantém íntima relação com sua estrutura e resistência física. Sintomas de “damping-off” estão, então, envolvidos com as grandes variações nos detalhes morfológicos dessas duas espécies, particularmente, com suas estruturas envoltórias, detalhes significantes quanto ao acesso físico e fisiológico do patógeno às sementes.

A compreensão das relações entre patógeno, hospedeiro e ambiente não é tarefa simples, pois as interações entre esses vértices do triângulo da doença (“damping-off”) se desenvolveram num sistema de grande complexidade: o solo. Assim, características abióticas e bióticas atuaram de modo direto e indireto, com diferentes intensidades sobre o desenvolvimento dessa doença, com más conseqüências para as sementes e plântulas de milho e feijoeiro.

V CONCLUSÕES

- Temperaturas elevadas (épocas quentes) proporcionam efeitos mais prejudiciais às sementes e plântulas de milho e feijoeiro por favorecer ao estabelecimento e infecção por *Rhizoctonia solani*.
- Condições de disponibilidade hídrica no solo e níveis de vigor da semente, isoladamente ou em conjunto com *Rhizoctonia solani*, inoculada na semente ou diretamente no solo, influenciam na severidade, no “damping off” de pré e de pós-emergência, no comprimento de plântula, no conteúdo de massa seca e na porcentagem de plântulas saudáveis.
- A inoculação por semente se mostra um meio eficiente de sobrevivência de *Rhizoctonia solani*, através da constatação do patógeno no teste de sanidade após a inoculação artificial das sementes, e de transmissão, pela ocorrência de “damping-off” e de injúrias, bem como da intensidade desses (severidade), em várias situações em que se empregou essa forma de inoculação.
- Os tipos de germinação (epígea e hipógea) e as diferenciações morfológicas característicos das sementes e plântulas das duas espécies estudadas influenciam na intensidade do “damping-off” de pré ou de pós-emergência.

VI REFÊRENCIAS

AMARAL, E. A. S.; VIEIRA, M .G. G. C.; SANTOS, C. D. Avaliação da influência de diferentes potenciais osmóticos no índice de crescimento de *Fusarium moniliforme* Sheldon, *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. em meio de cultura. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15. 1996, Gramado. **Anais**. Gramado: CESM-RS/ FELAS, 1996. p.93. (Resumo, 157).

ATKINS J. R., J. G; LEWIS, W. D. *Rhizoctonia* aerial blight of beans in Louisiana. **Phytopatology**, St. Paul, v.42, n.1, 1952.

BARRETO, M. Doenças do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1997. p. 65-77.

BATEMAN, D. F. The effect of soil moisture upon development of poinsettia root rots. **Phytopathology**, St. Paul, v.51, p.445-451, 1961.

BEDENDO, I. P. "Damping-off". In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds). **Manual de fitopatologia** - princípios e conceitos. 3. ed.. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v. 1, cap.42, p.820-828.

BELLETTINI, N. M. T.; ENDO, R. M.; MIGLIORANZA, E.; SANTIAGO, D. C. Patogenicidade de fungos associados às sementes e plântulas de amendoim cv. Tatu. **Semina: Ciencias Agrárias**, Londrina, v. 26, n.2, p.167-172, 2005.

BENSON, D. M. Inoculum. In: CAMPBELL, C.L.; BENSON, D.M. (Eds.). **Epidemiology and management of root diseases**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. p.1-33.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1985, 367p.

BOTELHO, S. A.; RAVA, C. A.; LEANDRO, W. M. Supressividade induzida a *Rhizoctonia solani* pela adição de diferentes resíduos vegetais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 35-42, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CAMPOS, S. de C. **Tratamento químico de sementes de mamoeiro para o controle do tombamento causado por *Rhizoctonia solani***. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos do Goytacazes, Rio de Janeiro, 2007.

CARDOSO, J. E. **Avanços na pesquisa sobre a mela do feijoeiro no estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA - UEPAE Rio Branco, 1981. 29 p. (Boletim de Pesquisa, 1).

CARDOSO, J. E. Podridões radiculares. In: SARTORATO, A.; RAVA, A. (Eds.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994, p.151- 64.

CARVALHO, J. C. B. **Uso da restrição hídrica na inoculação de *Colletotrichum lindemuthianum* em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1999. 98f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1999.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CASA, R. T.; REIS, E. M. Doenças relacionadas à germinação, emergência e estabelecimento de plântulas de soja em semeadura direta. In: REIS, E.M. **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. 128p.

CERESINI, P. C. ***Rhizoctonia solani***. 1999. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.cals.ncsu.edu/course/pp728/Rhizoctonia/Rhizoctonia.html>>. Acesso: 2. nov. 2008.

CERESINI, P.C.; SOUZA, N. L. Associação de *Rhizoctonia* spp. binucleadas e de *R. solani* Kühn GA4 HGI e GA 2-2 IIIB ao feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 14-24, 1997.

CHUNG, Y. R.; HOITINIK, H. A. J.; DICK, W. A.; HERR, L. J. Effects of organic matter decomposition level and cellulose amendment on the inoculum potential of *Rhizoctonia solani* in hardwood bark media. **Phytopathology**, St. Paul, v. 78, n. 6, p. 836-840, 1988.

CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 151-164.

COOK, R. J. Management of the associated microbiota. **Plant Disease**, St. Paul, v.1, p. 145-166, 1977.

COSTA, J. L. da S. **Efeito do tratamento de sementes no controle do “Damping-off” do algodoeiro causado por *Rhizoctonia solani***. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002, 15 p. (Documentos, 37).

COSTAMILAN, L.M. Estresses ocasionados por doenças e por nematóides. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. In: BONATO, E.R. (Org.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000, p.145-200.

DANIELS, S. Saprophytic and parasitic activities of some isolates of *Corticium solani*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 4, p. 385-502, 1963.

DAVEY, C. B.; PAPAIVIZAS, G.C. Effect of organic soil amendments on the *Rhizoctonia* disease of snap beans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, p. 493-496, 1959.

DIMOND, A. E., HORSFALL, J. G. 1965. The theory of inoculum. IN: BAKER, K. F.; SNYDER, W.C. (Eds). **Ecology of soil-borne plant pathogens** London: John Murray, 1965, p. 404-419.

FAIAD, M. G. R.; WETZEL, M. M. V. S. Sobrevivência de fungos em sementes de feijão armazenado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.153, 1987.

FENILLE, R. C.; SOUZA, N. L. de. Efeitos de materiais orgânicos e da umidade do solo na patogenicidade de *Rhizoctonia solani* Kühn GA-4 HGI ao feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1959-1967, out. 1999.

FREITAS, R. A. **Patologia de sementes de feijão**. Disponível em:< <http://www.patologiadesementes.com.br>.> Acesso: 22 Jun. 2007.

GALLI, J. A.; FESSEL, S. A.; SADER, R.; PANIZZI, R. de C.; COSTA, P. R. R. Influência do tratamento químico na população de fungos, na germinação e no vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n.2, p.245-249, 2000.

GOULART, A. C. P. Doenças associadas às sementes. **Correio Agrícola**, São Paulo, p. 12-15, 2001.

GOULART, A. C. P. Efeito do tratamento de sementes de algodão com fungicidas no controle do tombamento de plântulas causado por *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n.4, p. 399-402, 2002.

GOULART, A. C. P. Efeito do tratamento de sementes de algodoeiro com fungicidas no controle do tombamento em relação à densidade de inóculo de *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 4, p. 360-366, 2006.

HAYMAN. D. S. The influence of temperature on the exudation of nutrients from cotton seeds and on preemergence damping-off by *Rhizoctonia solani*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 47, p.1663-1669, 1969.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. Minnesota: APS Press. 1999.

HUNTER. R. E.; GUINN, G. Effect of root temperature on hypocotyls of cotton seedlings as a source of nutrition for *Rhizoctonia solani*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 58, p. 981- 984, 1968.

ITO, M. F.; TANAKA, M. A. de S. **Soja**: principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides. Campinas: Fundação Cargill, 1993. p. 1-2.

ITO, M. F.; CASTRO, J. L. de.; MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D. de. O AGRÔNOMICO. Importância do uso de sementes sadias de feijão e tratamento químico. **O Agrônomo**, Campinas, v. 55, n.1, 2003.

KRUGNER, T. L. Doenças do eucalipto - *Eucaliptus* spp. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v.2, p. 275-296.

LEWIS, J. A.; PAPAIVIZAS, G. C. Factors affecting *Rhizoctonia solani* infection of soybeans in the greenhouse. **Plant Disease**, St. Paul, v.61, p.196-200, 1977.

LIMONARD, T. A modified blotter test for seed health. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v. 72, p. 319–321, 1966.

LODHA, S., MATHUR, B. K.; SOLANKI, K. R. Factors influencing population dynamics of *Macrophomina phaseolina* in arid soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.125, p. 75-80. 1990.

LONGA, C. M. O. **Ocorrência, patogenicidade e controle alternativo de *Rhizoctonia solani* Kühn em boa-noite (*Catharanthus roseus* G. Don.) pelo uso de *Trichoderma* spp. e composto orgânico**. 2002. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia, Salvador. 2002.

LOPES, C. A.; REIS, A.; MAKISHIMA, N. **Como prevenir o “tombamento” em mudas de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 2005 (Comunicado Técnico, 28).

LUCCA FILHO, O. A. Importância da sanidade na produção de sementes de alta qualidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 113-124, 1985.

LUCCA FILHO, O. A. Metodologia dos testes de sanidade de sementes. In: SOAVE, J., WETZEL, M.M.V.S. (Eds.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, cap. 10, p. 276-298.

LUKE, W. J.; PINCKARD, J. A.; WANG, S. L. Basidiospore infection of cotton bolls by *Thanatephorus cucumeris*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 64, p. 107-11, 1974.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes**: fundamentos e aplicações. Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 107 p.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; RESENDE JUNIOR, M. F. R. de. R. Tombamento de mudas de espécies florestais causado por *Sclerotium rolfsii* Sacc. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.4, p.629-634, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete lagoas: EMBRAPA- CNPSo, 2006 (Circular Técnica, 22)

MATZ, J. A. *Rhizoctonia* of the fig. **Phytopathology**, St. Paul, v.7, p.110-118, 1917.

MATZ, J. A. **Uma enfermedad danina de la habichuela**. Porto Rico: Insular Sta 1921. p.8 (Circular, 57).

McNABB, R. F. R., TALBOT, P.H.B. *Holobasidiomycetidae*. In: AINSWORTH, G. C.; SPARROW, F. K.; SUSSMAN, A. S. (Eds.) **The Fungi**: A advanced treatise. IV B. New York: Academic Press, 1973, p. 317-325.

MEHTA, Y. R.; BAREA, G. **Enfermedades de soya y su manejo**. Santa Cruz de la Sierra, Bolívia: Imprenta Landivar S.R.L. 1994. 87p.

MENEZES, J. R. Teste de sanidade de feijão. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. (eds.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. Cap. 18, p. 395-405.

MENEZES, M.; OLIVEIRA, S.M.A. **Fungos Fitopatogênicos**. Recife: UFRPE. Imprensa Universitária, 1993. 277p.

MENTEN, J. O. M.; BUENO, J. T. Transmissão de patógenos pelas sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. (Eds.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. Cap. 18, p. 164-191.

MENTEN, J. O. M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1995. p.115-136.

MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; NOVENBRE, A. D. L. C.; ITO, M. A. **Qualidade das sementes de feijão no Brasil**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/SementesFeijao/index.htm>. Acesso em: 01. out. 2008.

MICHEREFF FILHO, M.; MICHEREFF, S. J.; SILVA, E. B.; ANDRADE, D. E. G. T.; ANTUNES SOBRINHO, S.; NORONHA, M. A.; MARIANO, R. L. R. Influência de tipos de solo do estado de Pernambuco na intensidade da doença induzida por *Rhizoctonia solani* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 19-25, mar. 1996.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; SALES JUNIOR, R. Reação de genótipos de melão a *Rhizoctonia solani*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 401-403, 2008.

MIRANDA, B. A. de.; LOBO JUNIOR, M.; CUNHA, M. G. Reação de cultivares do feijoeiro comum às podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v. 37, n.4, p. 221-226, 2007.

MIZUBUTTI, E. S. G.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Doenças causadas por fungos em tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.184,1996.

MORAES, S. A. de. **Amendoim**: Principais doenças, manejo integrado e recomendações de controle. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Amendoim/index.htm>. Acesso: 20. abr.2007.

NAKATANI, A. K. **Diversidade Genética de *Rhizoctonia* spp. e análise de seqüências multilocos**. 2006. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2006.

OLIVEIRA, A. C. C. de.; SOUZA, P. E.; POZZA, E. A.; MANERBA, F. de C.; LOPES, M. F. Metodologias de inoculação de *Rhizoctonia solani* na cultura da cenoura. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 992-995, 2008.

OLIVEIRA, J. R. de. **Podridões de sementes, tombamentos, podridões de raízes e colo**. Disponível em: <<http://fip300.xwiki.com/xwiki/bin/view/Main/Teste>>. Acesso: 01. dez. 2008.

ONESIROSAN, P. T. Seed borne and weedborne inoculum in web-blight of cowpea. **Plant Disease**, St. Paul, v. 59, n. 4, p. 338-339, 1975.

PAPAVIZAS, G. C., ADAMS, P. B., LUMDSEN, R. D., LEWIS, J. A., DOW, L. R., AYERS, W. A.; KANTZES, J. G. Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. **Phytopathology**, St. Paul, v.65, p.871-877, 1975.

PAULA JÚNIOR, T. J. **Ecological investigations as a basis for integrated management of bean *Rhizoctonia* root rot**. 2002. 78p. Thesis (PhD) - University Hannover, Hannover, 2002.

PARADELA, A. L.; FOLONI, L. L. Comportamento de sementes de feijão e algodão tratadas e semeadas em solo artificialmente infestado com diferentes concentrações de *Rhizoctonia solani*, em relação ao agente causal do tombamento de plântulas. **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n.2. p. 172-174, 2001.

PINTO, N. F. J. A. Tratamento das sementes com fungicidas. In: PINTO, N. F. J. A (Org). **Tecnologia para produção de sementes de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1993. p.43-47 (Circular Técnica, 19).

PINTO, N. F. J. A. **Patologia de sementes de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS, 1998. 44p. (Circular técnica, 29).

PIONEER SEMENTES. **Doenças nas plântulas de milho**. 2005. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/ArtigosLista.aspx?IdAssunto=7>>. Acesso: 02. dez. 2008.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

RAVA, C. A. **Produção de sementes de feijoeiro comum livres de *Colletotrichum lindemuthianum* em várzeas tropicais irrigadas por subirrigação**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 14p.

REGO, G. M.; WARWICK, D. R. N. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de feijão e milho utilizadas pelos agricultores da região semi-árida do estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n.2, p. 139-146, 1991.

REIS, E. M. Solos supressivos e seu aproveitamento no controle de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Ed.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa-CNPDA, 1991. p. 181-193.

RICHARDSON, M. J. **An annotated list of seed-borne diseases**. 4th ed. Zurich: ISTA, 1990. 320p.

SACHAN, I. P.; AGARWAL, V. K. Effect of seed discolouration of rice on germination and seedling vigour. **Seed Research**, Oregon, v. 22, n.1, p. 39-44. 1994.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth, 1991. 682 p.

SANFENTES, E. A., ALFENAS, A. C., MAFFIA, L. A.; MAFIA, R. G. Flutuação populacional de *Rhizoctonia* spp. em jardim clonal de *Eucalyptus* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p.114-120. 2007.

SANTOS, G. R.; COSTA, H.; PELÚZIO, J. M.; MIRANDA, G.V. Transporte, transmissibilidade e patogenicidade da microflora associada às sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, p.621-627, 1996.

SAPEC AGRO. **Damping-off: Murchidão das Plântulas**. Disponível em: <http://www.sapecagro.pt/internet/webteca/artigo.asp?id=95&url_txt=PEPINO&link=www.sapecagro.pt%2Finternet%2Fculturas%2Fcultura.asp%3Fid_cultura%3D58>. Acesso: 12. abr. 2007.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Patologia de sementes. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. (eds.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.201-218.

SCRULZ, F. A.; BATEMAN, D. F. Temperature response of seeds during the early phases of germination and its relation to injury by *Rhizoctonia solani*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 59, p. 352-355, 1969.

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; JUNIOR, M. M; Tratamento e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento em Roraima. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.4, p. 75-83, 2003.

SOUSA, M. V. de. **Metodologias de inoculação e detecção de *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

TANAKA, M. A. S.; BALMER, E. Efeito da temperatura e dos microorganismos associados ao tombamento na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.5, p.87-93, 1980.

TANAKA, M.A.S. **Patogenicidade e transmissão por semente do agente causal da ramulose do algodoeiro**. 1990. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba, 1990.

UNESP/FCAV. Departamento de Ciências Exatas: Estação Agroclimatológica. **Dados meteorológicos mensais do ano de 2008 em Jaboticabal**. Disponível em:<http://www.exatas.fcav.unesp.br/estacao/est_tab_meteor_01_02.htm>. Acesso: 10. dez. 2008.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C. de; VIDA, J. B. Importância do manejo integrado de doenças. In: SILVA, L. H. C. da; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. de A. (Eds.). **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA, 2001. p. 39-90.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C. A. dos. S.; SILVA, A. C. T. M. da.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n.2, p.90-96, 2007.

ZAMBOLIM, L. (Ed). **Sementes**: qualidade fitossanitária. Viçosa: UFV/DFP, 2005. 502 p.

ZAUMEYER, W. J.; THOMAZ, H. R. **A monographic study of bean diseases and methods for their control**. Washington: USDA, 1957. p. 63-65 (Technical Bulletin, 868).

WEBER, G. F. Web-blight, a disease of beans caused by *Corticium microsclerotia*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 29, p. 559 - 75, 1939.

WRIGHT, E. Influence of temperature and moisture on *damping-off* of American and Siberian Elm, Black Locust and Desertwillow. **Phytopathology**, St. Paul, v.47, p. 658-662, 1957.