

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

LOANE DANTAS KRUG BARBOZA

**REAÇÃO DE VARIEDADES DE *Urochloa* spp. A ESPÉCIES DE
Pyricularia ASSOCIADAS À BRUSONE**

Ilha Solteira
2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – SISTEMAS
DE PRODUÇÃO

LOANE DANTAS KRUG BARBOZA

**REAÇÃO DE VARIEDADES DE *Urochloa* spp. A ESPÉCIES DE
Pyricularia ASSOCIADAS À BRUSONE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Agronomia.

Paulo Cezar Ceresini
Orientador

Sanzio Carvalho Lima Barrios
Co-orientador

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

B239r Barboza, Loane Dantas Krug.
Reação de variedades de *Urochloa* spp. a espécies de *Pyricularia* associadas à brusone / Loane Dantas Krug Barboza. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
35 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2019

Orientador: Paulo Cezar Ceresini
Coorientador: Sanzio Carvalho Lima Barrios
Inclui bibliografia

1. *P. Grisea*. 2. *P. Pennisetigena*. 3. *P. Graminis-Tritici*. 4. *P. Urashimae*. 5. Resistência varietal. 6. Braquiaria.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Reação de variedades de Urochloa a espécies de Pyricularia associadas à brusone

AUTORA: LOANE DANTAS KRUG BARBOZA

ORIENTADOR: PAULO CEZAR CERESINI

COORIENTADOR: SANZIO CARVALHO LIMA BARRIOS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área:
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PAULO CEZAR CERESINI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof.^a Dr.^a ANA CAROLINA FIRMINO

Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Unesp - Dracena

Dr. MARCO ANTONIO BASSETO

Escritório de Defesa Agropecuária de Araçatuba / Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo

Ilha Solteira, 30 de abril de 2019

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que me permitiu estar aqui, e sempre me deu forças para seguir em frente e nunca desistir;

À Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, pela oportunidade de realização do curso de Pós-Graduação em Agronomia;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

Ao orientador, Professor Doutor Prof. Paulo Ceresini, pelos ensinamentos, dedicação, disponibilidade, e pela confiança a mim depositada;

Ao co-orientador Doutor Sanzio Carvalho Lima Barrios, pelo apoio e aprendizado, durante essa jornada;

Aos colegas do laboratório de Fitopatologia, Gabriela Leardini, Giselle de Carvalho, Tatiane Silva, Tiago Calves, Vanina Castroagudín, Vitor Pegolo, Diego Feitosa, Samara Vicentini, Suellen Moreira por toda ajuda, disposição durante a implementação e condução dos experimentos;

Os mais sinceros agradecimentos aos colegas, amigos, professores, funcionários e todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta caminhada;

Ao meu pai Julio Cesar Krug e a minha mãe Marcia Barreto Dantas Krug, pelo incentivo, amor, por acreditarem na minha capacidade para concluir este trabalho;

As minhas irmãs Amabile Dantas Krug e Juliana Dantas Krug Sales, por sempre estarem ao meu lado, amor, e por nunca me permitiram desistir de concluir esta caminhada;

As minhas amigas de república Anne Caroline Rocha, Emanoele Amendola, Juliana Martins, Thalita Vicente e Regiane Bispo por cuidarem de mim, e sempre me ajudarem com a execução desse projeto;

Por último e muito importante ao meu esposo Marlon Barboza por todo amor, compreensão, por me apoiar em momentos difíceis, pelo incentivo e por sempre acreditar que eu era capaz.

RESUMO

Fungos do gênero *Pyricularia* apresentam uma ampla gama de plantas hospedeiras, com capacidade de infectar mais de 50 espécies de gramíneas nas quais causam a doença brusone. Há relatos que a espécie forrageira braquiária (*Urochloa brizantha*) é hospedeira de muitas espécies deste fungo. Muito embora a brusone em braquiária não cause prejuízos à produção de pastagens, a distribuição generalizada desta forrageira no país a torna uma importante fonte de inóculo do patógeno para diversas outras culturas de importância agrícola severamente danificadas pela brusone, em especial o trigo. A brusone do trigo é causada principalmente por *Pyricularia graminis-tritici* (Pygt), pode ser também ser atribuída a duas outras espécies de *Pyricularia*, *P. pennisetigena* (Pp) e *P. urashimae* (Pu). Dessa forma o objetivo deste estudo foi determinar a suscetibilidade bem como a reação de nove espécies e/ou cultivares do gênero *Urochloa* aos patógenos Pygt, Pp, Pu e *P. grisea* (Pg), a única espécie, até então, relatada como patógeno de braquiária no Brasil. De Pygt, foi avaliado também a virulência de sete raças do patógeno em espécies/cultivares de braquiária. Houve variação significativa na patogenicidade e na virulência e agressividade de espécies *Pyricularia* à diferentes espécies de *Urochloa*. As cultivares Ipypôã, BRS Tupi e Xaraés foram as mais resistentes às diferentes espécies Pygt, Pg, Pp e Pu do patógenos da brusone. Quando avaliamos a reação de *Urochloa* às raças B, C e D de *P. graminis-tritici* do trigo, as variedades de braquiária testadas apresentaram suscetibilidade. Entretanto, detectou-se resistência para as demais raças de Pygt. As cultivares Ipypôã, BRS Tupi e Xaraés foram as mais resistentes às diferentes espécies do patógenos da brusone. Dessa forma, seus cultivos poderiam ser recomendados em áreas de cultivo de forrageiras adjacentes às áreas de trigo ou até mesmo na integração lavoura de trigo e pastagens forrageira para pecuária.

Palavras-chave: *P. grisea*. *P. pennisetigena*. *P. graminis-tritici*. *P. urashimae*. Resistência varietal. Braquiaria. Trigo.

ABSTRACT

Fungi of the genus *Pyricularia* have a wide range of host plants, and are capable of infecting more than 50 species of grasses in which they cause blast disease. There are reports that the signal grass forage species (*Urochloa brizantha*) is host to many species of this fungus. Although the blast disease in signal grass does not cause damage to pasture production, the widespread distribution of this forage in the country makes it an important source of pathogen inoculum for several other crops of agricultural importance severely damaged by blast, especially wheat. The wheat blast is caused mainly by *Pyricularia graminis-tritici* (Pygt), but it can also be associated with two other species of *Pyricularia*, *P. pennisetigena* (Pp) and *P. urashimae* (Pu). Therefore, the objective of this study was to determine the susceptibility and the reaction of nine species and / or cultivars of the genus *Urochloa* to the pathogens Pygt, Pp, Pu and *P. grisea* (Pg), the only species hitherto reported as a pathogen of *Urochloa* in Brazil. For Pygt, the virulence of seven pathogen races or virulence groups to *Urochloa* species / cultivars was also evaluated. There was significant variation in the pathogenicity and virulence and aggressiveness of *Pyricularia* species to different *Urochloa* species. When we evaluated the reaction of *Urochloa* to *P. graminis-tritici* races B, C and D, the *Urochloa* species / cultivars tested showed susceptibility. However, resistance was detected for the other Pygt races. The cultivars Ipypoa, BRS Tupi and Xaraés were the most resistant to the different species of the blast pathogens. Therefore, their use could be recommended for forage areas adjacent to wheat cropping or even for wheat - forage crops integration for livestock grazing.

Keywords: *P. grisea*, *P. Pennisetigena*. *P. graminis-tritici*. *P. urashimae*. Varietal resistance. Wheat.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Semeadura das cultivares de <i>Urochloa</i> sp em casa de vegetação.....	19
Figura 2	- Inoculação das plantas com suspensão de esporos de <i>Pyricularia</i> sp.....	20
Figura 3	- Patogenicidade de espécies distintas de <i>Pyricularia</i> e variação da severidade da brusone de folhas em cultivares de <i>Urochloa</i>	26
Figura 4	- Reação de variedades de <i>Urochloa</i> spp.à brusone das folhas em resposta à inoculação com isolados de diferentes raças ou grupos de virulência de <i>Pyricularia graminis-tritici</i>	28 e 29
Figura 5	- Escala demonstrativa de porcentagem de área foliar infectada.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Descrição dos isolados de <i>Pyricularia</i> spp. de áreas de trigo selecionadas para o estudo de patogenicidade e virulência a cultivares do gênero <i>Urochloa</i>	18
Tabela 2	- Reação das cultivares de <i>Urochloa</i> de acordo com a porcentagem de área foliar infectada.....	21
Tabela 3	- Análise de variância dos dados de severidade de brusone foliar em cultivares de <i>Urochloa</i> spp. em função da inoculação de diferentes espécies de <i>Pyricularia</i>	23
Tabela 4	- Patogenicidade de espécies de <i>Pyricularia</i> e variação da severidade da brusone em cultivares de <i>Urochloa</i> spp.....	25
Tabela 5	- Análise de variância dos dados de severidade de brusone foliar em cultivares de <i>Urochloa</i> spp. em função da inoculação de diferentes raças de <i>Pyricularia graminis-tritici</i>	37
Tabela 6	- Espectro de virulência de raças de <i>Pyricularia graminis-tritici</i> a espécies ou cultivares de <i>Urochloa</i> spp.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Os fungos ascomicetos hemibiotróficos do gênero *Pyricularia*, estão associados a doença conhecida por brusone, apresentam um grande número de espécies hospedeiras que pode chegar a mais de 50 espécies de gramíneas, (OU, 1985). Sob condições predisponentes, a doença é responsável por grandes prejuízos em culturas de importância econômica como arroz, (*Oryza sativa*); aveia, (*Avena sativa*); capim-braquiária, (*Urochloa* spp.); centeio, (*Secale cereale*); cevada, (*Hordeum vulgare*); milho, (*Zea mays*); e trigo, (*Triticum aestivum*) (ANJOS, 1996; BAILEY; EIJNATTEN, 1961; COUCH *et al.*, 2005; COUCH; KOHN, 2002; GOULART *et al.*, 2003; IGARASHI *et al.*, 1986; MARCHI *et al.*, 2005; URASHIMA *et al.*, 1993. Em arroz a brusone é causada por *Pyricularia oryzae*, a qual é considerada mundialmente importante devido à sua distribuição generalizada nas áreas de cultivo da cultura (COUCH; KOHN, 2002).

No Brasil, a brusone em espigas de trigo é atualmente uma doença de importância significativa, sendo responsável por perdas econômicas entre 40 a 100% (GOULART; PAIVA, 2000; TORRES *et al.*, 2009). Na safra de 2009/2010, epidemias de brusone do trigo aconteceram de forma generalizada no país, tendo sido encontrada desde o norte do Paraná até o Distrito Federal, provavelmente devido a eventos climáticos favoráveis nas regiões produtoras (TORRES *et al.*, 2009).

Até o início de 2016, a brusone do trigo estava associada à espécie *P. oryzae* patotipo *Triticum* (TOSA; GHUMA, 2014). Uma nova proposta filogenética, acompanhada de dados de genômica populacional confirmou que o patógeno da brusone do trigo pendesse a *Pyricularia graminis-tritici* sp. nov. (CROLL, 2016).

As espécies *P. pennisetigena* (KLAUBAUF *et al.*, 2014; REGES *et al.*, 2016) e *P. urashimae* (CROUS, 2016) oriundas de plantas invasoras de áreas adjacentes a cultivos foram também relatadas como patógenos potenciais do trigo. A importância e distribuição geográfica dessas duas espécies nas áreas de cultivo de trigo do país ainda é desconhecida.

Em virtude da ausência de cultivares com elevados índices de resistência genética e da ineficácia do controle químico para o manejo da brusone do trigo, o patógeno *P. graminis-tritici* (Pygt) encontra-se largamente disperso em todas as áreas de cultivo de trigo no Brasil (CASTROAGUDÍN *et al.*, 2015; MACIEL *et al.*, 2014). Estudos sobre a ecologia de populações de Pygt são escassos. No entanto, o

patógeno é capaz de ser disperso a pequenas e longas distâncias por inóculo composto por esporos aéreos ou associados a sementes contaminadas (GOULART *et al.*, 1995; URASHIMA *et al.*, 1993).

Na ausência de cultivo de trigo, o fungo Pygt tem habilidade de persistir no agroecossistema infectando diversas outras poáceas hospedeiras (CASTROAGUDÍN *et al.*, 2015). Em levantamento conduzido em Mato Grosso do Sul e no Paraná em 2012 e 2013 foi observado que Pygt estava associada a plantas poáceas hospedeiras invasoras de áreas de trigo, como: aveia, capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), Tifton 85 (*Cynodon* spp.), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-favorito (*Rhynchelytrum repens*), capim-sudão (*Sorghum sudanense*), e capim-braquiária (REGES *et al.*, 2016).

O capim-braquiária (*Urochloa brizantha*), possivelmente é a hospedeira mais importante entre as espécies de poáceas infectadas por Pygt no Brasil. Além de Pygt, *U. brizantha* é também hospedeira de *P. pennisetigena* (Pp), *P. urashimae* (Pu) (CASTROAGUDÍN *et al.*, 2017; CROLL, 2016; KATO *et al.*, 2000; PEREIRA *et al.*, 2014;) e de *P. grisea* (MACIEL *et al.*, 2014).

Embora a incidência de brusone em braquiária não cause prejuízos econômicos à produção de pastagens, a distribuição generalizada desta forrageira no país certamente a torna uma importante fonte de inóculo do patógeno para diversas outras culturas de importância agrícola severamente afetadas pela brusone, em especial o trigo (MACEDO, 2006; MARCHI *et al.*, 2014).

Em muitas regiões produtoras de trigo no país é comum o cultivo de forrageiras durante o inverno para o pastejo animal, mantendo os solos cobertos para evitar perdas por erosão, além de alternativa importante como cultura para rotação (FONTANELI *et al.*, 2000). A rotação de culturas é também muito eficiente para a restauração da matéria orgânica do solo, e muito importante para quebrar o ciclo de vida dos fitopatógenos, desde que a espécie forrageira não seja hospedeira de fitopatógenos do trigo (CARVALHO *et al.*, 2010). Por sua vez, o cultivo de espécies de gramíneas forrageiras suscetíveis à brusone em áreas adjacentes ou conectadas a áreas de cultivo de trigo, especialmente o capim-braquiária, anula o efeito da rotação de culturas uma vez que representa fonte contínua de inóculo de fitopatógenos como Pygt, Pp e Pu (CERESINI *et al.*, 2018). Em consequência, pode haver recorrência de

epidemias anuais da doença e consequente aumento de perdas econômicas associados à elevada incidência de brusone em trigo (CASTROAGUDÍN *et al.*, 2016).

O objetivo deste estudo foi determinar a suscetibilidade e resistência de nove espécies e/ou cultivares do gênero *Urochloa* aos patógenos Pygt, Pp, Pu e *P. grisea* (Pg). Para Pygt em particular, foi avaliado a virulência e a agressividade de sete raças ou grupos de virulência do patógeno às seguintes espécies/variedades de braquiária: *Urochloa brizantha* cv. Marandú, *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás, *U. brizantha* cv. BRS Piatã, *U. brizantha* cv. Xaraés, *U. decumbens* cv. Basilisk, *U. humidicula* cv. BRS Tupi, *U. humidicula* cv. Comum, *U. ruziziensis* e *Urochloa* sp. cv. BRS Ipyporã. Nossa primeira hipótese foi que Pygt, Pp, Pu e *P. grisea* variam em patogenicidade, virulência e agressividade à *Urochloa* spp. A segunda hipótese testada foi que há variação genética em *Urochloa* spp. para suscetibilidade à brusone.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A primeira ocorrência relatada da doença brusone foi em 1637 na cultura do arroz na China (OU,1985). Porém, no último século, emergiu como patógeno importante adaptado a cultura do trigo no sul do Brasil (IGARASHI *et al.*, 1986) o que levou a espalhar-se para outros países como Bolívia e Paraguai, que também são produtores de trigo (DUVEILLER *et al.*, 2010) e mais recentemente para Bangladesh, na Ásia (CALLAWAY, 2016). O patógeno da brusone do trigo é considerado um patógeno quarentenário no mundo todo, pois ameaça à agricultura americana, por ter uma disseminação também por sementes, sobreviver em plantas daninhas, as quais se tornam fonte de inóculo, e por não possuir controle químico eficiente. (MADDEN; WHEELIS, 2003; KOHLI *et al.*, 2010; STRANGE; SCOTT, 2005).

Os primeiros relatos de surtos da brusone do trigo no Brasil, com prejuízos significativos à produção, ocorreram no ano de 1986, nas regiões Norte e Oeste do Paraná (PR), assim como Noroeste de São Paulo e Sul do Mato Grosso do Sul. A doença atingiu proporções epidêmicas em 1987, apresentando desde perdas parciais até perdas totais de produtividade em lavouras de trigo nas regiões. Os prejuízos entre 10 a 12% da produção nos municípios de maior incidência da doença (IGARASHI *et al.*, 1986; IGARASHI, 1988). O patógeno tem a capacidade de sobreviver em sementes contaminadas e em restos de culturas com o inóculo de safras anteriores, por conta da elevada suscetibilidade dos cultivares de trigo utilizadas em 1988, e as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença, a brusone foi detectada já aos dez dias após o florescimento. Nesse período a incidência da brusone foi maior nos campos de trigo, chegando a ser detectada nos Vales do Paranapanema, Ivaí e Tibagi, PR, especialmente em cultivares precoces, semeadas até a primeira quinzena de abril (IGARASHI, 1988).

No Mato Grosso do Sul as perdas começaram a ser observadas entre os anos 1988 e 1992, causando prejuízos econômicos decorrentes da redução na produção, na qualidade e no rendimento de grãos. Após esse surto da doença, houve um intervalo da incidência da doença que voltou a causar altos prejuízos econômicos na safra de 2004, com maior intensidade de ocorrência no Cerrado brasileiro, especialmente no Mato Grosso do Sul, e nas regiões Norte e Oeste do Paraná, resultando em alerta geral sobre a severidade da doença aos produtores de trigo e cevada destas regiões (PRABHU; FILIPPI, 2006).

Novas alterações taxonômicas recentemente propostas, baseadas na combinação de dados biológicos e morfológicos pré-existentes com dados filogenéticos, foram usadas para reexaminar as relações entre espécies tipo *Pyricularia*, que pertencem à ordem Magnaporthales.

A ordem Magnaporthales originalmente com uma única família, a Magnaporthaceae, era composta por 13 gêneros e mais de 100 espécies (ILLANA *et al.*, 2013). As mudanças na ordem Magnaporthales foram relevantes e resultaram na definição de três famílias novas: Magnaporthaceae (baseada em *Nakataea* spp.), Pyriculariaceae (baseada em *Pyricularia* spp.) e Ophioceraceae (baseada em *Ophioceras* spp.) (KLAUBAUF *et al.*, 2014), sendo excluído o gênero *Magnaporthe* da família Magnaporthaceae (LUO; ZHANG, 2013). O que fez com que a maioria das espécies presentes no gênero “*Magnaporthe*” foram recepcionadas no gênero complexo polifilético *Pyricularia*, família Pyriculariaceae (KLAUBAUF *et al.*, 2014; LUO; ZHANG, 2013). Levando à novas combinações e novos taxas em todos os gêneros e propôs-se a mudança definitiva de nome para os fungos *Magnaporthe grisea* e *Magnaporthe oryzae*, respectivamente, para *Pyricularia grisea* (associado a *Digitaria* spp.) e *Pyricularia oryzae* (associado ao arroz).

Recomendando-se assim referir ao patógeno da brusone como pertencente ao gênero *Pyricularia*, tanto na fase assexuada como sexuada. Além disso, foram inseridas novas espécies de *Pyricularia* previamente não descritas como patógenos de poáceas no Brasil, como *P. pennisetigena* e *P. zingibericola* (KLAUBAUF *et al.*, 2014) e que foram recentemente descritas como patógenos do trigo (REGES *et al.*, 2016). Também temos como espécies de importância *P. grisea* em trigo, que foi descrita pela primeira vez por Igarashi *et al.* (1986), no estado do Paraná. Até meados de 2016, a designação *P. oryzae* patótipo *Triticum* vinha sendo consistentemente associada com o patógeno da brusone do trigo na América do Sul (TOSA; CHUMA, 2014), mas uma nova proposta filogenética complementada com dados de genômica populacional indicou que o patógeno da brusone do trigo é a espécie *Pyricularia graminis-tritici* (CASTROAGUDIN *et al.*, 2016; CROLL, 2016).

O patógeno já foi verificado em mais de 80 gêneros de vegetais, em especial aos da família Poaceae, incluindo espécies de interesse agrônomo e plantas daninhas, tornando-se fonte de inóculo do patógeno, o que dificulta muita a determinação das espécies de *Pyricularia* (URASHIMA *et al.*, 1993). Dentre as poáceas a espécie

Urochloa sp. mostrou-se com um alto poder de infecção por espécies de *Pyricularia* sp (CASTROAGUDÍN *et al.*, 2016).

A extensão de pastagens no país ultrapassa 50 milhões de plantas, o que a torna importante fonte de inóculo do patógeno para diversas culturas de importância agrícola severamente afetadas pela brusone, em especial o trigo, embora a incidência de brusone em braquiária não cause prejuízos econômicos à produção de pastagens (MACEDO, 2006; MARCHI, 2005).

Pelo fato das pastagens de capim-braquiária estarem presentes em grande parte do território brasileiro e serem adjacentes e conectadas às áreas de cultivo de trigo, ela se torna uma fonte contínua de inóculo de fitopatógenos como Pygt, Pp e Pu nas áreas de cultivo. Em consequência, como as epidemias não são descontinuadas ao longo dos anos, mas mantidas, poderá ocorrer o aumento de perdas econômicas associados a elevada incidência de brusone em trigo (CASTROAGUDÍN *et al.*, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Produção de inóculo

Foram utilizados neste estudo um total de 19 isolados de *Pyricularia* spp. oriundos de lesões de brusone em espigas de trigo ou de lesões foliares em plantas invasoras amostradas de áreas adjacentes aos campos de trigo no centro-sul do Brasil. As amostragens de plantas infectadas para estabelecimento dessa coleção de isolados foram realizadas durante os anos de 2012 e 2013 usando o sistema de transecto. Os isolados de *Pyricularia* foram identificados com base no sequenciamento de dois a 10 genes nucleares (CASTROAGUDÍN, 2016; REGES, 2016). Especialmente os isolados de *P. graminis-tritici* pertencentes a diferentes raças ou grupos de virulência foram genotipados com onze multilocos distintos de microssatélites (CASTROAGUDÍN, 2015; PEREIRA, 2014) e fenotipados com base na reação de varietal de 10 cultivares de trigo (DANELLI, 2015). Os isolados estão preservados na micoteca do (Laboratório de Fitopatologia Molecular da UNESP Campus de Ilha Solteira), em papéis de filtro colonizados, mantidos em crio-tubos a -20°C (CASTROAGUDÍN *et al.*, 2015).

Os 19 isolados de *Pyricularia* spp. testados compreendem: 13 de *P. graminis-tritici* pertencentes a nove grupos de virulência em trigo (DANELLI, 2015); dois de *P. pennisetigena*; dois de *P. urashimae* e dois de *P. grisea* (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos isolados de *Pyricularia* spp. de áreas de trigo selecionadas para o estudo de patogenicidade e virulência a cultivares do gênero *Urochloa*.

Espécie, isolado	Hospedeiro	Grupo de virulência ^a (Raça)	Estado
<i>Pyricularia graminis-tritici</i> (Pygt): N = 13			
12.0.007i	Braquiária (<i>Urochloa brizantha</i>)	A	PR
12.0.012i	Braquiária	A	PR
12.1.026	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	A	DF/GO
12.1.003	Trigo	A	MG
12.1.037	Trigo	B	DF/GO
12.1.016	Trigo	B	MG
12.1.077	Trigo	C	MG
12.1.195	Trigo	C	RS
12.1.058	Trigo	D	DF/GO
12.1.187	Trigo	D	RS
12.0.535i	Capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>)	AA	PR
12.0.147	Braquiária	CC	MS
12.0.016	Falso-capim-de-rhodes	DD	MS
<i>Pyricularia pennisetigena</i> (Pp): N = 2			
12.0.324	Capim-carrapixo	n.d.	MS
12.0.358	Capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>)	n.d.	MS
<i>Pyricularia urashimae</i> (Pu): N = 2			
12.0.212	Capim colonião	n.d.	MS
12.0.595i	Falso-capim-de-rhodes	n.d.	PR
<i>Pyricularia grisea</i> (Pg): N = 2			
12.0.264	Capim-colchão	n.d.	MS
13.0.002i	Capim-colchão	n.d.	PR

Nota: ^a Com base na reação diferencial de 10 cultivares de trigo: “Anahuac 75”, “BR 18 Terena”, “BR 24”, “BRS 220”, “BRS 229”, “BRS 234”, “BRS Buriti”, “CNT 8”, “MGS 3 Brilhante”, “Renan”, e uma de cevada: “PFC 2010123”. A reação foi determinada em espigas de trigo (CERESINI *et al.*, 2018; DANELLI, 2015). n.d. = Não determinado.

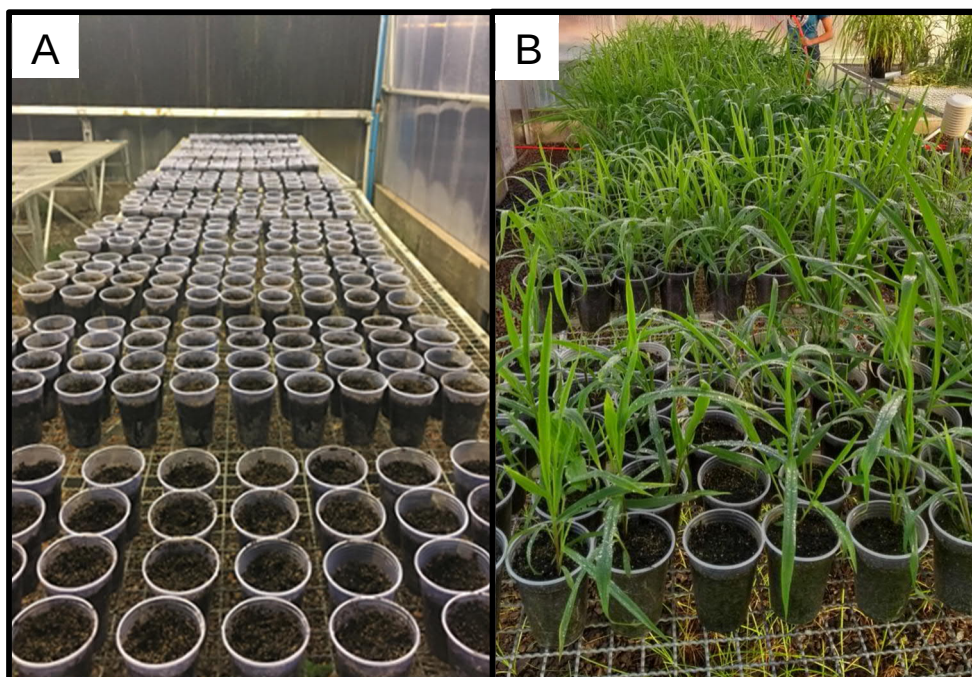
Fonte: própria autora

Os 19 isolados de *Pyricularia* spp. foram reativados em meio BDA (20,8 g L⁻¹ de batata dextrose, 15g L⁻¹ ágar) com adição de cloranfenicol e estreptomicina (50 µg mL⁻¹ de cada). Após cinco dias foi realizada a transferência de discos de micélio dessas culturas para novas placas contendo meio BDA, as quais foram mantidas por quinze dias a 24°C e 12 h de fotoperíodo em câmara de incubação. Para a coleta dos esporos foi realizada uma raspagem superficial do micélio com o auxílio do dedo com o uso de luvas, na presença de água deionizada esterilizada acrescida do espalhante adesivo Tween 80 (2 gotas L⁻¹). A contagem de esporos foi realizada em câmara de Neubauer e a concentração ajustada para 2 x 10⁵ esporos mL⁻¹. Para a inoculação das plantas de *Urochloa* o volume da suspensão de esporos para cada isolado foi de 50 mL.

3.2 Semeadura

Para estabelecimento dos experimentos, a semeadura de braquiária foi realizada colocando-se quantidade suficiente de sementes para se obter 35 plântulas de cada uma das espécies e cultivares de *Urochloa* em copos descartáveis de 400 mL, contendo substrato para plantas Tropstrato HT Hortaliças (Vida verde, Campinas, SP) e vermiculita, na proporção 3:1. Após a germinação, as plântulas de *Urochloa* passaram por um desbaste, mantendo-se três plântulas por copo descartável (figura 1.A). A inoculação de *Pyricularia* spp. ocorreu quando as plantas atingiram o estágio 14 da escala de Zadoks *et al.* (1974), ou seja, quatro folhas verdadeiras abertas, em torno de vinte dias após a emergência (figura 1.B).

Figura 1. Semeadura das cultivares de *Urochloa* sp em casa de vegetação.



Fonte: própria autora.

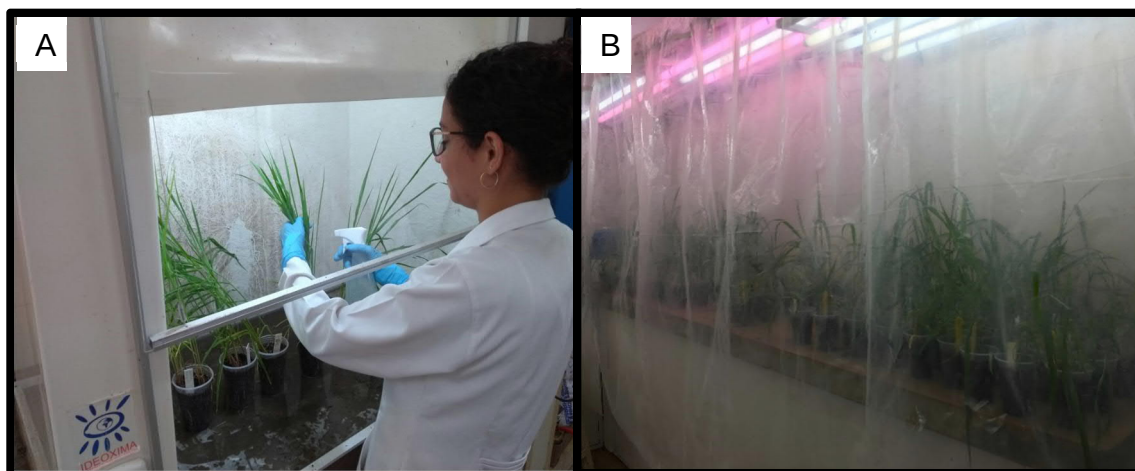
A) Semeadas em copos plásticos de 400 mL; Substrato Tropstrato HT Hortaliças + vermiculita (3:1). B) Plantas com 20 dias após a semeadura, prontas para inoculação.

3.3 Inoculação

Esses 19 isolados de *Pyricularia* spp. foram inoculados individualmente em nove espécies e/ou variedades do gênero *Urochloa*: *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás, *U. brizantha* cv. BRS Piatã, *U. brizantha* cv. Xaraés, *U. decumbens* cv. Basilisk, *U. humidicula* cv. BRS Tupi, *U. humidicula* cv. Comum, *U. ruziziensis* e *Urochloa* spp. cv. BRS Ipyorã (Figura 2.A). As sementes das cultivares de *Urochloa* foram cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa – Gado de corte).

Após a inoculação, as plantas foram incubadas por 24 horas no escuro em câmara tipo fitotrom, à temperatura de 25°C sob nebulização. Após o período de 24 horas, o fotoperíodo foi regulado para 12 horas de escuro e 12 horas de claro, com controle automático de temperatura e umidade e mantidas a 25°C e 90% de umidade relativa, sendo os vasos irrigados diariamente (Figura 2.B).

Figura 2. Inoculação das plantas com suspensão de esporos de *Pyricularia* sp.



Fonte: própria autora.

A) inoculação dos esporos de *Pyricularia* sp. B) As plantas inoculadas foram incubadas em câmara tipo fitotrom, com temperatura de 25 °C, fotoperíodo de 12 horas e 90% de umidade.

3.4 Avaliação

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco repetições e um controle negativo para cada variedade. Os experimentos foram delineados utilizando-se um esquema fatorial 20 (19 isolados + controle negativo) x 9 variedades de braquiária, totalizando 180 parcelas experimentais, o experimento foi replicado uma vez.

A avaliação dos sintomas de doença foi realizada com sete dias após a inoculação de *Urochloa*, fotografando-se três folhas com lesões de brusone de cada tratamento. As fotografias foram efetuadas com auxílio de uma câmera digital acoplada a um monopé a 20 cm de altura. A área foliar infectada com sintomas típicos de brusone foi determinada com auxílio do programa Assess 2.0 da APS – *The American Phytopathological Society* (LAMARI, 2002).

Para se determinar o espectro de virulência de raças de Pygt a espécies e cultivares de *Urochloa*, os valores de severidade de brusone determinados como área foliar infectada foram convertidos em notas conforme escala diagramática padronizada pelo sistema internacional de avaliação de doenças do arroz (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 1996), nesse caso adaptada para braquiária. Zero significa ausência de sintomas; 1 (um), 0,1 a 4 % da área foliar infectada (AFI); 2 (dois), 5 a 10 % AFI; 3 (três), 11 a 25 % AFI; 4 (quatro), 26 a 50% AFI; 5 (cinco), 51 a 100 % da área foliar infectada (CRUZ *et al.*, 2008).

Tabela 2. Reação das cultivares de *Urochloa* de acordo com a porcentagem de area foliar infectada

Porcentagem de área foliar infectada	Índice de severidade da doença*	Reação das cultivares
0 %	0	Resistente
0,1 a 4 %	1	Resistente
4,1 a 10 %	2	Suscetível
10,1 a 25 %	3	Suscetível
25,1 a 50 %	4	Suscetível
50,1 a 100 %	5	Suscetível

Nota: *Índice de severidade da doença calculado com o auxílio da escala diagramática do sistema internacional de avaliações de doenças do arroz (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 1996) adaptado para braquiária.

Fonte: própria autora

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade pelo programa de estatística Sisvar. Para ilustrar a reação de suscetibilidade de variedades de *Urochloa* à espécie de *Pyricularia* e reação de variedades à raças de Pygt, os dados foram representados graficamente usando distribuição box-plot em torno das medianas cada tratamento, usando o Software R.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira parte de nosso estudo determinamos a patogenicidade de *Pyricularia* spp. e os níveis de suscetibilidade e/ou resistência de espécies ou cultivares de *Urochloa* à infecção pelos patógenos. Todas as quatro espécies de *Pyricularia* foram patogênicas à braquiária. Detectou-se efeito significativo de espécie de *Pyricularia*, de cultivar, e da interação espécie*cultivar, indicando que a reação das cultivares de *Urochloa* variou em função das quatro diferentes espécies de *Pyricularia* testadas (Tabela 2).

Tabela 3. Análise de variância dos dados de severidade de brusone foliar em cultivares de *Urochloa* spp. em função da inoculação de quatro diferentes espécies de *Pyricularia*.*

Fonte de variação	GL	QM	F calculado	p
Bloco	9	16,13	1,87	0,0525 ^{NS}
Espécie de <i>Pyricularia</i> *	3	78,93	9,14	0,000**
Cultivar*	8	280,60	32,49	0,000**
Espécie*Cultivar	24	31,92	3,70	0,000**
Erro	1755	8,64		

Nota: ^{NS} Diferenças não significativas; ** diferenças significativas a 1% pelo teste F.

*Como não houve efeito significativo das interações entre réplicas dos experimentos e os fatores espécie ou cultivar, os dois experimentos com N = 5 repetições cada um foram combinados para proceder-se à análise conjunta dos experimentos.

Fonte: própria autora

Das nove cultivares testadas, três (Xaraés, BRS Tupi e BRS Ipyporã) foram resistentes a todas as quatro espécies de *Pyricularia* (Tabela 3, Figuras 3). Por sua vez, as cultivares BRS Paiaguás e BRS Ruzizensis apresentaram as maiores médias de área foliar infectada para todas as quatro espécies de *Pyricularia* (Tabela 3, Figuras 3). As cultivares Xaraés e BRS Ipyporã foram as únicas cultivares com média de área foliar infectada igual a zero não apresentando sinais de infecção quando inoculadas com *P. urashimae* ou *P. pennisetigena* (Tabela 3, Figuras 3), enquanto a cultivar BRS Ipyporã não apresentou infecção por *P. urashimae* (Tabela 3, Figuras 3).

Para a espécie *P. graminis-tritici* observou-se a maior variação nos índices de severidade de brusone em *Urochloa*. Enquanto as cultivares BRS Ipyporã, BRS Tupi e Xaraés apresentaram os menores níveis de severidade de doença, não significativamente diferente de zero (ou do controle negativo), a espécie Pygt foi a que apresentou maior severidade para a cultivar Ruzizensis, além de ser a mais suscetível

para as demais espécies de *Pyricularia* testadas (Tabela 3, Figuras 3). Em média, Pygt proporcionou 1,763 +/- 1,115 desvio % de área foliar infectada.

Em nosso estudo a espécie Pp foi ranqueada, em média, como a segunda espécie a ocasionar os maiores níveis de severidade de brusone em *Urochloa* (Tabela 3, Figuras 3), diferentemente de Reges *et al.* (2016) que descreveram *P. pennisetigena* como a espécie que ocasionou a menor severidade de brusone em *Urochloa*. A média de severidade de brusone causada por Pp nas cultivares de *Urochloa* foi de 2,643 +/- 1,885 desvio % de área foliar infectada (Tabela 3, Figuras 3).

Já a severidade da brusone causada por *P. grisea* em *Urochloa* foi relativamente baixa. Apenas as cultivares Humidicula, Paiaguás e Ruziziensis foram significativamente diferentes do controle negativo, apresentando média de severidade de brusone superiores a 3,5% (Tabela 3, Figuras 3). Essa observação contrasta com a de Reges *et al.* (2016) que relataram severidade média de brusone de 8,8 % em *Urochloa* inoculada com *P. grisea*. Apesar da baixa severidade de brusone foliar detectada em braquiária, há relatos frequentes de Pg em *Urochloa*, em áreas de pastagens de *U. brizantha* cv. Marandu na região da Amazônia (Verzignassi *et al.*, 2012). Pg foi encontrada em lotes de sementes de braquiária que seriam usadas para estabelecimento de pastagens em Rondon do Pará (Verzignassi *et al.*, 2012).

Por sua vez, *P. urashimae* foi a espécie que proporcionou a menor severidade de brusone em braquiária, sendo que as médias e severidade não ultrapassaram 2,7% (Tabela 3, Figuras 3).

Tabela 4. Patogenicidade de espécies de *Pyricularia* e variação da severidade da brusone em cultivares de *Urochloa* spp.

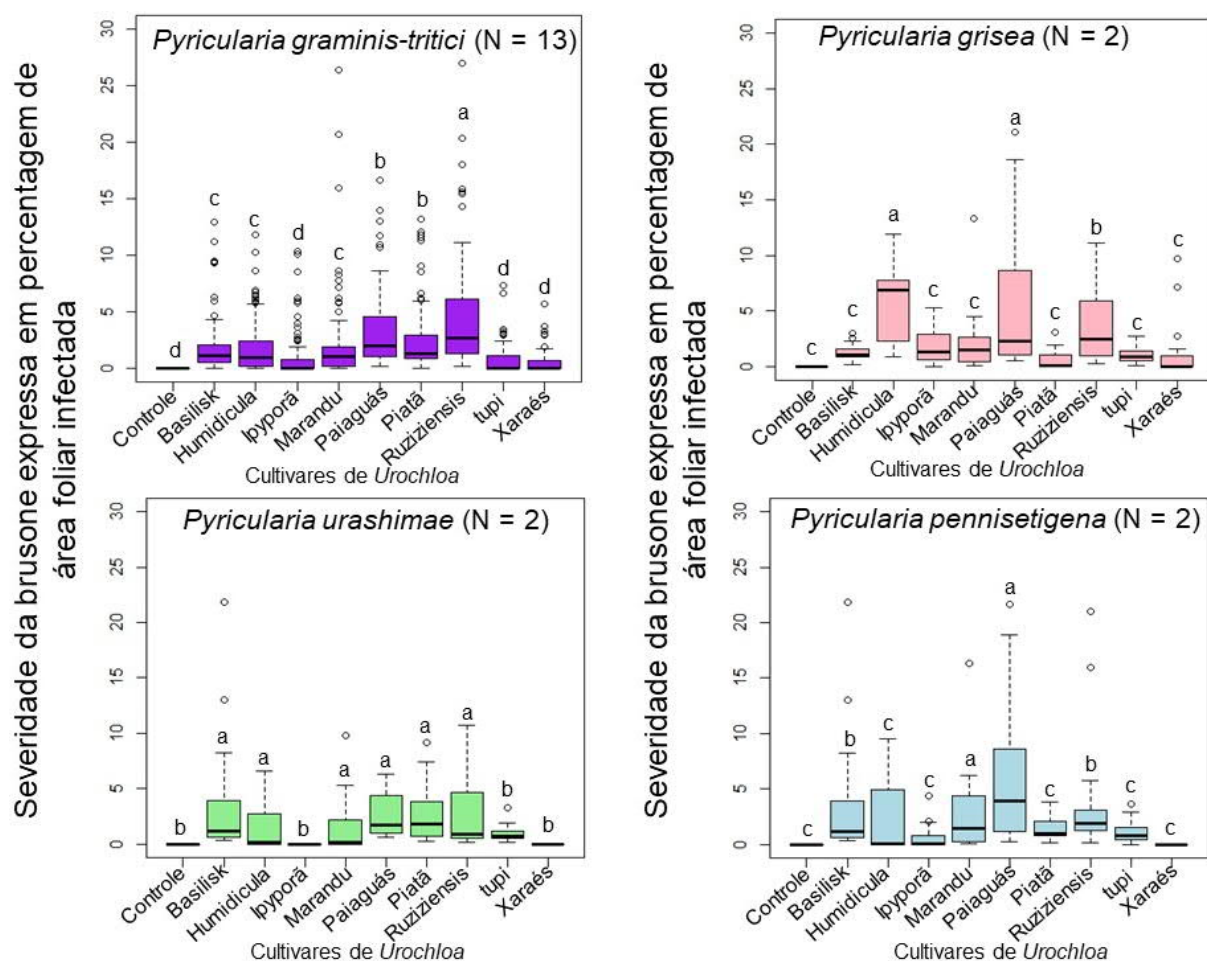
Espécies de <i>Pyricularia</i>	Índice de doença (% de área de folha afetada)									
	Cultivares de <i>Urochloa</i> ssp,									
	Basilisk	Humidicula	BRS Ipyporã	Marandu	BRS Paiaguás	BRS Piatã	Ruziziensis	BRS Tupi	Xaraés	Média ** (± desvio padrão)
<i>Pyricularia graminis-tritici</i> (Pygt), N=13	1,578 cB	1,648 cB	0,686 dA	1,732 cB	2,910 bB	2,314 bA	4,022 aA	0,577 dA	0,404 dA	1,763 ± 1,115
<i>Pyricularia pennisetigena</i> (Pp), N=2	3,656 bA	2,536 cB	0,627 cA	4,950 aA	5,747 aA	1,455 cA	3,715 bA	1,098 cA	0,000 cA	2,643 ± 1,885
<i>Pyricularia grisea</i> (Pg), N=2	1,314 cB	5,743 aA	1,792 cA	2,261 cB	5,746 aA	0,565 cA	3,698 bA	1,102 cA	1,225 cA	2,605 ± 1,876
<i>Pyricularia urashimae</i> (Pu), N=2	2,050 aA	1,589 aB	0,000 bA	1,347 aB	2,601 aB	2,498 aA	2,706 aA	0,954 bA	0,000 bA	1,527 ± 0,988
Média das espécies de <i>Pyricularia</i> por cultivar (± desvio padrão)	2,150 ± 0,909	2,879 ± 1,696	0,776 ± 0,645	2,573 ± 1,410	4,251 ± 1,499	1,708 ± 0,768	3,535 ± 0,496	0,933 ± 0,214	0,500 ± 0,407	

Nota: *Porcentagem média de área foliar infectada por lesão de brusone calculada com dez repetições. A severidade da brusone foi avaliada avaliando-se imagens digitais das folhas infectada, efetuadas sete dias após a inoculação. Para análise das imagens foi usado o programa Assess (APS). As letras representadas indicam diferenças significativa entre médias com $p \leq 0,05$, pelo teste Scott-Knott, onde letras maiúsculas comparam médias de espécies de *Pyricularia* nas colunas e letras minúsculas comparam médias de cultivares de *Urochloa* ssp., dentro de cada espécie de *Pyricularia*, nas linhas.

**Média das cultivares de *Urochloa* por espécie de *Pyricularia* (± desvio).

Fonte: própria autora

Figura 3. Patogenicidade de espécies distintas de *Pyricularia* e variação da severidade da brusone de folhas em cultivares de *Urochloa* spp.



Nota: *As linhas escuras dentro de cada *box-plot* são as medianas de dez repetições representando a porcentagem de área foliar infectada por lesões de brusone em cada cultivar, calculada com base em número *N* de isolados por espécie.

Fonte: própria autora

Na segunda parte do experimento avaliou-se individualmente a espécie *P. graminis-tritise*, pelo fato da espécie associada ao trigo ser melhor caracterizada fenotipicamente, especialmente em raças quanto à diferenças no espectro de virulência (CERESINI *et al.*, 2018), avaliou-se, em mais detalhes, a reação de espécies e cultivares de *Urochloa* a raças de Pygt (Tabelas 4 e 5, Figura 4).

Observou-se virulência entre raças de Pygt, detectada pela significância da interação raça*cultivar (Tabela 5). De acordo com Danelli (2015) a raça A foi a mais frequente tendo uma ocorrência de 80,5 %, seguida da raça B que apresentou 16,6 % de frequência, sendo assim as raças mais comuns para a cultura do trigo, podemos ver que o nosso experimento não mostrou o mesmo resultado para *Urochloa*. O qual

apresentou suscetibilidade para as raças que apresentam menor frequência na cultura do trigo.

Tabela 5. Análise de variância dos dados de severidade de brusone foliar em cultivares de *Urochloa* spp. em função da inoculação de diferentes raças de *Pyricularia graminis-tritici*.*

Fonte de variação	GL	QM	F calculado	p
Bloco	9	8,35	1,47	0,154 ^{NS}
Raças	7	80,99	14,25	0,000**
Cultivares	8	195,22	34,35	0,000**
Raças*Cultivares	56	24,65	4,37	0,000**
Erro	1179	5,68		

Nota: ^{NS} Diferenças não significativas, ** Diferenças significativas a 1% pelo teste F

* Como não houve efeito significativo das interações entre réplicas dos experimentos e os fatores raças ou cultivares, os dois experimentos com N = 5 repetições cada um foram combinados para proceder-se à análise conjunta dos experimentos.

Fonte: própria autora

Para a raça A, embora tenha sido detectada variação significativa na severidade da brusone entre cultivares de *Urochloa*, os níveis médios de severidade foram inferiores a 4,0% (Tabela 6, Figura 4, raça A), indicando reação de resistência. O mesmo foi observado para as raças AA, CC e DD (Tabela 6, Figura 4). Para a raça B, a única cultivar suscetível foi Ruziziensis, tendo apresentado a maior área foliar infectada, diferente significativamente de todas as demais cultivares (Tabela 6, Figura 4, raça B). Já para a raça C de Pygt, as cultivares Paiaguás e Ruziziensis foram as únicas duas suscetíveis (Tabela 6, Figura 4, raça C, Figura 5). Por sua vez, para a raça D, apenas as cultivares BRS Paiaguás e BRS Piatã foram suscetíveis (Tabela 6, Figura 4, raça D).

Somente três cultivares de *Urochloa* apresentaram suscetibilidade às diferentes raças de Pygt. Paiaguás foi suscetível às raças C e D as quais proporcionaram média de severidade brusone de 4,1 e 5,3 %, respectivamente (Figura 5). Já a cultivar BRS Piatã foi suscetível apenas para a raça D, apresentando média de severidade de 4,3 % (Figura 5). A cultivar Ruziziensis foi suscetível às raças B e C, apresentando severidade média de brusone de 9,2 e 5,3 %, respectivamente (Tabela 6, Figura 4, Figura 5).

Figura 4. Reação de variedades de *Urochloa* spp. à brusone das folhas em resposta à inoculação com isolados de diferentes raças ou grupos de virulência de *Pyricularia graminis-tritici* (Continua)

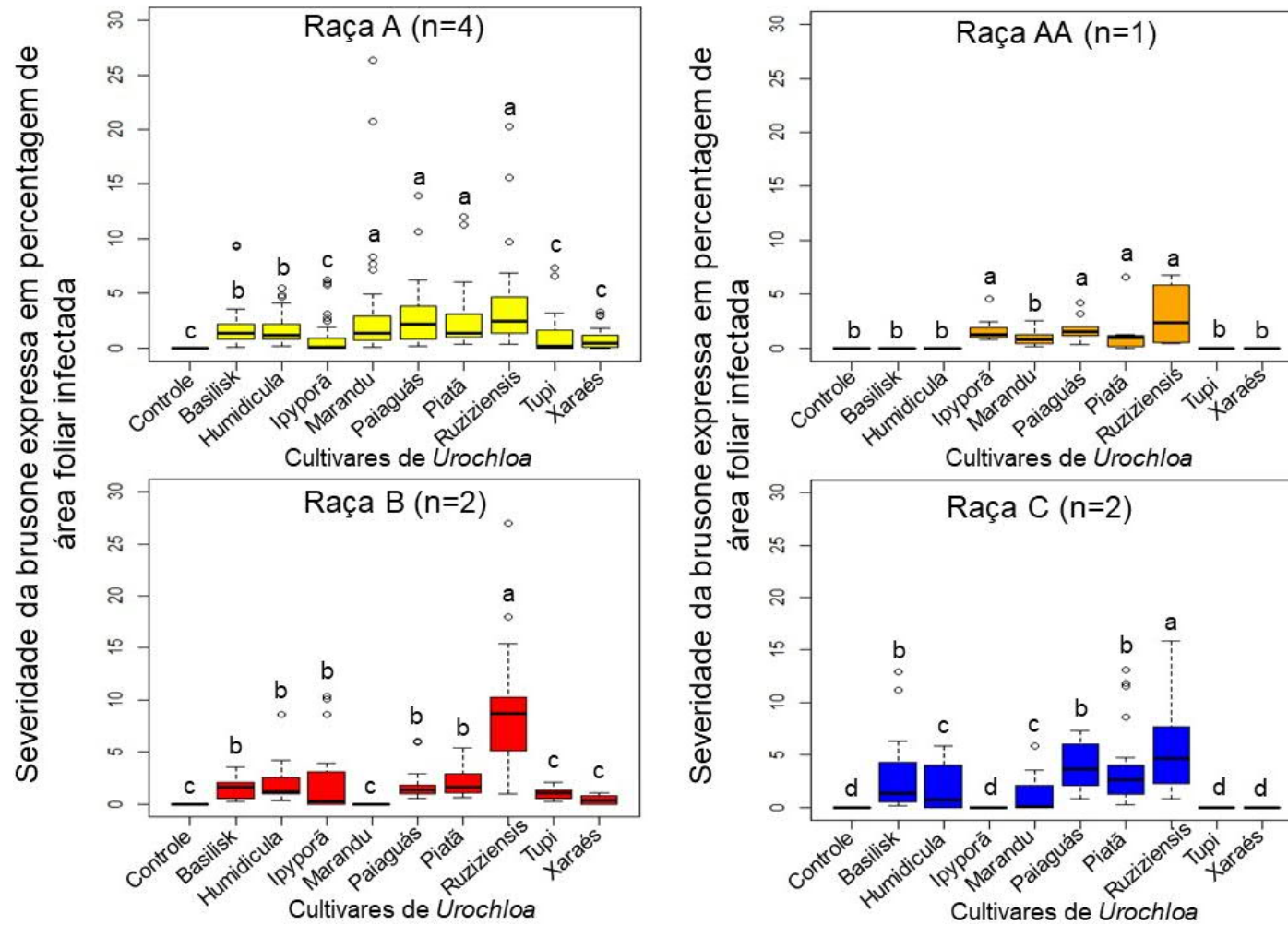
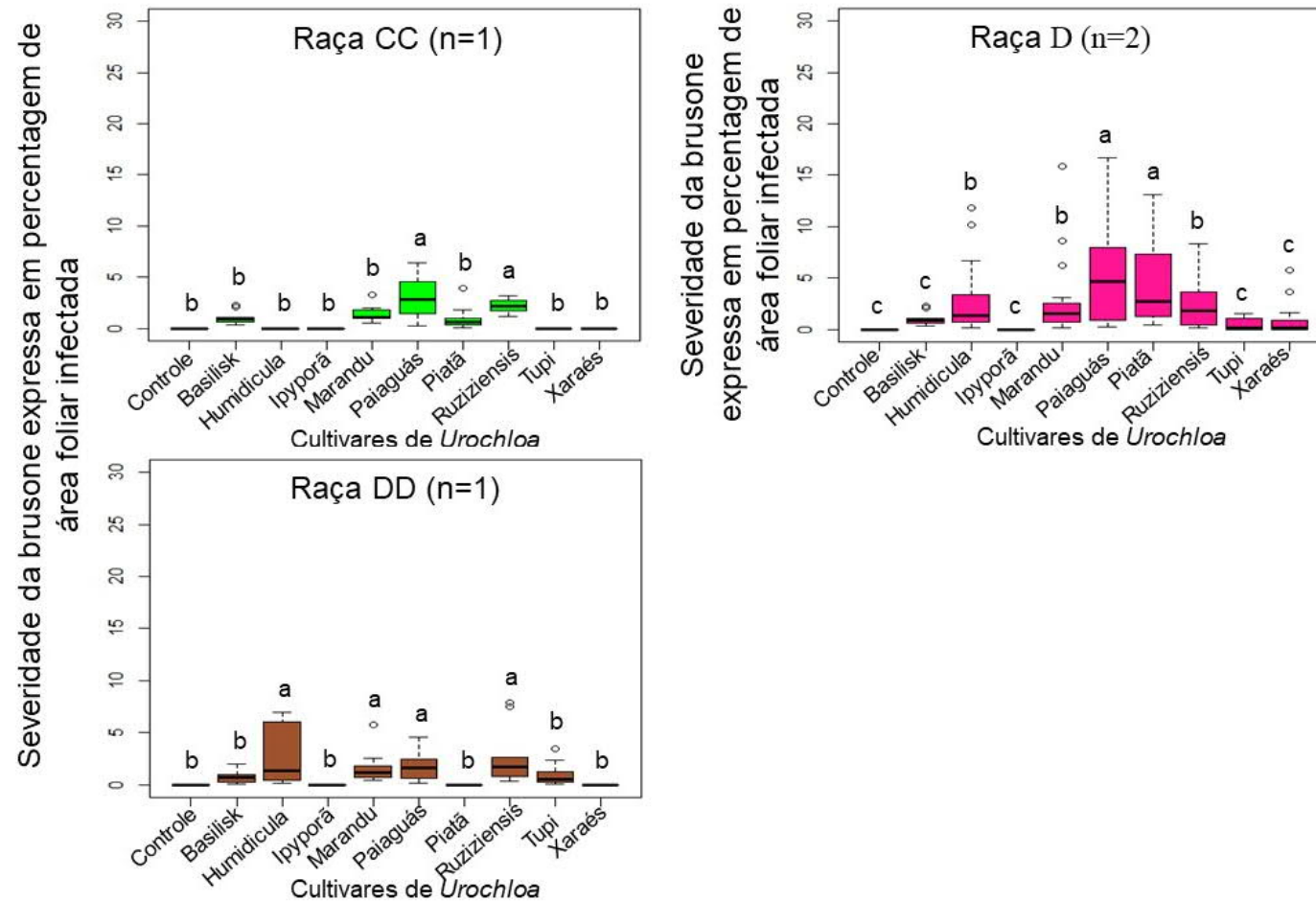


Figura 4. Reação de variedades de *Urochloa* spp. à brusone das folhas em resposta à inoculação com isolados de diferentes raças ou grupos de virulência de *Pyricularia graminis-tritici* (Conclusão)



Nota: **As linhas escuras dentro de cada *box-plot* são as medianas de dez repetições da porcentagem de área foliar infectada por lesões de brusone em cada cultivar e raça distinta de Pygt. Médias seguidas de mesma letra não são significativamente distintas pelo teste de Skot-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: própria autora

Tabela 6. Espectro de virulência de raças de *Pyricularia graminis-tritici* a espécies ou cultivares de *Urochloa*.

Raça	N**	Basilisk	Humidicula	BRS	Marandu	Paiaguás	BRS	Ruziziensis	BRS	Xaraés	Total de reações
				Ipyporã			Piatã		Tupi		resistente (R)
A	4	R	R	R	R	R	R	R	R	R	9
B	2	R	R	R	R	R	R	S	R	R	8
C	2	R	R	R	R	S	R	S	R	R	7
D	2	R	R	R	R	S	S	R	R	R	7
AA	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	9
CC	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	9
DD	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	9
Total	1	7	7	7	7	5	6	5	7	7	-

Nota: *A severidade da brusone foi avaliada sete dias após a inoculação do patógeno nas diferentes espécies/variedades de *Urochloa*. Considerou-se reação de resistência (R) se os valores de severidade média convertido para escala de notas variaram entre 0 (ausência de sintomas) e 1 (0,1 a 4% de área foliar infectada); para valores de severidade da brusone acima de 2 (i.e., > 4% de área foliar infectada) considerou-se reações de suscetibilidade (S) (CRUZ *et al.*, 2008). **Número de isolados de cada raça.

Fonte: própria autora.

Figura 5. Escala demonstrativa de porcentagem área foliar infectada.



Nota: *A cultivar de utilizada para demonstração de porcentagem de área foliar infectada foi a *Urochloa Ruziziensis*, inoculada com diferentes espécies de *Pyricularia*. O controle foi pulverizado com água deionizada esterilizada acrescida do espalhante adesivo Tween 80. Fotos digitais efetuadas aos 7 dias após a inoculação.

Fonte: própria autora.

Dessa forma, considerando a resistência das cultivares Basilisk, Humidicula, BRS Ipyporã, Marandu, BRS Tupi e Xaraés a todas as raças de Pygt, seus cultivos poderiam ser recomendados em áreas adjacentes à áreas de trigo ou até mesmo na integração lavoura de trigo e pastagens forrageira para pecuária. Essa recomendação de cultivo de cultivares resistentes de braquiária visa reduzir o inóculo de Pygt que persiste, na entressafra da cultura, infectando outros hospedeiros.

Por sua vez, um aspecto epidemiológico importante a considerar é a habilidade das sete raças predominantes de Pygt do trigo em infectar as espécies ou cultivares de braquiária consideradas resistentes, ainda que em níveis de severidade muito baixos. É provável que mesmo sob baixo potencial este inóculo associado à pastagens de braquiária seja relevante para iniciar epidemias de brusone em trigo quando as condições climáticas forem favoráveis.

5 CONCLUSÃO

Há variação significativa na patogenicidade e na agressividade e virulência de *Pyricularia* spp. às cultivares de *Urochloa*. As cultivares BRS Ipyporã, BRS Tupi e Xaraés foram as de menor suscetibilidade à brusone do trigo. As raças B, C e D de *P. graminis-tritici* foram virulentas às cultivares de braquiária Paiaguás, BRS Piatã e Ruziziensis.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, J. R. N. D. *et al.* Ocorrência de brusone (*Pyricularia grisea*) em trigo e centeio na região dos cerrados do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 79-82, 1996.
- BAILEY, A. G.; EIJNATTEN, C. V. Corn gray spot caused by *Pyricularia grisea*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 51, n. 2, p. 197- 198, 1961.
- CALLAWAY, E. Devastating wheat fungus appears in Asia for the first time. **Nature**, London, v. 532, n. 2, p. 421-422, 2016.
- CARVALHO, P.C. de F. *et al.* **Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdam, v. 88, n. 2, p. 259-273, 2010. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/0315261455v540m1/>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- CASTROAGUDÍN, V. L. *et al.* Resistance to Qol Fungicides Is Widespread in Brazilian Populations of the Wheat Blast Pathogen *Magnaporthe oryzae*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 105, p. 284-294, 2015.
- CASTROAGUDÍN, V. L. *et al.* *Pyricularia graminis-tritici*, a new *Pyricularia* species causing wheat blast. **Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, Leiden, v. 37, p. 199–216, 2016.
- CASTROAGUDIN, V. *et al.* The wheat blast pathogen *Pyricularia graminis-tritici* has complex origins and a disease cycle spanning multiple grass hosts. **bioRxiv preprint first posted online**, [S. l.], 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1101/203455>.
- CERESINI, P. C. *et al.* Wheat Blast: Past, Present, and Future. **Annual Review Of Phytopathology**, Palo Alto, v. 56, p. 427-456, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/166307>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- COUCH, B. C. *et al.* Origins of host-specific populations of the blast pathogen *Magnaporthe oryzae* in crop domestication with subsequent expansion of pandemic clones on rice and weeds of rice. **Genetics**, Bethesda, v. 170, n. 2, p. 613-630, 2005.
- COUCH, B. C.; KOHN, L. M. A multilocus gene genealogy concordant with host preference indicates segregation of a new species, *Magnaporthe oryzae*, from *M. grisea*. **Mycologia**, Lawrence, v. 94, n. 4, p. 683-693, 2002.
- CROLL, D. **The origin of wheat blast in Bangladesh**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://github.com/crolllab/wheat-blast>. Acesso em: 16 de nov. 2016.
- CROUS, P. W. *et al.* Fungal Planet description sheets: 469–557. **Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, Leiden, v. 37, p. 368-369, 2016.

CRUZ, M. F. A. *et al.* Caracterização genética e fenotípica de isolados de *Pyricularia grisea* do trigo. **Trop. plant pathol.**, Brasília, DF, v. 34, n. 6, p. 393-401, Dec. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-56762009000600005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 mar. 2019.

DANELLI, A. L. D. ***Pyricularia oryzae* Cavara: Virulência de isolados, densidade de conídios no ar e efeito do nitrogênio na suscetibilidade do trigo**. 2015. 177 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.

DUVEILLER, E.; HODSON, D.; TIEDMANN, A. Wheat blast caused by *Magnaporthe grisea*: a reality and new challenge for wheat research. In: INTERNATIONAL WHEAT CONFERENCE, 8., 2010, Saint Petersburg. **Abstracts** [...] Saint Petersburg: Vavilov Research Institute of Plant Industry, 2010. p. 247-248.

FONTANELI, R.S. *et al.* **Sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, sob plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 84 p. (Circular Técnica, 6).

GOULART, A. C. P.; AMABILI, R. F.; NASSER, L. C. B.; FREITAS, M. A. Detecção de *Pyricularia grisea* em sementes de cevada produzidas em sistema irrigado por pivô central no Cerrado Brasileiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 5, p. 565-565, 2003.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. A.; ANDRADE, P. J. M. Relação entre a incidência da brusone em espigas de trigo e a presença de *Pyricularia grisea* nas sementes colhidas. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 184-189, 1995.

GOULART, A.C.P. & PAIVA, F. A. Perdas no rendimento de grãos de trigo causadas por *Pyricularia grisea*, nos anos de 1991 e 1992, no Mato Grosso do Sul. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n. 2, p. 279-282, 2000.

IGARASHI, S. Análise da ocorrência de brusone do trigo no Paraná. In: RENAPET – REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 15., Passo Fundo. **Anais** [...] Passo Fundo: CNPT/EMBRAPA, 1988. p. 1-19.

IGARASHI, S. *et al.* *Pyricularia* em trigo. 1. Ocorrência de *Pyricularia* sp. no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 11, n. 3, p. 351-352, 1986.

ILLANA, A.; RODRIGUEZ-ROMERO, J.; SESMA, A. Major plant pathogens of the *Magnaporthaceae* family. In: HORWITZ, B. A. *et al.* (ed.). **Genomics of soil- and plant-associated fungi**. Berlin: Springer-Verlag, 2013. v. 36, p. 45-88.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standart evaluation system for rice**. 4. ed. [S. l.]: Manila, 1996.

- KATO, H. *et al.* Pathogenicity, mating ability and DNA restriction fragment length polymorphisms of *Pyricularia* populations isolated from Gramineae, Bambusideae and Zingiberaceae plants. **Journal of General Plant Pathology**, Tokyo, v. 66, n. 1, p. 30-47, 2000.
- KLAUBAUF, S. *et al.* Resolving the polyphyletic nature of *Pyricularia* (Pyriculariaceae). **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 79, n. 1, p. 85-120, 2014.
- KOHLI, M. M. *et al.* Pyricularia blast: a threat to wheat cultivation. In: INTERNATIONAL WHEAT CONFERENCE, 8., 2010, St. Petersburg. **Proceedings** [...] St. Petersburg: Vavilov Research Institute of Plant Industry, 2010. p. 273.
- LAMARI, L. **Assess**: image analysis software for plant disease quantification. [S. l.]: APS, 2002. (The American Phytopathological Society).
- LUO, J.; ZHANG, N. Magnaporthiopsis, a new genus in Magnaporthaceae (Ascomycota). **Mycologia**, Lawrence, v. 105, n.4, p. 1019–1029, 2013.
- MACEDO, M. C. M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: BARBOSA, R. A. (org.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. p. 35-36.
- MACIEL, J. L. *et al.* Population structure and pathotype diversity of the wheat blast pathogen *Magnaporthe oryzae* 25 years after its emergence in Brazil. **Phytopathology**, St. Paul, v. 104, p. 95-107, 2014.
- MADDEN, L. V.; WHEELIS, M. The threat of plant pathogens as weapons against U.S. crops. **Annual review of phytopathology**, Palo Alto, v. 41, n. 1, p. 155-176, 2003.
- MARCHI, C. E. FERNANDES, C. D. JERBA, V. BORGES, M. de F. LORENZETTI, E. R. *Brachiaria brizantha*: new host of *Magnaporthe grisea*. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 27, n. 2, p. 52-54, 2005.
- OU, S. H. Blast. In: OU, S. H. (ed.). **Rice diseases**. 2. ed. Wallingford: CAB International, 1985. p.109-201.
- PEREIRA, J. F.; CONSOLI, L.; BONATO, A. L. V.; MACIEL, J. L. N. Development of genomic SSR markers and molecular characterization of *Magnaporthe oryzae* Isolates from wheat in Brazil. **Biochemical Genetics**, New York, v. 52, p. 52-70, 2014.
- PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Resistência da cultivar no manejo integrado da brusone. In: FILIPPI, M. C.; PRABHU, A. S. (ed.). **Brusone em arroz: controle genético, progresso e perspectivas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 321-387.

REGES, J. T. A. *et al.* *Pyricularia pennisetigena* and *P. zingibericola* from invasive grasses infect signal grass, barley and wheat. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v. 46, p. 206-214, 2016.

STRANGE, R. N.; SCOTT, P. R. Plant disease: a threat to global food security Annu. Rev. **Phytopathology**, St. Paul, n. 43, p. 83–116, 2005.
Doi:10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839.

TORRES, G. A. M. *et al.* **Doenças da espiga causam perda de rendimento em trigo nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, em 2009**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 10 p. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 255.)

TOSA, Y.; CHUMA, I. Classification and parasitic specialization of blast fungi. Journal of General **Plant Pathology**, Tokyo, v. 80, n. 3, p. 202-209, 2014.

URASHIMA, A. S.; IGARASHI, S.; KATO, H. Host range, mating type, and fertility of *Pyricularia grisea* from wheat in Brazil. **Plant disease**, St. Paul, v. 77, n. 12, p. 1211-1216, 1993.

URASHIMA, A.S. *et al.* Resistance spectra of wheat cultivars and virulence diversity of *Magnaporthe grisea* isolates in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 29, n. 5, p. 511-518, set-out. 2004.

VERZIGNASSI, Jaqueline Rosemeire *et al.* **Pyricularia grisea: novo patógeno em Brachiaria brizantha cv. Marandu no Pará**. Summa phytopathol., Botucatu, v. 38, n. 3, p. 254, Sept. 2012. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010054052012000300016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 mar. 2019.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed research**, Amsterdam, v. 4, n. 14, p. 415-421, 1974.