

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO DE COLMO E GRÃOS
ARDIDOS EM HÍBRIDOS DE MILHO SOB
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS E ÉPOCAS
DE COLHEITA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MARIELLE MARTINS MARCONDES

GUARAPUAVA-PR

2012

MARIELLE MARTINS MARCONDES

**INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO DE COLMO E GRÃOS ARDIDOS EM HÍBRIDOS DE
MILHO SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS E ÉPOCAS DE
COLHEITA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof(a). Dr(a). Cacilda Márcia Duarte Rios Faria
Orientador(a)

Dr. Rodrigo Vêras da Costa
Co-orientador

GUARAPUAVA-PR

2012

Catálogo na Publicação
Biblioteca Central da UNICENTRO, Campus Guarapuava

M321i Marcondes, Marielle Martins
Incidência de podridão de colmo e grãos ardidos em híbridos de milho sob diferentes densidades de plantas e épocas de colheitas / Marielle Martins Marcondes. -- Guarapuava, 2013
xiii, 62 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2013

Orientador: Cacilda Márcia Duarte Rios Faria

Co-orientador: Rodrigo Véras da Costa

Banca examinadora: Flavio Augusto de Oliveira Garcia, Dagma Dionísia da Silva, Osnil Alves Camargo Junior

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. Podridão de colmo. 4. Grãos ardidos. 5. *Zea mays*. 6. Espigas. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 633.15

MARIELLE MARTINS MARCONDES

**INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO DE COLMO E GRÃOS ARDIDOS EM HÍBRIDOS DE
MILHO SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS E ÉPOCAS DE
COLHEITA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 20 de dezembro de 2012

Prof. Dr. Flavio Augusto de Oliveira Garcia – UNICENTRO

Dr(a). Dagma Dionísia da Silva – EMBRAPA Milho e sorgo

Prof. Dr. Osnil Alves Camargo Junior - UNICENTRO

Prof(a). Dr(a). Cacilda Márcia Duarte Rios Faria - UNICENTRO

Orientador(a)

GUARAPUAVA-PR

2012

Dedico

Aos meus pais Luíz Carlos e Salete,
por todo apoio e incentivo, que
contribuíram para tornar essa
conquista possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por andar sempre comigo e ajudar-me a superar todas as dificuldades, não me deixando desistir, mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, por todo apoio, amizade, dedicação, paciência e incentivo para seguir em frente.

A minha irmã Mariana, pelo companheirismo e apoio em todos os momentos que precisei.

A Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, pelo suporte e pela oportunidade de realização do Mestrado.

Aos professores da UNICENTRO que deram todo o suporte técnico e transmitiram seus conhecimentos, contribuindo muito para que eu cumprisse essa etapa com sucesso. Em especial à Prof.(a) Dra. Cacilda Márcia Duarte Rios Faria, pela amizade e dedicação como orientadora, ao Prof. Dr. Marcos Ventura Faria e ao Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes, por todo apoio e dedicação.

A Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade de estágio e por ter concedido o espaço e seus funcionários, que foram de suma importância para o desenvolvimento do meu trabalho.

Aos pesquisadores da EMBRAPA, Dr. Rodrigo Vêras da Costa, Dra. Dagma Dionísia da Silva e Dr. Luciano Viana Cota, pelo apoio, disponibilidade e suporte técnico concedidos a mim para que pudesse conduzir o trabalho com sucesso.

Aos assistentes de operações da EMBRAPA, Osni Alves da Silva e Clóvis Ribeiro, por todo apoio, conhecimento, dedicação e paciência.

A todos os estagiários do grupo do milho e da fitopatologia da UNICENTRO e também aos estagiários do Núcleo de Fitossanidade (fitopatologia) da EMBRAPA, pela amizade e companheirismo e por todo esforço dedicado ao meu trabalho, sendo essenciais em todas as etapas do meu experimento. Sem eles, com certeza, não seria possível a conclusão desse trabalho.

A CAPES, pela bolsa concedida durante os dois anos de mestrado.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu pudesse chegar ao fim de mais uma etapa com sucesso.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	4
2.1 Geral.....	4
2.2 Específicos.....	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
3.1 Aspectos gerais da cultura do milho.....	5
3.2 Doenças do milho.....	6
3.2.1 Podridões de espiga e grãos ardidos.....	7
3.2.2 Podridões de colmo.....	9
3.2.3 Principais doenças de espiga e colmo.....	9
3.2.3.1 Podridão de diplopia ou podridão branca.....	9
3.2.3.2 Podridão rosada da espiga.....	12
3.2.3.3 Podridão por <i>Penicillium</i>	14
3.2.3.4 Podridão por <i>Aspergillus</i>	15
3.2.3.5 Antracnose do colmo.....	17
3.2.4 Manejo integrado das podridões de espiga e grãos ardidos.....	18
3.2.5 Manejo integrado das podridões de colmo.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Condução dos experimentos.....	22
4.2 Avaliações.....	25
4.2.1 Incidência de podridões de colmo.....	25
4.2.2 Incidência de grãos ardidos.....	26
4.2.3 Incidência de fungos nos grãos ardidos e nos grãos assintomáticos.....	26
4.2.4 Produtividade e peso de 1000 grãos.....	27
4.3 Análise estatística.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28

5.1 Incidência de grãos ardidos, produtividade e peso de mil grãos no experimento conduzido em Guarapuava – PR.....	28
5.2 Incidência de grãos ardidos, produtividade e peso de mil grãos no experimento conduzido em Sete Lagoas – MG	33
5.3 Incidência de fungos nos grãos ardidos e nos grãos assintomáticos no experimento conduzido em Guarapuava – PR.....	37
5.4 Incidência de fungos nos grãos ardidos e nos grãos assintomáticos no experimento conduzido em Sete Lagoas – MG.....	40
5.5 Incidência de podridões de colmo.....	46
5.5.1 Incidência de podridões de colmo no experimento realizado em Guarapuava – PR.....	46
5.5.2 Incidência de podridões de colmo no experimento realizado em Sete Lagoas - MG.....	48
5.6 Incidência dos fungos causadores de podridões de colmo.....	52
6. CONCLUSÃO.....	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resumo da análise de variância para peso de grãos ardidos (%PGA), número de grãos ardidos (%NGA), produtividade (kg ha ⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012.....	29
Tabela 2 -	Produtividade (kg ha ⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) dos híbridos de milho avaliados no experimento conduzido em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012.....	29
Tabela 3 -	Peso de grão ardidos (%PGA) para três híbridos avaliados em duas épocas de colheita, em Guarapuava – PR.....	32
Tabela 4 -	Número de grãos ardidos (%NGA) para os três híbridos avaliados nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012.....	33
Tabela 5 -	Resumo da análise de variância para peso de grãos ardidos (%PGA), número de grãos ardidos (%NGA), produtividade (kg ha ⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	34
Tabela 6 -	Peso de grãos ardidos (%PGA), número de grãos ardidos (%NGA), produtividade (kg ha ⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) dos três híbridos avaliados em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	35
Tabela 7 -	Produtividade (kg ha ⁻¹) do milho nas três densidades de plantas avaliadas em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	36
Tabela 8 -	Peso de grão ardidos (%PGA), número de grãos ardidos (%NGA), produtividade (kg ha ⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 24% e 15%, respectivamente, no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	37
Tabela 9 -	Resumo da análise de variância para a incidência de <i>Fusarium</i> spp., <i>Stenocarpella</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp. presentes nos grãos ardidos do experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra	

	2011/2012.....	38
Tabela 10 -	Resumo da análise de variância para a incidência de <i>Fusarium</i> spp., <i>Stenocarpella</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp. presentes nos grãos assintomáticos do experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012.....	39
Tabela 11 -	Incidência de <i>Fusarium</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp. nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012.....	40
Tabela 12 -	Resumo da análise de variância para a incidência de <i>Fusarium</i> spp., <i>Stenocarpella</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp. presentes nos grãos ardidos do experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	41
Tabela 13 -	Incidência de <i>Fusarium</i> spp. e <i>Stenocarpella</i> spp. (%) nos grãos de milho, nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 24% e 15%, respectivamente, no experimento realizado em Sete Lagoas – MG.....	42
Tabela 14 -	Resumo da análise de variância para a incidência de <i>Fusarium</i> spp., <i>Stenocarpella</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp. presentes nos grãos assintomáticos do experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	43
Tabela 15 -	Incidência de <i>Fusarium</i> spp. nos grãos assintomáticos na interação híbridos x densidades de plantas (pl ha ⁻¹) em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	44
Tabela 16 -	Incidência de <i>Stenocarpella</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp. nos grãos assintomáticos dos três híbridos avaliados em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	45
Tabela 17 -	Resumo da análise de variância para incidência de podridões de colmo (%) no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012.....	46
Tabela 18 -	Resumo da análise de variância para incidência de podridões de colmo (%) no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na	

	safra 2011/2012.....	48
Tabela 19 -	Incidência de podridões de colmo (%) na interação híbridos x densidades de plantas, no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Valores diários de precipitação pluviométrica (mm), temperaturas máxima e mínima (°C), no <i>Campus</i> CEDETEG, em Guarapuava - PR, durante a safra 2011/2012.....	22
Figura 2 -	Valores diários de precipitação pluviométrica (mm), temperaturas máxima e mínima (°C), no Campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas - MG, durante a safra 2011/2012....	23
Figura 3 -	Peso de grão ardidos (%PGA) e número de grãos ardidos (%NGA) na primeira e segunda época de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento conduzido em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012.....	31
Figura 4 -	Produtividade (kg ha⁻¹) do milho em duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento conduzido em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012..	32
Figura 5 -	Incidência de <i>Fusarium</i> spp. nos grãos assintomáticos de milho, nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 24% e 15%, respectivamente, em Sete Lagoas, na safra 2011/2012.....	44
Figura 6 -	Incidência de podridão de colmo (%) em três híbridos de milho no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012...	47
Figura 7 -	Incidência de podridão de colmo em três densidades de plantas de milho no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012.....	48
Figura 8 -	Incidência de podridões de colmo em três híbridos de milho no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012...	49
Figura 9 -	Incidência de podridão de colmo em três densidades de plantas de milho no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012.....	50

RESUMO

Marielle Martins Marcondes. Incidência de podridão de colmo e grãos ardidos em híbridos de milho cultivados sob diferentes densidades de plantas e épocas de colheita

O milho é um cereal de grande importância mundial e sua utilização vai desde a alimentação animal até indústrias de alta tecnologia. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial desse grão, mas a média de produtividade ainda é considerada baixa, cerca de 4500 kg ha⁻¹. Entre os fatores que podem limitar a produção do milho estão as doenças, que vem causando elevados prejuízos aos produtores devido aos diferentes sistemas de produção, juntamente com o cultivo sucessivo, ampliação das épocas de cultivo, utilização de cultivares suscetíveis, plantio direto, aumento da população de plantas, uso indiscriminado de defensivos, entre outros, sendo que a falta de rotação de culturas e o plantio de segunda safra contribuem para o aumento da sobrevivência dos patógenos no campo. Além das doenças foliares, destacam-se também as podridões de colmo e podridões de espiga, esta última responsável pela produção de grãos ardidos. Como métodos de controle de grãos ardidos podem ser utilizados a resistência genética, considerada um método eficiente, a densidade de plantas e a época de colheita. O objetivo do trabalho foi avaliar a incidência de grãos ardidos, podridões de colmo e a produtividade de três híbridos de milho, cultivados em três densidades de plantas, com duas épocas de colheita. Os experimentos foram conduzidos em Guarapuava – PR e Sete Lagoas – MG na safra 2011/2012. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, em arranjo fatorial triplo 3 x 3 x 2 (híbridos x densidades de plantas x épocas de colheita). Foram avaliados a incidência de podridões de colmo (%) e grãos ardidos (%), a sanidade de grãos pelo *Blotter test* com congelamento, a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e o peso de 1000 grãos (g). Os híbridos mais produtivos nos experimentos realizados em Guarapuava e em Sete Lagoas foram o Status TL e o DKB 390YG, respectivamente. Em ambos os experimentos a incidência de grãos ardidos foi menor quando a colheita foi antecipada. A densidade de plantas não influenciou na incidência de grãos ardidos em nenhum dos experimentos, mas aumentou a incidência de podridões de colmo. O fungo predominante nos grãos assintomáticos foi *Fusarium* spp.

Palavras-Chave: Podridão de colmo, grãos ardidos, *Zea mays* e espiga.

ABSTRACT

Marielle Martins Marcondes. Incidence of stalk rot and grain rot in maize hybrids grown under different plant densities and harvest season

Corn is a cereal of great importance worldwide and its use goes from the feed to high-tech industries. Brazil is the third largest producer of grain, but the average yield is still considered low, about 4500 kg ha⁻¹. Among the factors that can limit the production of corn are diseases, which has caused huge losses to producers due to different production systems, together with the continuous cultivation, expansion of cropping seasons, use of susceptible cultivars, tillage, increased plant population, indiscriminate use of pesticides, among others, and the lack of crop rotation and planting of second crop contribute to the increased survival of pathogens in the field. Besides foliar diseases stand out also stalk rot and ear rot, the latter responsible for the production of damaged kernels. As control methods damaged kernels can be used genetic resistance, considered an efficient method, plant density and harvest time. The objective of this study was to evaluate the incidence of damaged kernels, stalk rot and yield of three maize hybrids grown at three plant densities, with two harvest seasons. The experiments were conducted in Guarapuava - PR and Sete Lagoas - MG in crop 2011/2012. The experimental design was a randomized block design with three replications in a factorial arrangement of three 3 x 3 x 2 (hybrids x plant densities x harvest season). Evaluated the incidence of stalk rot (%) and damaged kernels (%), grain sanity by Blotter test with freezing, grain yield (kg ha⁻¹) and 1000 grain weight (g). The highest yielding hybrids in experiments in Guarapuava and Sete Lagoas were the DKB 390YG and Status TL, respectively. In both experiments the incidence of damaged kernels was lower when the harvest was anticipated. The plant density did not influence the incidence of damaged kernels in either experiment, but increased the incidence of stalk rot. The fungus was prevalent in asymptomatic grains *Fusarium* spp.

Keywords: stalk rot, damaged kernels, *Zea mays* and ear.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância mundial e sua utilização vai desde a alimentação animal até indústrias de alta tecnologia. A maior parte dessa produção, cerca de 70%, destina-se a alimentação de animais, principalmente nas cadeias produtivas de aves e suínos (SEAB, 2011). Os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos, com 316 milhões de toneladas e a China com 182 milhões de toneladas. O Brasil se encontra em terceiro lugar, com 73 milhões de toneladas (CONAB, 2012a).

Apesar das perspectivas favoráveis para o agronegócio envolvendo a cultura do milho no Brasil com o aumento do consumo de carne e também das exportações (MAPA, 2012), existem fatores que podem limitar a produção do grão, dentre os quais os fitopatógenos são os mais importantes.

Dentro desse contexto, a ocorrência de doenças vem se tornando mais intensa a cada ano, causando elevados prejuízos aos produtores, principalmente pelo aumento de cultivo do milho em áreas irrigadas, ausência de rotação de culturas, utilização de cultivares suscetíveis e ampliação das épocas de cultivo (1ª e 2ª safras), sendo que a falta de rotação de culturas e o plantio de segunda safra contribuem para o aumento da sobrevivência dos fitopatógenos no campo (COSTA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2004), resultando numa maior severidade das doenças e permitindo a ocorrência de outras doenças consideradas secundárias para a cultura (CASA et al., 2006). Além desses fatores, o aumento da área cultivada em plantio direto proporcionou uma alteração no microclima e na biologia do agroecossistema, com reflexos nas populações dos agentes causais das doenças do milho (REIS et al., 2004). No milho, além das doenças foliares, destacam-se também as podridões de espiga e de colmo, que podem trazer sérias perdas de produtividade.

Existem vários fungos responsáveis pelas podridões de espiga em milho e, conseqüentemente, produção de grãos ardidos, dentre eles destacam-se: *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora*, *Fusarium verticillioides* (= *Fusarium moniliforme*), *F. subglutinans* e *F. proliferatum*, *Giberella zeae* (anamorfo *F. graminearum*), *Aspergillus flavus* e *Penicillium oxalicum* (FANTIN e DUARTE, 2009; REIS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2004). As espigas atacadas por esses patógenos apresentam redução no rendimento e na qualidade dos grãos e no momento da comercialização é descontado um percentual do valor pago, em decorrência da incidência de grãos ardidos (CASA et al., 2007a). Além disso, algumas

espécies de fungos que causam podridão de espigas, principalmente *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. podem acumular metabólitos secundários tóxicos ao homem e aos animais, denominados micotoxinas (FREIRE et al., 2007; REIS et al., 2004).

Dos patógenos citados como causadores de podridão de espiga, a maioria causa também, podridões de colmo, exceto *A. flavus* e *P. oxalicum*. Outro importante patógeno que também pode causar podridão de colmo é o *Colletotrichum graminicola*. A podridão de colmo, por sua vez, pode afetar a qualidade das espigas por reduzir a absorção de água e nutrientes, causar o tombamento ou morte prematura das plantas dificultando a colheita mecânica e expondo as espigas a roedores e ao apodrecimento (COSTA et al., 2008; CASELA et al., 2008).

A adoção de algumas práticas de manejo da cultura, associadas com resistência genética dos materiais, podem contribuir para a redução do ataque desses patógenos. Entre elas destaca-se a densidade adequada de plantas, capaz de influenciar significativamente o rendimento de grãos e, também, a incidência de doenças, variando de acordo com o híbrido, com a disponibilidade hídrica e com a disponibilidade de nutrientes (EMYGDIO e TEIXEIRA, 2008). O conceito do plantio em fileiras e com determinados espaçamentos entre as plantas e linhas, surgiu da necessidade de racionalização das áreas e principalmente com o advento da mecanização agrícola (MASCARENHAS, 2011). Em virtude do surgimento de novas cultivares de milho, principalmente de ciclo mais curto e porte mais baixo, o potencial de resposta ao incremento da densidade é maior (ALMEIDA e SANGOI, 1996). Por outro lado, o aumento na densidade de plantas aumenta a competição entre indivíduos por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para atender a demanda para o enchimento do grão e manutenção das demais estruturas da planta (SANGOI e SALVADOR, 1997). Com isso, pode haver redução no diâmetro do colmo, deixando as plantas mais suscetíveis ao acamamento e quebramento (PEREIRA FILHO e CRUZ, 2002), facilitando também a entrada de pragas e patógenos no colmo e na espiga.

Outra prática de manejo com possível influencia na incidência de doenças no milho é a época de colheita, devido ao tempo em que a cultura permanece no campo e a variação nos teores de umidade dos grãos. A colheita antecipada pode contribuir para o melhor aproveitamento do potencial produtivo dos híbridos, desde que a secagem seja realizada o mais breve possível, visando à manutenção da qualidade sanitária dos grãos (MARQUES et

al., 2009). Além disso, pode impedir que os grãos germinem na espiga, principalmente em genótipos sensíveis a germinação.

Em virtude de novos híbridos de milho que vem sendo lançados no mercado, com alto potencial produtivo, existe uma necessidade crescente de informações para a correta escolha de genótipos mais adaptados à determinada região e, principalmente, com tolerância à patógenos de espiga e colmo, o que torna importante o desenvolvimento de trabalhos que avaliem fatores capazes de reduzir a incidência de doenças, permitindo que os híbridos possam expressar todo seu potencial produtivo.

2. OBJETIVO

2.1 Geral

O objetivo do trabalho foi avaliar a incidência de grãos ardidos, podridões de colmo e a produtividade de três híbridos de milho, cultivados em três densidades de plantas, com duas épocas de colheita.

2.2 Específicos

- Avaliar o efeito da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos, podridões de colmo e produtividade em diferentes genótipos de milho;
- Avaliar o efeito da época de colheita na incidência de grãos ardidos e na produtividade de diferentes genótipos de milho;
- Avaliar a incidência de fungos causadores de grãos ardidos e podridões de espiga presentes em grãos ardidos e em grãos assintomáticos produzidos por genótipos de milho submetidos a diferentes densidades de plantas e épocas de colheita.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais da cultura do milho

O milho é o segundo grão mais produzido Brasil, ficando atrás apenas da soja. Além disso, o milho é o principal insumo utilizado na fabricação de ração animal, com cerca de 70% (SEAB, 2011), em especial na criação de aves e suínos. Contudo, há perspectivas de que o consumo de carne suína e de frango cresça ainda mais, promovendo aumento na demanda desse grão (BARBOSA, 2010).

Nas últimas safras o Brasil tem se destacado como terceiro maior exportador mundial de milho, porém a deficiência da estrutura de transporte até os portos tem prejudicado o país na participação do comércio internacional desse grão (DUARTE et al., 2011). É importante ressaltar que a produção de milho na China tem sido insuficiente para atender sua demanda crescente, que tende a superar os 172 milhões na safra 2010/2011, chegando a 182,5 milhões na safra 2011/2012 (USDA, 2012). Assim, a China deverá se estabelecer como importadora líquida de milho, abrindo um mercado de cerca de oito ou nove milhões de toneladas adquiridas anualmente por países asiáticos que tradicionalmente compravam da China. Dentre os países que podem suprir a demanda mundial de milho, o Brasil é o único que tem área disponível, podendo também melhorar seu nível tecnológico (DUARTE et al., 2011).

A produção mundial de milho na safra 2011/2012 foi de aproximadamente 860 milhões de toneladas. Os principais países produtores desse grão são os Estados Unidos (36,3%), seguido da China (22,2%) e Brasil (7,2%). A produção nos EUA para a safra 2011/2012 foi estimada em 313,9 milhões de toneladas, com produtividade de 9.240 kg ha⁻¹ (USDA, 2012). A produtividade média na safra 2010/11 foi de 10.275 kg ha⁻¹, superando a média da safra 2009/2010, que foi cerca de 9.590 kg ha⁻¹ (USDA, 2011).

Os EUA e a China consomem juntos 54% de todo milho que é produzido no mundo. Os EUA são também o maior exportador do grão, representando 50% do comércio internacional do milho; em segundo vem a Argentina, com 16% e o Brasil em terceiro, com 8,6%. Porém, a exportação dos EUA vem diminuindo, fato que pode estar ocorrendo devido ao aumento da demanda interna, principalmente para a produção de etanol, que estima-se utilizar 1/3 dessa produção (SEAB, 2011).

De acordo com a CONAB (2012a), a USDA divulgou que os EUA vão manter a quebra de safra de milho, com redução da produção de 272,5 milhões de toneladas. Com isso, o Brasil é uma opção para os importadores suprirem suas necessidades. Além disso, há fortes indícios de contaminação do milho proveniente dos Estados Unidos com a micotoxina denominada de aflatoxina.

No Brasil a área total cultivada com o milho na safra 2011/2012 foi estimada em 15,1 milhões de hectares, 8,59% maior que na safra anterior (CONAB, 2012b). Desse total, 7,5 milhões de hectares são de cultivo na Primeira Safra e 7,6 milhões de hectares da Segunda Safra, em áreas previamente cultivadas com soja. Da área cultivada com grãos no Brasil, a de milho ocupa o segundo lugar, precedido apenas pela soja, com 25 milhões de hectares. A produtividade média do milho prevista para a Primeira Safra é 0,57% menor que na safra 2010/2011, podendo atingir 4.550 kg ha⁻¹ e, 5.085 kg ha⁻¹ na Segunda Safra.

A produção brasileira de milho para a safra 2011/12 foi de aproximadamente 73 milhões de toneladas, sendo 34,2 milhões de toneladas na Primeira Safra. Essa produção total supera a de soja, que ficou estimada em 66,3 milhões de toneladas (CONAB, 2012b).

3.2 Doenças do milho

A cultura do milho vem se tornando, ao longo do tempo, cada vez mais vulnerável ao ataque de patógenos, principalmente fungos, os quais podem comprometer o potencial de rendimento da cultura. Isso tem ocorrido devido a diversos fatores como os diferentes sistemas de produção, juntamente com o cultivo sucessivo, semeadura em épocas não recomendadas, genótipos não recomendados para determinada região (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004), genótipos suscetíveis, atraso na colheita, uso indiscriminado de defensivos, elevada população de plantas, adubação desequilibrada, plantio de milho safrinha e milho irrigado (OLIVEIRA et al., 2004; REIS et al., 2004).

Os danos causados pelas doenças foliares em milho são indiretos, por meio da redução da área foliar, deixando a planta debilitada e, com isso, vulnerável à entrada de patógenos causadores de podridões de colmo e raízes (JARDINE e LACA-BUENDÍA, 2009).

Esses fatores podem influenciar no aumento ou redução de doenças. Portanto, torna-se necessário a realização de trabalhos que avaliem como que diferentes fatores dentro de sistemas de produção irão afetar doenças e patógenos que atacam a cultura do milho. Essas

doenças podem ser manchas foliares, podridões de sementes, morte de plântulas, podridões radiculares, ferrugens, enfezamentos e podridões de colmo e espiga (REIS et al., 2004). Dentre elas, os grãos ardidos e podridões de colmo, necessitam ser mais intensamente pesquisadas devido aos danos que causam direto ou indiretamente na qualidade e quantidade de grãos colhidos, comprometendo o potencial de rendimento da cultura. A maioria dos patógenos responsáveis pelos grãos ardidos são mais frequentes na região Sul do Brasil, mas podem ocorrer em todas as regiões do país produtoras de milho (PINTO, 2005).

3.2.1 Podridões de espiga e grãos ardidos

Existem vários fungos causadores de podridões de espiga, dentre esses estão *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora*, causadores da podridão de diplódia ou podridão branca, *Fusarium verticillioides* (*Fusarium moniliforme*), *F. subglutinans*, *F. proliferatum* e *F. graminearum* causadores da podridão de fusarium ou podridão rosada da espiga, *Giberella zae* (anamorfo *F. graminearum*), agente causal da podridão vermelha ou da ponta da espiga, *Penicillium oxalicum*, causador da podridão de espiga por *Penicillium* e *Aspergillus flavus*, causador da podridão de *Aspergillus* e de grãos armazenados (FANTIN e DUARTE, 2009; CASELA, 2006; REIS et al., 2004).

De acordo com alguns trabalhos, os fungos de maior ocorrência são *F. verticillioides*, *S. maydis*, *S. macrospora* e *A. flavus* (MUKANGA et al., 2010; BUIATE, 2008; SANGOI et al., 2000).

As podridões de espiga ocorrem em todas as regiões do Brasil e em geral, os agentes patogênicos causam também podridões de colmo. Os maiores danos ocorrem em condições de alta umidade, no período de floração até a colheita (REIS et al., 2004).

A infecção da espiga normalmente é responsável pela incidência desses fungos nos grãos, resultando nos chamados grão ardidos. Os grãos de milho, em termos fitopatológicos, são classificados como ardidos quando infectados por fungos e ocorre a descoloração de, pelo menos, um quarto da superfície dos grãos. A coloração desses grãos pode variar de marrom-claro a roxo ou de vermelho claro a vermelho intenso, dependendo do patógeno presente (PINTO, 2005). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define como sendo ardidos aqueles grãos ou pedaços de grãos que perderam sua cor característica, por ação do calor e umidade ou fermentação em mais de um quarto do tamanho do grão. A

porcentagem de grãos ardidos é utilizada para classificar o milho quanto a qualidade, tipo 1 (até 1%), 2 (até 2%) e 3 (até 3%), acima de 5% os grãos são considerados fora do padrão de qualidade de acordo com a portaria nº 4 de 06 de janeiro de 2010 do MAPA (BRASIL, 2010).

Existem duas situações em que os grãos milho podem ser contaminados pelos fungos, em pré-colheita, quando ocorrem podridões de espiga com formação de grãos ardidos e pós-colheita, ocorrendo grãos mofados durante armazenamento e beneficiamento. As perdas na qualidade dos grãos causam desvalorização do produto, com isso, as agroindústrias adotaram como padrão de qualidade a tolerância máxima de 6% para a ocorrência de grãos ardidos em lotes comerciais de grãos (PINTO, 2007).

A contaminação também é favorecida por deficiência hídrica no período de enchimento de grãos e grande quantidade de chuva após a maturidade fisiológica (OLIVEIRA et al., 2004). Outros fatores que podem contribuir para o aumento da incidência de podridões são plantas com ferimentos, acamadas e com espigas mal empalhadas e não decumbentes, o que favorece a entrada de água da chuva e dos esporos fúngicos (SILVA e SCHIPANSKI, 2006). Os fungos que atacam grãos armazenados são favorecidos quando a umidade dos grãos atinge valores inferiores a 35% (OLIVEIRA et al., 2004).

Além dos danos causados aos grãos, a infecção por alguns desses patógenos pode resultar na produção de micotoxinas, o que impede a sua utilização para o consumo animal ou humano, pois podem causar doenças graves (FANTIN e DUARTE, 2009; SWEETS e WRIGHT, 2008; PINTO, 2007; PINTO, 2005).

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por alguns gêneros de fungos em determinadas condições ambientais ou de armazenamento não adequados (OTTONI, 2008; REIS et al., 2004). Elas ocorrem no micélio de fungos filamentosos e também podem estar presentes nos esporos destes organismos (D`MELLO e MACDONALD, 1997).

Os patógenos produtores das principais micotoxinas do milho tanto no Brasil como em outros países pertencem aos gêneros *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (FREIRE et al., 2007; ALMEIDA et al., 2000). Nos últimos dez anos as pesquisas no Brasil relatam variados índices de contaminação por micotoxinas em diferentes tipos de alimentos, porém muitos destes ainda sem legislação específica quanto aos limites aceitáveis para tais toxinas (MAZIERO e BERSOT, 2010).

3.2.2 Podridões de colmo

As podridões de colmo são causadas, em sua maioria, pelos mesmos fungos responsáveis pelas podridões de espiga e grão ardidos. Os principais fungos podem ser divididos em dois grupos, no primeiro grupo estão os fungos que colonizam tecidos de plantas senescentes, que incluem a *Stenocarpella* spp. e *Fusarium* spp. No segundo grupo estão os fungos que colonizam tecidos jovens, *Pythium aphanidermatum* e *Colletotrichum graminicola* (OLIVEIRA et al., 2004).

As principais podridões do colmo podem acontecer antes da fase de enchimento dos grãos, causando morte prematura das plantas ou após a maturação fisiológica dos grãos, provocando tombamento das plantas, devido a alterações nas relações entre fonte e dreno de nutrientes ocorridos na fase de enchimento de grãos, dificultando assim a colheita mecânica e expondo as espigas a condições desfavoráveis, por ficarem em contato com o solo (CASELA et al. 2006; OLIVEIRA et al., 2004; REIS e CASA, 1996).

O início das podridões do colmo ocorre geralmente pelas raízes, passando para os entrenós inferiores e depois para os superiores ou diretamente pelo colmo, através de ferimentos. Alguns fatores que predispõe as plantas a podridões de colmo durante a fase de enchimento de grãos são danos no colmo causados por insetos, a alta umidade do solo, a alta densidade de semeadura e chuvas intensas, 2 a 3 semanas após o florescimento. A incidência da doença tem normalmente, padrão de distribuição aleatória na área (CASELA et al., 2006).

3.2.3 Principais doenças de espiga e colmo

3.2.3.1 Podridão de diplódia ou podridão branca

Etiologia e morfologia

É causada pelos fungos *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *D. macrospora* Earle] e *S. maydis* (Berkeley) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berkeley) Saccardo; *D. zae* (Schweinitz) Leveille], os quais pertencem à Classe Ascomycetes e Ordem Dothideales. Estas espécies apresentam no campo, em seu ciclo biológico, somente a forma anamórfica e podem

causar podridão do colmo, da espiga, da base do colmo, morte de plântula e mancha foliar causada principalmente por *S. macrospora* (CASA et al., 2006; REIS et al., 2004).

Essas espécies possuem picnídios globosos, de coloração variando de marrom a preta, medindo entre 150 - 450 µm de diâmetro, os quais contêm conídios elípticos, normalmente retos e raramente curvados, com extremidades arredondadas ou irregulares, de coloração marrom. Os conídios de *S. macrospora* medem de 6-13 x 43-95 µm possuindo de 0 a 3 septos e os de *S. maydis* medem de 5-8 x 15-34 µm, com 0 a 2 septos (PINTO, 2006a; KIMATI et al., 2005).

Em meio de cultura de batata-dextrose-ágar (BDA), Casa (1997) relata que as duas espécies apresentam crescimento micelial rápido, com micélio aéreo e cotonoso, cobrindo a superfície do meio de cultura em placa de Petri de 90 mm de diâmetro em 5 a 6 dias e, com cerca de 10 dias, as colônias apresentam cor branca. Após esse período é possível fazer a distinção das colônias das duas espécies, pois a coloração superficial de *S. maydis* altera e com aproximadamente 20 dias a colônia apresenta cor salmão-escura, com o reverso da colônia de cor bege a pardo-claro, podendo escurecer. Por outro lado, *S. macrospora* permanece com a coloração superficial branca e o reverso da colônia de cor bege.

Sintomatologia e epidemiologia

Na espiga, a podridão se inicia pela base e a infecção pode ocorrer desde a fase de enchimento de grãos, podendo apodrecer completamente. As brácteas internas permanecem aderidas pelo micélio do fungo, onde são produzidos os picnídios. As espigas mais afetadas pelo desenvolvimento do fungo apresentam menor peso em relação às espigas sadias devido à redução no tamanho dos grãos. Quando infectadas no estágio de grão leitoso, as espigas podem apodrecer, se forem infectadas mais tarde, a podridão pode ser reduzida. Após a colonização, os grãos adquirem coloração cinza a marrom (BARBOSA, 2010; FANTIN e DUARTE, 2009) e podem ser observados picnídios no sabugo da espiga, na forma de pontos negros (KIMATI et al., 2005). Nos grãos a evolução de *S. maydis* praticamente cessa quando a umidade atinge 21 a 22% (JULIATTI et al., 2007; CASELA et al., 2006; FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

No colmo do milho, a manifestação dos sintomas ocorre com maior frequência no primeiro e segundo internódios inferiores, podendo ser observados picnídios subepidérmicos

(FANTIN e DUARTE, 2009). Passado algumas semanas da polinização, os colmos doentes apresentam despigmentação na parte externa, normalmente com lesões escuras, iniciando-se a partir dos entrenós. No interior do colmo ocorre a desintegração da medula, sem desintegrar os feixes vasculares (SILVA e SCHIPANSKI, 2006; FANTIN e DUARTE, 2009). Em caso de alta infecção, a condução de nitrogênio para os grãos é dificultada, acumulando-se no colmo (BARBOSA, 2010).

A alta umidade e temperaturas acima de 25°C favorecem a liberação dos conídios dos picnídios produzidos no colmo. Esses conídios são transportados pelo vento, chuva e por insetos, até a base dos colmos, folhas e espigas (SILVA e SCHIPANKI, 2006). Como os esporos de *S. macrospora* são duas a três vezes maiores do que os de *S. maydis*, a distância de transporte dos conídios de *S. macrospora* pelo vento é menor (CASA et al., 2004).

A sobrevivência ocorre principalmente dentro de picnídios no solo e nos restos de cultura contaminado, em sementes na forma de conídios e micélio. Estas são as fontes primárias de inóculo (PINTO, 2005).

O período de maior incidência da doença é entre os meses de dezembro a maio. Nesse período crítico, no qual se inicia a floração, pode ocorrer o apodrecimento ou mau desenvolvimento dos grãos (BARBOSA, 2010).

Micotoxinas

O fungo *S. maydis* produz a toxina denominada de diplodiatoxina e *S. macrospora* produz a toxina denominada diplodiol. Ambas as substâncias são tóxicas para animais (PINTO, 2006b). Em bovinos, a diplodiose, causada por *S. maydis*, provoca perda de coordenação, em ovelhas, provoca abortos e em aves reduz a postura de ovos e o crescimento. Ainda não se tem conhecimento dos efeitos em seres humanos (GOLOB, 2007).

Contudo, faltam trabalhos com informações a respeito destas micotoxinas, impossibilitando uma discussão mais detalhada.

3.2.3.2 Podridão rosada da espiga

Etiologia e morfologia

A podridão rosada da espiga pode ser causada pelos fungos *Fusarium verticillioides* [Sin.= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (forma teleomórfica *Giberella moniliformis* Wineland; Sin.= *G. fujikuroi* (Saw.) Wr.], *F. subglutinans* Wr e Reink, *F. proliferatum* ou *F. graminearum* Schwabe, pertencentes à Classe Ascomycetes, Ordem Moniliales e Família Tuberculariaceae. Entre estes fungos, *F. verticillioides* é a espécie mais frequentemente associada à doença no Brasil (REIS et al., 2004), possui macroconídios curvos, hialinos, com três a sete septos, medindo entre 2,4-4,9 x 15-60 µm. Os microconídios são abundantes e medem de 2-3 x 5-12 µm e são produzidos em cadeia ou em falsas cabeças no micélio. Os peritécios são globosos, lisos, produzem ascas com 75-100 x 10-16 µm, que contém oito ascósporos retos, a maioria com um septo, medindo entre 4,5-7,0 x 12-17 µm. Os microconídios são produzidos em cadeia (KIMATI et al., 2005).

Sintomatologia e epidemiologia

Os sintomas variam de acordo com o genótipo, ambiente e severidade da doença. Podem aparecer em grãos isolados ou em grupo. Também podem surgir sintomas na base da espiga, por meio de ferimentos e, com menos frequência, por toda a espiga. Os grãos infectados apresentam coloração rosada a avermelhada ou marrom-escura e, com o avanço da doença pode aparecer um crescimento cottonoso de coloração branco-rosada ou arroxeadada, constituído por micélio e esporos do fungo. Mesmo grãos com ausência de sintomas podem apresentar o patógeno em seu interior. Quando os grãos são infectados mais tarde, podem apresentar estrias brancas no pericarpo (FANTIN e DUARTE, 2009; KIMATI et al., 2005).

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2004), *F. verticillioides* causa podridão somente em tecidos senescentes, onde os teores de carboidratos e substâncias fungistáticas são baixos, infectando assim, plantas de milho em final de ciclo ou plantas que sofreram algum estresse. Este patógeno também é responsável pela produção de uma micotoxina denominada fumonisina (SILVA e SCHIPANSKI, 2006), a qual pode causar doenças em

animais, levando até a morte. Os mais suscetíveis a essa micotoxina são aves, suínos e equinos.

No colmo, a doença costuma aparecer após a polinização, tornando-se mais severa próxima à maturação (FANTIN e DUARTE, 2009), os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA e SCHIPANSKI, 2006). Com o avanço da doença ocorre fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem consistência semelhante a do isopor. Também pode haver quebra do colmo e seca prematura das plantas (FANTIN e DUARTE, 2009).

As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30^o C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA e SCHIPANSKI, 2006; FANCELLI e DOURADO NETO, 2004). A época mais favorável à doença é após a polinização, quando é antecedida por período seco seguido de período chuvoso (KIMATI et al., 2005).

O fungo sobrevive saprofiticamente em restos de tecidos do hospedeiro no solo e pode ser disseminado pelo vento ou pela chuva (REIS, et al., 2004).

Micotoxinas

O gênero *Fusarium* produz várias micotoxinas, entre elas estão as fumonisinas (*F. verticillioides*, *F. subglutinans* e *F. proliferatum*), zearalenona (*F. graminearum*, *F. roseum* e *F. poae*), deoxinivalenol – DON ou vomitoxinas (*F. verticillioides* e *F. graminearum*), toxina T-2 (*F. sporotrichioides*) (PINTO, 2005), ácido fusárico e moniliformina (SANTIN, et al., 2000).

As espécies mais comuns no campo são *F. verticillioides* e *F. subglutinans*, com consequente produção de fumonisinas. A produção de fumonisina ocorre nas fases finais de desenvolvimento do milho, com aumento na fase de maturação fisiológica e pré-colheita (HERMANNNS, et al., 2006).

O estresse, devido à ocorrência de altas temperaturas e períodos secos favorece a produção de fumonisina e também da aflatoxina, causada por *Aspergillus* (ABBAS et al., 2002). Existem, pelo menos, sete tipos de fumonisinas, quatro do tipo B e três do tipo A, a fumonisina denominada FB₁ é a mais abundante e mais conhecida (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009) e reações adversas em animais são observadas quando atinge níveis de 5 a 10 µg g⁻¹ na ração. O *Fusarium* sp. pode estar presente tanto em grãos sintomáticos quanto assintomáticos, portanto, ambos poderão contribuir para a produção de fumonisina

(MUNKVOLD e DESJARDINS, 1997). No Brasil a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) estabeleceu em fevereiro de 2011 limites máximos tolerados para fumonisinas (B1 e B2), sendo de 2 ppm para milho pipoca e 0,2 ppm para alimentos a base de milho na alimentação infantil, para janeiro de 2012 o tolerado na alimentação seria de 2 a 2,5 ppm, em 2014 o tolerado para milho em grão com posterior processamento será de até 5 ppm e até 2016 o tolerado na alimentação será de 1 a 1,5 ppm (BRASIL, 2011).

3.2.3.4 Podridão por *Penicillium*

Etiologia e morfologia

Essa podridão é causada principalmente pelo fungo *Penicillium oxalicum* Currie & Thom., pertencente a classe dos Eurotiomycetos, ordem Eurotiales e família Trochocomaceae (REIS et al., 2004).

Penicillium spp. possui hifas septadas e hialinas, conidióforos eretos e ramificados próximo ao ápice. Em cadeias basípetas são produzidos conidiósporos não septados hialinos ou coloridos em massa e unicelulares (McGEE, 1988 citado por SANTIN, 2001). O final do conidióforo apresenta células conidiogênicas agrupadas e ramificadas na forma de fiálides. Os conídios são esféricos e catenulados produzidos em fiálides dispostas em número variável na ramificação terminal do conidióforo. A massa de conídios caracteriza-se pela coloração esverdeada (KIMATI et al., 2005).

Sintomatologia e epidemiologia

Além de causar podridão de espiga no campo, o *Penicillium* spp. é um fungo de grãos armazenados e possui um crescimento pulverulento, de coloração verde entre os grãos e sobre os grãos, além do sabugo, sendo mais comum na ponta da espiga. Pode ocorrer escurecimento do embrião, comum em grãos armazenados em condições de alta umidade (FANTIN e DUARTE, 2009).

A temperatura ótima para a germinação dos esporos fica entre 21 e 25°C. Em condições de armazenamento, o que favorece são a umidade do ar entre 80 a 90% e 15 a 18% de umidade dos grãos (BARBOSA, 2010).

Micotoxinas

Alguns fungos do gênero *Penicillium* produzem a micotoxina denominada Ocratina, são eles *P. cyclopium*, *P. variable* e *P. viridicatum*. Outros como *P. clariforme*, *P. expansum* e *P. patulum* produzem a patulina e o *P. puberulum* e *P. cyclopium* produzem o ácido penicílico (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009). A ocratina A é prejudicial a aves, suínos, bovinos e equinos (REIS et al., 2004) e a patulina causa aberrações cromossômicas em células animais, além de ser carcinogênica, o ácido penicílico também é comprovadamente carcinogênica (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

3.2.3.5 Podridão por *Aspergillus*

Etiologia e morfologia

A principal espécie de *Aspergillus* que ataca os grãos de milho é *A. flavus* Link. O gênero *Aspergillus* é caracterizado por conidióforos eretos, simples, com uma vesícula dilatada, globosa ou clavada na sua extremidade, sobre a vesícula são formadas fiálides primárias e/ou secundárias. Os conídios são hialinos, unicelulares, globosos e coloridos, medindo de 4-7 x 6-8 µm. O *Aspergillus flavus* possui cabeça radial verde-amarela com esporos espinhosos (WICKLOW, 1983).

Sintomatologia e epidemiologia

Os sinais causados por *Aspergillus* spp. são a presença de um mofo pulverulento de cor preta, amarelo-esverdeada ou bronzeada, que cresce sobre e entre os grãos. A contaminação pelo patógeno se inicia pela ponta da espiga e, posteriormente ocorre penetração no embrião. O fungo descolore o embrião causando danos ou até mesmo a morte desse embrião (LUZ, 1995).

A podridão por *Aspergillus* spp. é comumente observada em anos secos e quentes e em plantas estressadas, principalmente aquelas com carência de nutrientes e deficiência hídrica. O *A. flavus* se desenvolve bem em substratos oleaginosos e, com menor frequência em substratos ricos em amido (WOLOSHUK e WISE, 2011).

A umidade do grão ideal para o desenvolvimento do *A. flavus* é de 18%, porém, desenvolve-se também em umidades inferiores, até 13,1% (OLIVEIRA et al., 2004).

A colonização é maior à medida que as espigas tornam-se mais maduras e em híbridos convencionais, nos quais o ataque de insetos é maior (AMAIKE e KELLER, 2011; IOWA STATE UNIVERSITY, 2009).

Micotoxinas

Existem várias espécies do gênero *Aspergillus* produtoras de micotoxina, como *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. ochraceus*, porém a principal é *A. flavus*, produtora da aflatoxina. As principais aflatoxinas conhecidas são denominadas de B1, B2, G1 e G2, com base na fluorescência delas sob luz ultravioleta (B=Blue, G=Green) e na sua mobilidade durante a realização de cromatografia de camada delgada (FREIRE, et al., 2007). Linhagens da espécie *A. flavus* produzem apenas aflatoxinas B1 e B2, enquanto a espécie *A. parasiticus* pode produzir as aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 (HESSELTINE et al., 1977).

Em 2002 a ANVISA publicou a resolução RDC nº 274 que estabelece os limites máximos de aflatoxinas admissíveis no leite fluído, no leite em pó, no amendoim, na pasta de amendoim, no milho em grão (2 ppm), na farinha ou sêmola de milho para consumo humano, bem como os planos de amostragem e métodos de análise correspondentes (BRASIL, 2002).

A produção de micotoxinas por *Aspergillus flavus* está associada, principalmente, a condições de clima seco e quente e ao estresse sofrido pelas plantas. Para minimizar a produção de micotoxinas, o milho deve ser colhido mais cedo, pois o fungo continua crescendo mesmo com umidade de 18%. Chuvas no final do ciclo da cultura também contribuem para o aumento da contaminação por aflatoxina. Uma vez colhido, o milho deve ser secado até atingir umidade abaixo de 15% (WOLOSHUK e WISE, 2011).

3.2.3.6 Antracnose do colmo

Etiologia e morfologia

A doença é causada pelo fungo *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W Wils, pertencente à Classe Coelomycetes, Ordem Melanconiales e Família Melanconiaceae (REIS et al., 2004).

O fungo *C. graminicola* apresenta acérvulos castanho escuros, com conidióforos curtos, eretos, hialinos, não septados e não-ramificados, também são caracterizados por possuírem setas longas e escuras. Na extremidade dos conidióforos são produzidos os conídios, os quais são hialinos, não septados, cilíndricos e falciformes (KIMATI et al., 2005).

Sintomatologia e epidemiologia

O fungo *C. graminicola* pode infectar todas as partes das plantas e em qualquer fase de desenvolvimento, porém os sintomas tornam-se mais visíveis após o florescimento (CASELA et al., 2006). Um dos fatores que diferencia a antracnose das podridões causadas por *Stenocarpella* e *Fusarium*, além da sintomatologia, é a época de ocorrência, pois estas ocorrem, na maioria das vezes, após a polinização (KIMATI et al., 2005).

No colmo, a severidade da doença é maior em plantas mais velhas ou próximo à antese (COSTA et al., 2010b) e as lesões podem espalhar-se facilitadas pelo crescimento de hifas (VENARD e VAILLANCOURT, 2007). Na casca do colmo, de acordo com Casela et al. (2006), a antracnose causa lesões encharcadas, estreitas que com o passar do tempo, tornam-se marrom avermelhadas, progredindo para marrom-escuras a negras, podendo vir a coalescer e formar manchas ou estrias um pouco deprimidas, onde são encontrados acérvulos. O interior do colmo apresenta coloração marrom-escura podendo se desintegrar, levando a planta à morte prematura e ao acamamento. Também pode ocorrer o sintoma chamado de *top dieback*, que se caracteriza por apresentar murcha das folhas apicais e posterior seca do ponteiro da planta (COTA et al., 2009).

O fungo é favorecido por temperaturas moderadas e alta umidade, sobrevive na forma de micélio e conídio, em restos de cultura ou em sementes e a disseminação ocorre pela chuva. A infecção pode ocorrer pelo ponto de junção das folhas com o colmo ou pelas raízes

(CASELA et al., 2006). De acordo com Venard e Vaillancourt (2007), a maior parte das plantas é infectada por meio de ferimentos presentes no colmo, principalmente aqueles causados por insetos, como a broca da cana, *Diatraea saccharalis*.

3.2.4 Manejo integrado das podridões de espiga e grãos ardidos

Para o controle das podridões de espiga e também grãos ardidos recomenda-se a utilização de cultivares resistentes a podridões e tolerantes ao estresse hídrico, incorporação dos restos culturais em caso de alta incidência do patógeno, rotação de cultura, tratamento de sementes, redução da densidade de plantas (WOLOSHUK e WISE, 2011; BARBOSA, 2010; PINTO, 2006b; SILVA e SCHIPANKI, 2006), adubação equilibrada, principalmente com potássio e nitrogênio, escolha da melhor época e local para o plantio, no caso de cultivares suscetíveis, realizar a semeadura em ambientes mais quentes e secos (KIMATI et al., 2005). Além disso, também pode prevenir a presença de patógenos de pós-colheita por meio da secagem adequada dos grãos, armazenamento em condições apropriadas de temperatura, umidade e aeração e realizando a limpeza, utilizando um método que retira grãos que apresentam sintomas (MUNKVOLD e DESJARDINS, 1997). Os principais fungos de pós-colheita são espécies dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*. Para minimizar os danos causados por esses patógenos os grãos devem ser secos a, pelo menos, 18% de umidade para posterior armazenagem (SWEETS e WRIGHT, 2008).

O controle de doenças foliares do milho por meio da aplicação de fungicidas também contribui para a redução na incidência de grãos ardidos (BRITO et al., 2012). Duarte et al. (2009) encontraram essa resposta quando utilizaram o controle químico via foliar na cultura do milho, além de encontrarem genótipos com reações diferentes para incidência de grãos ardidos, independente da aplicação de fungicidas.

A resistência genética é uma das formas mais eficientes no manejo de doenças e sua aplicação não promove custo adicional ao produtor nem causa impactos negativos ao meio ambiente, porém, não é recomendada sua utilização como única forma de manejo, pois está restrita a alguns patógenos apenas (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004). Costa et al. (2011) observaram elevada variabilidade quanto a reação dos genótipos de milho à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. A resistência genética e as condições ambientais interferem diretamente na ocorrência de grãos ardidos em milho. Existe uma possibilidade de

regionalização da recomendação de cultivares em função da resistência destas aos patógenos causadores de grãos ardidos, pois as cultivares apresentam diferentes níveis de resistência quando cultivadas em locais distintos (COSTA et al., 2010a).

Buiate et al. (2008) verificaram que a incidência de grãos ardidos reduz a produtividade de grãos e até mesmo híbridos com alto potencial produtivo podem ter a produtividade reduzida se forem suscetíveis a grãos ardidos. A resistência genética para podridões de colmo e espiga é mais difícil de ser desenvolvida do que para doenças foliares, mas tem se conseguido grandes avanços (REIS et al., 2004).

O milho sofreu um aumento considerável no potencial de rendimento dos grãos nos últimos tempos, principalmente com o surgimento de genótipos mais produtivos e o desenvolvimento de híbridos com maior adaptação a elevadas populações de plantas (SANGOI, 2001). A escolha adequada da população de plantas pode variar de acordo com o porte da planta, com os tratos culturais, com a utilização de mecanização, com o genótipo, com a disponibilidade de água, entre outros (MASCARENHAS, 2011). A disponibilidade hídrica é o principal fator que afeta a escolha da densidade ótima de plantas e a recomendação de estandes adensados deve ser efetuada em regiões com alto volume de chuvas ou em áreas de irrigação e com alto nível de manejo (SANGOI e SILVA, 2006).

A densidade de plantas necessita ser estudada de maneira detalhada em virtude das interações que ocorrem entre as plantas de milho e o ambiente, afetando a arquitetura da planta, alterando padrão de crescimento e desenvolvimento e influenciando na produção de carboidratos (SANGOI, 2000). Plantas de porte mais baixo podem suportar o plantio em densidades maiores e os tratos culturais, se bem aplicados, evitam que o microclima criado com o aumento ou redução na população de plantas favoreça a incidência de doenças (MASCARENHAS, 2011). O incremento na densidade de plantas é uma das maneiras para elevar o rendimento de grãos da cultura do milho, entretanto essa prática de manejo também pode favorecer a incidência de podridões de colmo e de grãos ardidos (CASA et al., 2007).

As cultivares tardias, de porte alto, com alta produção de massa, geralmente não se beneficiam de menores espaçamentos. Devido o grande desenvolvimento vegetativo, logo no início do ciclo, podem sombrear o espaço entre linhas. Por outro lado, híbridos modernos, de ciclo mais curto, com pouco desenvolvimento de massa, tardam a fechar os espaços entre as linhas e, muitas vezes, nem conseguem sombrear toda a área. Plantas de milho com estas características são as que mais se beneficiam do uso de menores espaçamentos (ARGENTA et

al., 2001; MUNDSTOCK, 1978). Quando se aumenta a população de plantas, há também uma maior exigência por nutrientes e água e se essa exigência não for suprida, as plantas ficam mais sensíveis à infecção por patógenos. Porém, antes de reduzir a população de plantas, deve-se analisar o potencial de rendimento do híbrido (EMYGDIO e TEIXEIRA, 2008; REIS et al., 2004).

Outra forma importante de manejo do milho contra doenças é a escolha da época de colheita, a qual precisa ser cumprida logo que os mesmos atinjam altos níveis de qualidade. A antecipação na colheita de milho traz uma série de vantagens para as empresas produtoras de sementes, pois, além de propiciar maior qualidade, devido à menor exposição a condições ambientais adversas, permite melhor aproveitamento das áreas de plantio, pela possibilidade de desocupá-la mais cedo, e possibilita o planejamento dos processos de secagem, proporcionando melhor aproveitamento da infraestrutura de produção e de processamento (FARIA et al., 2002).

A época de colheita do milho é um dos fatores mais importantes na predisposição a podridões de espiga e grãos ardidos. A antecipação ou o atraso na colheita vão determinar os níveis de umidade dos grãos e o tempo de permanência dos mesmos no campo. Alakonya et al. (2008), avaliaram a época de colheita do milho no Quênia e observaram que quando os produtores deixavam o milho no campo por longo tempo após a época de maturação fisiológica, ou seja, realizavam a colheita tardia, aumentava a incidência de podridão de espiga. Com base nessas análises eles concluíram que seria aconselhável que a colheita fosse realizada em até quatro semanas após maturidade fisiológica. Entretanto, Henning et al. (2011) puderam verificar em sementes de milho que a incidência de microrganismos durante o processo de maturação diminui à medida que se aproxima do ponto de maturidade fisiológica.

Esses resultados demonstram que as pesquisas envolvendo a época de colheita do milho ainda são insuficientes para determinar, a partir da maturação fisiológica dos grãos, qual é a melhor época para o milho ser colhido.

3.2.5 Manejo integrado das podridões de colmo

A melhor forma de manejo das podridões de colmo, segundo Kimati et al. (2005) e Casela et al. (2008), é o uso de cultivares resistentes, adubação equilibrada, rotação de cultura, tratamento de sementes com fungicidas e irrigação adequada.

A incidência de podridão do colmo está diretamente relacionada com o genótipo e as condições ambientais durante a safra (COSTA et al., 2010b). A escolha de genótipos resistentes e adaptados a região de cultivo é um fator primordial para a sanidade dos colmos.

Outra forma de manejo importante é a densidade de plantas, pois densidades mais elevadas podem ocasionar maior crescimento das plantas em altura e redução do diâmetro do colmo, porém podem resultar em maiores produtividades do milho (CALONEGO et al., 2011). A escolha do genótipo, a adubação e clima da região é que devem determinar a densidade mais adequada de plantas.

No verão a incidência de podridões de colmo é mais intensa que no período da primavera, pois as plantas sofrem mais com o estresse hídrico na fase de florescimento e espigamento e com o ataque da broca do milho (AHMAD et al., 1997; AHMAD et al., 1984). Possíveis alterações nas relações entre fonte e dreno de nutrientes ocorridos durante a fase de enchimento dos grãos favorecem as podridões de colmo (REIS e CASA, 1996). Portanto, esse período deve ser monitorado visando reduzir o ataque de pragas e também, se for o caso, utilizar sistemas de irrigação em regiões onde o clima costuma ser mais seco.

Enfim, o controle das podridões de colmo segue o mesmo princípio do controle de podridões de espiga, pois os agentes causais das doenças e as condições ambientais que os favorecem, em sua maioria, são os mesmos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Condução dos experimentos

Dois experimentos foram implantados durante a safra 2011/2012, sendo um em Guarapuava - PR e outro em Sete Lagoas – MG.

Em Guarapuava o experimento foi conduzido na área experimental do *Campus* Cedeteg, da Universidade Estadual do Centro Oeste, localizada na latitude 25°23'02" S e longitude 51°29'43" W, a 1026 m de altitude. O solo do local é classificado como Latossolo Bruno Distroférico. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), com ocorrência de verões frescos (temperatura média de 22° C) e inverno com ventos e geadas severas e frequentes (temperatura entre 3° C e 18° C) e ausência de estação seca.

A precipitação pluviométrica e as temperaturas máxima e mínima no local de implantação do experimento foram obtidas na estação meteorológica do próprio *Campus* CEDETEG, e os valores diários estão expressos na figura 1.

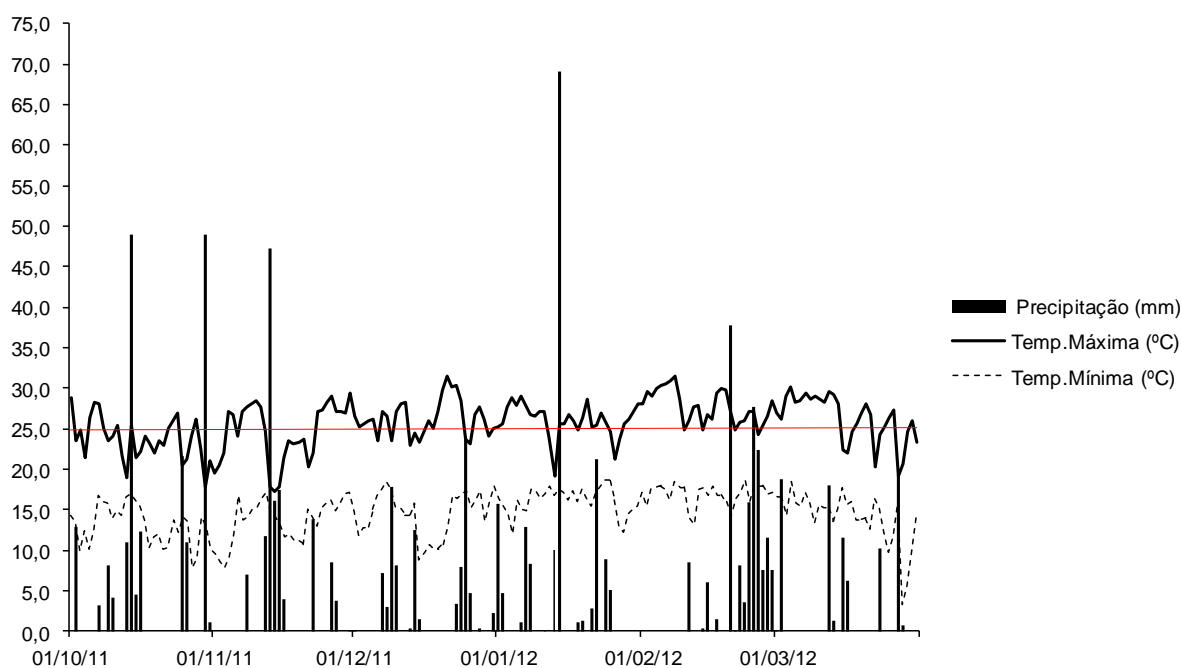


Figura 1 - Valores diários de precipitação pluviométrica (mm), temperaturas máxima e mínima (°C), no *Campus* CEDETEG, em Guarapuava - PR, durante a safra 2011/2012

Na cidade de Sete Lagoas, o experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, situado a 19°28' latitude Sul e longitude 44°15'08" W GrW. A altitude, em sua estação meteorológica é de 732 m e o solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd). O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), caracteriza-se como clima de savana, com inverno seco e verão úmido com ocorrência de chuvas (Cwa). A temperatura média no mês mais frio fica acima de 18 °C.

Os valores diários da precipitação pluviométrica no Campo experimental da Embrapa milho e Sorgo, em Sete Lagoas, foram obtidos na estação meteorológica da própria Embrapa no período de condução do experimento e estão representados na figura 2.

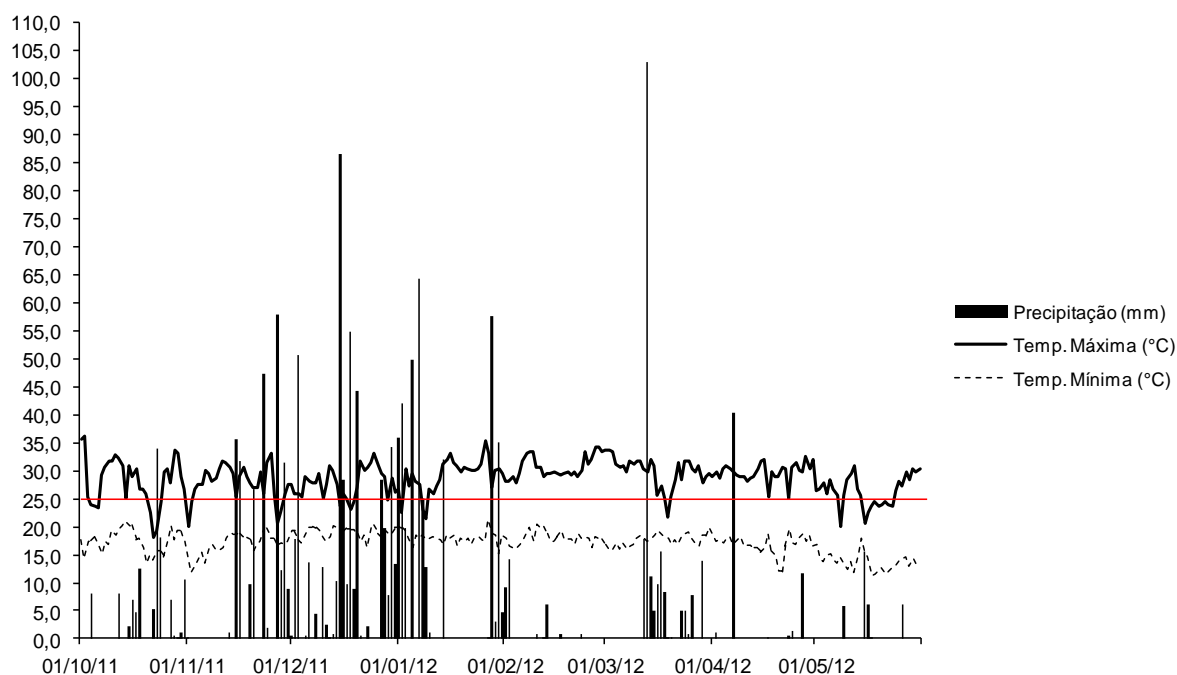


Figura 2 – Valores diários de precipitação pluviométrica (mm), temperaturas máxima e mínima (°C), no Campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas - MG, durante a safra 2011/2012

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, em arranjo fatorial triplo 3 x 3 x 2 (híbridos x densidades de plantas (60.000, 75.000 e 90.000 pl ha⁻¹) x épocas de colheita), em dois ensaios. Cada parcela foi constituída

de quatro linhas de 5 metros de comprimento com espaçamento de 0,8 m entre linhas, sendo consideradas como área útil as duas linhas centrais de cada parcela.

Os híbridos utilizados em ambos os locais foram DKB 390YG, suscetível à podridão de espiga (MENDES et al., 2008) com bom empalhamento (DEKALB, 2012), BRS 1035, também suscetível a podridão de espiga e com ótimo empalhamento (EMBRAPA, 2008) e o Status TL, resistente a podridão de espiga. O DKB 390YG e o STATUS TL são híbridos transgênicos e o BRS 1035 é um híbrido convencional e todos são classificados como híbrido simples de ciclo precoce (CRUZ et al., 2011).

A adubação de plantio foi de 350 kg ha⁻¹ e 300 kg ha⁻¹ para Guarapuava e Sete Lagoas, respectivamente, do formulado 8-28-16 (NPK) + Zn e 90 kg ha⁻¹ de Nitrogênio (Ureia) em cobertura, parcelados em duas aplicações, aos 30 e 45 dias após a emergência (DAE).

As sementeiras foram realizadas nos dias 26 de outubro e 22 de novembro de 2011, em Guarapuava e Sete Lagoas, respectivamente, sob o sistema de plantio direto, distribuindo-se as sementes a uma profundidade média de 4-5 cm e obtendo uma elevada densidade de plantas por metro linear. Aos 20 dias após a sementeira, realizou-se o desbaste, visando ajustar o número de plantas de cada parcela para as densidades previstas para cada tratamento, mantendo-se no primeiro, segundo e terceiro tratamentos 60.000, 75.000 e 90.000 plantas por hectare, respectivamente.

No experimento conduzido em Guarapuava, as sementes foram tratadas com o inseticida Imidacloprido + Tiodicarbe (0,3 L ha⁻¹). Para o controle de pragas foram realizadas três aplicações de inseticidas, sendo a primeira entre os estádios V7 e V8, com o inseticida Flubendiamida (150 mL ha⁻¹) e o adjuvante Aureo (600 mL ha⁻¹). A segunda aplicação foi efetuada no estágio de pré-pendoamento do milho, com os inseticidas Triflumurom (70 mL ha⁻¹) e Clorpirifos (60 mL ha⁻¹) e o adjuvante Aureo (600 mL ha⁻¹) e a terceira aplicação, no início do florescimento, foi com os inseticidas Triflumurom (70 mL ha⁻¹) e Imidacloprido + Beta-ciflutrina (1 L ha⁻¹) e o adjuvante Aureo (600 mL ha⁻¹). O controle de plantas daninhas foi com os herbicidas Tembotriona (240 mL ha⁻¹) e Atrazina (3 L ha⁻¹) e o adjuvante Aureo (600 mL ha⁻¹), entre os estádios V7 e V8 do milho.

Em Sete Lagoas foi realizada uma aplicação de inseticida para o controle de pragas com o Espinosade (100 mL ha⁻¹). Para o controle de plantas daninhas foram duas aplicações de herbicidas, a primeira foi aos 22 dias após a emergência do milho, com os herbicidas

Atrazina (3 L ha⁻¹) e Nicosulfurom (1,25 L ha⁻¹) e a segunda aplicação foi no estágio de pendoamento, com os herbicidas Atrazina (3 L ha⁻¹) e Nicosulfurom (1,25 L ha⁻¹).

As colheitas foram realizadas após a maturação fisiológica das plantas, em duas épocas diferentes. Em Guarapuava, as parcelas correspondentes aos tratamentos da primeira época de colheita foram colhidas no dia 6 de abril, com umidade média dos grãos de 29% e as parcelas referentes aos tratamentos da segunda época, foram colhidas no dia 18 de maio, com umidade média dos grãos de 20%. Em Sete Lagoas, a primeira colheita foi no dia 12 de abril e a segunda no dia 22 de maio, com umidade média dos grãos de 24% para a primeira época de colheita e 15%, para a segunda época de colheita.

4.2 Avaliações

4.2.1 Incidência de podridões de colmo

As avaliações de incidência de podridões de colmo foram realizadas dez dias antes da maturação fisiológica dos grãos, em ambos os experimentos. Foram avaliadas todas as plantas das duas linhas centrais de cada parcela, por meio da visualização da descoloração dos tecidos do colmo e do teste de resistência à pressão dos dedos polegar e indicador (DENTI e REIS, 2003). As avaliações consistiram da contagem do número de plantas apresentando sintomas de podridão de colmo e os dados foram expressos na forma de incidência (porcentagem) de podridão de colmo por parcela.

Para a identificação dos patógenos, no momento da colheita do experimento em Sete Lagoas, foram selecionados em cada parcela, aleatoriamente, colmos sintomáticos, os quais foram cortados e levados ao Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo. Em seguida realizou-se o isolamento e identificação de fungos. Os colmos foram desinfestados externamente com álcool (70%), flambados e em seguida foram retirados dois fragmentos do tecido da medula, dos entrenós sintomáticos, de aproximadamente 0,5 cm², os quais foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura FAA (farinha de aveia-ágar-antibiótico). As placas foram incubadas em câmara de crescimento por sete dias à temperatura de 25°C ± 2°C e fotoperíodo de 12 h. A identificação dos fungos foi realizada com auxílio de lupa estereoscópica e microscópio ótico, por meio da observação das colônias dos fungos e a presença de esporos e corpos de frutificação.

Em Guarapuava não houve a coleta de colmos para identificação dos fungos.

4.2.2 Incidência de grãos ardidos

Para as avaliações da incidência de grãos ardidos, foi realizada a colheita manual das espigas nos cinco metros das duas fileiras centrais de cada parcela. Na primeira época, a colheita ocorreu quando os grãos apresentaram umidade média de 29% em Guarapuava e 24% em Sete Lagoas. Na segunda época, os grãos apresentaram umidade média de 20% em Guarapuava e 15% em Sete Lagoas. Após a colheita as espigas foram desempalhadas e debulhadas manualmente.

Para a realização dos testes de patologia, os grãos foram primeiramente homogeneizados utilizando-se um homogeneizador modelo Boerner Compacto para posterior retirada de uma amostra representativa de 500 g de cada parcela colhida. Após a obtenção das amostras, foi realizada a separação visual dos grãos ardidos dos sadios, sendo considerados como ardidos os grãos que apresentavam um quarto de descoloração (BRASIL, 1996). Os grãos ardidos foram pesados e o peso transformado em porcentagem.

4.2.3 Incidência de fungos nos grãos ardidos e nos grãos assintomáticos

Na avaliação da incidência de fungos nos grãos, foram selecionados em cada parcela 100 grãos com sintomas de ardidos e 100 grãos assintomáticos, os quais foram submetidos ao teste do papel filtro (*blotter test*) com congelamento. Esses grãos foram desinfestados com hipoclorito de sódio (2%) por cinco minutos, lavados com água deionizada e acondicionados em caixas tipo gerbox (11x11x3cm) contendo três folhas de papel filtro esterilizados e umedecidos com uma solução ágar/água (15 g de ágar para 1 L de água deionizada), essa solução, além de manter o papel filtro úmido, também contribui para que os grãos não rolem no substrato. Foram colocados 25 grãos por caixa, e estes foram, inicialmente, acondicionadas por 24 horas em temperatura ambiente sob luz fluorescente. Posteriormente, os grãos foram submetidos ao congelamento (-5 °C) por 24 horas, para evitar que os mesmos germinassem e, por fim, incubados em uma câmara de crescimento por mais 12 dias, dispostos sob lâmpadas de luz fluorescente branca, a uma distância de 40 cm, a 25 °C ± 2 °C, com fotoperíodo de 12

horas. Passado esse período, os grãos foram examinados em microscópio estereoscópico para a identificação e quantificação de patógenos (MARIO e REIS, 2001).

4.2.4 Produtividade e peso de 1000 grãos

Para a determinação da produtividade de grãos, após a colheita e a trilhagem das espigas, foram realizadas a pesagem, e a determinação da umidade dos grãos de cada parcela. Posteriormente, os valores de peso de grãos por parcela foram corrigidos para 13% de umidade e expressos em sacas ha^{-1} .

O peso de 1000 grãos foi determinado por meio da contagem de oito repetições de 100 grãos de cada parcela e posterior pesagem (BRASIL, 2009), a média foi multiplicada por dez e expressa em gramas.

4.3 Análise estatística

Os dados de porcentagem de podridões de colmo e grãos ardidos, produtividade ($kg\ ha^{-1}$) e peso de mil grãos (g) de cada experimento foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$) e as médias, quando necessário, foram comparadas entre si utilizando-se o teste de Tukey (híbrido, densidade de plantas) e o teste de F (época de colheita). Os dados de porcentagem de grãos ardidos foram transformados para arco seno $\sqrt{x/100}$ visando atender as premissas da normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias, importante para se testar a hipótese de igualdade de médias. Para a realização das análises foi utilizado o programa SISVAR v. 5.3 (FERREIRA, 2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Incidência de grãos ardidos, produtividade e peso de 1000 grãos no experimento conduzido em Guarapuava – PR

Observou-se no experimento em Guarapuava que os híbridos apresentaram diferença significativa para as variáveis produtividade e peso de 1000 grãos (Tabela 1). Os coeficientes de variação, tanto para produtividade quanto para peso de 1000 grãos estão dentro dos padrões normais para esse experimento, sendo considerados baixos.

Não houve diferença significativa na incidência de grãos ardidos, produtividade e peso de mil grãos em função da densidade de plantas e de sua interação com os híbridos e época de colheita.

O fator época de colheita foi significativo para peso de grãos ardidos (PGA), número de grãos ardidos (NGA) e produtividade e a interação híbrido x época de colheita foi significativa para PGA, NGA e peso de 1000 grãos (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para peso de grãos ardidos (%PGA), número de grãos ardidos (%NGA), produtividade (kg ha⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

FV	GL	%PGA	%NGA	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peso de 1000 grãos (g)
Bloco	2	0,022024	0,020496	1637148,9	4320,296
Híbrido (H)	2	0,003163 ^{ns}	0,005413 ^{ns}	123152334,9*	7870,129**
Densidade (D)	2	0,004719 ^{ns}	0,007057 ^{ns}	3020867,2 ^{ns}	1693,629 ^{ns}
Época de colheita (EC)	1	0,176817**	0,147267**	48265354,9*	904,4629 ^{ns}
H x D	4	0,002660 ^{ns}	0,002969 ^{ns}	1333110,6 ^{ns}	623,5740 ^{ns}
H x EC	2	0,021956**	0,024450**	764429,9 ^{ns}	2258,907*
D x EC	2	0,000556 ^{ns}	0,000072 ^{ns}	1396318,2 ^{ns}	696,0740 ^{ns}
H x D x EC	4	0,001019 ^{ns}	0,000972 ^{ns}	826889,5 ^{ns}	156,6851 ^{ns}
Erro	34	0,004220	0,004156	1199443,4	734,8518
CV (%)		39,97	35,74	10,58	6,23

** , * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

^{ns} - Não significativo

Dos híbridos avaliados, o que se mostrou mais produtivo foi o Status TL, sendo este já considerado um material com alto potencial produtivo e o menos produtivo foi o BRS 1035, porém o BRS 1035 expressou maior peso de 1000 grãos que os demais híbridos (Tabela 2). Essa resposta demonstra que o maior peso de grãos nem sempre reflete em maior produtividade, pois pode haver variação no número de grãos por espiga.

Tabela 2 – Produtividade (kg ha⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) dos híbridos de milho avaliados no experimento conduzido em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

Cultivar	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peso de 1000 grãos (g)
BRS 1035	7722,20 c	390,94 a
Status TL	12953,40 a	350,44 b
DKB 390YG	10374,02 b	361,67 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As densidades de plantas não influenciaram na incidência de grãos ardidos, esse resultado pode ter ocorrido devido à baixa incidência de grãos ardidos no experimento. Entre os fatores que podem ter contribuído para esse resultado está a baixa precipitação pluviométrica a partir do florescimento até o final do ciclo da cultura (Figura 1), que correspondeu ao período de janeiro a maio. Neste período não houve uma distribuição regular de chuvas no local de implantação do experimento e apenas no final do mês de fevereiro a precipitação foi maior, correspondendo a 143 mm. A temperatura máxima durante a condução do experimento se manteve acima de 25 °C, sendo favorável aos patógenos que causam grãos ardidos. No entanto, não foi suficiente para que o aumento na densidade provocasse variação na incidência de grãos ardidos.

Na avaliação da produtividade de grãos, o aumento na densidade de plantas não resultou em maiores produtividades, que pode ser devido à uma maior competição entre as plantas por água e nutrientes e as espigas, nas maiores densidades, terem apresentado menor desenvolvimento. Von Pinho et al. (2008), observaram aumento linear na produtividade do milho com a elevação na densidade de plantas, porém foram utilizados outros híbridos com diferentes tipos de manejo. A densidade de até 11 pl m² pode ser eficiente para elevar o potencial produtivo de grãos de milho cultivado sob alto nível de manejo em semeadura precoce (PIANA et al., 2008). Argenta et al. (2001) também observaram incremento do rendimento de grãos de milho pela distribuição mais uniforme das plantas com redução do espaçamento entre linhas, principalmente em híbridos de ciclo superprecoce e de baixa estatura.

Na comparação entre as duas épocas de colheita, a primeira época apresentou valores de PGA e NGA inferiores à segunda época de colheita e essa diferença foi de 79,18% e 29,36% para PGA e NGA, respectivamente (Figura 3). Esses dados mostram que a antecipação da colheita pode ser uma prática eficiente na manutenção da qualidade dos grãos (FARIA et al., 2002), podendo reduzir a incidência de grãos ardidos, principalmente em regiões com elevadas precipitações, pois os grãos ficariam menos expostos a condições de alta umidade e à presença do inóculo natural dos patógenos que possam estar presente na área de cultivo. De toda forma, para garantir a qualidade dos grãos é importante utilizar um método de secagem rápida e eficiente, evitando a entrada de patógenos de grãos armazenados e a germinação dos grãos (MARQUES et al., 2009).

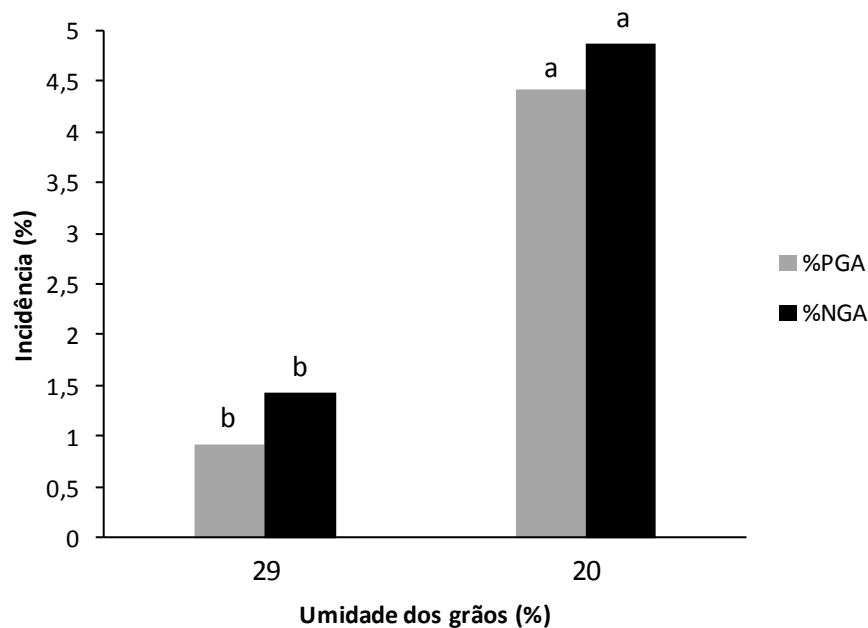


Figura 3 - Peso de grão ardidos (%PGA) e número de grãos ardidos (%NGA) na primeira e segunda época de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento conduzido em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

Médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si pelo teste de F a 1% de probabilidade.

De acordo com Pinto (1998), quanto maior o tempo decorrido entre a maturação fisiológica e a colheita, maiores serão os danos causados por fungos, principalmente quando a colheita for precedida de períodos chuvosos. Resultados distintos foram encontrados por Santin et al. (2004), que não observaram aumento da incidência de grãos ardidos com o retardamento da colheita do milho. O aumento dos sintomas de colonização dos grãos por fungos ocorreu apenas enquanto os grãos apresentavam teores de umidade acima de 18%.

Na avaliação de produtividade, a segunda época de colheita produziu quase 2000 kg ha⁻¹ a mais que a primeira (Figura 4), esse resultado pode estar relacionado com o alto teor de umidade dos grãos no momento da primeira colheita, elevando o número de grãos danificados na colheita e após a mesma, no processo de debulha das espigas. Nesse caso, o retardamento na colheita foi uma prática positiva para a obtenção de melhores produtividades.

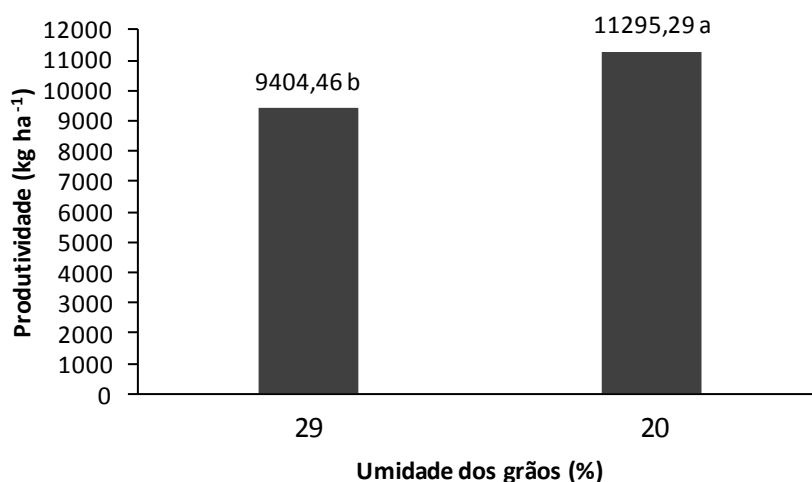


Figura 4 – Produtividade (kg ha⁻¹) do milho na primeira e segunda época de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento conduzido em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Para a interação híbridos x épocas de colheita, apenas os híbridos DKB 390YG e Status TL diferiram significativamente entre as épocas. O Status TL apresentou menor peso de grãos ardidos na primeira época quando comparado com os demais híbridos. Essa resposta já era esperada, visto que o Status TL é considerado um material resistente. Porém, na segunda época de colheita não houve diferença significativa entre os híbridos (Tabela 3). O mesmo resultado foi obtido para número de grãos ardidos na interação híbrido x época de colheita (Tabela 4).

Tabela 3 - Peso de grão ardidos (%PGA) para três híbridos avaliados em duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

Época de colheita	Híbridos		
	BRS 1035	DKB 390YG	Status TL
29%	1,79 aA	0,64 bAB	0,34 bB
20%	3,51 aA	3,80 aA	5,97 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Tabela 4 - Número de grãos ardidos (%NGA) para os três híbridos avaliados nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

Época de colheita	Híbridos		
	BRS 1035	DKB 390YG	Status TL
29%	2,55 aA	1,29 bAB	0,46 bB
20%	4,35 aA	3,95 aA	6,30 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

5.2 Incidência de grãos ardidos, produtividade e peso de 1000 grãos no experimento conduzido em Sete Lagoas – MG

Houve efeito significativo entre os híbridos e entre as épocas de colheita para as variáveis PGA, NGA e peso de 1000 grãos. Para a variável produtividade, apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0,01$) os fatores híbridos e densidades de plantas (Tabela 5).

A densidade de plantas não apresentou efeito significativo na incidência de grãos ardidos e peso de 1000 grãos no experimento realizado em Sete Lagoas – MG. Todas as interações foram não significativas para todas as variáveis analisadas.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância para peso de grãos ardidos (%PGA), número de grãos ardidos (%NGA), produtividade (kg ha⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

FV	GL	%PGA	%NGA	Produtividade (kg ha⁻¹)	Peso de 1000 grãos (g)
Bloco	2	0.000757	0.000872	1829805,8	95,72222
Híbrido (H)	2	0,018502*	0,027222*	329229359,7**	16406,0**
Densidade (D)	2	0,003124 ^{ns}	0,001272 ^{ns}	32214649,2**	763,388 ^{ns}
Época de colheita (EC)	1	0,043350**	0,035267*	940896,0 ^{ns}	3266,666*
H x D	4	0,003907 ^{ns}	0,002694 ^{ns}	259700,2 ^{ns}	356,8888 ^{ns}
H x EC	2	0,007939 ^{ns}	0,005422 ^{ns}	59804,4 ^{ns}	388,2222 ^{ns}
D x EC	2	0,000506 ^{ns}	0,000072 ^{ns}	1257484,7 ^{ns}	412,3888 ^{ns}
H x D x EC	4	0,004911 ^{ns}	0,003811 ^{ns}	1252857,8 ^{ns}	758,9444 ^{ns}
Erro	36	0,005320	0,005507	856377,2	663,1481
CV (%)		31,74	30,78	12,45	9,75

** , *Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

^{ns} - Não significativo.

O híbrido DKB 390YG obteve maior peso e número de grãos ardidos, ultrapassando a tolerância permitida pelas agroindústrias que é de 6% (Tabela 6). O Status TL apresentou os menores valores de peso e número de grãos ardidos, mas não diferiu significativamente do BRS 1035. Alguns fatores podem ter contribuído para a alta incidência de grãos ardidos, principalmente no DKB 390YG. Condições de alta temperatura na safra 2011/2012, na área em que o experimento foi realizado favoráveis à ocorrência dos agentes patogênicos causadores de grãos ardidos, o histórico da área, caracterizado por cultivos sucessivos de milho, favorecem a sobrevivência de inóculo dos fungos de uma safra para outra.

Na avaliação da produtividade, o híbrido mais produtivo foi o DKB 390YG e o menos produtivo foi o BRS 1035.

Tabela 6 – Peso de grãos ardidos (%PGA), número de grãos ardidos (%NGA), produtividade (kg ha⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) dos três híbridos avaliados em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

Híbrido	% PGA	%NGA	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peso de 1000 grãos (g)
BRS 1035	5,46 ab	6,87 ab	5941,83 c	294,22 a
DKB 390YG	7,23 a	7,62 a	8623,28 a	280,89 a
Status TL	4,44 b	4,30 b	6973,33 b	236,56 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para PGA e NGA e a 1% de probabilidade para produtividade e peso de 1000 grãos.

O maior volume de chuvas registrado pela estação meteorológica da Embrapa Milho e Sorgo foi nos meses de dezembro (453 mm) e início de janeiro (251 mm), nos meses seguintes, considerados críticos para a ocorrência de grãos ardidos, a precipitação foi muito inferior, sendo de 31,8; 203,4 e 55,5 mm em fevereiro, março e abril, respectivamente (Figura 2), essa baixa precipitação, possivelmente foi um dos fatores responsáveis por não ter havido efeito das entre as densidades de plantas para incidência de grãos ardidos. Com a ocorrência de baixa precipitação e alta temperatura, a umidade do solo e também nas espigas permanece baixa, tanto na menor como na maior densidade.

Ribeiro et al. (2005), utilizando diferentes sistemas de manejo como densidade de semeadura, espaçamento entre linhas, quantidade de fertilizantes e uso da irrigação também não verificaram aumento na incidência de grãos ardidos com o aumento na densidade de semeadura. No trabalho realizado por Faccioni e Viecelli (2009), em que foram testados cinco híbridos em cinco densidades de plantas, o resultado mostrou que dos cinco híbridos, três não apresentaram grãos ardidos e dois tiveram incidência de grãos ardidos indiferentes à população de plantas, podendo ser uma característica específica do híbrido. Por outro lado, Trento et al. (2002), testando cinco densidades de plantas (30, 40, 50, 60 e 70 mil plantas ha⁻¹), observaram que à medida que aumentou a densidade, houve também um incremento na incidência de fungos de grãos. No sistema de monocultura a incidência dos fungos passou de 7% na menor densidade, para 15%, na maior densidade e no sistema de rotação de culturas passou de 4% na menor densidade, para 7% na maior densidade.

Costa et al. (2011) relataram que a influência da densidade de plantio na incidência de grãos ardidos é dependente da cultivar utilizada e para as cultivares mais suscetíveis BRS

1035 e DKB 390YG, houve maior incidência de grãos ardidos com o aumento das densidades de plantio, já a cultivar resistente não foi afetada pela densidade de plantas.

Na comparação entre as densidades de plantas para a variável produtividade, a resposta obtida foi de que as menores densidades, 60.000 e 75.000 plantas ha⁻¹ apresentaram produtividade inferior a densidade de 90.000 plantas ha⁻¹ (Tabela 7), a qual produziu aproximadamente 2.000 kg ha⁻¹ a mais, isso porque os híbridos atuais possuem porte mais baixo e são desenvolvidos para suportar densidades mais elevadas (SANGOI, 2001). Calonego et al. (2011) também observaram aumento na produtividade de grãos com o incremento na densidade de plantas e esse resultado deve-se ao maior número de grãos por área, pois não houve diferença nos componentes de produção, como massa de cem grãos e número de grãos por espiga. Resultados distintos foram encontrados por Almeida e Sangoi (1996), os quais não detectaram aumento significativo no rendimento de grãos de milho com a utilização de densidades mais elevadas.

Tabela 7 – Produtividade (kg ha⁻¹) do milho nas três densidades de plantas avaliadas em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

Densidades de plantas	Produtividade (kg ha ⁻¹)
60.000 pl ha ⁻¹	6335,39 b
75.000 pl ha ⁻¹	6481,11 b
90.000 pl ha ⁻¹	8721,94 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

O incremento na população de plantas na cultura do milho contribui para o maior rendimento de grãos por área, mas essa prática de manejo pode favorecer a incidência de podridões de colmo e de grãos ardidos. Entretanto, a escolha adequada da densidade de plantas para cada híbrido, juntamente com outras práticas de manejo pode contribuir para a redução da incidência de podridões de colmo e grãos ardidos e o aumento do rendimento de grãos do milho em maiores populações de plantas (CASA et al. 2007b). Por sua vez, a uso de baixas densidades de plantas permite a obtenção de maiores rendimentos por indivíduo, mas não por área (SANGOI, 2001).

Comparando as duas épocas de colheita dos grãos, os valores obtidos na primeira época de colheita para peso e o número de grãos ardidos foram 30% e 28%, respectivamente,

menores que na segunda colheita (Tabela 8). O aumento da incidência de grãos ardidos na segunda época colheita ocorreu, provavelmente, devido a maior permanência das espigas no campo, expostas a condições ambientais que favorecem os patógenos, como alta umidade e temperatura, além de danos causados por insetos.

Tabela 8 - Peso de grão ardidos (%PGA), número de grãos ardidos (%NGA), produtividade (kg ha⁻¹) e peso de 1000 grãos (g) nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 24% e 15%, respectivamente, no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

Época de colheita	% PGA	% NGA	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peso de 1000 grãos (g)
24%	4,67 b	5,22 b	7311,48 ^{ns}	262,78 b
15%	6,73 a	7,30 a	7047,48 ^{ns}	278,33 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de F a 1% de probabilidade para PGA e a 5% de probabilidade para NGA.

^{ns} – não significativo.

Para os resultados de peso de 1000 grãos, a primeira época de colheita apresentou menor peso que a segunda época (Tabela 8), revelando que com o atraso na colheita e a maior permanência das plantas no campo, os grãos tendem a acumular mais massa seca.

5.3 Incidência de fungos nos grãos ardidos e assintomáticos no experimento conduzido em Guarapuava-PR

Nos grãos ardidos não houve diferença significativa na incidência de *Fusarium* spp. para nenhum dos fatores avaliados no experimento conduzido em Guarapuava e *Stenocarpella* spp. diferiu somente na interação híbrido x época de colheita (Tabela 9).

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para a incidência de *Fusarium* spp., *Stenocarpella* spp. e *Penicillium* spp. presentes nos grãos ardidos do experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

FV	GL	QM		
		% <i>Fusarium</i> spp.	% <i>Stenocarpella</i> spp.	% <i>Penicillium</i> spp.
Bloco	2	0,033541	0,054035	0,084502
Híbrido (H)	2	0,037191 ^{ns}	0,031035 ^{ns}	0,100891 ^{ns}
Densidade (D)	2	0,076724 ^{ns}	0,187080 ^{ns}	0,091991 ^{ns}
Época de colheita (EC)	1	0,481667 ^{ns}	0,782407 ^{ns}	0,47602*
H x D	4	0,165702 ^{ns}	0,281894 ^{ns}	0,029230 ^{ns}
H x EC	2	0,295906 ^{ns}	0,98859*	0,124372 ^{ns}
D x EC	2	0,065006 ^{ns}	0,037146 ^{ns}	0,007939 ^{ns}
H x D x EC	4	0,126728 ^{ns}	0,174888 ^{ns}	0,060911 ^{ns}
Erro	34	0,208870	0,204257	0,080294
CV (%)		66,81	60,42	111,76

*Significativo a 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Para *Stenocarpella* spp. na interação híbridos x épocas de colheita, somente o Status TL apresentou diferença entre as épocas de colheita, sendo que na segunda época a incidência de *Stenocarpella* foi quase 30% maior.

Almeida et al. (2000), avaliando grãos ardidos em três regiões do Estado de São Paulo, observaram que *Fusarium* spp. teve incidência superior à outros fungos. *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. também foram encontrados, mas em menor quantidade, sendo, possivelmente, somente contaminações.

Na avaliação dos grãos assintomáticos, houve diferença significativa na época de colheita apenas para *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. (Tabela 10), os outros fatores não apresentaram diferença significativa.

Por apresentar característica endofítica, *Fusarium* spp. pode permanecer no grão sem causar sintoma visível e, mesmo assim, produzir micotoxinas. Com base nessa característica surgiu a necessidade de avaliar não somente os grãos ardidos, mas também os grãos de milho

assintomáticos. A incidência de outros fungos avaliados nesses grãos, como *Stenocarpella* spp. e *Aspergillus* spp. foi praticamente inexistente.

Tabela 10 – Resumo da análise de variância para a incidência de *Fusarium* spp., *Stenocarpella* spp. e *Penicillium* spp. presentes nos grãos assintomáticos do experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

FV	GL	% <i>Fusarium</i> spp.	% <i>Stenocarpella</i> spp.	% <i>Penicillium</i> spp.
		GL		
Bloco	2	0,044839	-	0,074074
Híbrido (H)	2	0,057350 ^{ns}	-	0,129630 ^{ns}
Densidade (D)	2	0,029600 ^{ns}	-	0,074074 ^{ns}
Época de colheita (EC)	1	0,891919 ^{**}	-	8,962963 ^{**}
H x D	4	0,003658 ^{ns}	-	0,185185 ^{ns}
H x EC	2	0,002013 ^{ns}	-	0,129630 ^{ns}
D x EC	2	0,032807 ^{ns}	-	0,074074 ^{ns}
H x D x EC	4	0,013627 ^{ns}	-	0,074074 ^{ns}
Erro	34	0,049060	-	0,074074
CV (%)		22,42	-	52,49

**Significativo a 1% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

A incidência de *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. nos grãos assintomáticos foi maior na segunda época de colheita (Tabela 11), provavelmente porque os grãos permaneceram no campo por mais tempo e com isso ficaram mais expostos a fatores favoráveis aos patógenos, como temperatura, umidade e danos na planta.

Tabela 11 – Incidência de *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 29% e 20%, respectivamente, no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

Época de colheita	% <i>Fusarium</i> spp.	% <i>Penicillium</i> spp.
29%	56,28 b	10,68 b
20%	79,43 a	42,06 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de F a 1% de probabilidade.

5.4 Incidência dos fungos presentes nos grãos ardidos e nos grãos assintomáticos no experimento realizado em Sete Lagoas – MG

Na comparação da incidência dos fungos causadores de grãos ardidos no experimento realizado em Sete Lagoas - MG, os híbridos e as densidades de plantas não apresentaram diferença significativa para *Fusarium* spp., *Stenocarpella* spp. e *Penicillium* spp. (Tabela 12). As épocas de colheita foram significativas para *Fusarium* spp. e *Stenocarpella* spp e nenhuma das interações foi significativa para os fungos avaliados.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância para a incidência de *Fusarium* spp., *Stenocarpella* spp. e *Penicillium* spp. presentes nos grãos ardidos do experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

FV	GL	% <i>Fusarium</i> spp.	% <i>Stenocarpella</i> spp.	% <i>Penicillium</i> spp.
		QM		
Bloco	2	0,198202	0,185069	0,133207
Híbrido (H)	2	0,098902 ^{ns}	0,253169 ^{ns}	0,109357 ^{ns}
Densidade (D)	2	0,097957 ^{ns}	0,062024 ^{ns}	0,002369 ^{ns}
Época de colheita (EC)	1	1,291157 ^{**}	0,933519 ^{**}	0,016017 ^{ns}
H x D	4	0,02337 ^{ns}	0,028230 ^{ns}	0,050041 ^{ns}
H x EC	2	0,019791 ^{ns}	0,018113 ^{ns}	0,017206 ^{ns}
D x EC	2	0,097502 ^{ns}	0,063635 ^{ns}	0,003217 ^{ns}
H x D x EC	4	0,037094 ^{ns}	0,058030 ^{ns}	0,023289 ^{ns}
Erro	34	0,062431	0,069763	0,032667
CV (%)		30,07	34,04	88,81

^{**}, ^{*} Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente

Esse trabalho não mostrou influencia dos híbridos e das densidades na incidência dos principais fungos presentes em grãos ardidos, mas em um trabalho conduzido por Mendes et al. (2011) os autores evidenciaram por meio do teste de sanidade (*blotter test*) que houve diferença entre os híbridos quanto à reação aos fungos *F.verticillioides*, *S. maydis* e *S. macrospora*. Em outro trabalho, realizado por Blandino et al. (2008), com duas populações de plantas (65 e 82 mil plantas ha⁻¹) foi verificado que, por dois anos, a maior densidade de plantas proporcionou maior infecção natural por *Fusarium* spp., e maior número de espigas com podridão.

Na comparação entre as duas épocas de colheita houve diferença significativa apenas para *Fusarium* spp. e *Stenocarpella* spp. *Fusarium* spp. esteve mais presente na primeira época de colheita (66,99%) e a *Stenocarpella* spp. apresentou maior incidência na segunda época de colheita (61,19%) (Tabela 13).

Tabela 13 - Incidência de *Fusarium* spp. e *Stenocarpella* spp. (%) nos grãos de milho, nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 24% e 15%, respectivamente, no experimento realizado em Sete Lagoas – MG

Época de colheita	% <i>Fusarium</i> spp.	% <i>Stenocarpella</i> spp.
24%	66,99 a	38,66 b
15%	39,66 b	61,19 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade para *Fusarium* spp. e a 1% de probabilidade para *Stenocarpella* spp.

Esse resultado sugere que pode ter havido uma queda na viabilidade do inóculo de *Fusarium* spp. da primeira para a segunda época de colheita, favorecida, provavelmente, pela redução na umidade dos grãos. Reis et al. (2004) relatam que as espigas são mais suscetíveis ao ataque de *Fusarium* spp. dois dias após a exposição dos estigmas e, num menor grau, até 40 dias após.

A infecção por *Stenocarpella* spp. ocorre principalmente no período de duas a três semanas após a polinização, em condições ambientais favoráveis (REIS et al., 2004). Nesse período, durante a condução do experimento, a temperatura diária ficou em torno de 30 °C, favorecendo a incidência de *Stenocarpella* spp. na segunda época de colheita.

Os fungos *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. apresentaram incidência inferior aos demais nas duas épocas de colheita, sendo que não foi realizada a análise de variância para *Aspergillus* spp. devido sua baixa incidência. Um estudo em sementes de amendoim para avaliar uma metodologia de detecção de fungos indicou que a desinfestação prévia dos grãos em hipoclorito de sódio pode reduzir a incidência de *Aspergillus* spp. (ARAÚJO et al., 2004).

Oliveira et al. (2004) consideram a umidade ideal dos grãos de 18% para que esses dois fungos se desenvolvam. No entanto, apesar da umidade dos grãos no momento da segunda colheita estar um pouco abaixo desse valor (cerca de 15%), quando houve predominância de *Stenocarpella* spp., os fungos *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. praticamente não se manifestaram.

Santin et al. (2004) observaram que a incidência de *Aspergillus* spp. e *Fusarium graminearum* aumentou à medida que transcorreu o retardamento da colheita. O aumento da incidência coincidiu com a redução do teor de umidade dos grãos. Por outro lado, *F.*

verticillioides (sin. *F. moniliforme*) mostrou redução na incidência à medida que a colheita foi retardada, corroborando com os resultados apresentados nesse trabalho.

Na análise dos grãos assintomáticos ou aparentemente sadios, foram observadas diferenças significativas para época de colheita e para a interação híbridos x densidades de plantas quanto à incidência de *Fusarium* spp. (Tabela 14). A incidência de *Stenocarpella* spp. e *Penicillium* spp. diferiu significativamente entre os híbridos.

Tabela 14 - Resumo da análise de variância para a incidência de *Fusarium* spp., *Stenocarpella* spp. e *Penicillium* spp. presentes nos grãos assintomáticos do experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

FV	GL	% <i>Fusarium</i> spp.	% <i>Stenocarpella</i> spp.	% <i>Penicillium</i> spp.
		QM		
Bloco	2	0,038380	0,062274	0,020830
Híbrido (H)	2	0,022813 ^{ns}	0,046680*	0,139835**
Densidade (D)	2	0,002813 ^{ns}	0,026480 ^{ns}	0,225946 ^{ns}
Época de colheita (EC)	1	0,097963**	0,013067 ^{ns}	0,099674 ^{ns}
H x D	4	0,034291*	0,012599 ^{ns}	0,021285 ^{ns}
H x EC	2	0,005146 ^{ns}	0,012339 ^{ns}	0,011669 ^{ns}
D x EC	2	0,021557 ^{ns}	0,009317 ^{ns}	0,020035 ^{ns}
H x D x EC	4	0,024941 ^{ns}	0,010881 ^{ns}	0,043630 ^{ns}
Erro	34	0,012480	0,013170	0,026090
CV (%)		9,96	58,91	34,14

**, *Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

A incidência do *Fusarium* spp. foi maior na segunda época de colheita, com 83,67% (Figura 5), quando a umidade dos grãos se encontrava mais baixa. Na interação híbridos x densidades, apenas a densidade de 60.000 pl ha⁻¹ diferiu entre os híbridos (Tabela 15), sendo que o Status TL apresentou maior incidência de *Fusarium* spp. e o BRS 1035 a menor.

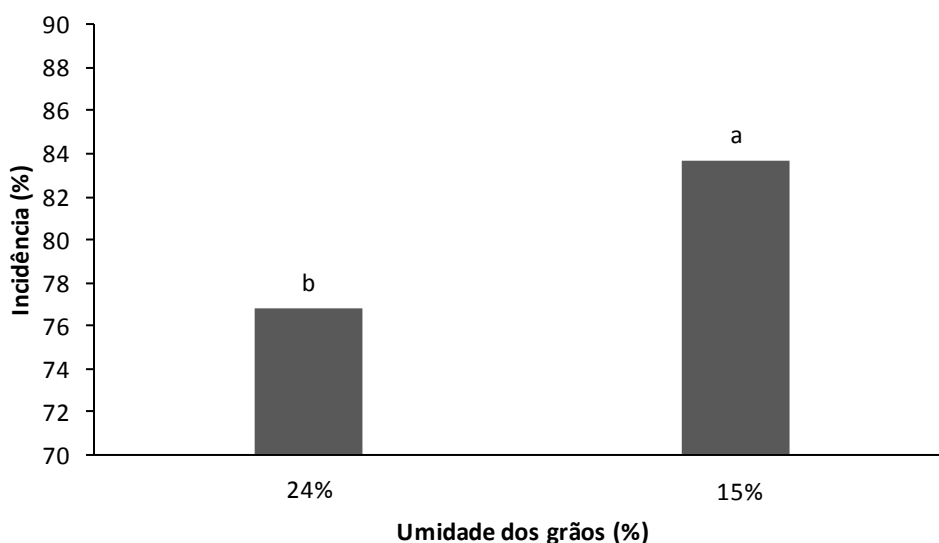


Figura 5 – Incidência de *Fusarium* spp. nos grãos assintomáticos de milho, nas duas épocas de colheita, com teor de umidade dos grãos a 24% e 15%, respectivamente, em Sete Lagoas, na safra 2011/2012

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de F a 1% de probabilidade.

Tabela 15 – Incidência de *Fusarium* spp. em grãos assintomáticos na interação híbridos x densidades de plantas (pl ha⁻¹) em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

Densidade	Híbrido		
	BRS 1035	DKB 390YG	Status TL
60.000 pl ha ⁻¹	72,5 aB	84,17 aAB	86,5 aA
75.000 pl ha ⁻¹	83,17 aA	71,17 bA	81,33 aA
90.000 pl ha ⁻¹	82,33 aA	78,33 abA	82,5 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a *Stenocarpella* spp., a incidência foi maior nos híbridos BRS 1035 e Status TL e para o *Penicillium* spp. a incidência foi maior no DKB 390YG (Tabela 16). *Penicillium* spp. muitas vezes pode ser encontrado com alta incidência nos grãos por possuir esporos de fácil dispersão pelo vento e também pelo manuseio dos grãos.

Tabela 16 – Incidência de *Stenocarpella* spp. e *Penicillium* spp. em grãos assintomáticos dos três híbridos avaliados em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

Híbrido	% <i>Stenocarpella</i> spp.	% <i>Penicillium</i> spp.
BRS 1035	6,28 ab	25,83 ab
DKB 390	2,78 b	31,22 a
Status TL	6,61 a	16,5 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para *Stenocarpella* spp. e a 1% para *Penicillium* spp.

Fusarium spp. foi o fungo que predominou nos grãos aparentemente sadios e isso pode ser atribuído à característica do fungo de poder apresentar ou não sintomas e da sua infecção ocorrer principalmente pelos estilo-estigmas (MUNKVOLD e DESJARDINS, 1997).

Um trabalho sobre contaminação endógena por *Aspergillus* spp. em milho pós-colheita, realizado por Farias et al. (2000), revelou que os grãos de milho aparentemente sadios podem apresentar contaminação por fungos com potencial toxígeno, principalmente dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Este trabalho está de acordo com o acima referido quanto à maior incidência de *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. nos grãos assintomáticos.

Na comparação entre híbridos, a variação na incidência dos fungos de um híbrido para outro foi pequena, tanto nos grãos ardidos como nos grãos assintomáticos. Nos grãos ardidos houve alta incidência de *Fusarium* spp. e *Stenocarpella* spp., porém nos grãos assintomáticos o fungo predominante foi *Fusarium* spp. e, com menor incidência, *Penicillium* spp. Em trabalho realizado por Casa et al. (2007b), nos grãos ardidos de dois híbridos avaliados, os fungos predominantes foram *F. verticillioides*, *F. graminearum* e *Penicillium* spp., concordando com os resultados aqui apresentados.

5.5 Incidência de podridões de colmo

5.5.1 Incidência de podridões de colmo no experimento realizado em Guarapuava – PR

Houve diferença significativa entre os híbridos e entre as densidades de plantas (Tabela 17) na incidência de podridões de colmo. Porém o coeficiente de variação (CV) foi alto, mesmo se tratando de um sistema biológico e da maioria das parcelas apresentaram incidência igual à zero. A interação híbridos x densidades de plantas não foi significativa.

Tabela 17 – Resumo da análise de variância para incidência de podridões de colmo (%) no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

FV	GL	QM
Bloco	2	57,175300
Híbrido (H)	2	1305,35040**
Densidade (D)	2	207,682744*
H x D	4	137,668844 ^{ns}
Erro	16	45,747933
CV (%)	86,75	

** , * - Significativo a 1% e 5% de probabilidade.

^{ns} – Não significativo.

O híbrido com maior incidência de podridões de colmo foi o DKB 390YG, com 21,69% (Figura 6). Os híbridos Status TL e BRS 1035 apresentaram incidência de podridões de colmo abaixo de 1,5%.

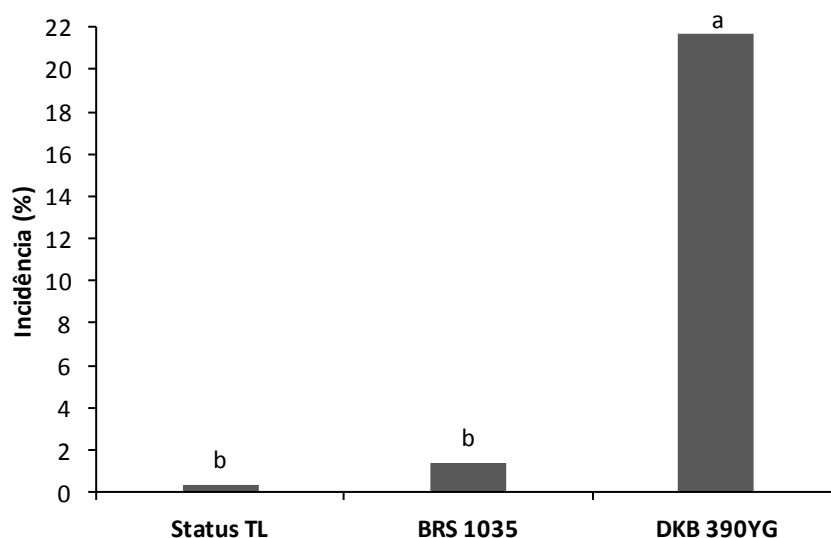


Figura 6 – Incidência de podridão de colmo (%) em três híbridos de milho no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

O aumento da densidade de plantas tendeu a aumentar a incidência de podridões de colmo (Figura 7). Na menor densidade, 60.000 plantas ha⁻¹, a incidência da doença foi cerca de 22% menor que na densidade de 90.000 plantas ha⁻¹. Este resultado pode ser devido à maior competição entre as plantas por água e luz nas maiores densidades em relação às menores. Blum et al. (2003) sugerem que população de plantas mais adensadas aumentam a competição intra-específica por luz, reduzindo a atividade fotossintética da planta (BLUM et al., 2003), com isso os colmos tornam-se mais frágeis, ficando suscetíveis à entrada de patógenos. Segundo Reis et al. (2004), a incidência de podridões de colmo é favorecida pelo o aumento da população de plantas, principalmente em materiais suscetíveis.

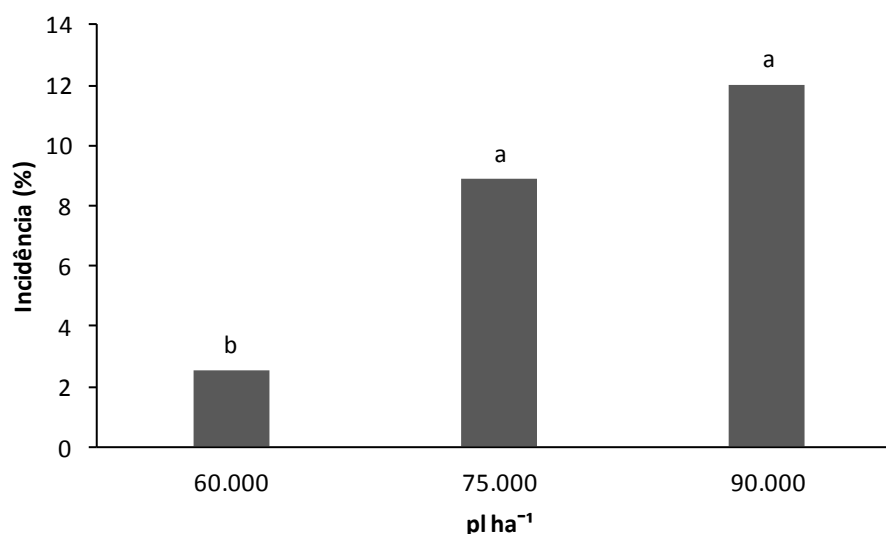


Figura 7 – Incidência de podridão de colmo em três densidades de plantas de milho no experimento realizado em Guarapuava – PR, na safra 2011/2012

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

5.5.2 Incidência de podridões de colmo no experimento realizado em Sete Lagoas – MG

Para incidência de podridões de colmo, houve diferença significativa ($P \leq 0,01$) para os dois fatores avaliados, híbridos e densidades de plantas, assim como para a interação entre eles (Tabela 18) e o coeficiente de variação encontra-se dentro dos padrões normais para o experimento.

Tabela 18 – Resumo da análise de variância para incidência de podridões de colmo (%) no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

FV	GL	QM
Bloco	2	26,051378
Híbrido (H)	2	1124,324033**
Densidade (D)	2	538,87011**
H x D	4	239,776178**
Erro	16	9,155057
CV (%)	12,50	

**Significativo a 1% de probabilidade

Em Sete Lagoas, o híbrido com maior incidência de podridões de colmo foi o Status TL, com 36,7% e a menor incidência foi do BRS 1035 (15,4%) (Figura 8). O resultado mostrou que nesse caso, apesar do Status TL ser considerado um híbrido resistente a podridões de espiga ele não expressou a mesma resistência para as podridões de colmo.

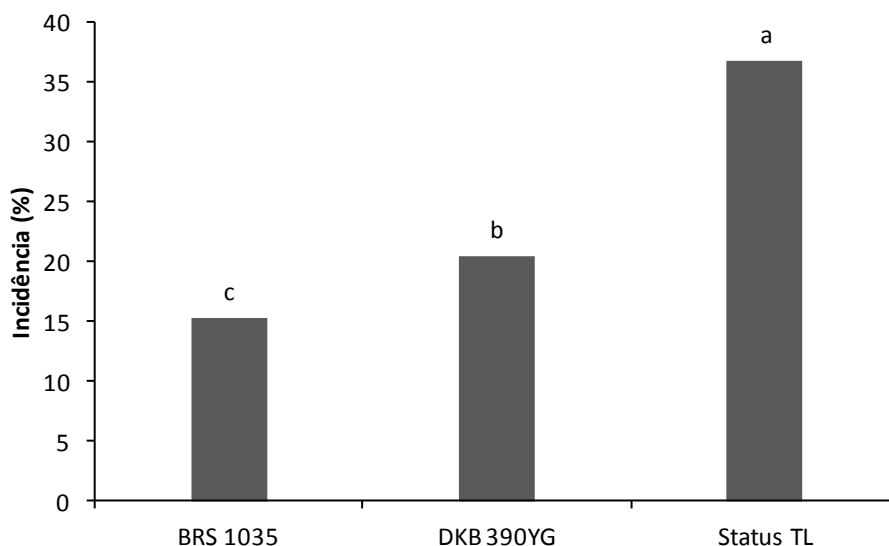


Figura 8 – Incidência de podridões de colmo em três híbridos de milho no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

O incremento na densidade de plantas resultou em maior incidência de podridões de colmo (Figura 9). A menor densidade, 60.000 pl ha⁻¹, apresentou 15,4% de incidência de podridões de colmo enquanto as demais densidade apresentaram valores acima de 25%. É importante ressaltar que a área na qual o experimento foi implantado é fonte de inóculo de patógenos causadores de podridões de colmo, pois esta é cultivada com milho praticamente o ano todo, além disso, a área já possui histórico da doença.

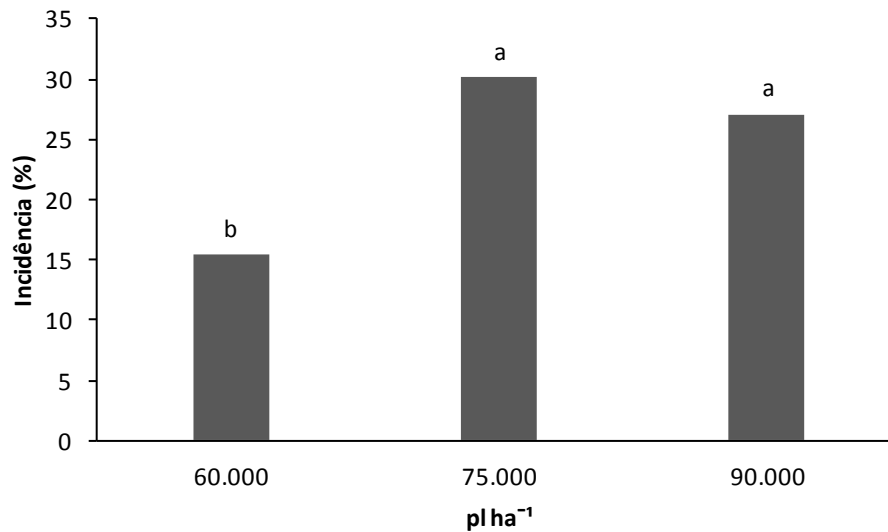


Figura 9 – Incidência de podridão de colmo em três densidades de plantas de milho no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Casa et al. (2007b) e Sangoi et al. (2000) também observaram que o aumento na densidade de plantas proporcionou incremento na incidência de doenças do colmo do milho. No cultivo de milho safrinha, o aumento na população de plantas também contribuiu para o aumento na incidência de podridões de colmo se as condições climáticas forem favoráveis aos patógenos, principalmente se os períodos mais críticos forem precedidos por excesso de chuva (FONTOURA et al., 2006).

Todos os híbridos avaliados no experimento apresentaram incidência de podridões de colmo mais baixa na menor densidade de plantas (Tabela 19) e o Status TL, independente da densidade, expressou maior incidência da doença que os demais híbridos.

Tabela 19 – Incidência de podridões de colmo (%) na interação híbridos x densidades de plantas, no experimento realizado em Sete Lagoas – MG, na safra 2011/2012

Densidades de plantas	Híbridos		
	BRS 1035	DKB 390YG	Status TL
60.000 pl ha ⁻¹	12,53 bB	11,86 cB	21,95 cA
75.000 pl ha ⁻¹	18,92 aB	18,75 bB	52,61 aA
90.000 pl ha ⁻¹	14,63 abB	30,91 aA	35,75 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Blum et al. (2003), avaliando a incidência e severidade de podridões de colmo causadas por *C. graminicola*, *S. maydis* ou *F. verticillioides* verificaram que somente a severidade da podridão causada por *F. verticillioides* foi significativa na interação híbrido x população de plantas. Em contrapartida, Ribeiro et al. (2005) não observaram aumento na incidência de podridões de colmo com o aumento da população de plantas em sistema de produtividade potencial.

Os híbridos de milho atuais são mais resistentes a problemas causados pela maior densidade populacional e é possível que a maior produtividade esteja relacionada com a melhor sanidade desses híbridos (SANGOI et al., 2000). De acordo com Cota et al. (2009), a podridão de colmo causada por *C. graminicola*, reduziu o peso de grãos em plantas doentes em 27,45%.

Gatch et al. (2002), trabalhando com híbridos de milho convencional e transgênico (Bt), para verificar o efeito da broca (*Ostrinia nubilalis*) na incidência de podridão de colmo, verificaram que a incidência dos patógenos entre os materiais foi variável de acordo com o ano e que nem sempre os materiais Bt terão menos podridões de colmo.

Cota et al. (2009), em experimento realizado na Embrapa Milho e Sorgo, utilizando os híbridos AG1051, BRS1001, BRS1010, BRS1035 e P30F80, mostraram que, para todos os híbridos, as plantas com a doença apresentaram menor peso dos grãos de milho, com redução média de 27,4% e, conseqüentemente, menor produção.

5.6 Incidência dos fungos causadores de podridões de colmo

Em Sete Lagoas - MG, independente do tratamento, a maior incidência foi do fungo *Stenocarpella* spp., com 90,6%, os outros fungos detectados foram *Fusarium* spp. e *C. graminicola*, com 6,25% e 3,12%, respectivamente. Por outro lado, Casa et al. (2007b) detectaram nos colmos doentes a maior presença do fungo *C. graminicola*, seguido do *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides* e *Stenocarpella* spp. Os autores relatam que a maior incidência de *C. graminicola* pode ser devida existência de hospedeiros secundários dos patógenos presentes na lavoura. Denti e Reis (2003) também encontraram maior presença dos fungos *C. graminicola* e *F. graminearum* nos colmos de milho e em menor quantidade de *Stenocarpella* spp. Em Guarapuava-PR não foi realizado o isolamento dos colmos para avaliar a incidência dos fungos.

6. CONCLUSÃO

No experimento realizado em Guarapuava o híbrido mais produtivo foi o Status TL. A densidade de plantas não influenciou no peso e número de grãos ardidos nem na produtividade do milho. A segunda época de colheita do milho apresentou maiores valores de PGA e NGA e maior produtividade.

Na avaliação do experimento em Sete Lagoas o híbrido com maior incidência de grãos ardidos (PGA e NGA) foi o DKB 390YG, sendo este também o mais produtivo. A maior produtividade foi obtida na densidade de 90.000 pl ha⁻¹ e quanto as épocas de colheita do milho, a segunda época apresentou maior PGA e NGA que a primeira.

Nos dois experimentos, *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. predominaram nos grãos assintomáticos na segunda época de colheita. Para os grãos ardidos, no experimento conduzido em Sete Lagoas o *Fusarium* spp. predominou na primeira época de colheita e a *Stenocarpella* spp. predominou na segunda época. Nesse mesmo experimento a *Stenocarpella* spp. foi mais incidente nos híbridos BRS 1035 3 Status TL e o *Penicillium* spp. foi mais incidente no DKB 390YG.

Para as podridões de colmo, o híbrido com maior incidência no experimento de Guarapuava foi o DKB 390YG. O aumento na densidade de plantas mostrou tendência de aumento na incidência de podridões de colmo para esse experimento. Em Sete Lagoas o Status TL foi mais suscetível a podridões de colmo e a menor densidade de plantas apresentou menor incidência de podridões de colmo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, H. K.; WILLIAMS, W. P.; WINDHAM, G. L. PRINGLE, H. C.; XIE, W.; SHIER, W. T. Aflatoxin and Fumonisin Contamination of Commercial Corn (*Zea mays*) Hybrids in Mississippi. **J. Agric. Food Chem.**, n.50, p. 5246-5254, 2002.

AHMAD, Y.; HAMEED, A.; SALAM, M.; GHAFAR, A. Estimation of yield losses in corn due to stalk rot pathogens. **Pak. J. Bot.**, v. 29, n. 2, p. 229-234, 1997.

AHMAD, S.; AHAD, A.; ASLAM, M.; IQBAL, H. Effect of plant density on intensity of stalk rot in maize. **Pakistan J. Agric. Res.**, v.5, n.3, p.170-171, 1984.

ALAKONYA, A.E.; MONDA, E.O.; AJANGA, S. Effect of Delayed Harvesting on Maize Ear Rot in Western Kenya. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v.4, n.3, p.372-380, 2008. Disponível em: <[http://www.idosi.org/aejaes/jaes4\(3\)/16.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes4(3)/16.pdf)>. Acesso em: 02 maio 2011.

ALMEIDA, A. P.; CORRÊA, B.; MALLOZZI, M. A. B.; SAWAZAKI, E.; VALENTE SOARES, L. M. Mycoflora and aflatoxin/fumonisin production by fungal isolates from freshly harvested corn hybrids. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.31, n.4, p.321-326, 2000.

ALMEIDA, M. L. de; SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, n.2, p. 179-183, 1996.

AMAIKE, C.; KELLER, N. P. *Aspergillus flavus*. **Annual Review of Phytopathology**, n. 49, p.107-33, 2011.

ARAÚJO, A. E. da S.; CASTRO, A. P. G. de; ROSSETTO, C. A. V. **Avaliação de metodologia para detecção de fungos em sementes de amendoim**. **Rev. bras. sementes**, v.26, n.2, p. 45-54, 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.36, n.1, p.71-78, jan. 2001.

BARBOSA, C.A. **Manual da Cultura do Milho**. Viçosa: AgroJuris, 199p., 2010.

BLANDINO, M.; REYNERI, A.; VANARA, F. Effect of plant density on toxigenic fungal infection and mycotoxin contamination of maize kernels. **Field Crops Research** v.106, p. 234-241, 2008.

BLUM, L. E. B.; SANGOI, L.; AMARANTE, C. V. T. do; ARIOLI, C. J.; GUIMARÃES, L. S. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões de colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p. 805-811, 2003.

BRASIL. Resolução nº7 de 18 de fevereiro de 2011, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas.** Diário Oficial da União, Brasília, n.37, p.72-73, 2011. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p., 2009.

BRASIL. **Portaria n. 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho.** Diário oficial da união, Brasília, n.72, p. 6231, 1996. Seção 1.

BRASIL. **Resolução RDC nº 274, Agência Nacional de Vigilância Sanitária,** Diário Oficial da União, 16/10/2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 4 de 06.01.2010.** Especificações para padronização, classificação e comercialização interna do milho. Diário Oficial, Brasília, 2010.

BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. de A. R.; VON PINHO, R. G.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 49-59, 2012.

BUIATE, E.A.S.; BRITO, C.H. de; BATISTELLA, R.A.; BRANDÃO, A.M. Reação de híbridos de milho e levantamento dos principais fungos associados ao complexo de patógenos causadores de “grão ardido” em Minas Gerais. **Horizonte Científico.** Uberlândia, v. 2, n. 1, 2008.

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.12, p.84-90, 2011.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; BLUM, M.M.C. **Quantificação de danos causados por doenças em milho.** 2007a. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/workshop/Resumos/MilhoDanosEpidemiologia.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

CASA, R.T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.4, p.353-357, 2007b.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do Milho Causadas por Fungos do Gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, n. 31, v. 5, p. 427-439, set-out, 2006.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Dispersão Vertical e Horizontal de Conídios de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira** v.29, n.4, p.141-147, 2004.

CASA, R.T. *Diplodia maydis* e *Diplodia macrospora* associados à semente de milho (Dissertação de Mestrado). Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 1997, 71p.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. J. de A. Doenças na cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 216-256, 2008.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. J. de A. Doenças na cultura do milho. **Circular técnica 83**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 14p. dez. 2006.

CONAB. **Conjuntura semanal. Milho: 10 a 14/09/2012**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso em: 21 set. 2012a.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento**. Ago. 2012. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: 14 ago. 2012.

COSTA R. V. da; COTA, L. V.; CRUZ, J. C.; SILVA, D. D.; QUEIROZ, V. A. V. de; GUIMARÃES, L. J. M.; MENDES, S. M. Recomendações para a redução da incidência de grãos ardidos em milho. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 38**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 22p., dez 2011.

COSTA R. V. da; COTA, L. V.; ROCHA, L. M. P da; NOLASCO, A. A. R.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. Recomendação de Cultivares de Milho para a Resistência a grãos ardidos. **Circular Técnica 154**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 8p., set. 2010a.

COSTA R. V. da; SILVA, D. D.; COTA, L. V.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, A. da S.; CASELA, C. R. Incidência de *Colletotrichum graminicola* em colmos de genótipos de milho. **Summa Phytopathol.**, v.36, n.2, Botucatu, 2010b.

COSTA, R. V. da; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Cultivo do milho: Doenças. **Sistemas de produção 2**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), 5ª edição, set. 2009.

COSTA, R. V. da; FERREIRA, A. da S.; CASELA, C. R.; SILVA, D. D. da. Podridões fúngicas de colmo na cultura do milho. **Circular Técnica 100**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), 7p., 2008.

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; CASELA, C. R. E LANZA, F. E. Efeito da podridão de colmo, causada por *Colletotrichum graminicola*, na produção da cultura do milho. **Circular Técnica n.120**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 5p., dez. 2009.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SILVA, G. H. da. **Milho - Cultivares para 2011/2012**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares>>. Acesso em: 07 nov. 2011.

DEKALB. **Características agronômicas**. Disponível em: <<http://www.dekalb.com.br/milho.aspx>>. Acesso em 7 ago. 2012.

DENTI, E. A.; REIS, E. M. Levantamento de fungos associados às podridões do colmo e quantificação de danos em lavouras de milho do Planalto Médio Gaúcho e dos Campos Gerais do Paraná*. **Fitopatologia Brasileira**, Passo Fundo, v.28, n.6, p.585-590, 2003.

D`MELLO, J. P. F.; MACDONALD, A. M. C. Mycotoxins. **Animal feed science and Technology**, Nottingham, v.69, p.155-166, 1997.

DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. de. Cultivo do Milho: Economia da produção. **Sistema de Produção 1**, Embrapa milho e Sorgo (CNPMS), 7ª edição, set. 2011.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; LUCAS, B. V.; FREITAS, P. T. de. Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicida quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 112-122, 2009.

EMBRAPA. **Embrapa Milho e Sorgo mostrará cultivares e dará curso de minimilho no Show Rural 2008.** Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/noticias/mostranoticia.php?codigo=428>>. Acesso em: 18 nov. 2012.

EMYGDIO, B. M.; TEIXEIRA, M. C. C. Densidade de plantas e espaçamento entre linhas para o híbrido de milho BRS 1015. **Circular Técnica 72**, Embrapa Clima Temperado (CPACT), Pelotas, 8p., out. 2008.

FACCIONI, R. L.; VIECELLI, C. A. Interferência da densidade populacional em cinco híbridos de milho (*Zea mays* L.) sobre parâmetros fisiológicos e produtivos. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.2, p.30-39, 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2ª ed., 360p. Piracicaba, 2004.

FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. **Manejo de doenças na cultura do milho safrinha**. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.

FARIA, M. A. V. de R.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. de R.; GUIMARÃES, R. M.; FREITAS, F. E. de O. Qualidade fisiológica de sementes de milho colhidas em diferentes estádios de "linha de leite". **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.93-104, 2002.

FARIAS, A. X. de; ROBBS, C. F.; BITTENCOURT, A. M.; ANDERSEN, P. M.; CORRÊA, T. B. S. Contaminação endógena por *Aspergillus* spp. em milho pós-colheita no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.617-621, 2000.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v. 6, p. 36-41, Lavras, 2008.

FONTOURA, D. da; STANGARLIN, J. R.; TRAUTMANN, R. R.; SCHIRMER, R.; SCHWANTES, D. O.; ANDREOTTI, M. Influência da população de plantas na incidência de

doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Sci. Agron.**, v.28, n.4, p.545-551, Oct./Dec., 2006.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. As micotoxinas. **Revista FiB.**, n.7, p.32-40, 2009.

FREIRE, F. das C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal. **Documentos 110**, Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), Fortaleza, CE, 48p., out. 2007.

GATCH, E. W., HELLMICH, R. L.; MUNKVOLD, G. P. A Comparison of Maize Stalk Rot Occurrence in Bt and Non-Bt Hybrids. **Plant Disease**, n.86, p.1149-1155, 2002.

GOLOB, P. **Training Manual: On-farm Mycotoxin Control in Food and Feed Grain**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 27p., 2007.

HENNING, F. A.; JACOB JUNIOR, E. A.; MERTZ, L. M.; PESKE, S. T. Qualidade sanitária de sementes de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2 p.316-321, 2011.

HERMANN, G.; PINTO, F. T.; KITAZAWA, S. E.; NOLL, I. B. Fungos e fumonisinas no período pré-colheita do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.7-10, jan.-mar. 2006.

HELSELTINE, C. W.; ROGERS, R. F.; SHOTWELL, O. L. Aflatoxin and mould flora in North Carolina in 1977 corn crop. **Mycologia**, New York, v.73, p. 216-228, 1977.

IOWA STATE UNIVERSITY. **Corn Field Guide: A reference for identifying diseases, insect pests, and disorders of corn**. 84p., 2009.

JARDINE, D.F.; LACA-BUENDÍA, J.P. EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.6, p.11-52, 2009.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P de; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, Apr./June de 2007.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudo de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

LUZ, W. C. Diagnose e controle das doenças da espiga de milho no Brasil. **Circular técnica 5**, Embrapa Trigo (CNPT), Passo Fundo, 28p., 1995.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília, abr. 2012.

MASCARENHAS, J. R. O. Densidade de plantio. **Informativo técnico**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2011.

MARIO, J. L.; REIS, E. M. Método simples para diferenciar *Diplodia macrospora* de *D. maydis* em testes de patologia de sementes de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p.670-672, 2001.

MARQUES, O. J.; VIDIGAL FILHO, P. S.; DALPASQUALE, V. A.; SCAPIM, C. A.; PRICINOTTO, L. F.; MACHINSKI JÚNIOR, M. Incidência fúngica e contaminações por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy. (Online)**, v.31, n.4, Maringá, Oct./Dec. 2009.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. dos S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.89-99, 2010.

McGEE, D. C. Maize diseases: a reference source for seed technologists. Saint Paul: The American Phytopathological, 150p., 1988. In: SANTIN, J. A. **Fungos de pré e pós colheita e a qualidade de grãos de milho**. (Tese Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2001.

MENDES, M. C.; VON PINHO, R. G.; MACHADO, J. da C.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FALQUETE, J. C. F. Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espiga. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.35, n.5, p. 931-939, 2011.

MENDES, M. C.; VON PINHO, R.G.; CANEDO RIVERA, A.A.; MATA, D.C.; MAIA, U.D. Qualidade sanitária de grãos de milho com e em Inoculação com Fungos Causadores de Podridões de Espiga. In: **XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. p.203, Londrina, 2008.

MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de populações de plantas em milho (*Zea mays*) de tipo precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p. 13-18, 1978.

MUKANGA, M.; DERERA, J.; TONGOONA, P.; LAING, M. D. A survey of pre-harvest ear rot diseases of maize and associated mycotoxins in south and central Zambia. **International Journal of Food Microbiology**, n.141, p. 213-221, 2010.

MUNKVOLD, G. P.; DESJARDINS, A. E. Fumonisin in Maize: Can We reduce their occurrence?. **Plant Disease**, v.81, n.6, 1997.

OLIVEIRA, E. de; FERNANDES, F. T.; CASELA, C. R.; PINTO, N. F. J. de A.; FERREIRA, A. da S. Diagnose e controle de doenças na cultura do milho. In: GALVÃO e MIRANDA. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, p. 227-267, 2004

OTTONI, J. R. Análise da incidência de *Fusarium* spp. toxigênico e de níveis de fumonisinas em grãos ardidos de milho híbrido. (Dissertação de mestrado em Microbiologia agrícola), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Cultivo do milho: Plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes. **Comunicado Técnico 46**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 7p., dez. 2002.

PIANA, A. T.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, C. B. L.; VIEIRA, V. M.; SERPA, M. da S.; JANDREY, D. B. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p.2608-2612, 2008.

PINTO, N. F. J. de A. Reação de cultivares com relação à produção de grãos ardidos em milho. **Comunicado Técnico 144**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 4p., dez. 2007.

PINTO, N. F. J. de A. Reação de cultivares de milho à mancha foliar causada por *Stenocarpella macrospora*. **Comunicado Técnico, 140**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 4p., dez. 2006a.

PINTO, N. F. J. de A. Podridão Branca da Espiga de Milho. **Comunicado Técnico 141**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 6p., dez., 2006b.

PINTO, N. F. J. de A. Grãos ardidos em milho. **Circular Técnica 66**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 6p., dez. 2005.

PINTO, N. F. J. de A. Patologia de Sementes de Milho. **Circular Técnica 29**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 44p., jul. 1998.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. Lages: Graphel, 44p., 2004.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 80p., 1996.

RIBEIRO, N. A.; CASA, R. T.; BOGO, A.; SANGOI, L.; MOREIRA, E. N.; WILLE, L. A. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e produtividade de grãos de genótipos de milho em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1003-1009, 2005.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. **Densidade e arranjo populacional em milho**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Densidade/Index.htm>. Acesso em: 10 dez. 2012.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p. 159-168, 2001.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, F.; BOGO, A.; KOTHE, D.M.; Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.159-168, 2000.

SANGOI, L., SALVADOR, R. J. Dry matter production and partitioning of maize hybrids and dwarf lines at four plant populations. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.1-6, 1997.

SANTIN, J. A.; REIS, E. M.; MATSUMURA, A. T. S.; MORAES, M. G. de. Efeito do retardamento da colheita de milho na incidência de grãos ardidos e de fungos patogênicos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.182-192, 2004.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; ZANELLA, I.; MAGON, L. Micotoxinas do *Fusarium* spp. na avicultura comercial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.185-190, 2000.

SEAB, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Análise da conjuntura agropecuária - safra 2011/12: Milho.** Out. 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=32>>. Acesso em: 14 ago. 2012.

SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. **Manual de identificação e manejo das doenças do milho.** Castro: Fundação ABC, 2006.

SWEETS, L. E.; WRIGHT, S. **Integrates Pest Management: Corn disease.** University of Missouri, p.23, 2008.

TRENTO, S.M., IRGANG, H.H.; REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira** v. 27, p. 609-613, 2002.

USDA, United States Department of Agriculture. **World Agricultural Supply and Demand Estimates.** Disponível em: <www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>. Acesso em 3 set de 2012.

USDA, United States Department of Agriculture. **World Agricultural Supply and Demand Estimates.** Apr. 2011. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2011.

VENARD, C.; VAILLANCOURT, L. Penetration and colonization of unwounded maize tissues by the maize anthracnose pathogen *Colletotrichum graminicola* and the related nonpathogen *C. sublineolum*. **Mycologia**, v.99, n.3, p. 368-377, 2007.

VON PINHO, R. G.; GROSS, M. R.; STEOLA, A. G.; MENDES, M. C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema de plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia** [online], v.67, n.3, p. 733-739, 2008.

WICKLOW, D. T. Taxonomic Features and Ecological Significance of Sclerotia. In: DIENER, U. L.; ASQUITH, R. L.; DICKENS, J. W. (Org.). **Aflatoxin and *Aspergillus flavus* in corn**. p.6-12 Alabama, 1983.

WOLOSHUK, C.; WISE, K. **Diseases of corn: *Aspergillus* ear rot**. Purdue University, 3p., 2011.