



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
**PODRIDÕES DO COLMO, RENDIMENTO  
DE GRÃOS DE HÍBRIDOS DE MILHO  
NOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA/RS E  
VARIABILIDADE NA DETERMINAÇÃO  
DE GRÃOS ARDIDOS**

**GIOVANI DA COSTA MENEGATI**

**LAGES, 2013.**

Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é semeado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Entre os fatores bióticos que interferem no rendimento de grãos de milho cultivados em sistema semeadura direta, os fungos *Colletotrichum graminicola*, *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora* são os principais microrganismos patogênicos.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a incidência de podridões do colmo, rendimento de grãos de híbridos de milho cultivados em sistema de semeadura direta com rotação à soja e sucessão à aveia e variabilidade entre observadores na determinação de grãos ardidos.

Orientador: Ricardo Trezzi Casa

Lages, 2013

**GIOVANI DA COSTA MENEGATI**

**PODRIDÕES DO COLMO, RENDIMENTO DE GRÃOS DE  
HÍBRIDOS DE MILHO NOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA/RS E  
VARIABILIDADE NA DETERMINAÇÃO DE GRÃOS ARDIDOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

**LAGES, SC  
2013**

M541e Menegati, Giovani da Costa  
**Podridões do colmo, rendimento de grãos de híbridos de milho nos Campos de Cima da Serra/RS e variabilidade na determinação de grãos ardidos** / Giovani da Costa Menegati. – Lages, 2013.  
80 p. : il. ; 21 cm

Orientadora: Ricardo Trezzi Casa  
Bibliografia: p. 72-79  
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2013.

1. Dano. 2. Doenças do Colmo. 3. Grão ardido. 4. Produtividade. 5. *Zea mays mays*. I. Menegati, Giovani da Costa. II. Casa, Ricardo Trezzi. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

CDD: 633.15 – 20.ed.

**GIOVANI DA COSTA MENEGATI**

**PODRIDÕES DO COLMO, RENDIMENTO DE GRÃOS DE  
HÍBRIDOS DE MILHO NOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA/RS E  
VARIABILIDADE NA DETERMINAÇÃO DE GRÃOS ARDIDOS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora:

Orientador:

---

Dr. Ricardo Trezzi Casa  
UDESC/Lages-SC

Membros:

---

Ph.D. Luis Sangoi  
UDESC/Lages-SC

---

Dr. Leandro Luiz Marcuzzo  
IFSC - Campus Rio do Sul -  
SC

**Lages, 03/12/2013**

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família (mulher e filha) que sempre apoiou, compreendeu os momentos de ausência, incentivou a buscar o conhecimento e enfrentar o desafio do retorno a Universidade.

A Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, campus Lages/SC, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), pela oportunidade de cursar o Mestrado em Produção Vegetal.

Aos colegas Cristiano Sachs e Giovani Piletti, pela acolhida e apoio em momentos de dúvidas.

Ao amigo e colaborador José de Alencar Lemos Vieira Jr, pela ajuda no desenvolvimento deste projeto.

Aos professores Luis Sangoi e Leonardo B. de Carvalho, por sempre manterem aberto o canal aluno professor, de maneira compreensiva e simples.

Agradeço de forma especial ao meu orientador e professor Ricardo Trezzi Casa, por todo conhecimento passado, pela total compreensão, paciência, motivação e amizade, onde de forma profissional e competente auxiliou nos momentos desta caminhada. A Nossa Senhora, que sempre está ao meu lado em todos os momentos de minha vida.

Muito obrigado!

## RESUMO

MENEGATI, Giovani da Costa. **PODRIDÕES DO COLMO, RENDIMENTO DE GRÃOS DE HÍBRIDOS DE MILHO NOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA/RS E VARIABILIDADE NA DETERMINAÇÃO DE GRÃOS ARDIDOS**. 2013. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal – Área: Fitopatologia - Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2013.

Na escolha do cultivar de milho faz-se necessário o conhecimento do rendimento, qualidade de grãos e danos causados por fitopatógenos presentes na região de cultivo. Os objetivos deste trabalho foram: a) avaliar a incidência de podridões do colmo (PC) e seu efeito no rendimento de grãos em oito híbridos de milho, cultivados em sistema de semeadura direta com rotação à soja e sucessão à aveia, em três municípios na Região de Campos de Cima da Serra, estado do Rio Grande do Sul; b) determinar a acurácia e precisão entre observadores ao analisarem amostras de milho contendo diferentes incidências de grão ardido (GA). No Capítulo I, em experimentos conduzidos no campo, nos municípios de Ipê, Vacaria e Muitos Capões, safra 2012/13, foram avaliados os híbridos 2A550Hx, AS 1555 PRO2, AS 1656 PRO2, DKB 330 PRO2, P1630Hx, P30F53Hx, P30R50Hx e Status viptera. O delineamento foi de blocos casualizados com quatro repetições. A incidência de PC foi quantificada aproximadamente 25 dias após a maturação fisiológica dos grãos. O rendimento de grãos foi determinado coletando-se separadamente as espigas das plantas sadias e doentes para obtenção do cálculo de rendimento e dano causado por PC. Efetuou-se a comparação das médias por meio do teste Scott-Knott, em nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ). Em todos os locais a doença predominante foi antracnose. A incidência média de PC em Ipê, Vacaria e Muitos Capões foi 42,5%, 42,6% e 39,2%, respectivamente. O rendimento oscilou de

4.623 kg ha<sup>-1</sup> a 5.954 kg ha<sup>-1</sup> em Ipê, 4.252 kg ha<sup>-1</sup> a 5.676 kg ha<sup>-1</sup> em Vacaria e 4.594 kg ha<sup>-1</sup> a 6.574 kg ha<sup>-1</sup> em Muitos Capões. Na análise conjunta os híbridos com maior rendimento foram AS 1656 PRO2 (5.800 kg ha<sup>-1</sup>), AS 1555 PRO2 (5.765 kg ha<sup>-1</sup>), P1630 HX (5.351 kg ha<sup>-1</sup>) e P30F53 (5.332 kg ha<sup>-1</sup>). O dano médio no rendimento dos híbridos foi de 12,79%, variando de 563 kg ha<sup>-1</sup>, até 1.073 kg ha<sup>-1</sup>, com média de 761,25 kg ha<sup>-1</sup>. No Capítulo II, os experimentos foram conduzidos no ano de 2013 no Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado de Santa Catarina. O primeiro experimento foi realizado com amostra de 1 kg de grãos de milho, quarteada em 250 g e repassada para 15 alunos de graduação e pós-graduação, para análise da incidência de GA. No segundo experimento, seis amostras com 250 g de grãos de milho contendo 0%, 1%, 2%, 6%, 12% e 18% de grãos avariados foram submetidas aos mesmos observadores. A análise da incidência de GA foi realizada pela média e desvio padrão da diferença percentual do valor estimado entre avaliadores com o valor real para cada classe. No primeiro experimento, a média detectada de GA pelos avaliadores foi de 43,19%, com variação de 24,89% a 61,05% e desvio padrão 10,68. Nas amostras contendo 0%, 1% e 2% de GA, observou-se que todos os avaliadores superestimaram a incidência, sendo a média detectada em cada classe de 0,96%, 2,13% e 4,13%, respectivamente. Nas classes de 6%, 12% e 18% de GA observou-se menor diferença entre estimativas, com média da quantificação dos avaliadores de 7,77%, 12,6% e 17,7%, respectivamente. Com o incremento da incidência de grãos ardidos o percentual médio entre estimativas e valor real decresceu de 113% até 2% para classes de 1% e 18%, com desvio padrão de 108,81 e 1,64, respectivamente.

**Palavras-chave:** Dano. Doenças do Colmo. Grão ardido. Produtividade. *Zea mays mays*.

## ABSTRACT

To gain a better understanding of the importance of corn stalk rot in grain yield and quality a field and laboratory experiments were conducted in order to accomplish the following objectives a) evaluate the stalk rot (SR) incidence and its effect on grain yield in eight corn hybrids cultivated under no-till system with soybean rotation and oats succession, in three locations of Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul State; and b) assess the accuracy and precision between observers when analyzing corn kernel rot (KR) samples. In a field experiment conducted in 2012/13 growing season at three locations (Ipê, Vacaria and Muitos Capões), the following hybrids 2A550 Hx, AS 1555 PRO 2, AS 1656 PRO 2, DKB 330 PRO 2, P1630 Hx, P30F53 Hx, Hx P30R50 and Status Viptera were evaluated for stalk rot and grain yield. The experiment was designed in a randomized complete block with four replications. The incidence of SR was determined about 25 days after the grains reached the physiological maturity. Potential and real yield were determined by separately collecting the ears from healthy (stalk rot symptomless) and diseased plants (showing stalk rot symptoms). Means comparison analysis was performed by the Scott-Knott method ( $P < 0.05$ ). Overall anthracnose was the predominant disease in all locations. The average incidence of SR in Ipê, Vacaria and Muitos Capões was 42.55%, 42.6% and 39.25%, respectively. The yield ranged from 4,623 kg ha<sup>-1</sup> and 5,954 kg ha<sup>-1</sup> in Ipê, 4,252 kg ha<sup>-1</sup> and 5,676 kg ha<sup>-1</sup> in Vacaria and 4,594 kg ha<sup>-1</sup> to 6,574 kg ha<sup>-1</sup> in Muitos Capões. In the combined analysis, hybrids with higher yield were AS 1656 PRO2 (5,800 kg ha<sup>-1</sup>), AS 1555 PRO2 (5,765 kg ha<sup>-1</sup>), P1630 HX (5,351 kg ha<sup>-1</sup>) and P30F53 (5,332 kg ha<sup>-1</sup>). The average damage in yield of hybrids was 12.79%, ranging from 563 kg ha<sup>-1</sup> to 1,073 kg ha<sup>-1</sup>, with an average of 761.25 kg ha<sup>-1</sup>. The laboratory experiments were conducted at the Plant Pathology Laboratory at Universidade do Estado de Santa Catarina in 2013. To assess the accuracy and precision between observers when analyzing corn kernel rot (KR), samples with 1 kg of corn grain were divided in 250 g and 15 undergrads and grad students estimated the KR percentage of each sample. Afterwards six

samples with 250 g of corn grains containing 0%, 1%, 2%, 6%, 12% and 18% incidence of KR were submitted to the same observers. Analysis of the incidence of kernel rot was performed by mean and standard deviation of the percentage difference between the estimated evaluators with the actual value for each class value. In the first experiment, the average KR detected by the evaluators was 43.19%, ranging from 24.89% to 61.05% and standard deviation 10.68. In the samples containing 0%, 1% and 2% of KR, it was observed that all evaluators overestimated incidence, the average being detected in each class of 0.96%, 2.13% and 4.13%, respectively. Classes of 6%, 12% and 18% of KR observed a smaller difference between estimates, with the quantification of evaluators of 7.77%, 12.6% and 17.7%, respectively. With the increasing incidence of KR, the average percentage between estimates and actual value decreased from 113% to 2% for classes 1% and 18%, with a standard deviation of 108,81 and 1,64, respectively.

**Keywords:** Damage. Stalk Diseases. Rot grain. Yield. *Zea mays* *mays*.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites máximos de tolerância (expressos em % de peso) para a classificação do milho segundo a portaria nº 845 de 08/11/1976. ....	32
Tabela 2. Limites máximos de tolerância para classificação de milho expressos em percentual (%) segundo IN MAPA nº60/2011. ....	33
Tabela 3. Características dos híbridos cultivados nos experimentos de Ipê, Vacaria e Muitos Capões, safra 2012/13. ....	41
Tabela 4. Incidência de grão ardido (GA) de milho obtida por 15 avaliadores em amostra de grão conforme portaria nº 845 de 08/11/1976, Lages, 2013. ....	65
Tabela 5. Incidência de grão ardido (GA) de milho obtida por 15 avaliadores em amostras contendo 0%, 1%, 2%, 6%, 12% e 18% de GA, Lages, 2013. ....	66

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Sintoma de podridão do colmo do milho causado por *Colletotrichum graminicola*. ..... 22
- Figura 2. Coloração rosa-avermelhada da parte interna do colmo causada pela colonização de *Gibberella zeae*..... 23
- Figura 3. Sintoma e sinais de fusariose em colmo..... 25
- Figura 4. Sintoma em colmo da podridão de diplodia. .... 27
- Figura 5. Grãos de milho apresentando alteração da coloração característica devido colonização de fungos. .... 28
- Figura 6. Incidência de podridão da base do colmo em híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto com rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Ipê, Rio Grande do Sul, safra 2012/13..... 44
- Figura 7. Dano (D), rendimento real (RR) e rendimento potencial ( $RP = RR + D$ ) de grãos de milho em função de podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Ipê, Rio Grande do Sul, safra 2012/13... 45
- Figura 8. Dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho causado por podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Ipê, Rio Grande do Sul, safra 2012/13..... 46
- Figura 9. Incidência de podridão da base do colmo em híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto, com rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Vacaria, Rio Grande do Sul, safra 2012/13. .... 47
- Figura 10. Dano (D), rendimento real (RR) e rendimento potencial ( $RP = RR + D$ ) de grãos de milho em função de podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Vacaria, Rio Grande do Sul, safra 2012/13. .... 48
- Figura 11. Dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho causado por podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em

	rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Vacaria, Rio Grande do Sul, safra 2012/13. ....	49
Figura 12.	Incidência de podridão da base do colmo em híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto, com rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Muitos Capões, Rio Grande do Sul, safra 2012/13. ....	50
Figura 13.	Dano (D), rendimento real (RR) e rendimento potencial ( $RP = RR + D$ ) de grãos de milho em função de podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Muitos Capões, Rio Grande do Sul, safra 2012/13. ....	51
Figura 14.	Dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho causado por podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Muitos Capões, Rio Grande do Sul, safra 2012/13. ....	52
Figura 15.	Incidência de podridão da base do colmo em híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto com rotação à soja e sucessão à aveia, nos Campos de Cima da Serra, safra 2012/13. ....	53
Figura 16.	Dano (D), rendimento real (RR) e rendimento potencial ( $RP = RR + D$ ) de grãos de milho em função de podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, nos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul, safra 2012/13. ....	54
Figura 17.	Dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho causado por podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, nos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul, safra 2012/13. ....	55
Figura 18.	Diferença percentual da estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra de milho, Lages, 2013. ....	65
Figura 19.	Diferença percentual da estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 1% de GA, Lages, 2013. ....	67

Figura 20. Diferença percentual de estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 2% de GA, Lages, 2013. ....	68
Figura 21. Diferença percentual de estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 6% de GA, Lages, 2013. ....	68
Figura 22. Diferença percentual de estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 12% de GA, Lages, 2013. ....	69
Figura 23. Diferença percentual de estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 12% de GA, Lages, 2013. ....	69

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	16
Podridões do Colmo .....	19
Antracnose .....	20
Giberela .....	22
Fusariose.....	24
Diplodia.....	25
Grão Ardido.....	27
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INCIDÊNCIA DE PODRIDÕES DO COLMO E DANO NO RENDIMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO, CAMPOS DE CIMA DA SERRA, ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL</b> .....	36
1.RESUMO .....	36
1.2 ABSTRACT .....	37
1.3 INTRODUÇÃO .....	38
1.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	40
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	43
Ipê.....	43
Vacaria .....	46
Muitos Capões .....	49
Análise conjunta .....	52
1.6 CONCLUSÕES .....	58
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>PRECISÃO DE OBSERVADORES NA DETERMINAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE GRÃOS ARDIDOS EM MILHO</b> .....	59
2. RESUMO .....	59
2.2 ABSTRACT .....	60
2.3 INTRODUÇÃO .....	60

2.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	63
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
2.6 CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS .....	71

## INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays mays L.*) é a principal espécie de planta domesticada no continente americano, aparecendo nos registros arqueológicos na América Central por volta de 5.500 aC, e na América do Sul em torno de 2.500 anos aC, na costa do Peru (GOLOUBINOFF et al., 1993).

A teoria com maior aceitação, considera a domesticação do milho a partir do teosinto (*Zea mays parviglumis* e *Zea mays mexicana*). As diferenças fenotípicas entre espécies, principalmente em termos da arquitetura de planta, implicam em divergência genética. Porém, a variação interespecífica é de fato, não maior que a variação intraespecífica existente do milho (DOBLEY et al., 1990; DOBLEY et al., 1997).

Os milhares anos de seleção do milho, inicialmente por povos indígenas em áreas geográficas distintas, resultaram em um grande número de raças e uma base genética diversificada (WHITE, 1999). Na atualidade, são utilizados variedades de polinização aberta (VPA) e cruzamentos entre linhagens (híbridos), que podem ser simples, simples modificados, duplos e triplos. A escolha do cultivar está vinculada às práticas de manejo utilizadas, as quais dependem da capacidade de investimento do produtor (SANGOI et al., 2006).

O sucesso do milho como alimento, pode ser atribuído ao fato do cultivo de híbridos. A origem comercial de híbridos teve início em 1920, na região do “corn belt”, Estados Unidos (EUA), com a aceitação dos agricultores locais por seu rendimento elevado e crescimento vigoroso. Na atualidade, estes híbridos são utilizados por produtores em escala mundial, exceto onde a agricultura de subsistência de baixo manejo tecnológico é praticada (WHITE, 1999).

A produção mundial de milho no ano agrícola 2011/12 foi de 873 milhões de toneladas e a projeção para a safra 2012/13 é de 950 milhões de toneladas (USDA, 2012). O Brasil é o terceiro maior produtor do mundo, atrás apenas dos EUA e China (FAO, 2012).

A área cultivada com milho no Brasil na safra 2012/13 foi de aproximadamente 15,9 milhões de hectares, com produtividade média de 5.115 kg ha<sup>-1</sup>. Neste mesmo ano agrícola, observou-se uma redução de 8,6% na área semeada da primeira safra, de 7,6 milhões de hectares para 6,9 milhões de hectares. O milho segunda safra, atingiu um novo recorde em âmbito nacional, totalizando 46.179,5 mil toneladas, contra 39.112,7 mil toneladas em 2012, representando um incremento de 18,1% (CONAB, 2013).

A produção de milho no Brasil caracteriza-se pela divisão em duas épocas de semeadura. As semeaduras de verão, ou primeira safra, são realizadas na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul até os meses de outubro/novembro no Sudeste e Centro Oeste. A segunda safra refere-se ao milho de sequeiro, semeado geralmente de janeiro a abril, quase sempre após cultivo de soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais (EMBRAPA, 2013).

Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é semeado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. O grão é beneficiado em óleo, etanol, farinha, amido, margarina, xarope de glicose, entre outros (MAPA, 2013). Estima-se que mais de 70% do milho produzido no mundo seja utilizado na alimentação animal (EMBRAPA, 2013).

Os estados brasileiros produtores de milho em milhões de toneladas são o Mato Grosso (19,1), Paraná (18,1), Minas Gerais (7,4), Goiás (7,0) Mato Grosso do Sul (6,7), São Paulo (4,9), Rio Grande do Sul (5,4), Santa Catarina (3,4), Bahia (2,4) e Maranhão (1,4), seguido dos outros estados que produziram menos de um milhão de toneladas na safra 2012/13 (CONAB, 2013).

O estado do Rio Grande do Sul (RS) cultivou na safra agrícola 2012/13, 1,03 milhão de hectares, com produtividade média de 5.210 kg ha<sup>-1</sup>, o que resultou em 5,4 milhões de toneladas produzidas. Acréscimo de 61,1% em comparação a safra de 2011/2012, apesar do decréscimo de 7,2% da área semeada (CONAB, 2013).

No desenvolvimento da atividade agrícola a escolha do híbrido é fundamental para obtenção de alta produtividade e lucro satisfatório. A diversidade de cultivares comercialmente

disponíveis torna necessário aquisição de critérios técnicos para uma correta decisão do produtor. Desta forma, é importante verificar periodicamente o desempenho agrônômico dos principais materiais recomendados para regiões de cultivo do milho, o que poderá trazer ao produtor informações valiosas sobre qual ou quais híbridos ele deverá utilizar em sua propriedade (SANTOS, 2002).

O potencial produtivo do milho pode ser comprometido pela fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, população de plantas, época de semeadura e competição com agentes nocivos, como plantas daninhas, pragas e doenças (SANDINE & FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000; FANCELLI & DOURADO-NETO, 2004; SILVA et al., 2006). O rendimento real, sem a interferência de fatores bióticos e abióticos, não pode ser inferido com precisão, especialmente em grandes áreas geográficas (WHITE, 1999)

Por ser uma cultura de abrangência ampla, mais de 20 doenças foram identificadas na cultura do milho no Brasil (JULIATTI et al., 2007). Todas as partes da planta de milho são suscetíveis a uma série de patógenos que podem reduzir o desenvolvimento da planta e resultar em decréscimo do rendimento (WHITE, 1999).

As doenças ocasionam dano significativo na produtividade e qualidade dos grãos de milho. Esta situação torna-se crescente em função do melhoramento vegetal visando aumento de produtividade e do aumento da fronteira agrícola, disponibilizando hospedeiros mais suscetíveis aos fitopatógenos (RODRIGUES & BEGLIOMINI, 2004).

A quantificação de doenças de plantas, também denominada fitopatometria, visa avaliar os sintomas causados pelos agentes patogênicos nas plantas e seus sinais (estruturas do patógeno associadas aos tecidos doentes). O principal objetivo da fitopatometria é obter dados quantitativos sobre a ocorrência e o desenvolvimento de doenças, possibilitando quantificar os danos e perdas em função da intensidade da doença. (VALE et al., 2004; REIS & CASA, 2007).

No estado do RS, as doenças com maior ocorrência na cultura do milho causam danos relacionados à germinação de sementes, emergência e estabelecimento de plantas, redução de

área foliar sadia, podridões da base do colmo (PBC) e da espiga (PE) (CASA et al., 2000).

## PODRIDÕES DO COLMO

As podridões do colmo são caracterizadas por alterações de coloração da base das plantas, evidenciado principalmente a partir da maturação fisiológica do grão. A alteração na consistência do feixe vascular das plantas infectadas compromete a translocação de água e nutrientes do solo para parte aérea da planta (WHITE, 1999), com conseqüente redução do rendimento e qualidade dos grãos (REIS et al., 2004).

Dentre os agentes causais responsáveis por PBC em milho, destacam-se os fungos *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils, *Fusarium graminearum* (Schw) Petch. (teleomorfo = *Gibberella zeae*), *Fusarium verticillioides* [Sin. = *F. moniliforme* J. Sheld.] , *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc.] e *S. macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.] .Exceção ao *C. graminicola*, os demais fungos são comumente detectados nas podridões de espiga, com conseqüente redução do rendimento e qualidade de grãos (REIS et al., 2004; CASA & WORDELL FILHO, 2012).

As principais fontes de inóculo dos fungos necrotróficos agentes causais de PBC são sementes infectadas (McGEE, 1988; CASA, 1997) e restos culturais (MARASAS & VAN DER WESTHUIZEN, 1979; CASA et al., 1997). Os resíduos culturais, mantendo os parasitas na fase saprofítica e permanecendo na superfície do solo de uma estação de cultivo para a outra, servem como fonte de inóculo para as PBC e PE (ULLSTRUP, 1964; SCOTT et al., 1994).

Os agentes causais da antracnose, giberela, fusariose e diplodia, podem ser disseminados via semente infectada. Porém, associação destes fungos via semente não assegura sua transmissão para órgãos radiculares ou aéreos. O processo de transmissão é determinado por condições ambientais, tais como umidade e temperatura do solo, viabilidade e localização do inóculo na semente, tipo de solo, pH do solo, profundidade de semeadura, microflora do solo (NEERGAARD, 1983; McGEE, 1988; AGARWAL & SINCLAIR, 1997; DHINGRA, 2005). Estes

fatores podem reduzir ou incrementar a passagem do patógeno para órgãos aéreos ou radiculares da planta, refletindo assim na epidemiologia da doença. AGARWAL & SINCLAIR (1997), consideram temperatura e umidade do solo fatores importantes para o processo de transmissão, estabelecimento e desenvolvimento de patógenos a partir de sementes.

No sistema plantio direto, restos culturais do milho são deixados sobre a superfície do solo. A palha sobre o solo torna sua decomposição mais lenta, o que aumenta o período de sobrevivência dos patógenos necrotróficos durante a fase saprofítica (SCOOT et al., 1994; CASA et al., 2003).

Trabalhos de pesquisa têm demonstrado haver redução na intensidade das PBC e PE quando o milho é cultivado em rotação de cultura (DENTI & REIS, 2001; TRENTO et al., 2002; REIS et al., 2004; CASA et al., 2006). As espécies vegetais utilizadas antecedentes ao milho, como forma de cobertura morta em plantio direto, podem anular o efeito da rotação, por serem hospedeiras dos agentes causais dessas doenças em milho (REIS et al., 2004). Além disso, o nível tecnológico empregado pelos agricultores é variável entre propriedades. A diferença entre o nível tecnológico e conseqüentemente o fornecimento de diferentes doses de insumos, escolha do arranjo espacial, manejo de plantas invasoras e pragas, e a escolha do material genético, também podem afetar a ocorrência e a intensidade das doenças (RIBEIRO et al., 2005; SANGOI et al., 2006; CASA et al., 2012).

## **Antracnose**

O fungo *C. graminicola*, agente etiológico da antracnose, pode infectar todos os tecidos vegetais do milho, embora PBC seja economicamente a mais prejudicial. Está adaptado ao agrossistema por sua virulência e capacidade de sobrevivência saprofítica em resíduos culturais (BERGSTROM & NICHOLSON, 1999).

Estudo conduzido em Illinois, EUA, Anderson & White (1983), obtiveram incidência de *C. graminicola* de 34 a 46% em colmos de milho. Denti & Reis (2003), relataram o fungo como

patógeno de maior frequência em levantamento de PBC realizado na região do Planalto do RS e Campos Gerais do Paraná nas safras 1997/98 e 1998/99. A maior incidência do fungo foi observada com o incremento na densidade populacional em estudo com sistema de cultivo de semeadura direta, monocultura de três anos e sob sucessão de cobertura morta de aveia branca (*Avena sativa* L.) + ervilhaca (*Vicia sativa* L.), safras 2002/03 e 2003/04 (RIBEIRO et al., 2005).

O fungo sobrevive nos restos culturais infectados, hospedeiros alternativos e semente. No sul do Brasil, a semeadura do milho em sucessão à aveia branca, azevém (*Lolium multiflorum* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e triticale (*X. tritico secale* Witt.) disponibiliza uma alternância de hospedeiros suscetíveis o que favorece a sobrevivência do fungo, com conseqüente aumento da incidência da doença em milho (REIS et al., 2004).

A frutificação do fungo em tecidos de plantas infectadas ocorre após 10 a 12 horas com 100% de umidade relativa, sendo adicional de 12 a 18 horas necessário a esporulação (BERGSTROM & NICHOLSON, 1999). A disseminação passiva dos conídios de *C. graminicola* ocorre pela ação de respingos d'água sobre acérvulo do fungo (CASA et al., 2012).

Segundo Denti & Reis (2003), apesar dos sintomas de podridão observados em toda a extensão do colmo, estes ocorrem com maior frequência e intensidade na base da planta. Resultados obtidos por Costa et al. (2010), demonstraram que *C. graminicola* coloniza toda a extensão do colmo, com predominância no terço médio superior. Externamente, os colmos apresentam áreas escurecidas, negras, de aspecto brilhante, com desenvolvimento inicial nos nós e progredindo para os entrenós (Figura 1). Em infecções severas pode ocorrer há quebra do colmo ou acamamento e morte prematura da planta (CASA et al., 2012).

**Figura 1.** Sintoma de podridão do colmo do milho causado por *Colletotrichum graminicola*.



Fonte: VIEIRA JUNIOR, J.A.L.

Segundo Venard & Vaillancourt (2007), a colonização ocorre pela elongação de hifas no interior das fibras celulares associadas aos feixes vasculares e não via floema e xilema. O fungo cresce dos nós em direção aos entrenós a partir de um ponto inicial de infecção, o que pode explicar sua ocorrência em toda extensão do colmo (COSTA et al., 2010).

Em estudo da infecção radicular de plantas de milho por *C. graminicola* e sua transmissão para órgãos aéreos, Sukno et al. (2008), relataram que aos 28 dias após inoculação das raízes seminais, o fungo foi recuperado em 97,8% em raízes adventícias e 28,3% de tecidos da parte aérea.

## **Giberela**

A giberela, considerada doença do plantio direto, comum no centro oeste dos EUA, agente etiológico *Gibberella zeae*, anamorfo *F. graminearum*, sobrevive na entressafra infectando

restos culturais na forma de micélio dormente, peritécio e/ou clamidosporos e em sementes como micélio (SUTTON, 1982). O fungo provoca apodrecimento de sementes e morte de plântulas podendo interferir na qualidade fisiológica da semente e prejudicar o estande da lavoura (GOULART & FILHO, 1999), além de causar podridão radicular, PBC e PE (DJAKAMIHARGJA et al., 1970; BALMER, 1980).

A base do colmo da planta doente torna-se pardo ou de cor palha. Os tecidos internos da medula desintegram-se, deixando somente os feixes vasculares intactos. A giberela é diferenciada de outras PBC devido coloração rosa-avermelhada na parte interna do colmo, pela colonização do fungo (Figura 2). A presença de crostas de peritécios, na superfície dos tecidos infectados auxilia na diagnose. Apresenta sintomas secundários semelhantes às demais PBC (REIS et al., 2004).

**Figura 2.** Coloração rosa-avermelhada da parte interna do colmo causada pela colonização de *Gibberella zeae*.



Fonte: VIEIRA JUNIOR, J. A. L.

A capacidade infectiva do fungo à diversos cereais é relatada na Ásia, Europa e nas Américas, causando principalmente a giberela na espiga e podridão radicular (MUNKVOLD, 2003; JURJEVIC et al., 2005; CASA et al., 2012; NDOYE et al., 2012), pode parasitar alfafa (*Medicago sativa* L.,

arroz (*Oryza* spp.), aveia, centeio (*Secale cereale* M. Bieb), cevada, milho, trevo (*Trifolium repens* L.), triticale e sorgo (*Sorghum bicolor* L., Moench) (REIS & CASA, 2007).

Os danos originados da infecção de *F. graminearum* foram maiores em comparação à *F. verticillioides*, em estudo da resistência genética de híbridos de milho realizado na Califórnia entre 1970 e 1988 (DAVIS et al., 1989). Kuhnem Junior et al. (2013), com diferentes isolados de *Fusarium*, sugerem que sementes infectadas com *F. graminearum* representam maior risco ao estabelecimento da cultura que isolados de *F. verticillioides*.

O fungo possui maior frequência no sul do Brasil se comparado à região central do país, possivelmente pela maior quantidade de inóculo propiciado pela sucessão do milho aos cereais de inverno (CASA et al., 1998; STUMPF et al., 2013). O principal inóculo responsável pela infecção é constituído dos ascósporos liberados de peritécios presentes nos restos culturais, transportados pelo vento (MUNKVOLD, 1997).

## Fusariose

Dentre as espécies do gênero *Fusarium* citadas como patogênicas ao milho, *F. verticillioides* é relatado por possuir o milho como único hospedeiro (MUNKVOLD, 2003; JURJEVIC et al., 2005; NDOYE et al., 2012). No Brasil, o fungo é o principal associado a sementes e grãos de milho (REIS et al., 1995; PINTO, 1996; REIS & CASA, 1996; CASA et al., 2004; RIBEIRO et al., 2005; NERBASS et al., 2007) e um dos mais estudados em relação a transmissão da semente a plântula (SARTORI et al., 2004; MUNKVOLD et al., 1997).

O processo de transmissão normalmente ocorre com o micélio do patógeno colonizando sistema radicular e base do colmo (FOLEY, 1962, MUNKVOLD et al., 1997, McGEE, 1988; CASA et al., 1998; SARTORI et al., 2004). A transmissão sistêmica de *F. verticillioides* a partir da semente de milho foi quantificada em 34,9% para raiz primária e 23,6% para mesocótilo (SARTORI et al., 2004). A presença do fungo no colmo pode ser ignorada por não causar danos visíveis (KEDERA et al., 1992;

MUNKVOLD, 1997), no entanto, é frequentemente encontrado na base do colmo principalmente próximo da colheita, em áreas de rotação de culturas. O vento não contribui como agente de disseminação a longa distância (REIS et al., 2004), não forma clamidósporos (BOOTH, 1971), sobrevive nos restos culturais de milho e não é considerado habitante natural do solo (REIS et al., 2004), o que indica a semente como fonte de inóculo primário.

Plantas sintomáticas apresentam base externa do colmo de cor parda e medula branco-rosada à rosa-salmão. Externamente pode ser visualizado a esporulação do fungo, de cor rosa-salmão (Figura 3) (CASA et al., 2010).

**Figura 3.** Sintoma e sinais de fusariose em colmo.



Fonte: CASA, R. T.

## Diplodia

Os fungos *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora*, parasitam plantas de milho (WHITE, 1999). Na literatura nacional, a maior parte dos trabalhos não menciona os hospedeiros, assumindo-se que o milho seja o único hospedeiro (REIS et al., 2004; PEREIRA et al., 2005).

Estas duas espécies apresentam no campo, em seu ciclo biológico, somente a forma anamórfica e podem causar PBC e PE (CASA et al., 2006). O fungo *S. macrospora* também pode causar lesões foliares, reduzindo a área fotossintética ativa e funcionando como fonte de inóculo primário para PBC e PE (LATERREL & ROSSI, 1983; CASA et al., 2012).

A frequência de detecção das espécies em colmos de milho no estado da Flórida, EUA, foi de 80,3% e 16,5% para *S. maydis* e *S. macrospora*, respectivamente (EDDINS, 1930). No Brasil, a ocorrência de *S. macrospora* foi relatada pela primeira vez por JOHANN (1935), no estado de São Paulo, causando podridão em sementes. Apesar da existência de inúmeros trabalhos sobre *S. maydis*, no Brasil a prova de patogenicidade e a mensuração das estruturas reprodutivas foi realizada somente em 1997 (CASA, 1997). Denti & Reis (2003), detectaram incidências de 4 a 72% com reduções no rendimento de grãos variando de 0,67 a 50%.

O inóculo responsável pela infecção de *Stenocarpella* presente nos restos culturais infectados de milho e/ou no caso de *S. macrospora* sobre lesões foliares têm tornado a doença frequente nas lavouras brasileiras devido às extensas áreas semeadas em sistema semeadura direta e monocultura, pois a palha infectada que permanece na superfície do solo garante sobrevivência e viabilidade do fungo (CASA et al., 2006b).

Os esporos de *Stenocarpella* liberados dos picnídios são levados pelo vento e respingo até os sítios de infecção (DEL RIO & MELARA, 1991). Segundo Reis et al. (2003), a disseminação anemófila não transporta apenas conídios isoladamente, mas também os cirros de ambas as espécies. Os conídios do fungo normalmente são disseminados a curta distância por respingos de água, diminuindo a concentração de esporos dispersos com o aumento da distância horizontal da fonte de inóculo, provavelmente por se tratar de conídios hidrofílicos aderidos em cirro mucilaginoso (CASA et al., 2004). Temperaturas entre 23 a 28 °C proporcionam maior crescimento micelial, enquanto temperaturas entre 28 a 33°C propiciam maior porcentagem de germinação dos conídios de *S. maydis* e 26 a 29°C para *S. macrospora* (CASA et al., 2007).

Os entrenós da base do colmo de plantas infectadas apresentam lesões externas de cor pardo escura, iniciando preferencialmente no nó. O colmo internamente apresenta coloração escura. Pode ser observado à presença de picnídios, pequenos, pardo-negro, agrupados nas lesões próximas aos tecidos dos nós infectados (Figura 5) (CASA et al., 2010).

**Figura 4.** Sintoma em colmo da podridão de diplodia.



Fonte: VIEIRA JUNIOR, J. A. L.

## **GRÃO ARDIDO**

A qualidade dos grãos de milho é alterada direta ou indiretamente quando infectados por fungos, dando origem a grãos ardidos (GA) (Figura 5), os quais são caracterizados por sintomas de alteração na coloração característica do pericarpo (REIS et al., 2004). Os danos relacionados com GA podem ser quantitativos (grãos de menor peso) e qualitativos (relacionadas com a qualidade nutricional dos grãos).

Os grãos podem ser infectados por fungos na pré-colheita, (REIS et al., 2004) e pós-colheita (PINTO et al., 2007).

Os chamados “fungos de armazenamento” geralmente infectam a semente após a colheita (BERJAK, 1987). Desenvolvem-se quando grãos apresentam teor de água superior

a 14%. Os fungos *Aspergillus restrictus* G. Sm. e *A. glaucus* (Linnaeus) Link, atuam no início da deterioração. No final da deterioração predominam os gêneros *A. flavus* L. e *Penicillium* spp. (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo Lorini et al. (2002) grãos que apresentam umidade de 15% armazenados em ambientes que apresentam umidade relativa de 70 a 90% estão suscetíveis ao desenvolvimento de fungos. O desenvolvimento dos fungos de armazenamento nas sementes promoverá a produção de calor e de água metabólica o que resultará em degeneração das sementes devido degradação de proteínas, açúcares e carboidratos. O teor de umidade das sementes é função direta da umidade relativa do ar, possuindo relação direta com o potencial germinativo das sementes e nível de colonização fúngica, sendo mais preservadas o quanto mais secas estiverem. A temperatura do ar também desempenha papel importante na preservação das qualidades fisiológica e sanitária das sementes durante o armazenamento, sendo tanto melhores quanto menor for a temperatura no armazém (EMBRAPA, 2013).

**Figura 5.** Grãos de milho apresentando alteração da coloração característica devido colonização de fungos.



Fonte: VIEIRA JUNIOR, J. A. L.

Os fungos patogênicos envolvidos com as PBC são os mesmos relacionados com as podridões de espiga (PE) e GA (REIS & CASA, 2001). Entre os fungos que interferem na produtividade e qualidade do grão, destacam-se *S. maydis*, *S. macrospora*, *F. graminearum* e *F. verticillioides*, (SHURTLEFF, 1992; FERNANDES & OLIVEIRA, 1997; REIS et al., 2004; PINTO et al., 2007). O fungo *C. graminicola* dificilmente provoca podridão de espiga.

A incidência desses fungos nos grãos normalmente ocorre pela infecção da espiga, favorecida por chuva na fase de polinização, mau empalhamento e injúrias normalmente por insetos (SHURTLEFF, 1992; REID et al., 1996; REIS et al., 2004).

A infecção da espiga por *Stenocarpella* pode ocorrer a partir de esporos disseminados pelo vento e respingo, que ao germinarem na presença de água sobre o tecido do hospedeiro, emitem tubo germinativo, penetrando diretamente a palha da espiga (SHURTLEFF et al., 1976; BENSCH, 1995; FINGSTAG et al., 2012).

O inóculo primário da fusariose é constituído de restos culturais infectados e sementes de milho. A infecção da base da espiga pode ocorrer sistemicamente por meio do crescimento do micélio até a espiga (FOLEY, 1962) ou por deposição na bainha foliar do inóculo produzido nos restos culturais e disseminados por respingos, vento e insetos. Segundo Melchers & Johnston (1924) a semente infectada por *F. verticillioides* não tem importância epidemiológica na formação de GA.

A PE por *F. graminearum*, é caracterizada por crescimento micelial de coloração rosa “pink” na ponta da espiga, colonizando estigmas e grãos. O inóculo de *G. zeae* produzido nos cultivos antecessores ao milho, principalmente cereais de inverno, apresenta importância epidemiológica para formação de GA (WHITE, 1999). Os ascósporos disseminados pelo vento, chuva e insetos, depositados no estigma ou sobre ferimentos, germinam e formam o tubo germinativo, pelo qual penetram ao interior da espiga (SUTTON, 1982; REID et al., 1996).

Os subprodutos tóxicos do metabolismo de fungos, conhecidos como micotoxinas, tem recebido grande atenção nos últimos anos por ocasionarem sérios problemas de saúde em animais, incluindo leucoencefalomalácia equina, edema suíno,

ganho de peso reduzido, queda de pelos, fertilidade reduzida e até mesmo a morte. Algumas micotoxinas, tais como a fumonisinas e aflatoxinas também tem sido associadas como danosas a saúde humana (MARASAS et al., 1984; MUNKVOLD & DESJARDINS, 1997).

As fumonisinas são micotoxinas produzidas por espécies do gênero *Fusarium*, sendo o fungo *F. verticillioides* a principal espécie produtora e a primeira descrita e associada por causar doenças em animais. Marasas (1996) considera esta micotoxina carcinogênica a saúde humana.

As micotoxinas encontradas com maior frequência em milho cultivado na Carolina do Norte, EUA, são aflatoxinas, fumonisinas e deoxynivalenol (DON) (Payne, 1999). Nos EUA, a giberela atingiu níveis epidêmicos em vários anos, causando perdas de rendimento e desconto de preço resultante da qualidade das sementes produzidas. O fungo é capaz de produzir micotoxinas, sendo as fumonisinas menos comumente encontradas que DON e nivalenol (MUNKVOLD & DESJARDINS, 1997). Estudos filogenéticos determinaram que *F. graminearum* constitui um complexo com pelo menos 15 espécies (SARVER et al., 2011).

Segundo White (1999), a utilização de populações elevadas de plantas, aliada a desequilíbrios nutricionais e à suscetibilidade dos genótipos, contribui para o aumento da incidência das PE e GA. Além desses fatores, o cultivo do milho em monocultura e plantio direto favorece a sobrevivência, a manutenção e a multiplicação do inóculo destes fungos (FLETT & WEHNER 1991; ZAMBOLIM et al., 2000; REIS et al., 2004). Costa et al. (2010), atribui à suscetibilidade genética e condições ambientais favoráveis ao patógeno como fatores importantes na ocorrência de GA.

Maior incidência de grãos ardidos ocorre em monocultura, com média de 10,02%, quando comparado com rotação de culturas, média de 4,81% (TRENTO et al., 2002).

Costa et al. (2010), obtiveram incidência de GA entre 5,6 a 32,3% com 49 cultivares de milho nos municípios mineiros de Indianópolis, Guarda-Mor, Patos de Minas e Planaltina, DF. Vieira Junior et al. (2013), obtiveram em 14 híbridos no município de

Muitos Capões, RS, 2,63% de incidência média de GA, com variação de 1,23% a 6,32%.

A maior intensidade de PE normalmente ocasiona maior incidência de GA, indesejáveis na comercialização, pois é descontado do preço de venda um percentual referente à incidência de GA.

A inspeção e análise de produtos alimentícios são necessárias para garantir ao consumidor final melhores condições de integridade, sanidade e nutricional. O controle de qualidade, ou asseguaração de qualidade, inclui a análise dos produtos em vários pontos da cadeia produtiva (FONSECA, 2000).

Para Lazzari (1997), as amostras possuem representatividades variadas de acordo com o tamanho, sendo a confiabilidade da posterior classificação comprometida. Em decorrência de frequentes adulterações de carregamentos com a inserção de camadas completamente comprometidas, Lorini et al. (2002), afirmam a necessidade de realizar amostragens ao acaso permitindo maior segurança a cargas. A realização incorreta da amostragem fornecerá resultados que não correspondem a realidade (FONSECA, 2000).

A prática de amostragem de cargas é realizada com o intuito de obter uma classificação e análise capaz de representar o lote em sua totalidade, de modo que seja capaz de abranger grande parte das características a fim de avaliar a qualidade do produto (SILVA, 1995). Os ensaios para obtenção da amostragem devem ser conduzidos utilizando sempre os mesmos critérios e procedimentos para a obtenção de resultados comparáveis e confiáveis (FONSECA, 2000).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) adotava como padrão de qualidade para grãos comerciais de milho, a portaria nº 845 de 08/11/1976 (Tabela 1), a SDR nº 11 de 12/04/1996 e SDR nº IN SARC nº 7/2001. Esta portaria foi utilizada para classificação do milho por diversas agroindústrias e trabalhos de pesquisa (TRENTO et al., 2002; RIBEIRO et al., 2005; AGOSTINETTO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009, COSTA et al., 2010).

**Tabela 1.** Limites máximos de tolerância (expressos em % de peso) para a classificação do milho segundo a portaria nº 845 de 08/11/1976.

Tipificação	Grãos Avariados		Matérias estranhas, impurezas e fragmentos	Umidade (%)
	Máximo de ardidos e brotados	Total		
Tipo I	3	11	1,5	14,5
Tipo II	6	18	2	14,5
Tipo III	10	27	3	14,5
Abaixo do padrão	-	-	-	14,5

A classificação do milho era realizada considerando GA o grão fermentado em mais de  $\frac{1}{4}$  de sua área total, observando-se ainda os seguintes critérios de acordo com a portaria nº 845 de 8/11/1976:

“2.1 – para mensuração visual da área atingida considerar como mais de  $\frac{1}{4}$  de grão fermentados ou ardido, o grão alterado em sua cor ou visivelmente fermentado em toda a área do germe e mais qualquer parte do endosperma.

2.2 – serão considerados como ardidos devido a semelhança de aspecto, os grãos “queimados” ou sejam, aqueles que apresentarem alteração na coloração normal por ação de altas temperaturas dos secadores.

3 – Fermentado até  $\frac{1}{4}$ : considerar como fermentado até  $\frac{1}{4}$ , o grão que apresentar pontos de coloração escura, de qualquer tamanho, desde que sejam visíveis a olho nu, em até  $\frac{1}{4}$  da área do grão.

Observação:  $\frac{1}{4}$  de área do grão do milho corresponde aproximadamente a área do germe:

3.1 – Procedimentos: acrescentar no laudo a expressão “fermentado até  $\frac{1}{4}$ ” no campo destinado aos defeitos leves: proceder a separação dos grãos defeituosos, pesar, determinar o percentual e em seguida, antes do uso da tabela de tolerância, juntá-lo ao total de avariados, para enquadramento e tipificação.

4 – Mofados: considerar como mofado o grão inteiro ou quebrado que apresentar no todo ou em parte, fungo (bolor), visível a olho nu.”

No dia 01/09/2013 entrou em vigência a Instrução Normativa (I.N.) MAPA n° 60/2011, que estabelece o Regulamento Técnico do Milho, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos identidade e qualidade, amostragem, modo de apresentação e marcação da rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto, em todo o território nacional e as alterações constantes da Instrução Normativa (IN) MAPA n° 18/2012, revogando-se a Portaria MA n° 845/1976 e a SDR n° IN SARC n° 7/2001 (Conab, 2013).

Na tabela 2 constam os limites máximos de tolerância (%) para classificação do milho governamental, observadas as instruções normativas IN MAPA n° 60/2011 e 18/2012, e os índices admitidos para todas as operações executadas pela CONAB, a partir de 1/09/2013, obrigatoriamente.

**Tabela 2.** Limites máximos de tolerância para classificação de milho expressos em percentual (%) segundo IN MAPA n°60/2011.

Tipo	Grãos avariados		Grãos quebrados	Matérias Estranhas Impurezas	Carunchados
	Ardidos	Total			
<b>1</b>	1,00	6,00	3,00	1,00	2,00
<b>2</b>	2,00	10,00	4,00	1,50	3,00
<b>3</b>	3,00	15,00	5,00	2,00	4,00
<b>Fora do tipo</b>	5,00	20,00	Maior que 5,00	Maior que 2,00	8,00

A IN N° 60/2011 é subdivida em capítulos e artigos contendo as disposições de classificação dos grãos de milho. Para compreensão deste regulamento, segue algumas disposições relevantes presentes nesta IN:

“Art. 3º Para efeito deste Regulamento Técnico considera-se:

I - milho: os grãos provenientes da espécie *Zea mays* L.;

II - grãos carunchados: os grãos ou pedaços de grãos que se apresentam atacados por insetos considerados pragas de grãos armazenados em qualquer de suas fases evolutivas;

III - grãos avariados: os grãos ou pedaços de grãos que se apresentam ardidos, chochos ou imaturos, fermentados, germinados, gessados e mofados:

**a) ardidos:** os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento total, por ação do calor, umidade ou fermentação avançada atingindo a totalidade da massa do grão, sendo também considerados como ardidos, devido à semelhança de aspecto, os grãos totalmente queimados;

**b) chochos ou imaturos:** os grãos desprovidos de massa interna, enrijecidos e que se apresentam enrugados por desenvolvimento fisiológico incompleto, sendo que os grãos pequenos e os de endosperma córneo (ponta de espiga) não serão considerados chochos ou imaturos, sendo considerados grãos normais;

**c) fermentados:** os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento parcial do germe ou do endosperma provocado por processo fermentativo ou calor, sendo também considerados como fermentados, devido à semelhança de aspecto, os grãos que se apresentam parcialmente queimados; grãos que apresentam plúmula roxa, como característica varietal, não são considerados grãos defeituosos;

**d) germinados:** os grãos ou pedaços de grãos que apresentam início visível de germinação;

**e) gessados:** os grãos ou pedaços de grãos que tenham sofrido variação na sua cor natural, apresentando-se de esbranquiçado ao opaco, mostrando no seu interior todo o endosperma amiláceo com cor e aspecto de gesso (farináceo);

**f) mofados:** os grãos ou pedaços de grãos que apresentam contaminações fúngicas (mofo ou bolor) visíveis a olho nu, independentemente do tamanho da área atingida, bem como os grãos ou pedaços de grãos que apresentam coloração esverdeada ou azulada no germe, produzida pela presença de fungos;

Art. 25. Nos procedimentos operacionais ou roteiro para classificação do milho, deve ser observado previamente o que segue:

II - estando o produto em condições de ser classificado, utilizar a amostra de, no mínimo, 1 kg (um quilograma), homogeneizá-la e reduzi-la pelo processo de quarteamento até a obtenção da amostra de trabalho, de no mínimo 250 g (duzentos e cinquenta gramas), pesada em balança previamente aferida, anotando-se o peso obtido para efeito de cálculo dos percentuais de tolerâncias previstos na Tabela 1 desta Instrução Normativa;

VIII - proceder ao enquadramento do produto em Tipo, considerando os percentuais encontrados, conforme a distribuição dos defeitos e respectivas tolerâncias, contidos na Tabela 1 desta Instrução Normativa, observando o que segue:

a) incidindo sobre o grão de milho dois ou mais defeitos, prevalecerá o defeito mais grave obedecendo à seguinte escala decrescente de gravidade: mofado, ardido, fermentado, germinado, carunchado, chocho ou imaturo e gessado; e

b) deve-se enquadrar o produto em função do tipo inferior encontrado;

IX - para a determinação do grupo do milho, separar somente os grãos totalmente inteiros e perfeitos e aferir o peso da amostra, anotando o peso obtido no Laudo de Classificação, sendo que esse valor será utilizado posteriormente para o cálculo do percentual de grãos de cada grupo”.

## CAPÍTULO I

### 1. INCIDÊNCIA DE PODRIDÕES DO COLMO E DANO NO RENDIMENTO DE GRÃOS EM HÍBRIDOS DE MILHO, CAMPOS GERAIS DE CIMA DA SERRA, ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

#### 1. RESUMO

A quantificação dos danos causados por patógenos em híbridos de milho auxilia na escolha do cultivar. O objetivo do trabalho foi avaliar a incidência de podridões do colmo (PC) e seu efeito no rendimento de grãos em oito híbridos de milho, cultivados em sistema de semeadura direta com rotação à soja e sucessão à aveia, em três localidades dos Campos Gerais de Cima da Serra, estado do Rio Grande do Sul. Os experimentos foram conduzidos na safra agrícola 2012/13 nos municípios de Ipê, Vacaria e Muitos Capões. Foram avaliados os híbridos comerciais 2A550 Hx, AS 1555 PRO2, AS 1656 PRO2, DKB 330 PRO2, P1630 Hx, P30F53 Hx, P30R50 Hx e Status viptera. O delineamento foi de blocos casualizados com quatro repetições. A incidência de PC foi determinada aproximadamente 25 dias após a maturação fisiológica dos grãos. O rendimento de grãos foi determinado coletando-se separadamente as espigas das plantas sadias e doentes para obtenção do cálculo de rendimento e do dano da PC. Efetuou-se a comparação das médias por meio do teste Scott-Knott, em nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ). Em todos os locais houve predominância da antracnose. A incidência de PBC em Ipê, Vacaria e Muitos Capões variou de 38,3% a 48,9%, 39,1% a 46,6% e 30,9% a 46,8%, com média de 42,55%, 42,6% e 39,25%, respectivamente. O rendimento oscilou de 4.623 kg ha<sup>-1</sup> e 5.954 kg ha<sup>-1</sup> em Ipê, 4.252 kg ha<sup>-1</sup> e 5.676 kg ha<sup>-1</sup> em Vacaria e 4.594 kg ha<sup>-1</sup> a 6.574 kg ha<sup>-1</sup> em Muitos Capões. Na análise

conjunta os híbridos com maior rendimento foram AS 1656 PRO2 (5.800 kg ha<sup>-1</sup>), AS 1555 PRO2 (5.765 kg ha<sup>-1</sup>), P1630 HX (5.351 kg ha<sup>-1</sup>) e P30F53 (5.332 kg ha<sup>-1</sup>). O dano médio no rendimento dos híbridos foi de 12,79%, variando de 563 kg ha<sup>-1</sup>, até 1.073 kg ha<sup>-1</sup>, com média de 761,25 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Antracnose. Doenças do Colmo. Produtividade. *Zea mays mays*.

## 1.2 ABSTRACT

The study goal was to evaluate the incidence of corn stalk rot and its effect on grain yield in eight corn hybrids (2A550 Hx, AS 1555 PRO 2, AS 1656 PRO 2, DKB 330 PRO 2, P1630 Hx, P30F53 Hx, P30R50 Hx and Status viptera), grown in rotation with no tillage soybeans and oats succession in 2013 at three locations (Ipê, Vacaria and Muitos Capões) of Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul State. The experiment was designed in a randomized complete block with four replications. The incidence of SR was determined about 25 days after the grains reached the physiological maturity. Potential and real yield were determined by separately collecting the ears from healthy (stalk rot symptomless) and diseased plants (showing stalk rot symptoms). Means comparison analysis was performed by the Scott-Knott method ( $P < 0.05$ ). Overall anthracnose was the predominant disease in all locations. The average incidence of SR in Ipê, Vacaria and Muitos Capões was 42.55%, 42.6% and 39.25%, respectively. The yield ranged from 4,623 kg ha<sup>-1</sup> and 5,954 kg ha<sup>-1</sup> in Ipê, 4,252 kg ha<sup>-1</sup> and 5,676 kg ha<sup>-1</sup> in Vacaria and 4,594 kg ha<sup>-1</sup> to 6,574 kg ha<sup>-1</sup> in Muitos Capões. In the combined analysis, hybrids with higher yield were AS 1656 PRO2 (5,800 kg ha<sup>-1</sup>), AS 1555 PRO2 (5,765 kg ha<sup>-1</sup>), P1630 HX (5,351 kg ha<sup>-1</sup>) and P30F53 (5,332 kg ha<sup>-1</sup>). The average damage in yield of hybrids was 12.79%, ranging from 563 kg ha<sup>-1</sup> to 1,073 kg ha<sup>-1</sup>, with an average of 761.25 kg ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Anthracnose. *Zea mays*. Stalk Diseases. Yield.

### 1.3 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays mays* L.) é uma das culturas com maior importância no Brasil, com área cultivada na safra 2012/13 de aproximadamente 15,9 milhões de hectares e produtividade média de 5.115 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2013).

A diversidade dos sistemas de produção do milho no Brasil, o sistema em monocultura, o desrespeito às épocas adequadas de semeadura em diversas regiões produtoras e a utilização de genótipos suscetíveis, tem contribuído para a ocorrência e o aumento de patógenos nas lavouras (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004).

As doenças do milho ocorrem em todos os locais onde o cereal é cultivado (REIS et al., 2004; PEREIRA et al., 2005). Os fungos são os principais patógenos da cultura, podendo parasitar todos os órgãos da planta (WHITE, 1999). As podridões da base do colmo (PBC) são doenças assim denominadas pela ação destrutiva principalmente dos agentes patogênicos *Colletotrichum graminicola*, *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora*, na base do colmo das plantas de milho (REIS et al., 2004).

A colonização destes patógenos compromete a absorção de água e nutrientes, interferindo no desenvolvimento da planta. Os fungos podem infectar as plantas desde seu estágio inicial de desenvolvimento. As plântulas, de modo geral, são mais sensíveis ao ataque dos patógenos e podem morrer. Plantas adultas podem acamar, quebrar o colmo e morrer (SHURTLEFF, 1992; REIS & CASA, 1996; CASA et al., 2012). O intervalo temporal com que a morte ocorre é função do inóculo presente nos restos culturais e sementes, fatores ambientais favoráveis à infecção e da capacidade da planta em reagir ao patógeno (WHITE, 1999).

Os danos consistem no apodrecimento dos tecidos internos da medula do colmo, determinando a paralisação do processo normal de enchimento de grãos, resultando na redução do rendimento de grãos. Os processos de senescência natural

tornam os tecidos da planta predispostos à colonização pelos patógenos. No caso de acamamento, espigas deixam de ser colhidas mecanicamente e/ou apresentam menor peso. Nas plantas acamadas as espigas podem entrar em contato com o solo reduzindo a qualidade do grão colhido (REIS et al., 2004; WORDELL FILHO & CASA, 2010).

Nos Estados Unidos (EUA), no estado de Minnesota, entre 1950 a 1952, quantificando a produtividade de grãos de milho em plantas infectadas por *Diplodia zeae* e *Giberella zeae*, MICHAELSON (1957), detectou danos de 3% a 18%. Hooker & Britton (1962), em amostragem realizada com 17 lavouras no estado de Illinois, safra 1958, encontraram 18,5% a 82,5% na incidência de PBC, com danos de 4,9% a 20,7%, média 12,8%. Os mesmos autores, safra 1959, em 51 lavouras avaliadas, obtiveram danos de 6,1% por PBC. Em Nebraska, são citados por Jakson et al. (2009), danos médios de 10% a 20 % devido as PBC.

No Brasil, Denti & Reis (2003), em amostragem de 29 lavouras de milho localizadas na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul (RS) e dos Campos Gerais do Paraná (PR), safras 1997/98 e 1998/99, obtiveram 40,9% e 45,9 % de incidência média de PBC, ocasionando dano de 213 kg ha<sup>-1</sup> a 3.089 kg ha<sup>-1</sup> e 358 kg ha<sup>-1</sup> a 3.086 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para cada safra. Em Lages, Planalto Sul de Santa Catarina, safra 2002/03 e 2003/04, Casa et al. (2007), relatam incremento positivo da incidência de PBC com o aumento na densidade populacional de plantas. Bolzan et al. (2008) e Souza et al. (2008), safra 2007/08, em Santa Catarina, detectaram danos médios por podridões do colmo de 3,62% e 2,94%, respectivamente para os municípios de Campos Novos e Tangará. Matiello et al. (2013), em estudo conduzido em Piracicaba, São Paulo, constataram 16% a 20% de redução no rendimento de grãos do híbrido H8621 submetido a inoculação do fungo *C. graminicola* em plantas com diferentes estádios fenológicos.

O sistema de semeadura direta do milho em monocultura ou em sucessão a gramíneas cultivadas no inverno tem propiciado aumento de PBC (ZAMBOLIM et al., 2000; WORDELL FILHO & CASA, 2012). O resíduo cultural infectado é fonte de inóculo primário para desenvolvimento de PBC. No sul do Brasil, estudos tem demonstrado que o resíduo de milho pode permanecer sobre

o solo em semeadura direta por mais de dois anos (REIS et al., 2004). Nos Campos de Cima da Serra (CGCS), estado do Rio Grande do Sul, RS, existe predominância de semeadura direta em área de rotação de culturas com soja (*Glycine max* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e em sucessão aos cereais de inverno. Nesta situação, são escassos trabalhos quantificando a incidência de PBC. Com base no exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a incidência de PBC e seu efeito no rendimento de grãos em oito híbridos de milho, cultivados em sistema de semeadura direta com rotação à soja e sucessão à aveia, em três municípios dos CGCS.

#### **1.4 MATERIAL E MÉTODOS**

Os ensaios foram conduzidos na safra agrícola 2012/13, nos municípios de Ipê, Vacaria e Muitos Capões, Nordeste do estado do Rio Grande do Sul, região dos Campos Gerais de Cima da Serra.

O solo das áreas é classificado Latossolo Bruno aluminico, Classe A e textura argilosa (EMBRAPA, 1999).

Foram avaliados os híbridos comerciais 2A550 Hx, AS 1555 PRO2, AS 1656 PRO2, DKB 330 PRO2, P1630Hx, P30F53Hx, P30R50Hx e Status Viptera (Tabela 3). Estes híbridos foram escolhidos para compor este experimento por serem amplamente cultivados na região dos Campos de Cima da Serra.

**Tabela 3.** Características dos híbridos cultivados nos experimentos de Ipê, Vacaria e Muitos Capões, safra 2012/13.

Híbrido	Ciclo	Empresa	Tip o	Soma Térmica	Grão
2A550 Hx	precoce	Dow	HS	SI	semi duro
AS1656 VTPRO2	precoce	Agroeste	HS	830	semi duro
AS1555 VTPRO2	precoce	Agroeste	HS	815	semi duro
DKB330 PRO2	super-precoce	Dekalb	HS	810	semi dentado
P1630 Hx	hiper-precoce	Pionner	HS	620	semi dentado
P30F53 Hx	precoce	Pionner	HS	890	semi duro
P30R50 Hx	precoce	Pionner	HS	SI	semi dentado
Status Viptera	precoce	Syngenta	HS	SI	duro

SI = Sem informação

Fonte: Produção do próprio autor

As unidades experimentais constituíram-se de parcelas com dez linhas de semeadura e 0,50 m de espaçamento entre linha. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 32 parcelas de 4,5 x 25m cada. A semeadura do milho foi realizada mecanicamente, em área de rotação com soja e em sucessão com aveia preta.

As práticas culturais foram efetuadas conforme indicações técnicas para o cultivo de milho.

### Ipê

O experimento foi localizado a 28°39'44,9" latitude sul e 51°16'03,86" longitude oeste.

A semeadura do milho foi realizada em 26/10/2012.

Como prevenção ao ataque de pragas na fase inicial de desenvolvimento das plântulas, as sementes foram tratadas com inseticida imidacloprida (45 g i.a. para 60.000 sementes).

Na adubação de base foram aplicados 250 kg ha<sup>-1</sup> de diamônio fosfato (DAP), e 100 Kg ha<sup>-1</sup> de KCl, adubação nitrogenada de cobertura em V3 (conforme escala de Ritchie et al., 1993), com 300 kg ha<sup>-1</sup> de uréia.

O controle de plantas daninhas foi realizado em todos os híbridos, no estágio V4, utilizando-se a mistura de atrazina + simazina, dose 1.800 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Vacaria

Experimento localizado a 28°33'49" S e 51°01'44,1" W.

A semeadura do milho ocorreu em 28/10/2012.

As sementes foram tratadas com inseticida imidacloprida (45 g i.a. para 60.000 sementes).

Na adubação de base foram aplicados 350 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 12-30-20 e adubação de cobertura em V3, com uréia 300 kg ha<sup>-1</sup>.

No estádio V4, foi realizado o controle de plantas voluntárias com aspersão da mistura atrazina + simazina, dose 1.800 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Muitos Capões

O experimento localizou-se a 28°21'79"S e 51°03'38,82"W.

O milho foi semeado em 05/11/2012, após tratamento de sementes com inseticida tiametoxan (210 g i.a. para 100 Kg de sementes).

Na adubação de base foram aplicados diamônio fosfato (DAP), formulação [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>], na dose de 250 kg ha<sup>-1</sup> e 100 Kg ha<sup>-1</sup> de KCl, adubação nitrogenada de cobertura em V3, com uréia, 300 kg ha<sup>-1</sup>.

Controle de plantas daninhas em V4 com pulverização de atrazina + simazina, dose 1.800 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A incidência de PBC foi quantificada segundo metodologia proposta por Reis et al. (1998), determinada aproximadamente 25 dias após a maturação fisiológica dos grãos, contando-se o número total de plantas e o número de plantas com sintomas de podridão em quatro repetições de cinco metros lineares de plantas dentro de cada parcela.

A identificação das plantas doentes procedeu-se após remoção das folhas da base do colmo de todas as plantas. Considerou-se sintomática a planta que apresentou descoloração da base do colmo e/ou aquela com menor resistência à pressão dos dedos polegar e indicador (REIS et al., 1996). Da base do colmo sintomático foram cortados segmentos de 20 cm de comprimento e levados ao laboratório para posterior isolamento

em meio de cultura e identificação de fungos (REIS et al., 1996). Os dados foram expressos em incidência de PBC.

Para determinação do rendimento de grãos foram colhidas manualmente todas as espigas das plantas presentes nas quatro repetições de cinco metros lineares. As espigas provenientes de plantas sadias e doentes foram trilhadas separadamente e os grãos secos em estufa até obtenção de massa constante, pesados e os valores convertidos em  $\text{kg ha}^{-1}$  na umidade padrão de 13%.

Os procedimentos foram: a) pesagem dos grãos das espigas provenientes de plantas sadias e doentes, separadamente; b) determinação do rendimento potencial (RP) pela divisão do peso total de grãos das espigas sadias pelo número de espigas sadias e multiplicando-se esse valor pelo número total de espigas; c) cálculo do rendimento real (RR) através da soma do peso dos grãos das espigas sadias e peso dos grãos das espigas doentes. Os danos (D) foram estimados subtraindo-se do RP o RR (REIS, 1998).

Os dados obtidos para incidência de PBC, dano e rendimento de grãos de milho foram avaliados em uma primeira etapa por local e posteriormente, considerou-se os três experimentos de maneira conjunta. Efetuou-se comparação das médias por meio do teste Scott-Knott, em nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ).

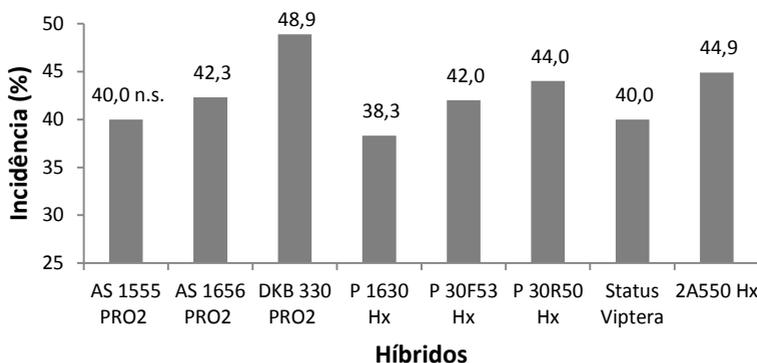
## 1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos experimentos serão apresentados e discutidos em cada local e por análise conjunta.

### Ipê

Foram detectados incidências de PBC variando de 38,3% a 48,9% para os híbridos P1630 Hx e DKB 330 PRO2, respectivamente. A incidência média da PBC foi de 42,55%, não havendo diferença significativa entre os híbridos (Figura 6).

**Figura 6.** Incidência de podridão da base do colmo em híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto com rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Ipê, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



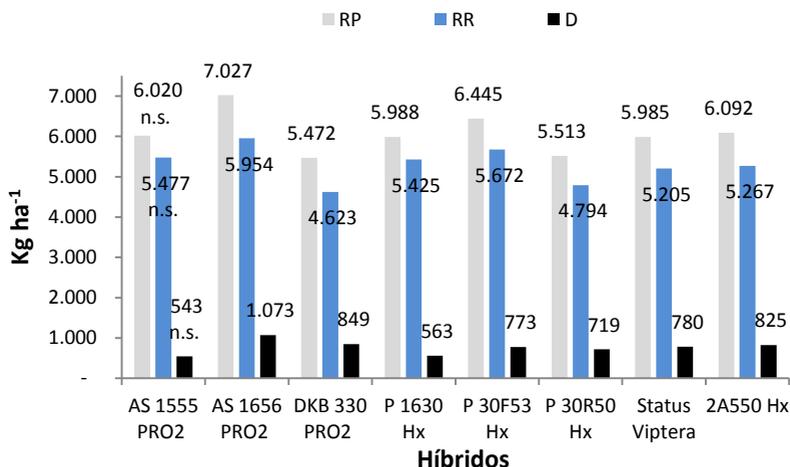
n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

Os valores de incidência demonstram a susceptibilidade dos materiais avaliados às PBC. As principais doenças detectadas no tecido dos colmos sintomáticos foram antracnose e fusariose.

O cultivar AS 1656 PRO2 apresentou maior rendimento de grãos em valor absoluto,  $5.954 \text{ Kg ha}^{-1}$ . No entanto, não diferiu estatisticamente dos híbridos P30F53 Hx ( $5.672 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), AS 1555 PRO2 ( $5.477 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), P1630 Hx ( $5.425 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), Status Viptera ( $5.205 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), 2A550 Hx ( $5.267 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), P30R50 Hx ( $4.794 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e DKB 330 PRO2 ( $4.623 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) (Figura 7). O rendimento real médio foi de  $5.302 \text{ Kg ha}^{-1}$ .

**Figura 7.** Dano (D), rendimento real (RR) e rendimento potencial (RP = RR + D) de grãos de milho em função de podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Ipê, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

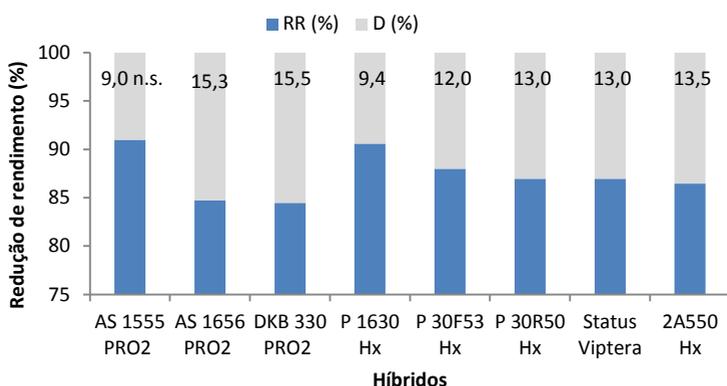
O dano médio de redução no rendimento de grãos de milho foi 765,7 kg ha<sup>-1</sup>, com variação de 543 kg ha<sup>-1</sup> obtido no híbrido AS 1555 PRO2 até 1.073 Kg ha<sup>-1</sup> no AS 1656 PRO2 (Figura 7).

O RP variou de 5.513 Kg ha<sup>-1</sup> a 7.027 Kg ha<sup>-1</sup> no P30R50 Hx e AS 1656 PRO2, respectivamente. O RP médio foi de 6.068 Kg ha<sup>-1</sup>.

Ao comparar o RR e RP de cada híbrido, observou-se que o dano percentual causado por PBC variou em relação ao rendimento potencial de grãos de 9% a 15,5%, para AS 1555 PRO2 e AS 1656 PRO2, respectivamente (Figura 8). O dano médio causado por PBC foi de 12,60%, valor superior ao encontrado por Bolzan et al. (2008) e Souza et al. (2008), para os

municípios catarinenses de Campos Novos e Tangará, safra 2007/08, com danos médios de 3,62% e 2,94%, respectivamente

**Figura 8.** Dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho causado por podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Ipê, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



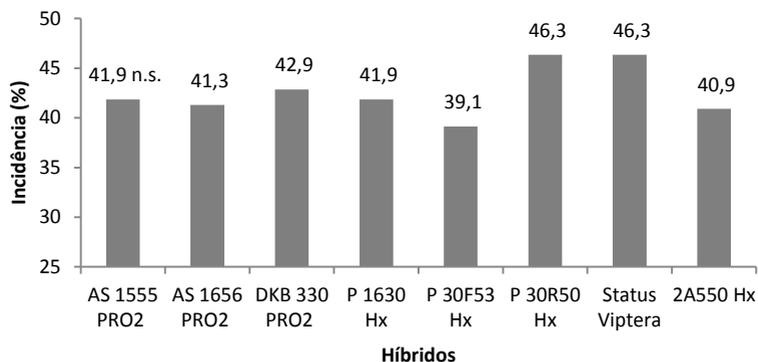
n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

## Vacaria

Os resultados obtidos demonstram que todos os híbridos são susceptíveis à PBC, com 42,6% de incidência média, não havendo diferença estatística entre os materiais avaliados. A incidência de PBC detectada nos colmos sintomáticos variou de 39,1% no P30F53Hx a 49,6% para P30R50 Hx e Status Viptera (Figura 9).

**Figura 9.** Incidência de podridão da base do colmo em híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto, com rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Vacaria, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



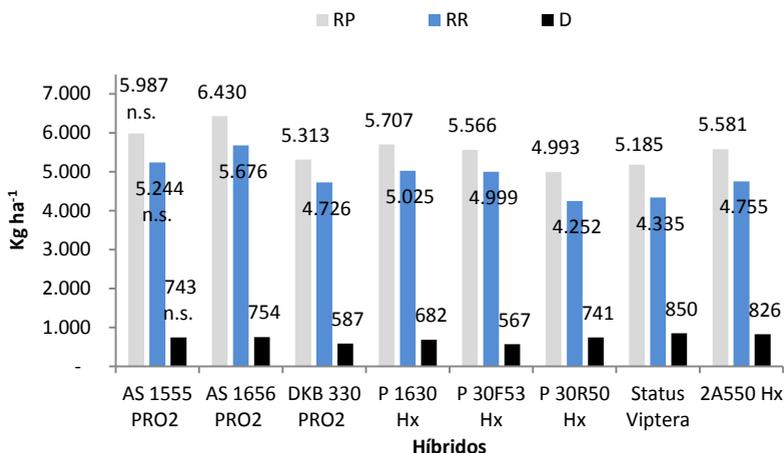
n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

As doenças encontradas com maior frequência nos colmos sintomáticos foram antracnose e giberela.

O dano médio detectado nos híbridos avaliados foi de 718,7 Kg ha<sup>-1</sup>, variando de 567 Kg ha<sup>-1</sup> no P30F53 Hx a 850 Kg ha<sup>-1</sup> no Status Viptera, não havendo diferença significativa entre híbridos (Figura 10).

**Figura 10.** Dano (D), rendimento real (RR) e rendimento potencial (RP = RR + D) de grãos de milho em função de podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Vacaria, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

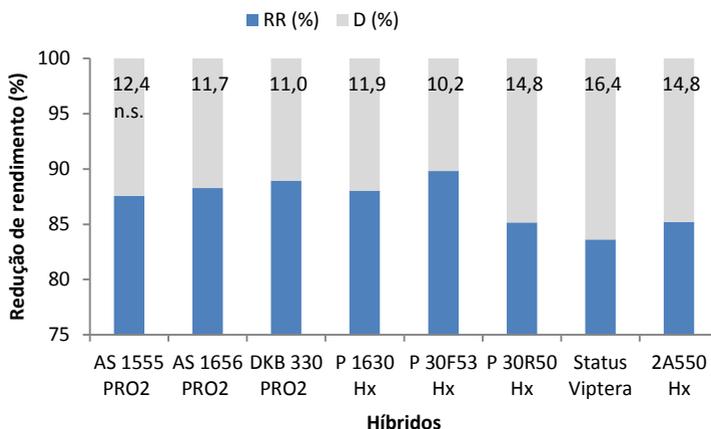
Fonte: Produção do próprio autor

O rendimento de grãos variou de 4.252 Kg ha<sup>-1</sup> no P30R50 Hx a 5.676 Kg ha<sup>-1</sup> no AS 1656 PRO2, e média de 4.877 Kg ha<sup>-1</sup>.

O RP médio foi de 5.595 Kg ha<sup>-1</sup>, variando de 4.993 Kg ha<sup>-1</sup> a 6.430 Kg ha<sup>-1</sup> para P30R50 Hx e AS 1656 PRO2, respectivamente.

O híbrido P30F53 Hx, obteve o menor dano com 10,2%, não diferindo do AS 1555 PRO2, AS 1656 PRO2, DKB 330 PRO2, P1630 Hx, P30R50Hx e 2A550 Hx (Figura 11). Em valor absoluto, o híbrido com maior dano percentual foi Status Viptera, com 16,4%, o que resultou em decréscimo de 850 Kg ha<sup>-1</sup> na produtividade (Figura 11).

**Figura 11.** Dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho causado por podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Vacaria, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



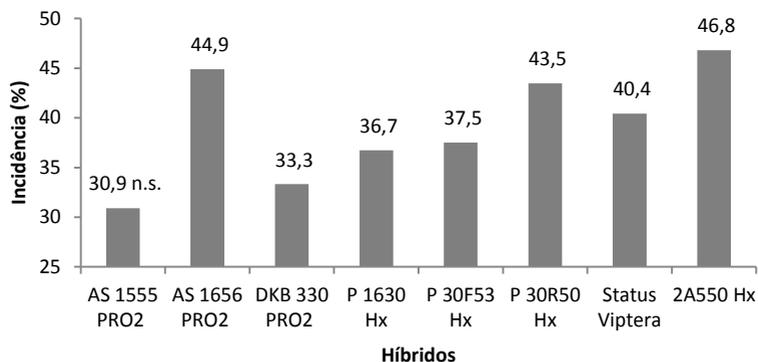
n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

## Muitos Capões

A incidência média de PBC foi de 39,25%, com variação de 30,9% à 46,8% para AS 155 PRO2 e 2A550 Hx, respectivamente. Não ocorreu diferença estatística entre os híbridos avaliados (Figura 12).

**Figura 12.** Incidência de podridão da base do colmo em híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto, com rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Muitos Capões, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



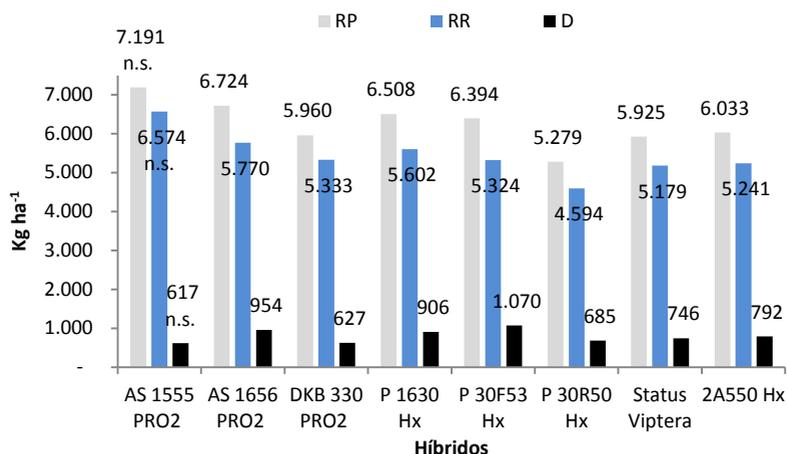
n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

Os valores de incidência demonstram a susceptibilidade dos materiais testados às PBC em Muitos Capões. As principais doenças diagnosticadas na base dos colmos sintomáticos foram antracnose e giberela.

O híbrido com maior rendimento de grãos em valor absoluto foi AS 1555 PRO2 com  $6.574 \text{ Kg ha}^{-1}$ , não diferindo estatisticamente do AS 1656 PRO2 ( $5.770 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), P1630 Hx ( $5.602 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), DKB 330 PRO2 ( $5.333 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), P30F53 Hx ( $5.324 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), 2A550 Hx ( $5.241 \text{ Kg ha}^{-1}$ ), Status Viptera ( $5.179 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) e P30R50 Hx ( $4.594 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) (Figura 13). Neste experimento, observou-se a maior diferença absoluta de produtividade entre híbridos,  $1.980 \text{ Kg ha}^{-1}$ , ao comparar AS 1555 PRO2 com P30R50 Hx ( $4.594 \text{ Kg ha}^{-1}$ ).

**Figura 13.** Dano (D), rendimento real (RR) e rendimento potencial (RP = RR + D) de grãos de milho em função de podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Muitos Capões, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

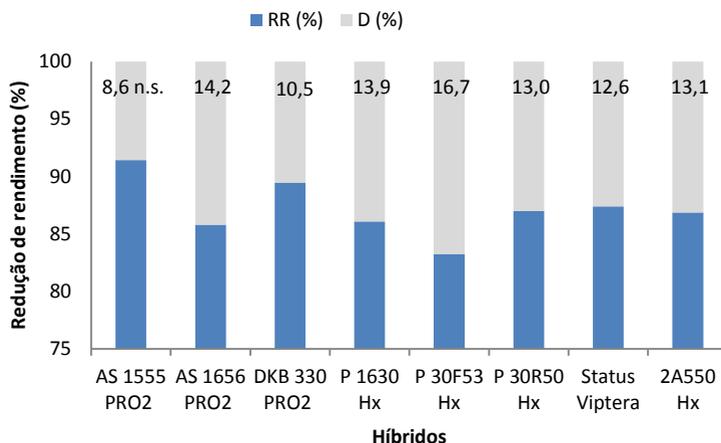
A produtividade média foi de 5.454 Kg ha<sup>-1</sup>, a maior detectada nos experimentos.

O RP médio detectado foi de 6.252 Kg ha<sup>-1</sup>, com variação de 5.279 Kg ha<sup>-1</sup> a 7.191 Kg ha<sup>-1</sup> no P30R50 Hx e AS 1555 PRO2, respectivamente (Figura 13).

O dano médio detectado foi de 799,5 kg ha<sup>-1</sup>. Não ocorreu diferença significativa quanto ao dano em quilogramas, variando de 617 Kg ha<sup>-1</sup> no AS 1555 PRO2 a 1.070 Kg ha<sup>-1</sup> para P30F53 Hx (Figura 13).

Não foi observada diferença estatística no dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho, com média de 12,83%, variando de 8,6% a 16,7%, para os híbridos AS 1555 PRO2 e P 30F53 Hx, respectivamente (Figura 14).

**Figura 14.** Dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho causado por podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, no município de Muitos Capões, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



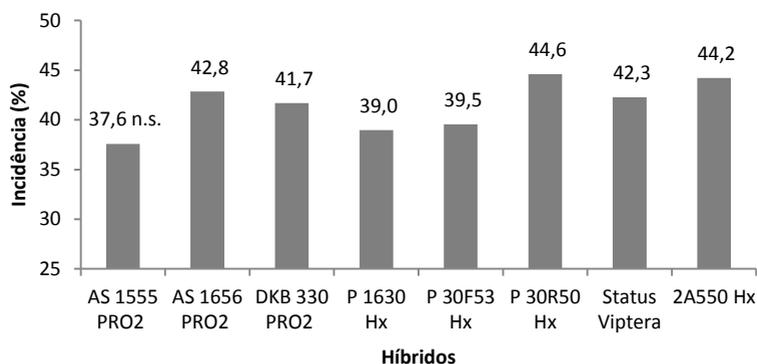
n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

## Análise conjunta

Não houve diferença estatística na incidência de PBC nos oito híbridos avaliados, apresentando variação de 37,6% no AS 1555 PRO2 até 44,6% no P30R50 Hx, com média de 41,5% (Figura 15).

**Figura 15.** Incidência de podridão da base do colmo em híbridos de milho cultivados em sistema plantio direto com rotação à soja e sucessão à aveia, nos Campos de Cima da Serra, safra 2012/13.



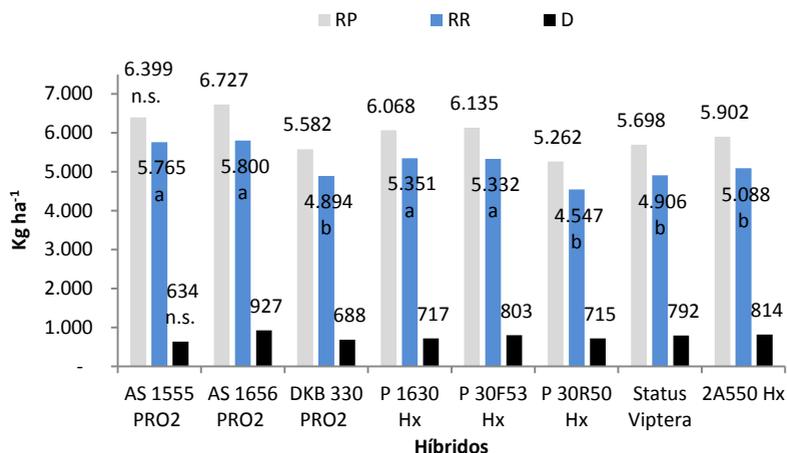
n.s. = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

Nos experimentos conduzidos em Ipê, Vacaria e Muitos Capões, safra 2012/13, a doença predominante foi antracnose, seguido de giberela.

Observou-se rendimento médio de 5.210 Kg ha<sup>-1</sup>. O híbrido AS 1656 PRO2 (5.800 Kg ha<sup>-1</sup>), apresentou o maior rendimento, não diferindo estatisticamente do AS 1555 PRO2 (5.765 Kg ha<sup>-1</sup>), P1630 Hx (5.351 Kg ha<sup>-1</sup>) e P30F53 Hx (5.332 Kg ha<sup>-1</sup>). O 2A550 Hx (5.088 Kg ha<sup>-1</sup>), Status Viptera (4.906 Kg ha<sup>-1</sup>), DKB 330 PRO2 (4.894 Kg ha<sup>-1</sup>) e P30R50 Hx (4.547 Kg ha<sup>-1</sup>) foram os híbridos menos produtivos (Figura 16).

**Figura 16.** Dano (D), rendimento real (RR) e rendimento potencial (RP = RR + D) de grãos de milho em função de podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, nos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

C.V. RR = 13,82%; D.M.S. 5% = 584,2.

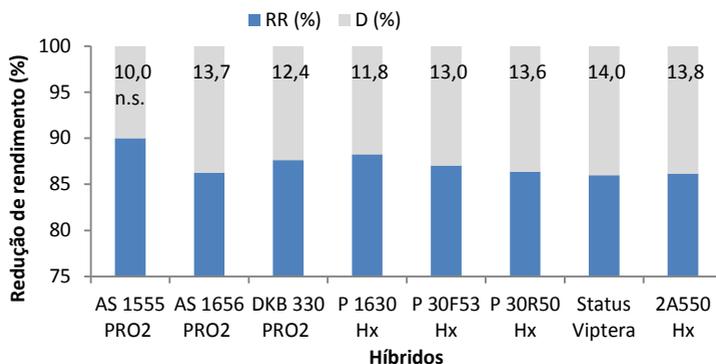
n.s. = não significativo pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

Não houve diferença significativa entre os materiais avaliados para a variável dano e RP, com média de 761,3 Kg ha<sup>-1</sup> e 5.972 Kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 16).

Independentemente do híbrido e local, verificou-se que as PBC ocorreram em todas as situações analisadas, com dano médio de 12,79% (Figura 17).

**Figura 17.** Dano percentual em relação ao rendimento potencial de grãos de milho causado por podridão do colmo em híbridos cultivados em sistema plantio direto, em rotação à soja e sucessão à aveia, nos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul, safra 2012/13.



n.s. = não significativo pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Produção do próprio autor

Segundo Casa et al. (2009), apesar de haver diferenças entre híbridos na incidência e danos causados pelas PBC, são escassas e/ou não existem informações seguras e disponíveis da pesquisa ou da empresa detentora do híbrido em relação ao grau de resistência com reação específica ao patógeno.

A intensidade e os danos de podridão do colmo em milho dependem de diversos fatores epidemiológicos que envolvem o patógeno (espécie, densidade e potencial de inóculo), hospedeiro (grau de resistência), ambiente (temperatura e período de molhamento) e práticas culturais (sistema de semeadura, rotação e sucessão, fertilidade, arranjo e densidade de plantas) (CASA et al., 2009; SANGOI et al., 2010).

Em estudo realizado por Casa et al. (2005), na safra 2004/05, os danos causados por PBC na média de nove híbridos avaliados em Campos Novos, Itaporanga e Bom Retiro foram respectivamente de 10,6%, 18,3% e 18,5%. Na região do Planalto Gaúcho, Denti & Reis (2003), detectaram na safra 1997/98,

incidência de PBC variando de 11,2% a 71,4% e dano de 213 kg ha<sup>-1</sup> a 3.089 kg ha<sup>-1</sup>.

Em lavouras de milho conduzidas em monocultura e em rotação de cultura, nos estados do RS e SC, Denti & Reis (2001), detectaram o fungo *C. graminicola*, agente causal da antracnose, como o principal patógeno envolvido nas PBC. Nas safras agrícolas 2003/04 e 2004/05, Lages, SC, Casa et al. (2007) detectaram com maior frequência nos colmos sintomáticos dos cultivares AG 303 e Speed, os fungos *C. graminicola* e *F. graminearum*. Costa et al. (2010), com 18 genótipos de milho no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, safra 2005/06, 2006 e 2006/07, relaram diferença entre genótipos na incidência de *C. graminicola*. Sachs et al. (2013), em experimento realizado no município de Xanxerê, SC, safra 2012/13, com os híbridos Truck TL e Somma TL, relataram 48% de incidência do fungo *C. Graminicola* e 23% de *F. graminearum*.

Os fungos *C. graminicola* e *F. graminearum* são considerados os patógenos mais agressivos dentre as espécies causadoras de podridão de colmo em milho (GILBERTSON et al., 1985; COSTA et al., 2010).

Na região Sul do Brasil, a giberela é encontrada em todas as lavouras de milho, devido a grande quantidade de inóculo do fungo produzido nos cereais cultivados, gramíneas nativas e invasoras (REIS & CASA, 2004). A incidência de antracnose pode ser explicada devido à lavoura ser conduzida em sistema plantio direto e sucessão a aveia, uma vez que aveias são suscetíveis ao patógeno (REIS & CASA, 2004). A presença na lavoura de gramíneas hospedeiras do fungo, tais como *Brachiaria plantaginea* L. e *Digitaria sanguinalis* L., também garante a sobrevivência do patógeno (REIS, 2004; CASA et al., 2007).

O agente causal da fusariose, *F. verticillioides*, foi detectado na safra 2012/13 em 41% e 57% dos colmos de milho avaliados no município de Lages e São Domingos, respectivamente (SACHS et al., 2013). Esse fungo sobrevive em sementes infectadas que quando semeadas podem transmitir o patógeno e causar PBC. Levantamento da qualidade do tratamento industrial de sementes de milho comercializadas em Santa Catarina na safra 2010/2011, demonstrou a ineficácia dos

atuais tratamentos na erradicação de *F. verticillioides* (NERBASS et al., 2011).

A definição dos componentes do rendimento de grãos pode ser afetada negativamente por estresses provocados por restrição hídrica, interferindo negativamente no enchimento de grãos, favorecendo o aborto de óvulos fertilizados no florescimento, diminuindo o número de grãos por espiga (SANGOI & SILVA, 2010). Nos municípios de Ipê, Vacaria e Muitos Capões, a precipitação pluviométrica nos estádios VT à R2 foi de 39 mm, 44 mm e 52 mm, respectivamente (INMET, 2013). Este fato ajuda explicar as baixas produtividades obtidas nos três municípios.

## 1.6 CONCLUSÕES

As podridões da base do colmo ocorreram em todas as lavouras de milho. Os danos são variáveis em função do híbrido e local.

A antracnose é a principal doença associada às podridões do colmo seguida de giberela, mesmo em áreas cultivadas em sistema de rotação de cultura com soja.

O rendimento de grãos de milho é influenciado pela interação patógeno, hospedeiro e ambiente, sendo as PBC responsáveis por dano médio de 12,79%, nestas condições de cultivo.

Como trata-se de dados de campo obtidos somente de uma safra agrícola, e por não dispor das informações de sanidade de semente e sobrevivência dos patógenos nos restos culturais, julga-se oportuno a realização de novos trabalhos, o que permitirá melhor interpretação das variáveis testadas.

## CAPÍTULO II

### 2 PRECISÃO DE OBSERVADORES NA DETERMINAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE GRÃOS ARDIDOS EM MILHO

#### 2.1 RESUMO

A classificação de grãos de milho faz-se necessária para identificar lotes de diferentes qualidades e remunerar produtores conforme classes pré-definidas. O objetivo deste trabalho foi determinar a variabilidade entre observadores ao analisarem amostras de milho contendo diferentes incidências de grãos ardidos (GA). Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado de Santa Catarina, no ano de 2013. O primeiro experimento foi realizado com amostra de 1 kg de grãos de milho quarteada em 250 g e repassada para 15 alunos de graduação e pós-graduação para ser analisada com relação a incidência de GA. No segundo experimento, seis amostras com 250 g de grãos de milho contendo 0%, 1%, 2%, 6%, 12% e 18% de GA foram submetidas aos mesmos observadores. A análise da incidência de GA foi realizada pela média e desvio padrão da diferença percentual do valor estimado entre avaliadores com o valor real para cada classe. No primeiro experimento, a média detectada de GA pelos avaliadores foi de 43,19%, com variação de 24,89% a 61,05% e desvio padrão 10,68. Nas amostras contendo 0%, 1% e 2% de GA, observou-se que todos os avaliadores superestimaram a incidência, sendo a média detectada em cada classe de 0,96%, 2,13% e 4,13%, respectivamente. No segundo experimento, nas classes de 6%, 12% e 18% de GA observou-se menor diferença entre estimativas, com média da quantificação dos avaliadores de 7,77%, 12,6% e 17,7%, respectivamente. Com o incremento da incidência de grãos ardidos o percentual médio entre estimativas e valor real decresceu de 113% até 2% para classes de 1% e 18%, com desvio padrão de 108,81 e 1,64, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Zea mays mays*. Grãos avariados. Qualidade de grãos.

## 2.2 ABSTRACT

The maize grain quality has been used to rank grain lots in pre-defined classes. The objective of this study was to determine the variability between observers when analyzing corn samples containing different incidences of maize kernel rot. The laboratory experiments were conducted at the Plant Pathology Laboratory at Universidade do Estado de Santa Catarina in 2013. To assess the accuracy and precision between observers when analyzing corn kernel rot (KR), samples with 1 kg of corn grain were divided in 250 g and 15 undergrads and grad students estimated the kernel rot percentage of each sample. Afterwards six samples with 250 g of corn grains containing 0%, 1%, 2%, 6%, 12% and 18% incidence of kernel rot were submitted to the same observers. Analysis of the incidence of kernel rot was performed by mean and standard deviation of the percentage difference between the estimated evaluators with the actual value for each class value. In the first experiment, the average KR detected by the evaluators was 43.19%, ranging from 24.89% to 61.05% and standard deviation 10.68. In the second experiment, in the samples containing 0%, 1% and 2% of KR, it was observed that all evaluators overestimated incidence, the average being detected in each class of 0.96%, 2.13% and 4.13%, respectively. Classes of 6%, 12% and 18% of KR observed a smaller difference between estimates, with the quantification of evaluators of 7.77%, 12.6% and 17.7%, respectively. With the increasing incidence of KR, the average percentage between estimates and actual value decreased from 113% to 2% for classes 1% and 18%, with a standard deviation of 108,81 and 1,64, respectively.

**Keywords:** *Zea mays mays*. Rot grain. Grain quality.

## 2.3 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays may* L.) é a principal gramínea de verão utilizada no sistema semeadura direta e em rotação de culturas com leguminosas no sul do Brasil. Apresenta-se como fonte energética essencial na dieta de animais e alimentação humana.

No Brasil, dos 53,3 milhões de hectares cultivados com grãos na safra 2012/13, o milho foi o segundo colocado em área e produção, totalizando 81 milhões de toneladas produzidas em 15,8 milhões de hectares, com produtividade média de 5.120 Kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2013).

O rendimento de grãos de milho no país está aquém do potencial que a cultura tem demonstrado em condições experimentais. Schmitt et al. (2012), no município de Lages, Santa Catarina, avaliando diferentes densidades de semeadura e espaçamento entre linhas na safra 2011/12, obtiveram rendimento de grãos variando de 11.920 a 18.560 kg ha<sup>-1</sup> utilizando sistema de semeadura direta, sobre cobertura morta de aveia preta e ervilhaca. A manipulação do arranjo de plantas na lavoura, tal como a densidade de semeadura, afetam o rendimento de grãos da cultura (SILVA et al., 2006), assim como o uso de cultivares com potencial produtivo limitado, cultivo em solos com deficiência hídrica e nutricional e época de semeadura inadequada (SANGOI et al., 2007).

A baixa produtividade e qualidade dos grãos de milho pode estar relacionada à ocorrência de doenças, condições climáticas adversas, diferentes práticas culturais e genética (ZAMBOLIM et al., 2000; REIS et al., 2004; COSTA et al., 2010; SANGOI & SILVA, 2010).

As podridões da espiga (PE) que originam grãos ardidos (GA), são caracterizadas por apresentarem alterações na coloração característica do pericarpo do grão, devido à infecção de fungos no campo (WHITE, 1999; REIS et al., 2004).

As PE ocorrem em todas as regiões onde o milho é cultivado. A ocorrência e intensidade dos danos são maiores em lavouras conduzidas em monocultura e sistema plantio direto (REIS et al., 2004).

Os chamados “fungos de armazenamento” geralmente infectam o grão após a colheita (BERJAK, 1988).

De modo geral, os principais mecanismos de infecção dos grãos na espiga podem ocorrer via colonização do estigma, penetração e colonização do fungo na ponta e/ou base da espiga e sistemicamente pelo micélio do fungo via planta mãe durante a formação da espiga e grãos (SMITH & WHITE, 1988; BENSCH, 1995; REID et al., 1996; WHITE, 1999).

A portaria nº 845 de 8/11/1976 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), determinava critérios para classificação do milho, sendo considerado grão ardido o “grão fermentado ou com alteração da coloração característica em mais de ¼ da área total”, grão queimado, “devido alteração na coloração normal por ação de altas temperaturas dos secadores”, grão fermentado “o grão que apresentar pontos de coloração escura, de qualquer tamanho, desde que sejam visíveis a olho nu” e mofado o “grão inteiro ou quebrado que apresentar no todo ou em parte, fungo (bolor), visível a olho nu.”

A partir de 1º de setembro de 2013, entrou em vigor a nova legislação que estabelece os limites máximos de tolerância de grãos avariados na cultura do milho.

A Instrução Normativa nº 60, de 22/12/2011, que revoga a de nº 845, de 8 de novembro de 1976, e a Portaria SDR nº 11, de 12 de abril de 1996, que estabelece o Regulamento Técnico para Cultura do Milho, considera grãos avariados como “os grãos ou pedaços de grãos que se apresentam ardidos, chochos ou imaturos, fermentados, germinados, gessados e mofados”.

Na definição das categorias empregadas na IN nº 60 de 2011, grãos ardidos são classificados como “os grãos ou pedaços que apresentam escurecimento total, por ação do calor, umidade ou fermentação avançada atingindo a totalidade da massa do grão, sendo também considerados como ardidos, devido à semelhança de aspecto, os grãos queimados”.

Da mesma forma, outras duas classificações dizem respeito a descoloração dos grãos: grãos fermentados como sendo “os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento parcial do germe ou do endosperma provocado por processo fermentativo ou calor, sendo também considerados como fermentados, devido à semelhança de aspecto, os grãos que se

apresentam parcialmente queimados” e mofados “os grãos ou pedaços de grãos que apresentam contaminações fúngicas (mofo ou bolor) visíveis a olho nu, independentemente do tamanho da área atingida, bem como os grãos ou pedaços de grãos que apresentam coloração esverdeada ou azulada no germe, produzida pela presença de fungos”.

Ao comparar as IN nº 845/1976 e nº 60/2011, verifica-se subjetividade nos termos relacionados aos grãos ardidos e grãos avariados que determinam a classificação do milho e que pode refletir em dificuldade no momento da comercialização.

O objetivo deste trabalho foi determinar a acurácia e precisão entre observadores ao analisarem amostras de milho contendo diferentes incidências de grão ardido, com base nas leituras das instruções normativas.

## **2.4 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV-UDESC, Lages, SC, no ano de 2013.

O primeiro experimento foi realizado com o híbrido simples AS 1565, que apresenta grão duro e cor alaranjada. Uma amostra com 1 Kg de grãos deste híbrido colhido na área experimental do CAV foi levado ao laboratório onde foi quarteada para obtenção da amostra de trabalho de 250 g de grãos. Esta amostra foi repassada para quinze alunos de graduação e pós-graduação para ser analisada com relação ao percentual de grãos ardidos (GA), instruídos com a leitura da portaria nº 845 de 08/11/1976 que considerava GA aquele grão fermentado, ardido ou queimado em mais de  $\frac{1}{4}$  de sua área total.

O segundo experimento foi realizado com seis amostras com 250 g de grãos de milho contendo diferentes percentagens de grãos avariados, considerados “grão ardidos” (GA). Neste experimento foi utilizado o híbrido Status Viptera, que apresenta grão semiduro e cor amarelada.

Numa primeira etapa foram separados, de forma manual, em bancada com fundo branco, grãos visualmente sadios (pericarpo e região do gérmen sem alteração da coloração característica) e GA. Esta separação foi cuidadosamente feita por três pessoas para evitar ao máximo a inclusão de GA obtendo ao final 1.250 g de grãos sadios.

Numa segunda etapa foram separadas seis amostras de 250 g de grãos sadios. A cada amostra foram retirados o peso de 2,5, 5, 15, 30 e 45 g e incluídos o mesmo peso de GA para formar as classes com 1, 2, 6, 12 e 18% de GA, respectivamente. Foi mantida uma amostra de 250 g de grãos sadios para classe com 0% (zero) de GA.

Cada amostra contendo as respectivas classes, identificadas por diferentes cores, foi submetida aos mesmos quinze alunos de graduação e de pós-graduação para quantificação da porcentagem de GA. Neste caso os observadores foram instruídos com a leitura da IN n° 60/2011, analisando os grãos avariados com base nas observações de ardidos, fermentados e mofados.

A análise da incidência de GA foi realizada pela média e desvio padrão da diferença percentual do valor estimado entre avaliadores com o valor real para cada classe.

## **2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No primeiro experimento, a média detectada de GA pelos avaliadores foi de 43,19%, com variação de 24,89% a 61,05% e desvio padrão 10,68 (Tabela 4).

**Tabela 4.** Incidência de grão ardido (GA) de milho obtida por 15 avaliadores em amostra de grão conforme portaria n° 845 de 08/11/1976, Lages, 2013.

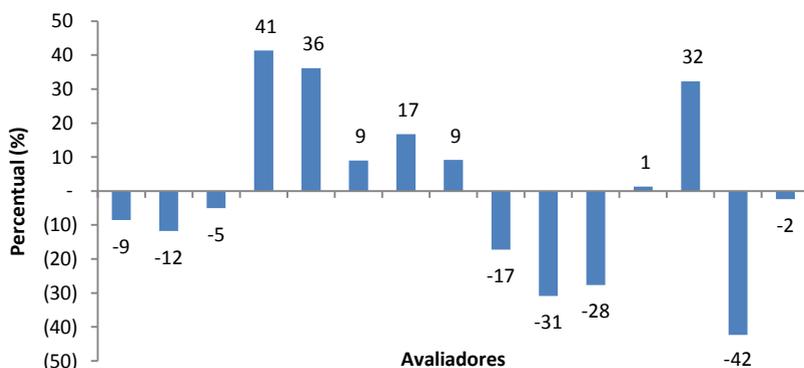
Avaliador	GA (%)
1	39,50
2	38,10
3	41,00
4	61,05
5	58,81
6	47,07
7	50,42
8	47,15
9	35,72
10	29,86
11	31,24
12	43,76
13	57,13
14	24,89
15	42,15
Média	43,19

Desvio Padrão 10,68

Fonte: Produção do próprio autor

A diferença percentual entre a média amostral, 43,19%, e o obtido pelos avaliadores variou de -42% a 41% (Figura 18).

**Figura 18.** Diferença percentual da estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra de milho, Lages, 2013.



Desvio Padrão 24,73

Fonte: Produção do próprio autor

No segundo experimento, nas amostras contendo 0%, 1% e 2% de GA, observou-se que todos os avaliadores superestimaram a incidência, sendo a média obtida em cada classe de 0,96%, 2,13% e 4,13%, respectivamente (Tabela 5).

Nas classes de 6%, 12% e 18% de GA observou-se menor diferença entre estimativas, apresentando média da quantificação dos avaliadores de 7,77%, 12,6% e 17,7%, respectivamente (Tabela 5). Nestas classes houveram valores acima e abaixo da média. Na classe de 6%, 3 observadores subestimaram, 11 superestimaram e 1 exatamente o valor pré-estabelecido. Na classe de 12%, 6 observadores subestimaram e 9 superestimaram o valor pré-estabelecido. Na classe contendo 18% de GA, 5 avaliadores subestimaram e 10 superestimaram.

**Tabela 5.** Incidência de grão ardido (GA) de milho obtida por 15 avaliadores em amostras contendo 0%, 1%, 2%, 6%, 12% e 18% de GA, Lages, 2013.

Avaliador	Incidência de grão ardido					
	0%	1%	2%	6%	12%	18%
1	1	4,3	6,56	9,86	12,77	18,79
2	0,54	1,72	2,22	6	11,81	18,88
3	2,32	2,53	6,48	6,78	10,57	13,78
4	0,58	2,01	2,18	4,44	9,53	13,87
5	1,6	1,66	3,27	5,22	10,08	14,12
6	1,35	2,52	3,16	8,81	14,19	19,65
7	1,68	3,99	3,68	7,34	11,38	11,99
8	0,57	1,43	5,46	5,78	9,06	11,58
9	0,54	3,88	7,03	13,38	15,09	23,9
10	0,62	1,23	4,5	8,6	14,6	19,6
11	0,52	1,1	3,35	7,45	13,2	22,4
12	0,85	1,3	3,4	8,22	12,8	20,8
13	0,56	1,36	3,3	9,23	15,6	18,66
14	0,76	1,26	4,1	7,85	14,7	19,3
15	0,84	1,65	3,24	7,54	13,57	18,24
Média	0,96	2,13	4,13	7,77	12,60	17,70
D.P.	0,42	0,88	1,25	1,54	1,75	3,09

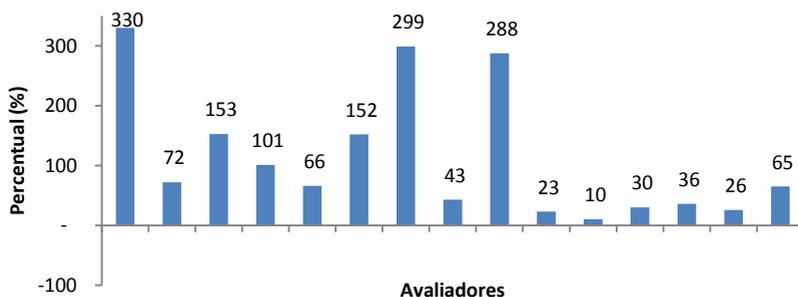
D.p. = Desvio Padrão

Fonte: Produção do próprio autor

A variabilidade dos valores estimados pelos avaliadores gera uma distribuição normal, que possui média e desvio padrão em torno desta média. A influência dos fatores não controlados pode ser avaliada através da diferença obtida entre os observadores e a estimativa da média verdadeira, chamada desvio padrão. A variação entre estimativas é diretamente proporcional ao desvio padrão (GOMES, 1990).

A diferença percentual entre valor aferido na amostra de 1% e obtido pelos avaliadores variou de 10% a 330%, com média de 113% e desvio padrão 108,81 (Figura 19).

**Figura 19.** Diferença percentual da estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 1% de GA, Lages, 2013.

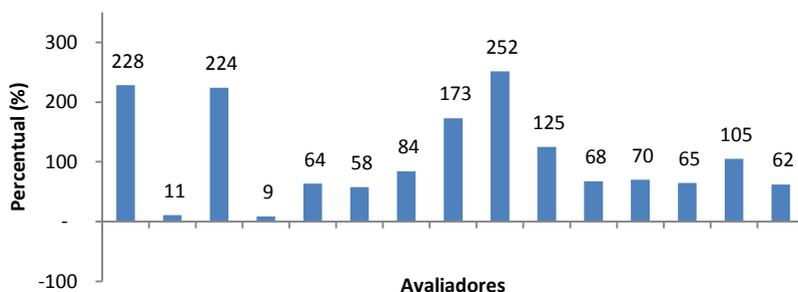


Desvio Padrão 108,81.

Fonte: Produção do próprio autor

Na amostra contendo 2% de GA, a diferença entre valor aferido e o obtido pelos avaliadores variou entre 9% e 252%, com média de 106% e desvio padrão 77,57 (Figura 20). Todas as estimativas foram superiores a incidência real da amostra.

**Figura 20.** Diferença percentual de estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 2% de GA, Lages, 2013.

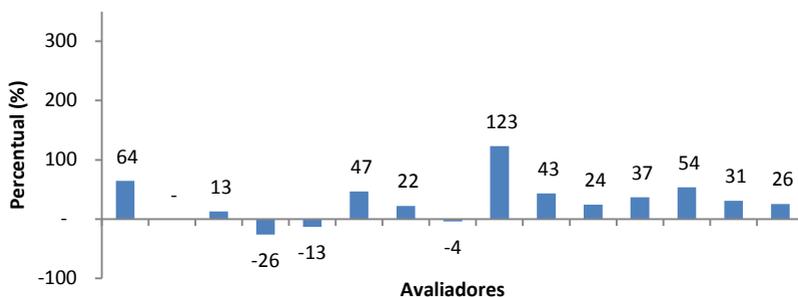


Desvio Padrão 77,57.

Fonte: Produção do próprio autor

A diferença entre valor aferido na amostra de 6% e obtido pelos avaliadores variou entre -26% e 123%, com média de 29% e desvio padrão 36,18. Dos 15 avaliadores, apenas três subestimaram a incidência (Figura 21).

**Figura 21.** Diferença percentual de estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 6% de GA, Lages, 2013.

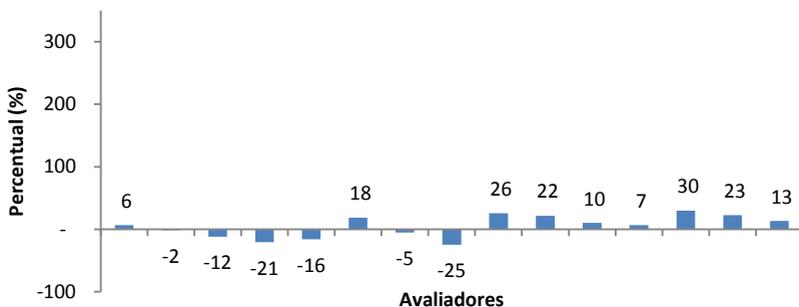


Desvio Padrão 36,18.

Fonte: Produção do próprio autor

Na amostra contendo 12% de GA, a diferença percentual entre valor aferido e obtido pelos avaliadores variou de -25% a 30%, com média de 5% e desvio padrão 17,54 (Figura 22).

**Figura 22.** Diferença percentual de estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 12% de GA, Lages, 2013.

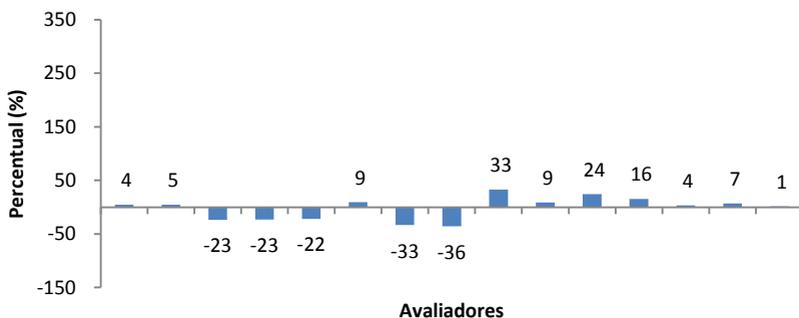


Desvio Padrão 17,54.

Fonte: Produção do próprio autor

A diferença percentual entre valor aferido na amostra de 18% e obtido pelos avaliadores variou de -36% até 33%, com média de -2% e desvio padrão 1,64 (Figura 23).

**Figura 23.** Diferença percentual de estimativa de 15 avaliadores da incidência de grão ardido (GA) em amostra contendo 12% de GA, Lages, 2013.



Desvio Padrão 1,64.

Fonte: Produção do próprio autor

Com o incremento da incidência de grãos ardidos o percentual médio entre estimativas e valor real decresceu de 113% até 2% para classes de 1% e 18%, com desvio padrão de 108,81 e 1,64, respectivamente.

## **2.6 CONCLUSÕES**

Amostras de grãos ardidos contendo incidência inferior a 2% são superestimadas, o que pode ocasionar a classificação errada de lotes de milho.

As estimativas entre avaliadores apresentam grande variabilidade, principalmente nas amostras contendo 0%, 1% e 2% de grão ardido, o que demonstra a necessidade de diferentes observadores para uma correta classificação do milho.

A norma apresenta dificuldade para determinar o percentual correto de grão ardido devido à possibilidade de interpretação dos avaliadores. Há necessidade de treinamento visando à capacitação técnica dos funcionários de cerealistas para padronizar as avaliações.

## REFERÊNCIAS

- AGARWAL, V.K; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. 2 ed. CRC Press. Lewis Publishers. Boca Raton. Florida. 1997. 632 p.
- AGOSTINETTO, L. et al. Efeito do manejo de tecnologia na incidência de grãos ardidos e *Fusarium verticillioides* em grãos de híbridos de milho. **VII Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**. Xanxerê, 345 p. 2009.
- ANDERSON, B.; WHITE, D.G. Fungi associated with corn stalks in Illinois in 1982 and 1983. University of Illinois, **Urbana**, 1983.  
Disponível em:  
<[http://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1987Articles/PlantDisease71n02\\_135.pdf](http://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1987Articles/PlantDisease71n02_135.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2013.
- BALMER, E. Doenças do milho. In: GALLI, F. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 2:371-379.
- BENSCH, M.J. *Stenocarpella maydis* (Berk.)Sutton colonization of maize ears. **Journal of Phytopathology** 143:597-599. 1995.
- BERGSTROM, G.C.; NICHOLSON, R.L.The Biology of corn anthracnose. **Plant Disease**, St. Paul,83:596-608, 1999.
- BERJAK, P. Stored seeds: the problems caused by microorganisms. Proceedings, An advanced International Course on **Seed Pathology**, Passo Fundo, RS.EMBRAPA/ABRATES, 1987. pp.93-112.
- BOLZAN, J.M et al. Redução do rendimento de grãos de milho causado por doenças do colmo em Campos Novos, SC. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 33:175, 2008.

BOOTH, C. The genus *Fusarium*. Kew Commonwealth **Mycological Institute**.1971. p. 237.

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

CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Fungos associados a sementes de milho produzidas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 23:370-373, 1998.

CASA, R.T. Prevenção e controle de doenças na cultura do milho. In: SANDINI, I.E. ; FANCELLI, A.L. Milho: estratégias de manejo para a região sul. Guarapuava: **Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária**, 2000. p.131–146.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Decomposição dos restos culturais do milho e sobrevivência saprofítica de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, 28:355-361, 2003.

CASA, R.T. et al. Eficácia do tratamento de sementes de milho com fungicidas comercializadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra de 2003/04. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 29:209, 2004.

CASA, R.T.; BLUM, M.M.C. ; FONTOURA, S.M.V. Efeito do pré-cultivo de aveia branca e nabo forrageiro sobre a incidência de podridões do colmo, de grãos ardidos, de fungos nos grãos e sobre o rendimento de grãos de diferentes híbridos de milho. **Summa Phytopathologica**, 31:241-246, 2005.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; NERBASS, F.R. Implicações epidemiológicas da transmissão de fungos em sementes de milho. In: **Manejo de doenças de grandes culturas: feijão, batata, milho e sorgo**. Lavras: UFLA, 2006a.p. 202–212.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do Gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**. 31:427-439. 2006b.

CASA, R.T. et al. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, 33:353-357, 2007.

CASA, R.T. et al. Efeito da temperatura e de regimes de luz no crescimento do micélio, germinação de conídios e esporulação de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira** 32:137-142. 2008.

CASA, R.T. et al. Controle de doenças do milho em sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, 112:15-21, 2009.

CASA, R.T. et al. **Doenças do milho: guia de campo para identificação e controle**. Lages: Graphel, 2012. 82p.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Levantamento de Safra. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t>>. Acesso em: 15 de nov. 2013.

COSTA, R.V. et al. Incidência de *Colletotrichum graminicola* em colmos de genótipos de milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu. 36:122-128, 2010.

DAVIS, M. et al. Fusarium ear rot of corn. **California Agriculture**, 43:6. 1989.

DEL RIO, L.; MELARA, W. Dispersion de *Stenocarpella maydis* (Berk.) Suttonenun cultivo de maiz. *Ceiba*. 32:133-140. 1991.

DENTI, E.A.; REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento grãos do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 26:635-639, 2001.

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 Campos Gerais do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, 28:585-590. 2003.

DHINGRA, O.D. Teoria da transmissão de patógenos fúngicos por sementes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes: Qualidade Fitossanitária**. Viçosa: UFV; DFP, 2005. p. 75-112.

DJAKAMIHARDJA, G.; SCOTT, G.E.; FUTRELL, M.C. Seedling reaction of inbreds and singles crosses of maize to *Fusarium moniliforme*. **Plant Disease Reporter**, 54:301-310. 1970.

DOEBLEY, J. Molecular evidence and the evolution of maize. **Economic Botany**, New York, 44:6-27, 1990.

DOEBLEY, J.; STEC, A.; HUBBARD, L. **The evolution of apical dominance in maize**. *Nature*, London, v. 386:485-488, 1997.

EDDINS, A.H. Dry rot of corn caused by *Diplodia macrospora* Earle. **Phytopathology**. 20:439-448. 1930.

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Cultivo do milho. Disponível em:  
<[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/index.htm)>. Acesso em: 20 out. 2013.

FANCELLI, A.L.; D. DOURADO-NETO. **Produção de Milho**. Ed. Agropecuária, Guaíba. p. 360. 2000.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. 2 ed. Guaíba: Agropecuária. p. 360. 2004.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nation**. Disponível em:  
<<http://fao.org.newsroom/en/news/2008/1000820/index.htm/>>. Acesso em: 25 nov. 2012.

FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. de. Principais doenças na cultura do milho. Sete Lagoas MG. **Embrapa-CNPMS**. Circular Técnica, 26. 1997.

FINGSTAG, M.D. et al. Mancha de macrospora na folha da espiga e sua influência sobre podridão de diplodia e componentes de rendimento. Anais do **XXIX Congresso nacional de milho e sorgo**. Águas de Lindóia, p.643-649,2012.

FLETT, B.C.; WEHNER, F.C. Incidence of *Stenocarpella* and *Fusarium* cob rots in monoculture maize under different tillage systems. **Journal of Phytopathology** 133:327-333. 1991

FOLEY, D.C. Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme*. **Phytopathology**, Iowa, 52:870-872, 1962.

FONSECA, A.H. Características químicas e agronômicas associadas à degradabilidade da silagem de milho. 2000. 93p. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Lavras, Lavras

GILBERTSON, R.L.; BROWN, W.M.J.; RUPPEL, E.G. Prevalence and virulence of *F. moniliforme* associated with stalk rot of corn in Colorado. **Plant Disease**, St. Paul, 69:1065–1068. 1985.

GOLOUBINOFF, P.; PÄÄBO, S.; WILSON, A. C. Evolution of maize inferred from sequence diversity of an *Adh2* gene segment from archaeological specimens Proceedings of the **National Academy Sciences Washington**, DC, 90:1997-2001. 1993.

GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 13ª ed. Nobel, São Paulo. p 468. 1990.

GOULART, A.C.P.; FIALHO, W.F.B. Incidência e controle de *Fusarium moniliforme* Sheldon em sementes de milho. **Revista Brasileira de sementes**, Pelotas, 21:216-221. 1999.

HOOKE, A.L.; BRITTON, P. The effects of stalk rot on corn yields in Illinois. **Plant Disease**, St. Paul, 46:9-13. 1962.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

JACKSON, T.A.; REESM, J.M.; HARVESON, R.M. Common stalk rot diseases of corn. University of Nebraska. IANR, 2009.

JOHANN, H. *Diplodia macrospora* on corn in Brazil. **Plant disease reporter** 19:9-10. 1935.

JULIATTI, F.C. et al. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, 23:34-41, 2007

JURJEVIC, Z. et al. *Fusarium* species of the *Gibberella fujikuroi* complex and fumonisin contamination of pearl millet and corn in Georgia, USA. **Mycopathologia**, 159:401-406, 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15883726>>. Acesso: jul. 2013.

KEDERA, C.J.; LESLIE, J.F.; CLAFLIN, L.E. Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme*. **Phytopathology**, Iowa, 82:1138, 1992.

KUHNEM JUNIOR, P.R. et al. Características patogênicas de isolados do complexo *Fusarium graminearum* e de *Fusarium verticillioides* em sementes e plântulas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, 43:583-588, 2013.

LATTERELL, F.M.; ROSSI, A.E. *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*) and *S. maydis* (= *D. maydis*) compared as pathogens of corn. **Plant disease**. 67:725-729. 1983.

LAZZARI, F.A. 1997. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2ª ed. Paranaset, Curitiba.

LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. Armazenagem de grãos. 1. Campinas, SP: Instituto Biogeneziz, 2002. 1:1000 p.

MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e**

**Desenvolvimento**. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 01 out. 2013.

MARASAS, W.F.O. Fumonisin: history, worldwide occurrence and impact. In: Jackson L.S., Devries J.W., Bullerman LB. eds.

Fumonisin in Food. **Plenum Press**, New York. p. 1-17. 1996.

MARASAS, W.F.O., NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A. Toxigenic

Fusarium Species: Identity and Toxicology. Pennsylvania State

**University Press**, University Park. 1984.

MARASAS, W.F.O.; VAN DER WESTHUIZEN, G.C.A.

*Diplodia macrospora*: the cause of leaf blight and cob rot of maize (*Zea mays*) in South Africa. **Phytophyllactica**. 11:61-64. 1979.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas**

**cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, p. 495. 2005.

MATIELLO, R.R. et al. Comparison of yield damage of tropical

maize hybrids caused by anthracnose stalk rot. **Tropical Plant**

**Pathology**, 38:128-132, 2013.

McGEE, D.C. Maize disease: a reference source for seed

technologists. St. Paul: The American **Phytopathological Society**.

p. 165. 1988.

MELCHERS, L.E.; JOHSTON, C.O. Corn root and ear rot disease

investigation in Kansas. **Phytopathology**, Saint Paul, 14:45, 1924.

MICHAELSON, M.E. 1957, Factors affecting development of stalk

rot of corn caused by *Diplodia zeae* and *Gibberella zeae*.

**Phytopathology**, 47:499-503.

MUNKVOLD G.P.; DESJARDINS A.E. Fumonisin in maize. Can

we reduce their occurrence? **Plant Disease**. 81:556-564, 1997.

MUNKVOLD, G.P.; McGEE, D.C.; CARLTON, W.M. Importance of different pathways for maize kernel infection by *Fusarium moniliforme*. **Phytopathology**, Iowa, 87:209-217, 1997.

MUNKVOLD, G.P. Epidemiology of *Fusarium* diseases and their mycotoxins in maize ears. **Plant Pathol.** 109:705-713, 2003.

NDOYE, M. et al. Nivalenol and 15-acetyldeoxynivalenol chemotypes of *Fusarium graminearum* clade species are prevalent on maize throughout China. **Journ al of Phytopathology**, 160:519-524, 2012.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. v.1.London. The Macmillan Press. 1983.

NERBASS, F.R.; CASA, R.T.; ANGELO, H.R. Qualidade do tratamento comercial de sementes de milho com fungicidas na safra de 2006/07. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, 7:30-36, 2008.

NERBASS, F.R. et al. Qualidade do tratamento industrial de sementes de milho comercializadas em Santa Catarina na safra 2010/2011. **Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**. n. 8, 2011, Chapecó, 1:1-5. 2011.

OLIVEIRA, F.S.; CASA, R. T.; GHELLER, A. Grãos ardidos em híbridos de milho produzidos em Santa Catarina. **VII Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**. Xanxerê, SC. 2009.

PAYNE, G. Mycotoxins in Corn. Corn Disease Information Note Steve Koening, Plant Pathology Extension Specialist, **Plant Pathology**. Disponível em:  
<<http://www.ces.ncsu.edu/depts/pp/notes/Corn/corn001.htm>>. Acesso em: 7 mar. 2013.

PEREIRA, O.A.P. et al. (Eds). **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2:477-488, 2005.

PINTO, N.F.J.A. Tratamento fungicida de sementes de milho. In: Soave, J., Oliveira, M.R.M.; Menten, J.O.M. (Eds.) Tratamento químico de sementes. Anais, **4º Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes**, Gramado, RS, p.52-57, 1996.

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

REID, L.M.; HAMILTON, R.I.; MATHER, D.E. Screening maize for resistance to Gibberella ear rot. Agric. **Agri-Food Can. Tech. Bull.** Publ. 196, 1996.

REIS, A.C. et al. Erradicação dos fungos patogênicos associados a sementes de milho e proteção contra *Pythium* sp. presente no solo pelo tratamento com fungicidas. **Fitopatologia Brasileira** 20:585-590. 1995.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora. 1996. p. 635–639.

REIS, E.M. et al. Método para quantificar os danos no rendimento de grãos causados pelas podridões da base do colmo do milho. **Fitopatologia Brasileira**, 23:300. 1998.

REIS, E.M.; CASA, R.T. Milho: manejo integrado de doenças. In: Fancelli, A.L.; Dourado Neto, D. (Eds.) **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba SP. ESALQ/LPV, 2001. 1:223-237.

REIS, E.M.; MARIO, J.L. Quantificação do inóculo de *Diplodia macrospora* e de *D. maydis* em restos culturais, no ar, e sua relação com a infecção em grãos de milho. **Fitopatologia brasileira**. 2003.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel, 2004. 144p.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle**. 2. ed. rev. atual. Lages: Graphel, 176 p. 2007.

RIBEIRO, N.A. et al. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e produtividade de grãos de genótipos de milho em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, 35:1003-1009. 2005.

SACHS, C. Desempenho de fungicidas em tratamento de sementes de milho no controle de *Fusarium verticillioides* e na proteção contra *Pythium ultimum* (**Dissertação de Mestrado**), Lages. Universidade do Estado de Santa Catarina. UDESC. 2013.

SANDINI, I.E.; FANCELLI, A.L. **Milho: estratégias de manejo para a região sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária. 2000. 209p.

SANGOI, L. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Brasília, 5:218-231, 2006.

SANGOI, L. et al. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. Lages, Graphel, 2007. p. 95.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. Arranjo de plantas e desempenho agrônômico do milho. In: WORDELL FILHO et al. **A cultura do milho em Santa Catarina**, Florianópolis: Epagri. p. 480. 2010.

SARTORI, A.F.; REIS, E.M.; CASA, R.T. Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, 29:456-458. 2004.

SARVER, B.A. et al. Novel *Fusarium* head blight pathogens from Nepal and Louisiana revealed by multi locus genealogical concordance. **Fungal Genetics and Biology**, 48:1096-1107. 2011.

SCHIMITT A., et al. Incremento na densidade de plantas como estratégia para aumentar o rendimento de grãos de milho. In: **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Águas de Lindóia. Resumos..., 2012.

SCOTT, D.B. et al. Effect of stuble management on cereal diseases caused by soil-borne fungi. Tenth South African Maize **Breeding Symposium** 238:82-85. 1994.

SHURTLEFF, M. C. **Compendium of corn diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, p.105. 1992.

SHURTLEFF, M. C. **Compendium of corn diseases**. Urbana: APS Press, p.105. 1986.

SILVA, J.S.; AFONSO, A.D.L.; GUIMARÃES, A.C. Estudos dos métodos de Secagem. In: Silva, J.S., **Pré-processamento de Produtos Agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, p.105-143. 1995.

SILVA, P.R.F. et al. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre. Evan graf. p.63. 2006.

SMITH, D.R.; WHITE D.G; Diseases of corn. In: Sprage G.F.; Dudley, J.W. Corn and Corn Improvement. 3ed. p 687-766, Agronomy Series. N. 18. **Soc. Agronomy**. Madison, WI, USA, 1988.

SOUZA, F.O. et al. Danos no rendimento de grãos de milho causado por podridões do colmo em Tangará, SC. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 33:175, 2008.

SUKNO, S.A. Root infection and systemic colonization of maize by *Colletotrichum graminicola*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, DC, 74:823-832, 2008.

STUMPF, R. et al. Fusarium species and fumonisins associated with maize kernels produced in Rio Grande do Sul State for the 2008/09 and 2009/10 growing seasons. **Brazilian Journal of Microbiology**, 2013.

SUTTON, J.C. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. Can. J. **Plant Pathol.** 4:195-209. 1982.

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**, Fortaleza, 27:609-613. 2002.

ULLSTRUP, A.J. Observations on two epiphytotics of *Diplodia* ear rot of corn in Indiana. **Plant Disease**, 48:414-415. 1964.

USDA – **United States Department of Agriculture**. Corn área, yield and production. Disponível em: <<http://faz.usda.gov/psd>>. Acesso em: 23 nov. 2012.

VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004. 531p.

VENARD, C.; VAILLANCOURT, L. Colonization of fiber cells by *Colletotrichum graminicola* in wounded maize stalks. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 97, p. 438-447, 2007.

VIEIRA JUNIOR, J.A.L. et al. Incidência de grãos ardidos em híbridos de milho no município de Muitos Capões/RS na safra 2012/2013. In: **58º Reunião técnica anual do milho e 41º Reunião técnica anual do sorgo**, Pelotas, RS, 2013.

WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. Third Edition. The American Phytopathological Society. APS press. 1999. 78p.

WORDELL FILHO, J.; CASA, R.T. Doenças na cultura do milho. **A cultura do milho em Santa Catarina**, Florianópolis: Epagri, 2010.p 480.

ZAMBOLIM, L., CASA, R.T.; REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, 25:585-595. 2000.