

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

JEFFERSON VIEIRA

TOLERÂNCIA À DESFOLHA EM DIFERENTES ESTÁDIOS
FENOLÓGICOS DE CULTIVARES DE MILHO COM BASES
GENÉTICAS CONTRASTANTES

LAGES-SC

2012

JEFFERSON VIEIRA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências
Agroveterinárias da Universidade do Estado de
Santa Catarina – UDESC para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal

Orientador: Prof. Ph.D. Luis Sangoi

Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

LAGES-SC

2012

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Vieira, Jefferson

Tolerância à desfolha em diferentes estádios fenológicos de cultivares de milho com bases genéticas contrastantes / Jefferson Vieira; orientador: Luis Sangoi . – Lages, 2012.
83f.

Inclui referências.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC.

1. Plasticidade vegetativa . 2. Limbo foliar . 3. Híbrido. 4. Variedade de polinização aberta . 5. Podridões da base do colmo. I. Título.

CDD – 633.15

JEFFERSON VIEIRA

**TOLERÂNCIA À DESFOLHA EM DIFERENTES ESTÁDIOS
FENOLÓGICOS DE CULTIVARES DE MILHO COM BASES
GENÉTICAS CONTRASTANTES**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Aprovado em: / /2012

Homologado em: / /2012

Banca Examinadora:

Ph.D. Luis Sangoi

Orientador – UDESC/Lages-SC

Dr. Aike Anneliese Kretzschmar

Coordenadora do programa de Mestrado
em Produção Vegetal – UDESC/Lages –
SC

Dr. Ricardo Trezzi Casa

Co-orientador – UDESC/Lages-SC

Dr. Cleimon Eduardo do Amaral Dias

Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias – UDESC/ Lages-SC

Dr. Clóvis Arruda de Souza

Membro – UDESC/ Lages-SC

Ph.D. Paulo Régis Ferreira da Silva

Membro – UFRGS/ Porto Alegre-RS

Lages, Santa Catarina, 21 de Agosto de 2012.

*Aos meus pais, pelo amor, exemplo e
incentivo na busca de um sonho...
Ofereço e dedico.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e aos meus anjos da guarda por estarem sempre iluminando meu caminho.

Aos meus pais, Adi e Lena, pelo dom da vida, criação, educação, companheirismo e verdadeiros exemplos de luta e honestidade. Pai e mãe, meus eternos agradecimentos.

À minha irmã, Dyélen, por sonhar junto e, principalmente, pelo seu apoio nas tomadas de decisão.

À minha namorada Heloisa, pela ajuda, amor, companheirismo, sinceridade e, principalmente, pela sua simplicidade, que a torna única e especial.

Ao meu orientador e “pai” científico, Prof. Luis Sangoi, pela longa caminhada desde o segundo semestre de minha graduação. Pelos ensinamentos transmitidos, pelo exemplo de profissional responsável e, principalmente, pela confiança e importância dada a mim. Meus sinceros agradecimentos.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, pelas suas contribuições na transmissão de conhecimentos e auxílio em minha formação profissional e pessoal.

Aos irmãos do grupo “Zea mays”, pelo respeito, amizade e auxílio na realização dos trabalhos desenvolvidos a campo e laboratório.

- Pós-Graduação: Amauri, Paula, Daniele, Sérgio, Gilmar, Lígia Maria, Murilo Renan e Alexandre.

- Bolsistas e voluntários da graduação: Mariana, Francisco, Thiago, Willian, Diego, Gustavo, Cristian, Geraldo e Leonardo.

Aos frequentadores da sala de estudos da Produção Vegetal, Patric, Toaldo, Lemes, Maira, Daiane e Marcos, pela companhia, descontração e ajuda.

À UDESC, pelo ensino público e de qualidade, à CAPES, pela concessão da bolsa e ao programa de Pós-Graduação do CAV.

Enfim, gostaria de agradecer a todos que fizeram parte dessa caminhada e que contribuíram de alguma forma.

Muito obrigado.

"O segredo do sucesso é a constância do propósito"

Benjamin Disraeli

RESUMO

VIEIRA, Jefferson. **TOLERÂNCIA À DESFOLHA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DE CULTIVARES DE MILHO COM BASES GENÉTICAS CONTRASTANTES**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages-SC, 2012.

A cultura do milho possui baixa plasticidade vegetativa, pois normalmente não perfilha, apresenta limitada capacidade de expansão do limbo foliar e não altera o número de folhas expandidas devido a mudanças no ambiente ou no manejo. Os danos na área foliar ocasionados pela desfolha podem reduzir o rendimento de grãos e aumentar a ocorrência de podridões da base do colmo (PBC) e de grãos ardidos (GA), depreciando a qualidade dos grãos. A variabilidade genética da cultivar pode interferir na magnitude dos danos ocasionados pela desfolha. Esta pesquisa teve como objetivos quantificar os prejuízos no rendimento de grãos e a influência sobre PBC e GA, ocasionados pela desfolha imposta em diferentes estádios fenológicos em cultivares de milho com bases genéticas contrastantes. O experimento foi conduzido a campo, no município de Lages-SC, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Foram testadas três cultivares de milho: a variedade de polinização aberta (VPA) SCS 155 Catarina, o híbrido triplo (HT) P30B30 e o híbrido simples (HS) P30R50H. Cada cultivar foi desfolhada quando as plantas tinham oito (V8), 12 (V12), 16 (V16) e 20 (V20) folhas expandidas e foi mantida uma testemunha com folhas intactas. Os experimentos foram implantados no sistema de semeadura direta, em 22/10/2010 e 19/10/2011. A densidade utilizada foi de 60.000 plantas ha⁻¹ e o espaçamento entre linhas de 0,7m. As desfolhas realizadas em V8 e V12 não comprometeram o rendimento de grãos do HS e do HT, mas reduziram o rendimento da VPA. A desfolha realizada em V20 reduziu em mais de 70% o rendimento de grãos das três cultivares. A remoção de oito e 12 folhas não aumentou a incidência de PBC e a percentagem de plantas quebradas, em relação à testemunha. As desfolhas mais tardias (V16 e V20) aumentaram a ocorrência de PBC e de plantas quebradas das três cultivares. A maior variabilidade genética da VPA SCS 155 Catarina não foi eficaz para minimizar as perdas ocasionadas pela desfolha no rendimento de grãos, nem tão pouco para diminuir a incidência de podridões da base do colmo e grãos ardidos, em comparação aos híbridos P30B30 e P30R50H.

Palavras-chave: Plasticidade vegetativa. Limbo foliar. Híbrido. Variedade de polinização aberta. Podridões da base do colmo.

ABSTRACT

VIEIRA, Jefferson. **DEFOLIATION TOLERANCE AT DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES OF MAIZE CULTIVARS WITH CONTRASTING GENETIC BASES** . 2012. 83 f. Dissertation (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages-SC, 2012.

Maize has low vegetative plasticity, because it normally does not tiller, it has limited capacity to expand the leaf blade and it does not alter the number of expanded leaves due to changes in environment or management. Therefore, damages in leaf area caused by defoliation can decrease grain yield and increase the occurrence of base stalk rots (BSR) and rot grains (RG), reducing grain quality. The cultivar's genetic variability may interfere on the extension of damages caused by defoliation. This research was carried out aiming to quantify grain yield losses and the effect on base stalk rot (BSR) and rot grains (RG) caused by defoliation at different growth stages of maize cultivars with contrasting genetic variability. A field experiment was set in Lages-SC, during the growing seasons of 2010/11 and 2011/2012. Three cultivars were tested: the open pollinated variety (OPV) SCS 155 Catarina, the triple hybrid (TH) P30B30 and the single-cross hybrid (SC) P30R50H. Each cultivar was defoliated when plants had eight (V8), 12 (V12), 16 (V16) and 20 (V20) expanded leaves. A control treatment without defoliation was also assessed. The experiments were sown in the no-tillage system on 10/22/2010 and 10/19/2011. The plant density of 60,000 pl ha⁻¹ and the row spacing of 0.7 m were used in the trial. Defoliations performed at V8 and V12 did not affect the SC and TH grain yield, but they decreased the OPV productivity. The defoliation performed at V20 reduced by more than 70% the grain yield of all cultivars. The removal of eight and 12 leaves did not increase the incidence of BSR and the percentage of broken plants in comparison to the control. Late defoliations performed at V16 V20 weakened the stalk, increasing the occurrence of BSR and broken plants for the three cultivars. The greater genetic variability of OPV SCS 155 Catarina was not efficient to minimize grain yield losses caused by defoliation, neither to decrease the incidence of base stalk rot nor rot grains, in comparison to the hybrids P30B30 and P30R50H.

Key-words: Vegetative plasticity. Leaf blade. Hybrid. Open pollinated variety. Base stalk rot.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1– Remoção de oito folhas (A), 12 folhas (B), 16 folhas (C) e 20 folhas expandidas (D), segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993). Lages-SC, anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12.....28
- Figura 2- Balanço hídrico do ano agrícola de 2010/11 segundo metodologia proposta por Thorntwaite & Mather (1955), considerando a capacidade de armazenamento de água no solo de 75 mm. Lages-SC. ^{1/}Conforme escala de desenvolvimento proposta por Ritchie et al. (1993).33
- Figura 3- Balanço hídrico do ano agrícola de 2011/12 segundo metodologia proposta por Thorntwaite & Mather (1955), considerando a capacidade de armazenamento de água no solo de 75 mm. Lages-SC. ^{1/}Conforme escala de desenvolvimento proposta por Ritchie et al. (1993).34
- Figura 4 – Soma térmica acumulada em graus-dia durante o desenvolvimento do milho nos anos agrícolas de 2010/2011 e 2011/2012. Lages-SC.....35
- Figura 5 – Índice de área foliar no florescimento em função da retirada de folhas em três cultivares de milho, nos anos agrícolas de 2010/11 (A) e 2011/12 (B). Lages-SC.38
- Figura 6 - Rendimento de grãos de cultivares de milho em função do número de folhas removidas. Lages-SC, 2010/2011.....45
- Figura 7 - Rendimento de grãos de cultivares de milho em função do número de folhas removidas. Lages-SC, 2011/2012.....45
- Figura 8 – Colmos considerados sadios (A), e doentes (B), mancha de macrospora (C) e identificação visual de grãos ardidos (D). Lages-SC, anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12.57
- Figura 9 – Umidade relativa do ar (U.R. ar) nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.59
- Figura 10 - Precipitação decendial registrada em Lages nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12.^{1/}Estádios de desenvolvimento do ano agrícola 2011/12 segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).60

- Figura 11 - Incidência de colmos doentes (A) e plantas quebradas (B) de três cultivares de milho em função do número de folhas removidas. Lages-SC, 2010/2011..... 65
- Figura 12 - Incidência de colmos doentes (A) e plantas quebradas (B) de três cultivares de milho em função do número de folhas removidas. Lages-SC, 2011/2012..... 65
- Figura 13 – Prevalência de fungos em colmos de plantas de três cultivares de milho (A) e sob diferentes estádios de desfolha (B). Lages-SC, 2010/2011. 67
- Figura 14 – Prevalência de fungos em colmos de plantas de três cultivares de milho (A) e sob diferentes estádios de desfolha (B). Lages-SC, 2011/2012. 67

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Temperatura média mensal do ar durante os anos agrícolas de 2010/11 e 2011/2012 e temperatura média entre outubro e abril de 1976 a 2010. Lages-SC..... 32
- Tabela 2 - Área foliar removida e percentagem de área foliar removida por planta de milho na comparação com a testemunha, em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2010/11. 36
- Tabela 3- Área foliar removida e percentagem de área foliar removida por planta de milho na comparação com a testemunha, em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2011/2012. 37
- Tabela 4 - Duração dos subperíodos fenológicos do milho em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2010/11..... 40
- Tabela 5- Duração dos subperíodos fenológicos do milho em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2011/12..... 41
- Tabela 6 – Rendimento de grãos e percentagem de redução no rendimento do milho em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2010/2011. 42
- Tabela 7 – Rendimento de grãos e percentagem de redução no rendimento do milho em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2011/2012. 43
- Tabela 8 – Componentes do rendimento de três cultivares de milho em função do estágio de desfolha. Lages-SC, 2010/2011..... 46
- Tabela 9 – Componentes do rendimento de três cultivares de milho em função de estágio de desfolha. Lages-SC, 2011/2012..... 47
- Tabela 10 - Temperatura média mensal do ar entre outubro e abril durante os anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC..... 61
- Tabela 11 – Estatura de plantas de três cultivares de milho em função do estágio de desfolha, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC. 61

Tabela 12 – Altura de inserção de espiga de três cultivares de milho em função do estágio de desfolha, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.....	62
Tabela 13 – Diâmetro de colmo de três cultivares de milho em função do estágio de desfolha, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.	63
Tabela 14 - Percentagem de grãos ardidos de milho em função da cultivar utilizada e do estágio de desfolha, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.....	68
Tabela 15 - Severidade da mancha de macrospora em três cultivares de milho, em quatro estádios de desfolha, na média das folhas índice, uma acima e uma abaixo. Lages-SC, anos agrícolas de 2010/11 e 2001/12.....	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO COM BASES GENÉTICAS CONTRASTANTES SUBMETIDAS À DESFOLHA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS.....	21
2.1 RESUMO	21
2.2 ABSTRACT	22
2.3 INTRODUÇÃO.....	23
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
2.5.1 Dados meteorológicos	31
2.5.2 Soma térmica	34
2.5.3 Área foliar removida por planta.....	35
2.5.4 Índice de área foliar (IAF) no florescimento	37
2.5.5 Fenologia da cultura	39
2.5.6 Rendimento de grãos e componentes do rendimento	41
2.6 CONCLUSÕES	48
3 PODRIDÕES DA BASE DO COLMO E GRÃOS ARDIDOS EM CULTIVARES DE MILHO COM BASES GENÉTICAS CONTRASTANTES SUBMETIDAS À DESFOLHA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS.....	49
3.1 RESUMO	49
3.2 ABSTRACT	50
3.3 INTRODUÇÃO.....	51
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	54

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.5.1 Dados meteorológicos	58
3.5.2 Características agronômicas	61
3.5.3 Avaliações de doenças de colmo e plantas quebradas.....	63
3.5.4 Identificação dos agentes causais de podridão da base do colmo (PBC)	66
3.5.5 Quantificação da percentagem de grãos ardidos (GA).....	68
3.6 CONCLUSÕES	70
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

1 INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays*) é um dos cereais mais antigos do mundo. A teoria mais aceita atualmente sobre sua origem é que ele é oriundo do teosinto, pois ambos possuem o mesmo número de cromossomos, os quais são homólogos e se cruzam facilmente, o que resulta em produtos férteis, sendo considerados da mesma espécie com várias subespécies (PATERNIANI e CAMPOS, 1999). O milho pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoidea*, gênero *Zea*, espécie *mays* e subespécie *mays* (*Zea mays mays*). Possui população alógama, ou seja, mais de 95% da fecundação é cruzada. Desta forma, ao longo de sua história constituiu indivíduos genotipicamente diferentes entre si e que, geralmente, apresentam alto nível de heterozigose. Seu cultivo foi feito por agricultores ao longo do tempo pela seleção massal colhendo as melhores espigas para o próximo ano agrícola. Assim, inconscientemente manteve-se a pureza das raças de milho. Há relatos de que sua domesticação ocorreu entre 8 a 10 mil anos atrás, tendo como centro de origem a América Central. Após a descoberta das Américas, ele foi levado pelos colonizadores e cultivado em todos os continentes, tornando-se assim um dos cereais mais cultivados no mundo e assumindo grande importância na cadeia alimentícia.

Atualmente, o milho é o cereal mais produzido no mundo, devido a sua alta produtividade e, principalmente, a sua ampla utilização. Segundo o cientista Lawrence Johnson, da Universidade Estadual de Iowa, na cidade de Ames, quase tudo que pode ser feito com o petróleo também pode ser feito com o milho (RURAL, 2012). O milho é utilizado no consumo humano e animal, porém através dele existe a possibilidade de se fazer a maioria dos químicos oriundos do petróleo. Na alimentação humana, as formas mais utilizadas de consumo são “in natura” como milho verde ou beneficiado, que são as farinhas em geral. Na alimentação animal, os grãos são utilizados como principal componente de rações para aves e suínos. Na região sul do Brasil é utilizado como fonte de alimento para bovinos no inverno, pois se trata de um período em que há redução na oferta de pastagens. Como o milho oferece grande produção de matéria seca e boa fonte de energia, é armazenado tanto na forma de silagem (planta inteira triturada), como grão úmido para servir de alimento nesse período.

A produção mundial de milho no ano agrícola 2011/12 foi de 873 milhões de toneladas e está projetada para 2012/2013, em aproximadamente, 950 milhões de toneladas (USDA, 2012). Nos EUA, a produção de etanol cresceu na última década, pois no ano de 2004/05 destinavam 34 milhões de toneladas de grãos para produção de etanol, em 2008/09 passou para 94 milhões de toneladas. Já em 2009/10 esse número chegou a, aproximadamente, 117 milhões de toneladas e,

em 2010/11 atingiu 127 milhões de toneladas número, este que está se confirmando em 2011/12 e também sendo previsto para o ano agrícola 2012/13 (USDA, 2012). Este fato mostra que parte da produção americana, que representa cerca de 15% da produção mundial e, aproximadamente, duas vezes a produção brasileira, continuará sendo destinada ao etanol, mantendo assim a elevada demanda por este cereal a nível mundial.

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, ficando atrás dos Estados Unidos e China (FAO, 2012). No entanto, a produtividade média brasileira está em 4,5 t. ha⁻¹ com grande variação entre as áreas produtoras no país (CONAB, 2012). Já a produtividade média dos Estados Unidos no último ano agrícola ficou em torno de 10 t. ha⁻¹ (USDA, 2012). No ano agrícola 2010/11, o Brasil produziu cerca de 57,4 milhões de toneladas de milho (Conab, 2012) numa área de, aproximadamente, 13,8 milhões de hectares. Já nos Estados Unidos, somente o estado de Iowa produziu próximo de 60 milhões de toneladas numa área que corresponde a menos da metade da área cultivada no Brasil, segundo dados da Conab (2012) e do USDA (2012). Apesar do potencial produtivo elevado que a cultura do milho possui isso não está ocorrendo na média dos cultivos brasileiros. Existem inúmeros fatores que explicam a baixa produtividade na média nacional. Dentre eles destacam-se os estresses bióticos e abióticos. Os estresses bióticos são oriundos principalmente pelo ataque de pragas, destacando-se os insetos desfolhadores como as lagartas. Ainda a ocorrência de doenças ocasionadas por fungos, que também é um agente gerador de estresse de origem biótica. Como fatores abióticos estão os estresses ocasionados por déficit hídrico, salinidade no solo e ocorrência de granizo. Além da presença desses estresses, a utilização de cultivares inadequadas ao local de plantio pode prejudicar o desenvolvimento da cultura e fazer com que o potencial produtivo do milho não se expresse por completo.

A produção de milho de Santa Catarina historicamente é insuficiente para atender a demanda oriunda principalmente pelos setores de aves e suínos. Em 2009/10, a oferta de milho foi de 3,7 milhões de toneladas, sendo que a demanda para o mesmo ano agrícola foi de 5,4 milhões de toneladas (CEPA, 2012). O déficit catarinense anual na produção de milho superou 1,7 milhões de toneladas. Segundo a Conab (2012), Santa Catarina é o sétimo estado produtor de milho a nível nacional, sendo que sua produção, no ano agrícola 2011/12, foi de 3,0 milhões de toneladas. Essa redução se deveu principalmente a estresses oriundos de fatores ambientais tendo como principal o déficit hídrico, motivo este que ocasionou grande redução na produção catarinense, em relação ao ano agrícola de 2009/10. Esse fato mostra que a cultura do milho apresenta grande sensibilidade a condições adversas. Mecanismos que reduzam essa sensibilidade a estresses podem ser utilizados com objetivo de aumentar a

produção de milho do estado de Santa Catarina, pois a expansão da área agrícola neste estado é limitada. Assim, uma forma de aumentar a produção é elevar o rendimento. Portanto, a utilização de cultivares adaptadas a condições de estresse pode ser uma alternativa para reduzir a influência das adversidades que ocorrem no decorrer do ciclo de cultivo.

Para sobreviverem durante sua evolução, as plantas desenvolveram mecanismos de resposta contra pragas e doenças que quando acionados reconhecem a agressão (SHEWRY & LUCAS, 1997). Segundo Mallick & Rai (1999), plantas podem responder a estresses bióticos, tais como o ataque de patógenos e situações que inibam o funcionamento normal de seu metabolismo, minimizando os gastos energéticos. Os estresses podem ser ocasionados por fatores abióticos como é o caso da ocorrência de granizo e bióticos no caso de ataque por insetos desfolhadores como a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

O milho é uma das culturas mais eficientes na conversão de energia irradiada em produção de biomassa, devido ao seu mecanismo C4 de fixação de CO₂ e por apresentar alto índice de área foliar (IAF). Sua produtividade, quando comparada com outras culturas de interesse econômico, é uma das mais elevadas entre os cereais produzidos no mundo. Mesmo possuindo elevado potencial produtivo, o milho apresenta sensibilidade a estresses em praticamente todas as fases do seu ciclo. Esta característica, aliada a sua pequena plasticidade foliar, baixa prolificidade feminina e limitada capacidade de compensação efetiva de espaços, faz com que o cultivo necessite ser rigorosamente planejado para garantir alta produtividade (SANGOI et al., 2007a).

A influência de um determinado tipo de estresse sobre a planta depende da sua magnitude e do estágio fenológico da cultura. Os estresses são mais importantes quando afetam as culturas nos períodos de definição do rendimento. Na cultura do milho, a ocorrência de estresses nos estádios reprodutivos pode ser muito prejudicial ao rendimento, pois reduzirá a polinização e a fertilização de óvulos, diminuindo, conseqüentemente, o tamanho de espigas, o número e o tamanho de grãos (HSIAO, 1973; MUCHOW e SINCLAIR, 1991; MARSCHNER, 1995). O maior problema na cultura do milho é com o estresse hídrico que, dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura, proporciona perdas significativas. Quando ocorre no período de florescimento, o milho acentua o seu caráter protândrico, reduzindo a emissão de estigmas e inviabilizando a formação de grãos (DENMEAD e SHAW, 1960; SCHUSLER e WESTGATE 1994; SANGOI, 2001).

Outro fator importante é a queda de chuvas de granizo, que ocorrem de forma esporádica e irregular, dificultando quantificar e projetar sua ocorrência. Pelos dados observados em estações meteorológicas, pode-se quantificar o seu histórico nas diferentes

regiões do Estado. O dano provocado pelo granizo é variável, dependendo do tamanho das pedras, densidade por área, duração, velocidade de queda, idade das plantas e época de ocorrência (MOTA, 1981). Estima-se que as perdas anuais por granizo podem chegar a 20% da produção de maçãs no Sul do Brasil (ABPM, 1995). No município de Fraiburgo, localizado na região do meio oeste catarinense, tentou-se controlar o granizo pelo bombardeamento e nuvens com iodeto de prata lançado por foguetes em estações fixas e controlado por radar meteorológico. Porém, o alto custo deste método e as dúvidas sobre sua eficiência levaram os produtores a suspender sua utilização. Alguns eventos climáticos como La Niña, El Niño e, ainda, alterações de temperatura podem fazer com que aumente a ocorrência de granizo ou até mesmo se torne cada vez mais difícil prever sua ocorrência.

Um inseto com grande potencial em ocasionar estresse ao milho que não possui tecnologia *bt* (convencional) é a lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith). Ela é a principal praga que ataca as folhas do milho. Prefere as folhas mais novas e, por isso, ataca o cartucho da planta, chegando a destruí-lo completamente. Lagartas nos primeiros ínstares apenas raspam folhas. Depois de desenvolvidas, conseguem fazer furos, danificando-as completamente (GALLO et al., 2002). Suscetíveis em praticamente todas as fases de desenvolvimento, as plantas ficam prejudicadas pela destruição do cartucho, reduzindo a área foliar fotossinteticamente ativa e a produção de fotoassimilados (VARGAS et al., 2010). A lagarta do cartucho pode ocasionar reduções no rendimento de grãos do milho superiores a 30% pela diminuição da área foliar, ocasionada pelo ataque severo da praga (WILLIAMS & DAVIS, 1990; CRUZ et al., 1996). Além da desfolha, ela pode acarretar posteriormente prejuízos diretos na espiga, principalmente em anos de estiagem.

O estresse ocasionado por doenças depende de sua intensidade e estágio vegetativo em que a cultura se encontra. A desfolha durante o florescimento altera a partição de fotoassimilados entre as diferentes estruturas da planta, podendo influenciar a incidência de doenças de colmo do milho (BLUM et al., 2001). No Brasil, ocorrem várias doenças de importância econômica, sendo que se destacam tanto pela frequência de ocorrência como pelos danos causados, as relacionadas à germinação de sementes, emergência e estabelecimento de plântulas, podridões da base do colmo (PBC), podridões da espiga (PE) e doenças foliares causadas por fungos e organismos semelhantes a micoplasmas (FERNANDES & OLIVEIRA, 1997; PEREIRA, 1997; PINTO et al. 1997; REIS & CASA, 2002; REIS et al., 2004). As doenças de espiga, causadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Stenocarpella maydis*, *S. macrospora* e *Giberella zae*, ocasionam danos que resultam da redução do peso específico, qualidade do grão e presença de toxinas que podem

contaminar as rações, prejudicando o desempenho dos animais que delas se alimentam (REIS & CASA, 2004).

Na Região Sul do Brasil, as podridões da base do colmo (PBC) e podridões da espiga (PE) têm sido frequentemente detectadas em lavouras de milho, principalmente nas conduzidas em plantio direto e monocultura (REIS & CASA, 2001). Sob condições de precipitações pluviais acima da normal, durante as fases de polinização e formação de grãos, normalmente ocorre aumento das PE, com conseqüente incremento de grãos ardidos (GA) e fungos associados aos grãos (REIS et al., 2004). Os fungos agentes causais das podridões do colmo normalmente são também responsáveis pelas podridões da espiga. As podridões da espiga envolvem o ataque direto dos fungos aos grãos que podem exibir sintomas da colonização. Alguns grãos com essa sintomatologia são denominados de grãos ardidos. Além da qualidade do grão, as espigas podres ou infectadas, porém sem sintomas, também reduzem o rendimento de grãos. Em geral, na comercialização de grãos de milho, é descontado do preço oferecido, um percentual correspondente à incidência de grãos ardidos. A infecção de fungos deprecia a qualidade de grãos, podendo produzir micotoxinas que ocasionam danos à saúde humana e animal (WHITE, 1999). A incidência de fungos nos grãos geralmente ocorre pela infecção da espiga sendo favorecida por clima úmido e quente na fase de polinização e empalhamento deficiente (MARASAS et al., 1984). Desta forma, sabendo que o clima gera estresse as plantas e propicia período favorável a ocorrência de doenças, a utilização de cultivares com diferentes características genéticas é uma ferramenta para minimizar redução de produtividade e qualidade de grãos.

No mercado, hoje, o agricultor tem dois tipos de cultivares, os híbridos e as variedades de polinização aberta (VPAs). No ano agrícola 2010/11 as distribuições percentuais de sementes disponíveis dos diferentes tipos de cultivares apresentaram a seguintes proporções: híbrido simples 48%, híbrido triplo 22%, híbrido duplo 19% e variedade de polinização aberta com 11% (CRUZ et al., 2011).

O híbrido simples (HS) é oriundo do cruzamento de duas linhagens e geralmente é o mais produtivo dos híbridos, pois explora toda a heterose disponível naquele cruzamento, sendo que cada genitor contribui com 50% do material genético. Apresenta grande uniformidade de plantas e espigas. A semente é de alto custo, devido à baixa produtividade da linhagem utilizada como fêmea. É direcionado ao mercado A (produtores de alta tecnologia). Produtores com maior capacidade de investimento em insumos preferem os HS, devido ao seu maior potencial produtivo e à maior uniformidade morfológica e fenológica, as quais facilitam o manejo da cultura (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000). Já o híbrido triplo (HT) é

formado pelo cruzamento de uma linhagem com um híbrido simples. É utilizado o híbrido simples como genitor feminino, pois é mais produtivo que a linhagem usada como macho. Isso faz com que diminua o custo da semente. Este híbrido é comercializado tanto para o mercado A como o B (produtores de média tecnologia). Já as variedades de polinização aberta são oriundas da seleção massal, onde o cruzamento ocorre entre todos os indivíduos e são escolhidas as espigas das plantas que expressam características de interesse. As variedades de polinização aberta apresentam como características favoráveis a maior estabilidade de produtividade, o menor custo de sementes e a possibilidade de reutilizá-las por vários anos agrícolas (BISOGNIN et al., 1997). Além disto, as variedades de polinização aberta apresentam maior variabilidade genética, o que pode conferir maior tolerância ao estresse ocasionado pela desfolha (EPAGRI-SC, 2011). Este trabalho foi concebido com base nas seguintes hipóteses: as variedades de polinização aberta são mais tolerantes às desfolhas tardias (V16 e V20) do que os híbridos devido a sua maior variabilidade genética; os estresses ocasionados por desfolha predisõem as plantas às PBC e aumentam a ocorrência de plantas quebradas e grãos ardidos; a variabilidade genética da cultivar pode ser utilizada como estratégia para mitigar os prejuízos ocasionados pela desfolha no rendimento e qualidade dos grãos.

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da desfolha realizada em diferentes estádios fenológicos sobre o rendimento de grãos, os componentes do rendimento, incidência de podridões da base do colmo, plantas quebradas e grãos ardidos em cultivares de milho com variabilidade genética contrastante.

2 DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO COM BASES GENÉTICAS CONTRASTANTES SUBMETIDAS À DESFOLHA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

2.1 RESUMO

A desfolha é um tipo de estresse que frequentemente reduz o rendimento de grãos de milho, pois reduz a área foliar, limitando a interceptação de radiação solar e restringindo a fotossíntese e a produção de biomassa. A escolha da cultivar pode ser uma estratégia para minimizar as perdas de produtividade ocasionada pela desfolha. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da desfolha realizada em diferentes estádios fenológicos sobre o desempenho agrônômico de cultivares de milho com bases genéticas contrastantes. O trabalho foi conduzido em Lages-SC, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12, utilizando o delineamento de blocos casualizados, dispostos em parcelas subdivididas com quatro e três repetições no primeiro e segundo ano. Na parcela principal foram avaliadas três cultivares: a variedade de polinização aberta (VPA) SCS 155 Catarina, o híbrido triplo (HT) P30B30 e o híbrido simples (HS) P30R50H. Cada cultivar foi desfolhada quando as plantas tinham oito (V8), 12 (V12), 16 (V16) e 20 (V20) folhas expandidas. Uma testemunha sem desfolha foi também testada. Avaliaram-se a área foliar removida, o rendimento de grãos e seus componentes. O híbrido simples foi mais produtivo do que a VPA em todos os tratamentos, com exceção daqueles desfolhados em V20. Desfolhas realizadas em V8 e V12 reduziram até 9% o rendimento de grãos dos híbridos simples e triplo, e mais de 24% do rendimento de grãos da variedade de polinização aberta. Desfolhas realizadas em V16 e V20 reduziram mais de 70% o rendimento de grãos das três cultivares. A maior variabilidade genética da VPA não aumentou sua tolerância ao estresse ocasionado pela desfolha.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Potencial produtivo. Área foliar. Fenologia.

2.2 ABSTRACT

The defoliation is a kind of stress that often decreases maize grain yield, because it reduces leaf area, limiting solar radiation interception, restricting photosynthesis and biomass production. The cultivar's choice may be a strategy to minimize yield losses caused by defoliation. This work was carried out aiming to evaluate the impact of defoliation performed at different growth stages on the agronomic performance of maize cultivars with contrasting genetic variability. The experiment was set in Lages-SC, during the 2010/11 and 2011/12 growing seasons. A randomized block design displayed in split-plots with four and three replications in the first and second year. In the main plot three cultivars were tested: the Open Pollinated Variety (OPV) SCS 155 Catarina, the triple hybrid (TH) P30B30 and the single-cross hybrid (SC) P30R50H. Each cultivar was defoliated when plants had eight (V8), 12 (V12), 16 (V16) and 20 (V20) expanded leaves in the split-plots. A control treatment without defoliation was also included in the trial. The amount of leaf area removed, grain yield and its components were evaluated. The single-cross hybrid was more productive than the OPV in all treatments, excepting those defoliated at V20. Defoliations performed at V8 and V12 reduced by 9% grain yield of single and triple-cross hybrids, and by more than 24% the grain yield of open pollinated variety. Defoliations performed at V16 and V20 reduced by more than 70% of the grain yield of all cultivars. The larger genetic variability of OPV did not increase its tolerance to the stress caused by defoliation.

Key-words: *Zea mays L.* Yield potential. Leaf tissue area. Phenological.

2.3 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) possui elevado potencial produtivo, porém apresenta sensibilidade a estresses em quase todas as fases do seu ciclo. Segundo Sangoi et al. (2010), o milho possui baixa plasticidade vegetativa, pois normalmente não perfilha, apresenta limitada capacidade de expansão do limbo foliar e não altera o número de folhas expandidas devido a mudanças no ambiente ou no manejo. Estas características, aliadas a sua baixa prolificidade e limitada capacidade de compensação efetiva de espaços, fazem com que o cultivo necessite ser rigorosamente planejado para garantir alta produtividade. Para expressar o máximo potencial produtivo, o milho depende da quantidade de radiação incidente, da eficiência de interceptação, da eficiência de conversão da radiação interceptada e da eficiência de partição de fotoassimilados disponibilizados à estrutura de interesse agrônomo (ANDRADE, 1995). Desta forma, a eficiência de conversão da radiação incidente depende do metabolismo de fixação do CO₂ e, ainda, da eficiência de sua interceptação. A área foliar da cultura determina a taxa de crescimento, que é identificada pelo índice de área foliar (IAF). As maiores taxas de crescimento são alcançadas quando as plantas atingem um IAF que é capaz de interceptar 95% da radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Assim, percebe-se a importância da superfície foliar ao longo do ciclo da cultura.

Durante o crescimento e desenvolvimento, as plantas de milho estão expostas a estresses ambientais, tanto de origem biótica, como a lagarta do cartucho, ou abiótica, como a ocorrência de granizo. Desta forma, a desfolha é um tipo de estresse que prejudica o desenvolvimento normal da cultura, pois ela diminui a área foliar do dossel, limitando a interceptação da radiação solar e restringindo a fotossíntese e a produção de biomassa. Os prejuízos ocasionados pela desfolha sobre o rendimento de grãos dependem do estágio fenológico da cultura em que ela ocorre e da tolerância da cultivar à redução de área foliar.

Um dos agentes bióticos responsáveis pela desfolha do milho é a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* Smith). Ela ataca as folhas do milho convencional desde sua emergência até a formação das espigas (CRUZ, 1995). Sua preferência é por folhas jovens. Por isso, ataca o cartucho das plantas, podendo destruí-lo completamente. Seu ciclo pode variar de 22 a 63 dias (SILVA, 1997). Lagartas nos primeiros ínstares apenas raspam as folhas. Depois de desenvolvidas, conseguem fazer furos, danificando-as completamente (GALLO et al., 2002). Ela é uma praga desfolhadora de importância econômica, com perdas

estimadas na produção de 34% (GRÜTZMACHER, 1999). Lima (2006), testando acessos de milho, afirmou que a área foliar ingerida pelas lagartas de *S. frugiperda* diferiu significativamente entre os acessos, o que evidencia que as cultivares utilizadas influenciaram o consumo foliar das lagartas, cuja média geral observada foi de 182,2 cm². Cruz & Turpin (1982) encontraram as maiores perdas entre os estádios V8 e V10, segundo a escala proposta por Ritchie (1993). Entretanto, Siloto (2002) constatou que os menores danos da desfolha da lagarta ocorreram entre V10 e V12.

O granizo é um agente abiótico que reduz a área foliar no milho. Ele é uma forma de precipitação, composta por pedras de gelo. Sua frequência e intensidade são variáveis, podendo ser forte o suficiente para destruir culturas e provocar danos a residências, em automóveis e até mesmo matar animais. O granizo é uma chuva de gelo, formada pelo choque térmico entre as gotas de água que atravessam uma camada de ar frio. É uma das fontes abióticas de estresse mais prejudiciais às plantas, em qualquer época e magnitude, podendo causar diversos danos pela ruptura de folhas. Encontrou-se em cebola (MURO et al., 1998) e alho (MURO et al., 2000) uma relação entre a época de desfolha e estágio fenológico da cultura com perda de rendimento. Informações sobre os efeitos do granizo sobre a fisiologia das culturas são escassas. Tartachnyk & Blanke (2002) observaram que os danos causados pela chuva de granizo diminuíram a eficiência da fotossíntese e aumentaram as perdas de água na maçã.

Os efeitos do granizo podem ser ainda mais prejudiciais em milho com fins de silagem, já que prejudica inclusive a qualidade do produto (ROTH & LAUER, 2008). Quando o fenômeno climático ocorre nos estádios mais avançados do desenvolvimento, os efeitos sobre a planta são maiores. Os efeitos do granizo sobre o cultivo do milho para produção de grãos (HANWAY, 1969; HICKS et al., 1977; SHAPIRO et al., 1986) e para produção de silagem (LAUER et al., 2004) são conhecidos e influenciam a redução de estande, injúrias nos colmos e perda de área foliar. A desfolha é responsável pela maior parte das perdas (LAUER et al., 2009). Segundo Fancelli & Durval (2004), a destruição total das folhas expostas quando a cultura apresenta oito folhas expandidas, devido à ocorrência de granizo, geada, ataque severo de pragas e doenças, diminui a produtividade de 10 a 25%. Quando a planta estiver com quatro folhas expandidas, os efeitos da baixa temperatura causados por geada ou mesmo a ocorrência de granizo promovem pequena redução na produtividade em virtude de não ocasionarem prejuízos ao tecido meristemático. Já a retirada de folhas superiores das plantas do milho quando a cultura apresenta 50% das panículas em fase de polinização, reduziu a produtividade em virtude da redução do peso de espigas e do peso de grãos e do encurtamento

do período de enchimento de grãos. Este estresse afetou também a qualidade fisiológica das sementes. As folhas acima da espiga podem ser suficientes para enchimento dos grãos (ALLISON et al., 1975). A remoção de todas as folhas abaixo da folha da espiga, ou de apenas a folha da espiga no espigamento, propiciou reduções no rendimento de grãos de um híbrido convencional, que variaram entre 19 a 26% e 17 a 25%, respectivamente. Quando todas as folhas acima da espiga foram removidas, o número de grãos por espiga e a massa seca dos grãos foram reduzidos em aproximadamente 84 e 94%, respectivamente (SUBEDI & MA, 2005). Quando a desfolha foi feita em estádios iniciais na cultura do milho apresentou baixo impacto no rendimento de grãos (JOHNSON, 1978). No entanto, a partir de 10 folhas expandidas, o efeito da desfolha sobre a produtividade aumenta. Além do efeito sobre o suprimento e a mobilização de fotossintatos, a desfolha pode afetar a maturação do milho (VASILAS & SEIF, 1985). Segundo Hicks (1977), a desfolha antes do pendoamento aumentou a umidade da espiga na colheita e atrasou a maturação, enquanto desfolhas depois do pendoamento anteciparam a maturação fisiológica das plantas. Desfolhas precoces em V5 atrasam o espigamento e a polinização (DUNGAN & GAUSMAN, 1951; CLONINGER et al., 1974; SINGH & NAIR, 1975; JOHNSON, 1978), encurtam o período de liberação de pólen (VASILAS & SEIF, 1985) e reduzem a quantidade total de pólen produzido (DUNGAN & GAUSMAN, 1951). Johnson (1978) não encontrou efeito da desfolha sobre a duração do intervalo entre antese e espigamento.

O desafio no incremento da produtividade do milho é fazer o básico de forma eficiente (SANTOS et al., 2005), utilizando estande adequado, fertilidade equilibrada e utilizando variedades adaptadas a cada região. Muitos produtores não estão utilizando essa tecnologia mínima, obtendo produtividade baixa e, por consequência, reduzindo lucro e até inviabilizando economicamente o cultivo. Quando ocorrem perdas por problemas relacionados ao ambiente, como a queda de granizo ou ataque de insetos, essas áreas terão prejuízos ainda maiores, pois não estão utilizando uma tecnologia que vise maximizar a produtividade, já saindo defasadas em relação ao que se espera no rendimento de uma lavoura.

A influência de um determinado tipo de estresse depende da intensidade do mesmo e do estágio de desenvolvimento da cultura. Os prejuízos são maiores quando afetam as plantas nos períodos em que ocorre a definição do rendimento. Segundo Junior (2011), o milho é mais suscetível à perda de área foliar no pendoamento e no espigamento do que em qualquer outro estágio fenológico. A perda completa de área foliar nestes estádios pode reduzir próximo a 100% o rendimento de grãos (VASILAS & SEIF, 1985). Isto se deve ao fato de

que o milho é uma planta de crescimento determinado. Quando o pendão emerge, as plantas têm seu crescimento vegetativo completado. Assim, todas as folhas estão expandidas neste momento e não existem mais folhas novas para emergir, se as folhas expostas forem danificadas. Da mesma forma, a perda de área foliar antes do enchimento de grãos diminuirá a fonte responsável pela interceptação da radiação solar, e como resultado, haverá menor produção de fotoassimilados (LAUER, 2009). Segundo Hanway (1969), a desfolha em milho reduziu a taxa de crescimento dos grãos e o seu período de enchimento, resultando em menor peso por grão. Segundo Vargas (2010), a duração do período de enchimento de grãos foi, aproximadamente, a metade da registrada nos tratamentos sem desfolha, desfolha em V8 e desfolha em V15, quando a desfolha ocorreu no pendoamento. A desfolha em VT atrasou o espigamento do milho, aumentando o intervalo entre a antese (pendoamento com deiscência de pólen) e a exteriorização dos estigmas. Este atraso comprometeu a polinização e a fertilização de óvulos, pois o período de liberação de pólen pelo pendão é curto e o pólen permanece viável por pequeno espaço de tempo.

A influência negativa da perda de área foliar na cultura do milho deve ser minimizada com objetivo de reduzir perdas de produtividade. A utilização de cultivares com maior resistência a condições de estresse e que apresentem características de resistência a perda de área foliar surge como uma alternativa para minimizar perdas no rendimento.

Os agricultores no momento da semeadura podem utilizar híbridos ou variedades de polinização aberta (VPAs). Os híbridos são utilizados por produtores com maior capacidade de investimento em insumos, pois apresentam maior potencial produtivo. Já as variedades de polinização aberta são mais utilizadas pelos pequenos produtores, devido ao menor preço das sementes e à possibilidade de utilizá-las por até três anos, sem perdas significativas no potencial produtivo devido à depressão endogâmica (ELIAS et al., 2010). Além disto, as variedades de polinização aberta apresentam maior variabilidade genética o que pode lhes conferir maior tolerância a estresses (BISOGNIN, 1997; MAIA & NUNEZ, 2006).

A escolha de cultivares com maior tolerância a determinados ambientes e ainda a utilização de materiais mais rústicos, com maior variabilidade, é uma prática que pode proporcionar tolerância a determinados estresses (MENEGUETTI et al., 2006; PELWING et al., 2008). Segundo a EPAGRI-SC (2011), as variedades de milho de polinização aberta – VPAs: são mais rústicas, com melhor adaptação a condições adversas, e podem ser uma alternativa de uso para minimizar estresses ambientais.

Este trabalho foi conduzido com objetivo de avaliar o impacto da desfolha realizada em diferentes estádios fenológicos sobre o rendimento de grãos de cultivares de milho com variabilidade genética contrastante.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12, no distrito de Santa Terezinha do Salto, localizado a 20 km da cidade de Lages, no Planalto Sul de Santa Catarina. As coordenadas geográficas da área experimental são 27°50'35" de latitude Sul e 50°02'45" de longitude oeste e altitude de 849 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb, mesotérmico, com verões brandos, temperaturas médias do mês mais quente inferiores a 22°C e precipitações pluviais bem distribuídas.

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). Segundo análise da fertilidade do solo realizada em setembro de 2010, ele apresentava 420 g kg⁻¹ de argila; 50,0 g kg⁻¹ de matéria orgânica; pH H₂O 5,6; índice SMP 5,8; 5 mg dm⁻³ de P; 0,50 cmolc kg⁻¹ de K; 6,0 cmolc kg⁻¹ de Ca; 2,8 cmolc kg⁻¹ de Mg; 0,3 cmolc kg⁻¹ de Al e 15,3 cmolc kg⁻¹ de CTC.

Utilizou-se o sistema de semeadura direta, sobre cobertura morta do consórcio de aveia preta e ervilhaca. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento em 2010/11 e com três repetições por tratamento em 2011/12. Na parcela principal foram avaliadas três cultivares: a variedade de polinização aberta (VPA) SCS 155 Catarina, o híbrido triplo (HT) P30B30 e o híbrido simples (HS) P30R50H. Nas subparcelas, cada cultivar foi submetida a cinco tratamentos de desfolha: desfolha em V8, V12, V16 e V20, da escala de Ritchie et al. (1993), e uma testemunha sem desfolha. Em cada época de desfolha foi removido manualmente todo o limbo foliar das folhas expandidas com colar visível (Figura 1).

Na segunda quinzena de maio de 2010 e na primeira quinzena de junho de 2011 procedeu-se a semeadura de um consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) mais ervilhaca, utilizando-se 80 kg ha⁻¹ de sementes de aveia preta e 70 kg ha⁻¹ de ervilhaca para cobertura verde de inverno. Esta cobertura de inverno foi dessecada mediante a aplicação do herbicida glifosato no final do mês de setembro de cada ano agrícola.

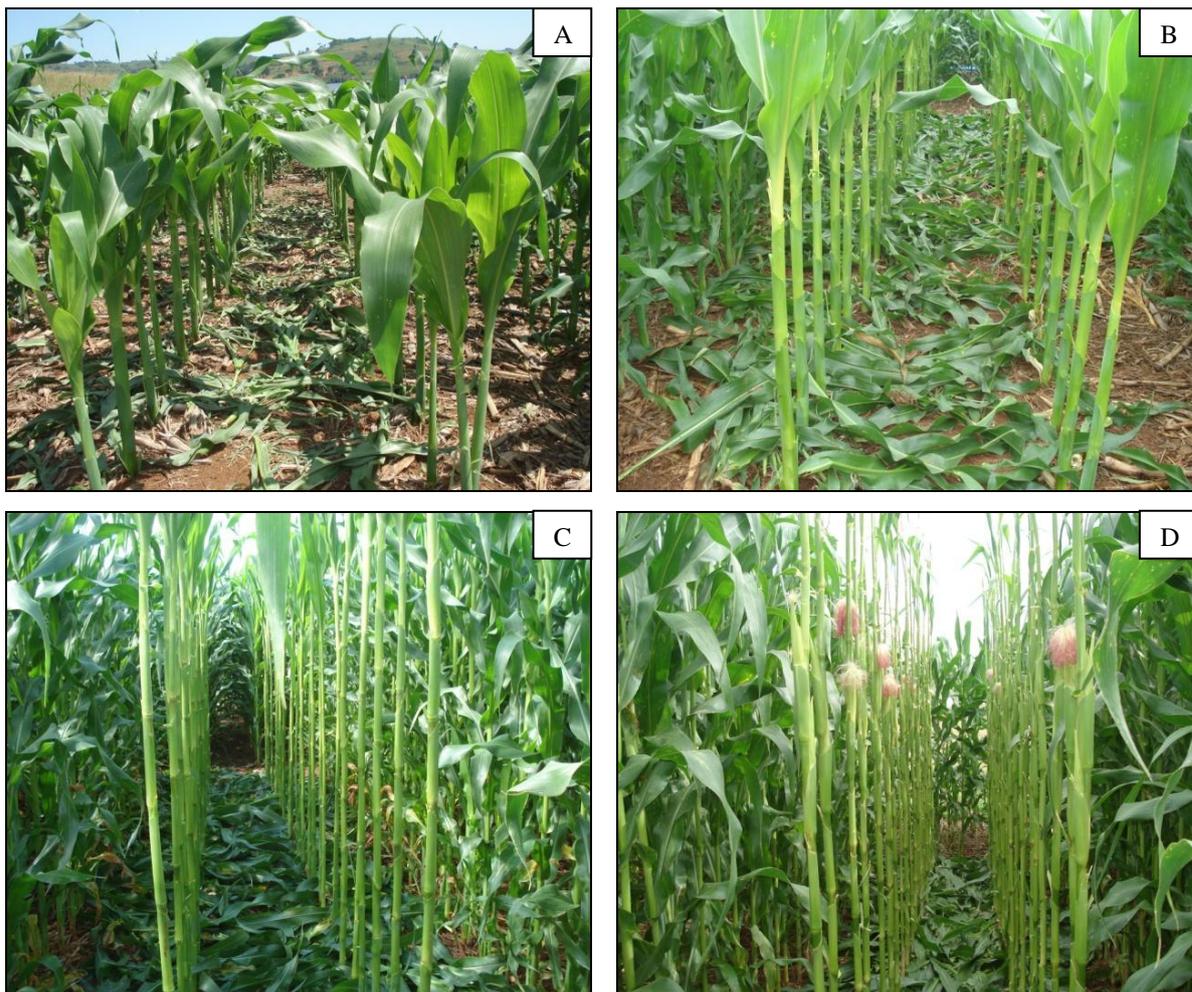


Figura 1– Remoção de oito folhas (A), 12 folhas (B), 16 folhas (C) e 20 folhas expandidas (D), segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993). Lages-SC, anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12.

A adubação foi determinada seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004), objetivando produtividades de 15 t ha^{-1} . A adubação de manutenção foi fornecida no dia da semeadura, utilizando nitrogênio, fósforo e potássio. As fontes utilizadas de P, K e N foram superfosfato triplo (46% de P_2O_5), cloreto de potássio (60% de K_2O) e ureia (45% de N), respectivamente. As doses aplicadas na semeadura foram de 250 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 140 kg ha^{-1} de K_2O e 30 kg ha^{-1} de N. Os fertilizantes foram distribuídos superficialmente próximos às linhas de semeadura. Em cobertura foram aplicados $205 \text{ kg de N ha}^{-1}$, fracionados igualmente em três estádios fenológicos, quando as plantas estavam com quatro, oito e 12 folhas totalmente expandidas (V4, V8 e V12).

A semeadura foi realizada nos dias 22 de outubro de 2010 e 19 de outubro de 2011, com semeadoras manuais, depositando-se três sementes por cova. A densidade utilizada foi de $60.000 \text{ pl ha}^{-1}$ e o espaçamento entrelinhas de 0,7 m. No momento da semeadura, o arranjo entre as plantas foi obtido utilizando-se barbantes marcados com as distâncias corretas entre

as plantas. As sementes foram tratadas no dia da semeadura com inseticida à base de fipronil+tiametoxam ($10 + 42 \text{ g ha}^{-1}$ de i.a.) e com o fungicida a base de fludioxonil+metalaxyl-m ($150 \text{ ml}/100 \text{ kg}$ de sementes) para controle preventivo de pragas e doenças na fase inicial do ciclo da cultura.

O controle de plantas daninhas foi efetuado com duas aplicações de herbicida. A primeira foi feita em pré-emergência das plantas daninhas, na semeadura, com uma mistura de atrazina e s-metolaclopr (1.400 + 2.100 g ha^{-1} de i.a.). A segunda aplicação foi realizada em pós-emergência quando as plantas de milho estavam no estágio V3, utilizando o produto tembotriona (100 g ha^{-1} de i.a.). A lagarta do cartucho foi controlada com três aplicações dos inseticidas lufenuron + lambdacyhalothrin ($15 + 7,5 \text{ g de i.a. ha}^{-1}$) quando as plantas estavam nos estádios V4, V8 e V12, da escala de Richie et al. (1993). As subparcelas foram constituídas de quatro linhas com seis metros de comprimento. Nas duas linhas centrais de cada subparcela determinaram-se a área foliar removida, o rendimento de grãos e seus componentes.

A área foliar foi obtida de acordo com a metodologia descrita por Tollenaar (1992). Mediu-se com uma trena o comprimento (C) e a maior largura (L) de todas as folhas fotossinteticamente ativas, com pelo menos 50% de área foliar verde, de acordo com critério utilizado por Borrás et al. (2003). A área foliar (A), expressa em cm^2 , foi estimada utilizando-se a expressão: $A = C \times L \times 0,75$, onde o valor 0,75 é um coeficiente de correção utilizado por que as folhas não apresentam área retangular. O somatório das áreas de todas as folhas medidas determinou a área foliar por planta removida. Este procedimento também foi adotado nas subparcelas em que se mantiveram as folhas intactas afim de mensurar, por diferença, a percentagem de área foliar removida em relação às subparcelas sem desfolha.

As avaliações referentes à fenologia da cultura foram efetuadas pela determinação da duração dos subperíodos emergência-pendoamento, pendoamento-espigamento, espigamento-maturação fisiológica e ciclo total da cultura. Para cômputo do subperíodo emergência-pendoamento, contou-se o número de dias existentes entre a exteriorização do coleóptilo e a emissão do pendão floral acima da folha bandeira, com deiscência dos grãos de pólen em mais de 50% das plantas. A duração do subperíodo pendoamento-espigamento equivaleu ao número de dias compreendidos entre a presença do pendão floral com deiscência de pólen em 50% das plantas e a visualização de estigmas com pelo menos 1 cm acima da pálea da espiga em mais de 80% das plantas. A duração do subperíodo espigamento-maturação fisiológica foi obtida computando-se o número de dias decorridos entre a exteriorização de estigmas e o aparecimento da camada preta no ponto de inserção dos grãos da fração mediana da espiga em

80% das plantas amostradas. O ciclo total de cultivo foi obtido através da soma dos subperíodos desde a exteriorização do coleóptilo até o aparecimento da camada preta no ponto de inserção dos grãos.

Antes da colheita determinaram-se as percentagens de plantas sem espigas e o número de espigas produtivas por planta. Para avaliação da esterilidade feminina, consideraram-se como espigas produtivas aquelas que tinham mais de 10 grãos formados. O número de espigas por planta foi obtido dividindo-se o número de espigas colhidas pelo número de plantas existentes na área útil das unidades experimentais.

A colheita das espigas foi feita manualmente quando a umidade dos grãos em cada tratamento estava entre 18 e 25%. Para avaliação do rendimento de grãos e seus componentes (número de grãos por espiga, número de grãos m^2 e massa de mil grãos) foram consideradas todas as plantas da área útil. As espigas foram trilhadas com uma trilhadora estacionária. Os grãos foram acondicionados em estufa, sob ventilação e temperatura de, aproximadamente, $65^{\circ}C$, até atingirem massa constante. Os pesos obtidos da massa seca de grãos colhidos na área útil das subparcelas foram convertidos para um hectare, na umidade padrão de 130 g kg^{-1} , determinando-se o rendimento de grãos. Uma subamostra de 400 grãos inteiros por tratamento foi separada e pesada. Esta subamostra foi submetida à secagem em estufa regulada para $105^{\circ}C$ por 72 horas. Depois de ser determinada a massa seca, esta foi multiplicada pelo fator 2,5 e convertida para 130 g kg^{-1} e utilizada para expressar a massa de mil grãos. O número de grãos por espiga foi obtido através de relações entre a massa de mil grãos, a massa total de grãos e o número de espigas colhidas na área útil de cada unidade experimental. O número de grãos produzidos por área (m^2) foi obtido através das relações entre o número de espigas por área, número de grãos nas espigas e densidade de plantas do ensaio.

Foram instalados pluviômetros na área experimental a partir dos quais foi possível efetuar o monitoramento dos dados pluviométricos e observar a necessidade de efetuar irrigação. Os demais dados meteorológicos necessários ao cálculo do balanço hídrico da cultura e a temperatura para obtenção da soma térmica foram obtidos junto à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – EPAGRI; Centro integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina – CLIMERH - Estação Agrometeorológica de Lages-SC. A estação meteorológica fica localizada a, aproximadamente, 20 km da área experimental. Esses dados foram utilizados para cálculo do balanço hídrico relativo às estações de crescimento compreendidas entre outubro de 2010 e abril de 2011 e outubro de 2011 a abril de 2012, conforme metodologia desenvolvida por

Thorntwaite & Mather (1955). Nos dois anos de condução do experimento, foi necessário irrigação complementar observando as necessidades da cultura.

As temperaturas máximas e mínimas foram utilizadas para calcular a soma térmica. Segundo Nesmith & Ritchie (1992), o método da soma térmica é utilizado para relacionar temperatura e desenvolvimento do milho. Ele consiste em utilizar a soma de temperaturas, unidades térmicas ou graus-dia (GD), que é definida como o acúmulo térmico, acima de uma temperatura base, necessária para que a planta atinja um determinado estágio fenológico de seu desenvolvimento. O cálculo da soma térmica é obtido considerando a temperatura base de 10°C para todo o ciclo da cultura do milho, conforme recomendação de Berlato & Matzenauer (1986). A soma térmica é um parâmetro encontrado com frequência em estudos desenvolvidos no Brasil (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância. Os valores de F para os efeitos principais e interações foram considerados significativos ao nível de significância de 5% ($P < 0,05$). Quando alcançada significância estatística no teste F, as médias das cultivares foram comparadas entre si pelo teste de Tukey e o efeito da desfolha considerando o número de folhas removidas por análise de regressão, ambos ao nível de significância de 5%.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Dados meteorológicos

As características meteorológicas do ano de 2010/11 foram favoráveis ao crescimento e desenvolvimento do milho na região de Lages-SC quanto à temperatura e à precipitação pluviométrica. A temperatura média do ar durante o período de desenvolvimento da cultura oscilou entre 15,0°C no mês de outubro e 21,7°C no mês de fevereiro (Tabela 1). O ano agrícola 2010/11, comparado com a média histórica da região, apresentou médias menores nos meses de outubro, novembro e dezembro que correspondem ao início de desenvolvimento da cultura. No entanto, nos meses de janeiro e fevereiro, a média de temperatura da estação de crescimento foi superior à média mensal dos últimos 34 anos (Tabela 1).

No ano agrícola 2011/12, a temperatura média oscilou entre 16,5°C a 21,9°C. No mês de outubro, no qual foi efetuada a semeadura, a temperatura média foi superior à média mensal dos últimos anos para a região (Tabela 1). Porém, nos meses de novembro, dezembro

e janeiro as temperaturas médias foram inferiores com relação ao ano anterior. Este período coincidiu desde a emergência (Ve) até o florescimento (VT). Portanto, todo o desenvolvimento vegetativo da cultura foi exposto a temperaturas abaixo da média, tanto na comparação com a média mensal dos últimos anos quanto com o ano agrícola 2010/11. Isto ocasionou um alongamento no ciclo total do ano agrícola 2011/12 em relação à 2010/11. A temperatura é o principal fator climático que interfere na velocidade do crescimento do milho, pois afeta a eficiência da fotossíntese, refletindo, assim, no ciclo da cultura (SANGOI et al., 2010).

Tabela 1 - Temperatura média mensal do ar durante os anos agrícolas de 2010/11 e 2011/2012 e temperatura média entre outubro e abril de 1976 a 2010. Lages-SC.

Período	Temperaturas médias mensais (°C) ^{1/}							Média
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	
Média entre 1976/2010	16,2	17,7	19,7	19,8	20,0	19,7	15,9	18,5
Ano agrícola de 2010/11	15,0	17,5	19,5	21,7	21,1	18,3	16,7	18,6
Ano agrícola de 2011/12	16,7	17,3	18,8	20,2	21,9	19,3	16,5	18,7

^{1/}Dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – EPAGRI; Centro integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina – CLIMERH; Estação Agrometeorológica de Lages-SC.

No ano agrícola 2010/11, as precipitações pluviiais apresentaram um comportamento regular até o terceiro decêndio de fevereiro, não sendo necessário até este momento efetuar irrigação (Figura 2). No período da semeadura até a emergência não houve déficit nem excesso hídrico, porém quando a cultura se encontrava na diferenciação do primórdio floral (V4), houve excesso hídrico. No terceiro decêndio de novembro, ocorreram precipitações de 135 mm. Neste período foi efetuada a primeira adubação nitrogenada de cobertura. A coincidência entre elevada precipitação e a primeira cobertura pode ter estimulado perdas de nitrogênio (N) por lixiviação. Segundo Ernani (2008), a lixiviação de N é alta quando há percolação de água no solo, independentemente do manejo da adubação nitrogenada. Quando as plantas estavam entre R4 e R5 da escala de Ritchie et al. (1993), irrigou-se o ensaio com, aproximadamente, 25 mm para suprir o déficit hídrico.

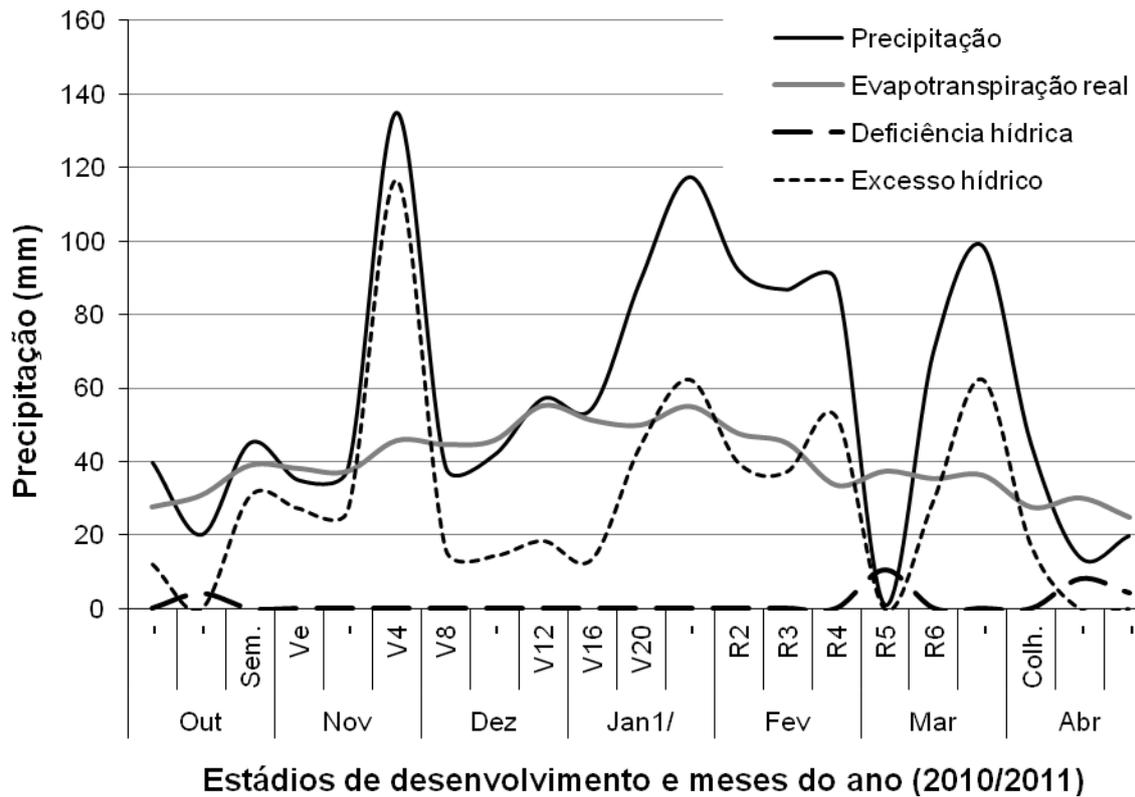


Figura 2- Balanço hídrico do ano agrícola de 2010/11 segundo metodologia proposta por Thornthwaite & Mather (1955), considerando a capacidade de armazenamento de água no solo de 75 mm. Lages-SC.
^{1/}Conforme escala de desenvolvimento proposta por Ritchie et al. (1993).

No segundo ano de cultivo (2011/12), as condições de umidade do solo na semeadura foram favoráveis, pois mesmo ocorrendo excesso hídrico no segundo decêndio de outubro quando foi efetuada a semeadura o solo estava no estado friável, situação esta que favorece a implantação da cultura e garante o estande de plantas (Figura 3). Houve déficit hídrico quando as plantas se encontravam em V16. Nesta ocasião foi efetuada irrigação de 30 mm para suprir as necessidades da cultura. Posteriormente, em R5 e R6 foram efetuadas mais duas irrigações de 30 e 25 mm, respectivamente. O experimento foi irrigado em ambos os anos com o intuito de proporcionar um ambiente favorável ao desenvolvimento das plantas, para observar o estresse ocasionado, principalmente, pela retirada de folhas, sem interferência significativa de outro tipo de estresse.

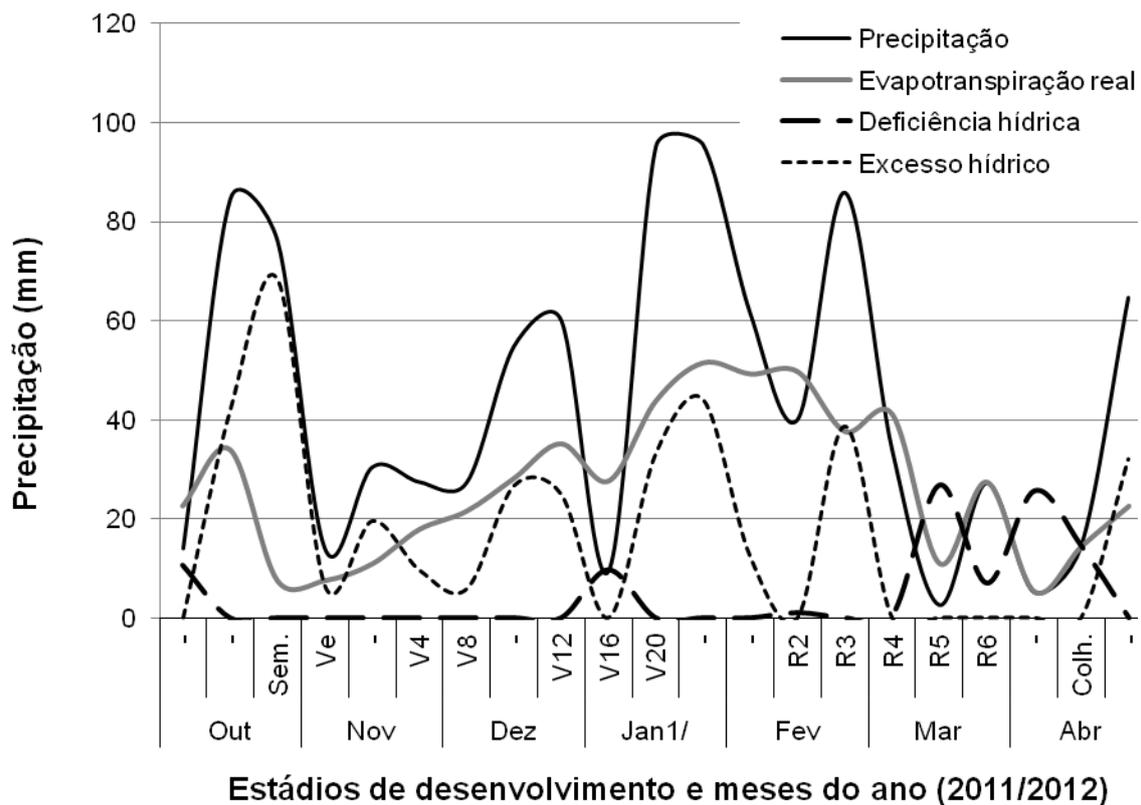


Figura 3- Balanço hídrico do ano agrícola de 2011/12 segundo metodologia proposta por Thorntwaite & Mather (1955), considerando a capacidade de armazenamento de água no solo de 75 mm. Lages-SC.
¹Conforme escala de desenvolvimento proposta por Ritchie et al. (1993).

2.5.2 Soma térmica

O ciclo do milho apresentou um comportamento diferenciado entre os dois anos de cultivo. O ano agrícola 2010/11 teve soma térmica mensal superior nos meses de novembro, dezembro e janeiro, em relação à 2011/12 (Figura 4). Este fato explica a redução do número de dias entre a emergência e maturação fisiológica do ano agrícola 2010/11, em relação a 2011/12 (Tabelas 4 e 5), pois a disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos mais quentes determinam desenvolvimento mais rápido destas. Logo, em regiões ou mesmo em épocas de semeadura mais quentes, há maior precocidade no desenvolvimento das plantas (BERGAMASCHI, 2006).

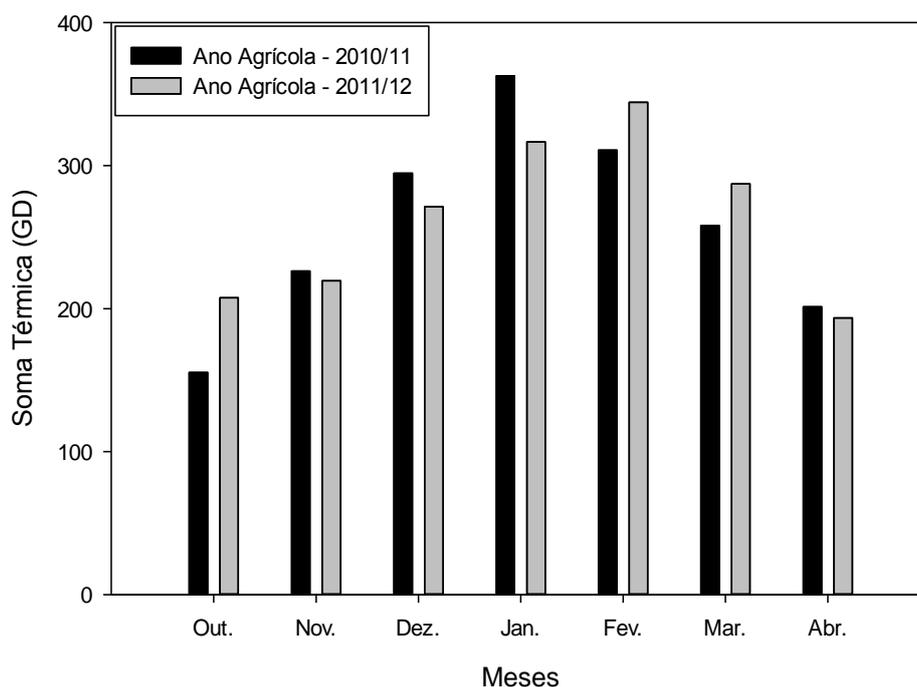


Figura 4 – Soma térmica acumulada em graus-dia durante o desenvolvimento do milho nos anos agrícolas de 2010/2011 e 2011/2012. Lages-SC.

2.5.3 Área foliar removida por planta

A área foliar removida por planta foi afetada pelo estágio de desenvolvimento da planta no momento da desfolha. Contudo, não houve diferença entre cultivares nos dois anos de cultivo (Tabelas 2 e 3). Tanto Nos dois anos a desfolha realizada em V8 reduziu a área foliar em, aproximadamente, 10%, na comparação com as parcelas não desfolhadas, independentemente da cultivar utilizada. Porém, devido ao processo de senescência natural que ocorre com o avanço do desenvolvimento do milho, as primeiras folhas do tratamento sem desfolha senesceram até o momento do florescimento. A desfolha realizada em V12 também apresentou diferença entre os demais tratamentos. Na média das três cultivares, a redução de área foliar ficou próxima de 40% nas três cultivares nos dois anos de cultivo (Tabelas 2 e 3). Segundo Brito et al. (2011), a redução de área foliar em mais de 40%, ainda que no início do enchimento dos grãos, independente da região da planta em que ocorra, pode reduzir a produtividade da lavoura.

Nos dois anos agrícolas, as desfolhas realizadas em V8 e V12 não apresentaram diferença estatística entre as variedades utilizadas (Tabelas 2 e 3). Porém, numericamente a VPA apresentou maiores percentagens de redução na área foliar em relação aos híbridos. Isto

provavelmente ocorreu devido a seu maior desenvolvimento inicial em relação aos híbridos utilizados. Provavelmente, esta característica da VPA proporcionou maior dispêndio de energia convertida em fitomassa e, em consequência, o estresse foi mais acentuado nas desfolhas iniciais em relação aos híbridos.

Tabela 2 - Área foliar removida e percentagem de área foliar removida por planta de milho na comparação com a testemunha, em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2010/11.

Cultivares	Estádios de Desfolha ^{2/}				
	SD	V8	V12	V16	V20
Área foliar removida por planta (cm ²)					
HS ^{1/}	* A 0	B 982	C 3867	D 7401	E 8991
HT	A 0	B 1040	C 3435	D 6447	E 8532
VPA	A 0	B 1395	C 3823	D 7508	E 8609
Área foliar removida (%)					
HS	A 0,0	B 10,6	C 41,6	D 79,7	E 96,8
HT	A 0,0	B 12,1	C 39,9	D 74,9	E 99,1
VPA	A 0,0	B 15,8	C 43,4	D 85,2	E 97,7

*Médias com mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{1/}HS – híbrido simples; HT – híbrido triplo; VPA – variedade de polinização aberta;

^{2/}SD – testemunha sem desfolha; V8 – desfolha com oito folhas expandidas; V12 – desfolha com 12 folhas expandidas; V16 – desfolha com 16 folhas expandidas; V20 – desfolha com 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

CV =5,0%

A média de área foliar das três cultivares nas subparcelas sem desfolha foi de 8903 cm² no primeiro ano agrícola e 8930 cm² no segundo ano agrícola. Desta forma, as desfolhas realizadas em estádios mais avançados reduziram, na média das três cultivares, acima de 70% com a retirada de 16 folhas (V16) e mais de 90% com a retirada de 20 folhas (V20) em relação às parcelas não desfolhadas (Tabelas 2 e 3). Quando foi realizada a desfolha em V20, as plantas já estavam no estágio VT (florescimento masculino). Após atingir esta fase de desenvolvimento o milho cessa a emissão de novas folhas por ter hábito de crescimento determinado. Desta forma, a redução de área foliar nesse período interferiu na produção de fotoassimilados, devido à menor interceptação de radiação solar.

Tabela 3- Área foliar removida e percentagem de área foliar removida por planta de milho na comparação com a testemunha, em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2011/2012.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}				
	SD	V8	V12	V16	V20
	Área foliar removida por planta (cm ²)				
HS ^{1/}	* A 0	B 967	C 3607	D 6925	E 8833
HT	A 0	B 773	C 3034	D 6132	E 7881
VPA	A 0	B 1009	C 3704	D 6935	E 8101
	Área foliar removida (%)				
HS	A 0,0	B 10,3	C 38,4	D 73,7	E 94,0
HT	A 0,0	B 9,0	C 35,1	D 70,9	E 91,2
VPA	A 0,0	B 11,5	C 42,3	D 79,3	E 92,6

*Médias de mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{1/}HS – híbrido simples; HT – híbrido triplo; VPA – variedade de polinização aberta;

^{2/}SD – testemunha sem desfolha; V8 – oito folhas expandidas; V12 – 12 folhas expandidas; V16 – 16 folhas expandidas; V20 – 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

CV = 6,4%

2.5.4 Índice de área foliar (IAF) no florescimento

O IAF no florescimento foi afetado significativamente pelo estágio de retirada das folhas, variando de 5,6 a 0,1 entre tratamentos sem desfolha e aqueles em que foram retiradas 20 folhas (Figura 5). O IAF mensurado no florescimento nas parcelas onde foram mantidas as folhas foi de 5,6, 5,2 e 5,3 para o HS, HT e VPA, respectivamente, no ano agrícola 2010/11 (Figura 5A), e de 5,6, 5,1 e 5,2 para as mesmas cultivares no ano agrícola 2011/12 (Figura 5B). No tratamento em que foram retiradas oito folhas (V8), o IAF remanescente no florescimento nos dois anos de cultivo não foi afetado de forma severa em relação ao tratamento sem desfolha, sendo de 5,5; 5,1 e 5,0 para o HS, HT e VPA, respectivamente, no ano agrícola 2010/11 (Figura 5A) e de 5,6; 5,1 e 4,9 para o HS, HT e VPA no ano agrícola 2011/12 (Figura 5B). Os valores de IAF obtidos na floração nas subparcelas não desfolhadas ou desfolhadas em V8 estão dentro da faixa ótima para rendimentos elevados reportada por Andrade et al. (1996) e Fancelli & Dourado Neto (2000). Isso ocorreu devido à característica do milho em apresentar área foliar exuberante e ao processo de senescência natural das primeiras folhas. Segundo Dangl et al. (2000), a senescência é um processo degenerativo que ocorre ao final do desenvolvimento de qualquer órgão vegetal, incluindo folhas, caules, flores e frutos. Ainda, a senescência das folhas de milho inicia antes da cultura atingir sua máxima área foliar, próxima ao florescimento, progredindo a taxas crescentes durante a fase reprodutiva (SADRAS et al., 2000; LAFARGE & HAMMER, 2002). A senescência natural que ocorre nas primeiras folhas ao final do período vegetativo, explica a ausência de

diferenças significativas no IAF das parcela desfolhadas em V8 com relação à testemunha não desfolhada. Resultado semelhante foi encontrado em trabalho conduzido por Zoldan et al. (2010), em que a desfolha realizada em V8 não reduziu a área foliar, em relação às subparcelas não desfolhadas. Pícoli Junior (2011) também observou que a área foliar remanescente entre tratamento com a retirada de oito folhas e aquele em que se mantiveram as folhas intactas não apresentou diferença no florescimento.

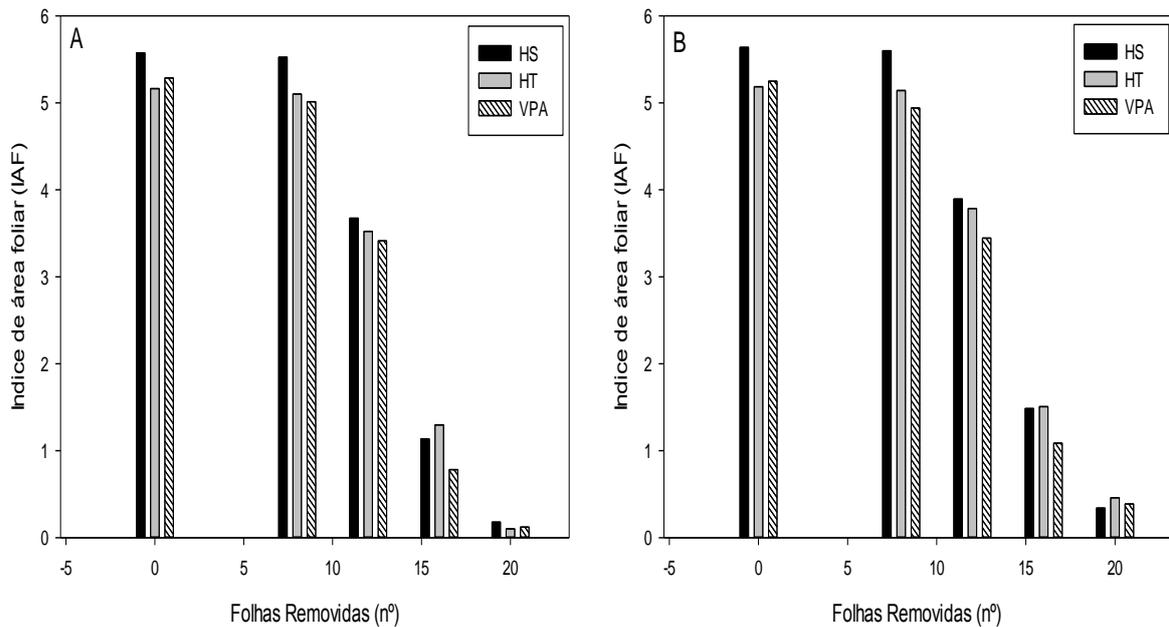


Figura 5 – Índice de área foliar no florescimento em função da retirada de folhas em três cultivares de milho, nos anos agrícolas de 2010/11 (A) e 2011/12 (B). Lages-SC.

A variedade de polinização aberta apresentou redução mais acentuada no IAF com a retirada de folhas nos tratamentos V8, V12 e V16 em ambos os anos de cultivo quando comparado com a testemunha (Figura 5). No primeiro ano agrícola, a VPA reduziu o IAF de 5,3 na testemunha para 5,0 com a retirada de oito folhas. No segundo ano agrícola, novamente a VPA apresentou redução no IAF de 5,2 para 4,9 quando foram removidas oito folhas, sendo que os híbridos mantiveram o mesmo IAF com a retirada das mesmas oito folhas em relação à testemunha. Esta redução no IAF principalmente com relação a retirada de folhas nos estádios iniciais V8 e V12 pode afetar a estabilidade produtiva desta cultivar. Segundo Gardner et al. (1985), a redução no IAF decorrente de estresse pode alterar atividades metabólicas durante o crescimento celular. Portanto, essa alteração fisiológica sofrida com maior intensidade pela VPA pode ter influenciado de forma direta o desenvolvimento das fases subsequentes.

2.5.5 Fenologia da cultura

O subperíodo emergência-pendoamento não foi influenciado pela época de desfolha no ano agrícola de 2010/2011, independentemente da cultivar utilizada (Tabela 4). No segundo ano agrícola, o híbrido triplo atrasou a exteriorização do pendão quando comparado com o híbrido simples nos tratamentos sem desfolha e com desfolha em V8 e em V16, também houve diferença em V16 quando confrontado com a VPA (Tabela 5). Este fato demonstrou que o híbrido simples e a variedade de polinização aberta apresentaram estabilidade na duração deste subperíodo quando submetidos a estresse com redução de área foliar. A desfolha em V20 atrasou o espigamento do milho nos dois anos agrícolas, nas três cultivares, em relação ao tratamento sem desfolha (Tabelas 4 e 5). O aumento do intervalo entre antese (pendoamento com deiscência de pólen) e exteriorização dos estigmas (protandria ou protogenia) compromete a polinização e a fertilização dos óvulos, pois o período de liberação do pólen é curto e sua viabilidade não ultrapassa 18 horas. Sob condições prejudiciais ao desenvolvimento normal das plantas, o desenvolvimento da inflorescência feminina é retardado em relação ao da inflorescência masculina, resultando em incremento do intervalo entre pendoamento e espigamento (BORRÁS et al., 2007).

O subperíodo pendoamento-espigamento nos tratamentos sem desfolha e com desfolha em V8 e em V12 não foi afetado nos dois anos de cultivo, nas três cultivares. Segundo Johnson (1978), desfolhas precoces em V5 não afetaram o intervalo entre antese e espigamento. Essa resposta positiva ao estresse deve-se a exuberância foliar que a cultura do milho apresenta, tendo em vista que os materiais utilizados apresentaram em média, 22 folhas por planta e mesmo retirando 12 folhas a área foliar remanescente ficou em 6037 cm², na média dos dois anos das três cultivares. No entanto, no ano agrícola 2010/11 a retirada de 16 e 20 folhas retardou o espigamento da VPA em relação aos híbridos, indicando maior sensibilidade dessa cultivar Catarina a esse tipo de estresse. Este resultado contrariou a hipótese de que as variedades de polinização aberta apresentam maior plasticidade fenotípica sob condições de estresse, quando comparadas aos híbridos simples e triplos. Isto demonstra que houve deficiência na produção de fotoassimilados, que retardou mais a diferenciação da espiga, o seu desenvolvimento e a expansão de estigmas na VPA em relação aos híbridos.

Tabela 4 - Duração dos subperíodos fenológicos do milho em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2010/11.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}					CV (%)
	SD	V8	V12	V16	V20	
	Emergência- pendoamento (dias) NS ^{3/}					
HS ^{1/}	76	76	77	78	79	
HT	79	79	79	79	80	1,8
VPA	79	77	77	78	80	
Pendoamento- espigamento (dias)						
HS	A 5 a*	A 6 a	A 6 a	AB 8 a	B 9 a	
HT	A 6 a	AB 7 a	AB 7 a	AB 8 a	B 9 a	12,2
VPA	A 7 a	A 7 a	A 8 a	B 10 b	B 11 b	
Espigamento-maturação fisiológica (dias)						
HS	A 60 a	A 56 a	A 58 a	B 43 a	B 35 a	
HT	A 55 a	A 55 a	B 44 b	B 42 a	B 34 a	8,6
VPA	A 56 a	A 54 a	A 51 ab	B 33 a	B 32 a	
Ciclo total (dias)						
HS	A 142 a	A 138 a	A 141 a	B 129 a	B 122 a	
HT	A 140 a	A 140 a	B 130 b	B 130 a	B 123 a	2,8
VPA	A 143 a	A 138 a	A 135 ab	B 121 b	B 123 a	

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

^{1/}HS – híbrido simples; HT – híbrido triplo; VPA – variedade de polinização aberta;

^{2/}SD – testemunha sem desfolha; V8 – desfolha com oito folhas expandidas; V12 – desfolha com 12 folhas expandidas; V16 – desfolha com 16 folhas expandidas; V20 – desfolha com 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

Emergência= 31/10/10; Pendoamento= 50% das plantas com deiscência de pólen; espigamento= 80% das plantas com estigmas visíveis e maiores de 1 cm; Maturação fisiológica= 80% das plantas com a camada preta dos grãos visível.

^{3/}Diferenças não significativas.

O subperíodo espigamento-maturação corresponde ao período de enchimento de grãos. Esse intervalo foi encurtado nos dois anos de cultivo nas três cultivares com a remoção de 16 e 20 folhas quando comparado com a testemunha sem desfolha (Tabelas 4 e 5). A menor duração deste subperíodo encurtou o ciclo total da cultura nos dois anos agrícolas, independentemente da cultivar utilizada. Segundo Paul (1990), sob estresse hídrico o milho encurta seu ciclo e tem sua produtividade reduzida. Pícoli Junior (2011) também verificou redução na duração do período de enchimento de grãos em desfolhas realizadas em V15 e VT.

Tabela 5- Duração dos subperíodos fenológicos do milho em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2011/12.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}					CV (%)
	SD	V8	V12	V16	V20	
Emergência- pendoamento (dias)						
HS ^{1/}	83 a*	83 a	83 a	83 a	83 a	
HT	86 b	86 b	85 a	86 b	85 a	1,0
VPA	84 ab	85 ab	84 a	83 a	85 a	
Pendoamento- espigamento (dias)						
HS	A 4 a	A 5 a	AB 7 a	AB 9 a	B 12 a	
HT	A 3 a	AB 7 a	AB 6 a	AB 9 a	B 10 a	32,0
VPA	A 5 a	A 5 a	AB 8 a	AB 9 a	B 12 a	
Espigamento-maturação fisiológica (dias)						
HS	A 66 a	A 65 a	A 62 a	B 53 a	B 44 a	
HT	A 62 a	A 58 a	A 55 a	B 45 a	B 44 a	4,8
VPA	A 63 a	A 62 a	AB 56 a	B 50 a	B 42 a	
Ciclo total (dias)						
HS	A 153 a	A 153 a	A 152 a	B 145 a	B 139 a	
HT	A 152 a	A 152 a	AB 147 a	B 141 a	B 139 a	1,5
VPA	A 152 a	A 152 a	AB 148 a	B 142 a	B 139 a	

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

^{1/}HS – híbrido simples; HT – híbrido triplo; VPA – variedade de polinização aberta;

^{2/}SD – testemunha sem desfolha; V8 – desfolha com oito folhas expandidas; V12 – desfolha com 12 folhas expandidas; V16 – desfolha com 16 folhas expandidas; V20 – desfolha com 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

Emergência= 27/10/11; Pendoamento= 50% das plantas com deiscência de pólen; espigamento= 80% das plantas com estigmas visíveis e maiores de 1 cm; Maturação fisiológica= 80% das plantas com a camada preta dos grãos visível.

2.5.6 Rendimento de grãos e componentes do rendimento

Nos dois anos de condução do experimento, o rendimento de grãos foi afetado pela interação entre cultivar e estágio de realização da desfolha. A amplitude de variação no rendimento de grãos entre os tratamentos de desfolha no ano agrícola 2010/11 foi de 997 kg ha⁻¹ a 12.721 kg ha⁻¹ (Tabela 6). No segundo ano, a produtividade variou de 2.187 kg ha⁻¹ a 14.352 kg ha⁻¹ (Tabela 7). Os menores valores numéricos de rendimento de grãos registrados no primeiro ano, independentemente do tratamento utilizado, se devem possivelmente a fatores climáticos, pois as práticas de manejo foram idênticas nos dois anos de cultivo

(Tabelas 6 e 7). A alta taxa pluviométrica em 2010/2011 provavelmente contribuiu para a ocorrência de perdas por lixiviação de N, explicando parcialmente a menor produtividade deste ano agrícola, em relação a de 2011/12.

O híbrido simples foi mais produtivo do que a variedade de polinização aberta em todos os tratamentos, com exceção daqueles em que as plantas foram desfolhadas em V20, nos dois anos de cultivo (Tabelas 6 e 7). Segundo Brito et al. (2011), o rendimento de grãos é afetado por perdas das folhas acima da espiga. A produtividade do híbrido simples também superou numericamente a do híbrido triplo em pelo menos 1200 kg ha⁻¹ no ano agrícola de 2010/11 e em cerca de 800 kg ha⁻¹ no ano agrícola 2011/12, em relação aos tratamentos sem desfolha e com desfolhas em V8, V12 e V16. Contudo, apenas em V12 as diferenças foram estatisticamente significativas no primeiro ano de cultivo (Tabela 6). Já no segundo ano agrícola foram identificadas diferenças estatísticas entre os dois híbridos nos tratamentos sem desfolha e quando foram retiradas oito folhas (Tabela 7).

Tabela 6 – Rendimento de grãos e percentagem de redução no rendimento do milho em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2010/2011.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}				
	SD ^{1/}	V8	V12	V16	V20
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)					
HS ^{1/}	A 12.721 a*	A 12.248 a	A 12.414 a	B 9.495 a	C 1.369 a
HT	A 11.106 ab	A 10.806 a	AB 10.112 b	B 8.294 a	C 1.094 a
VPA	A 9.695 b	B 7.241 b	B 7.333 c	B 5.654 b	C 997 a
Média	11.175	10.099	9.953	7.815	1.154
Percentagem de redução no rendimento de grãos (%)					
HS	-	A 3,7 a	A 2,4 a	B 25,4 a	C 89,2 a
HT	-	A 2,7 a	AB 9,0 b	B 25,3 a	C 90,1 a
VPA	-	B 25,3 b	B 24,4 c	B 41,7 b	C 89,7 a
Média	-	10,6	11,9	30,8	89,7

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

^{1/}HS – híbrido simples; HT – híbrido triplo; VPA – variedade de polinização aberta;

^{2/}SD – testemunha sem desfolha; V8 – desfolha com oito folhas expandidas; V12 – desfolha com 12 folhas expandidas; V16 – desfolha com 16 folhas expandidas; V20 – desfolha com 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

CV= 20,3%

Para o híbrido simples e o híbrido triplo não foram registrados decréscimos significativos no rendimento de grãos nas desfolhas feitas em V8 e V12 em relação à testemunha (Tabelas 6 e 7). Lauer (2009) verificou que não houve redução significativa no rendimento de grãos quando as desfolhas ocorreram na fase inicial do desenvolvimento do milho, entre V2 e V6, corroborando a informação de que as oito primeiras folhas expandidas pelo milho pouco contribuem para sua produtividade.

Tabela 7 – Rendimento de grãos e percentagem de redução no rendimento do milho em função de cultivar e estágio de desfolha. Lages-SC, 2011/2012.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}				
	SD ^{1/}	V8	V12	V16	V20
	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)				
HS ^{1/}	A 14.352 a*	A 14.169 a	A 13.014 a	B 7.797 a	C 3.691 a
HT	A 11.961 b	A 11.417 b	A 11.315 a	B 6.914 a	C 2.757 a
VPA	A 10.897 b	B 8.564 c	B 8.201 b	C 4.623 b	D 2.187 a
Média	12.403	11.383	10.843	6445	2878
	Percentagem de redução no rendimento de grãos (%)				
HS	-	A 1,3 a	A 9,3 a	B 45,7 a	C 74,3 a
HT	-	A 4,5 b	A 5,4 a	B 42,2 a	C 77,0 a
VPA	-	B 21,4 c	B 24,7 b	C 57,6 b	D 79,9 a
Média	-	9,1	13,1	48,5	77,1

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

^{1/}HS – híbrido simples; HT – híbrido triplo; VPA – variedade de polinização aberta;

^{2/}SD – testemunha sem desfolha; V8 – desfolha com oito folhas expandidas; V12 – desfolha com 12 folhas expandidas; V16 – desfolha com 16 folhas expandidas; V20 – desfolha com 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

CV= 5,8%

A variedade de polinização aberta demonstrou maior sensibilidade à redução de área foliar, reduzindo o rendimento de grãos já a partir da retirada das primeiras oito folhas expandidas da planta nos dois anos (Tabelas 6 e 7). Este resultado contraria os dados de Bisognin et al. (1997), que relataram maior estabilidade produtiva das variedades de polinização aberta (VPAs) em relação aos híbridos quando estas são submetidas a estresses. Porém os resultados obtidos corroboram os obtidos por Argenta et al. (2003) e Sangoi et al. (2006), que demonstraram que a menor variabilidade genética do HS não aumentou a vulnerabilidade a condições desfavoráveis de manejo em relação à VPA. Esse comportamento também foi encontrado por Duvick & Cassman (1999), nos Estados Unidos, por Tollenaar & Lee (2002), no Canadá, e por Silva et al. (2003) no Brasil, comparando cultivares com diferentes bases genéticas. As plantas de variedades de polinização aberta apresentam maior variabilidade morfológica e fenológica do que as dos híbridos simples, em função de sua base genética mais ampla (BORÉM, 1999). Segundo Tokatlides & Koutroubas (2004) e Liu et al. (2004a), estas características são negativas à obtenção de altas produtividades porque diminuem a eficiência de uso dos recursos do ambiente.

Analisando percentualmente as perdas de rendimento ocasionadas pela desfolha nos diferentes estádios no ano agrícola 2010/11, verifica-se que a remoção das oito primeiras folhas reduziu o rendimento de grãos em 3,7%, 2,7% e 25,3% para o HS, HT e VPA, respectivamente. Alguns estudos têm relatado que desfolhas com remoção de oito folhas proporcionam reduções de até 26% no rendimento de grãos (JOHNSON, 1978). Já Hicks et

al. (1977) encontrou redução de 48% no rendimento de grãos para tratamentos com desfolha similar à realizada em V8. Também se observou com a retirada de 12 folhas da planta reduções de 2,4%, 9% e 24,4% no rendimento de grãos do HS, HT e VPA. Já na desfolha em V16, as perdas percentuais de rendimento em relação à testemunha foram de 25,4% para os híbridos e de 41,7% para a VPA. Na desfolha realizada em V20, o rendimento de grãos de todas as cultivares apresentou grandes decréscimos, representando apenas 10,8%, 9,9% e 10,3% da produtividade obtida nas parcelas sem desfolha para o HS, HT e VPA, respectivamente (Tabela 6). As maiores percentagens de redução no rendimento nas desfolhas realizadas em V8, V12 e V16 na VPA revelam a sua menor tolerância a esse tipo de estresse. A resposta a estresse depende do genótipo utilizado (HANWAY, 1969; SANGOI et al., 2001) e das condições ambientais ocorridas após a desfolha (LAUER et al., 2004; MANGEN et al., 2005).

No segundo ano de cultivo, as percentagens de redução no rendimento da VPA também foram superiores a 20% nas desfolhas realizadas em V8 e V12 em relação à testemunha (Tabela 7). Já a desfolha realizada em V16 proporcionou redução no rendimento mais acentuada nas três cultivares, em relação à testemunha com 45,7% para o HS, 42,2% para o HT e 57,6% para a VPA, respectivamente. Mangen et al. (2005) detectaram perdas no rendimento superiores a 44% ao procederem a desfolha quando a planta de milho estava com 13 folhas expandidas. Este fato reforça a intensidade do estresse com a retirada de folhas em estádios mais avançados de desenvolvimento da cultura.

A desfolha feita em V20 ocasionou grandes decréscimos no rendimento de grãos, independentemente da base genética da cultivar e do ano de cultivo. Quando desfolhadas neste estágio, as plantas ficaram com uma a três folhas para sustentar o enchimento de grãos, fazendo com que os estigmas, que apresentam elevado conteúdo de água, ficassem expostos a radiação solar. Segundo Vargas (2010), estigmas com alto conteúdo de água ficam desprotegidos após a remoção das folhas, ocorrendo intensa desidratação e abortamento destas estruturas reprodutivas.

A análise de regressão referente ao estresse ocasionado pelo número de folhas removidas em função do estágio da desfolha sobre o rendimento de grãos corrobora os resultados das Tabelas 6 e 7. A regressão mostra um comportamento quadrático da variável para o HS e HT no primeiro e segundo ano, evidenciando que estes híbridos apenas externaram perdas significativas de produtividade quando se removeu mais de 12 folhas expandidas por planta. Por outro lado, o rendimento de grãos da VPA decresceu linearmente com o aumento do número de folhas removidas (Figuras 6 e 7). Resultado semelhante foi

encontrado por Sangoi et al. (2006). Estes autores observaram que a maior variabilidade genética da cultivar BRS Planalto não assegurou rendimento de grãos superior ao dos híbridos nos sistemas de produção com baixo investimento em insumos que geraram estresses hídricos e nutricionais às cultivares utilizadas no trabalho.

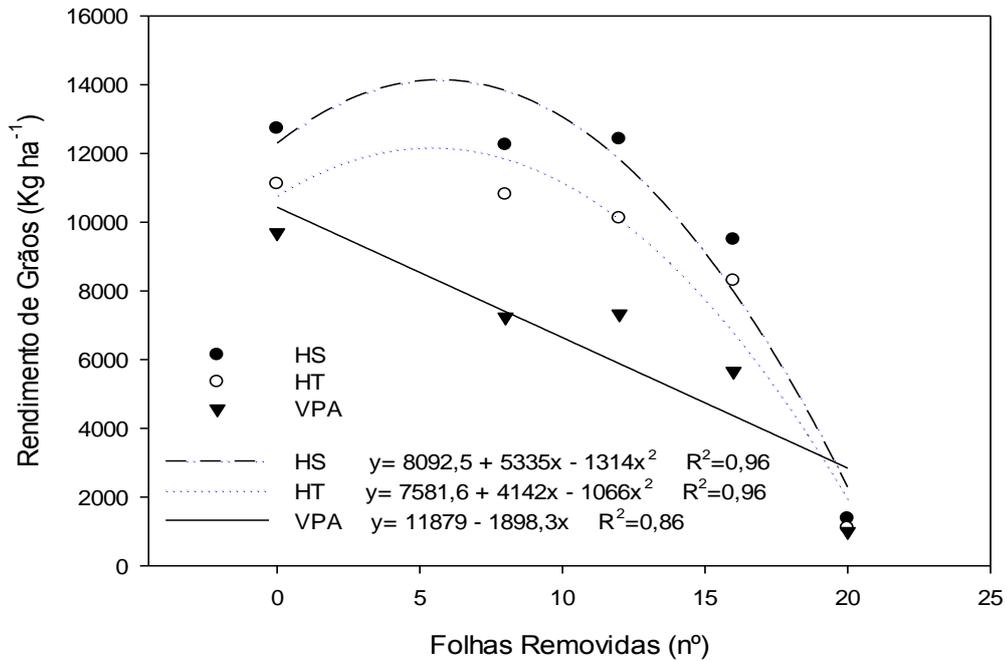


Figura 6 - Rendimento de grãos de cultivares de milho em função do número de folhas removidas. Lages-SC, 2010/2011. CV= 20,2%.

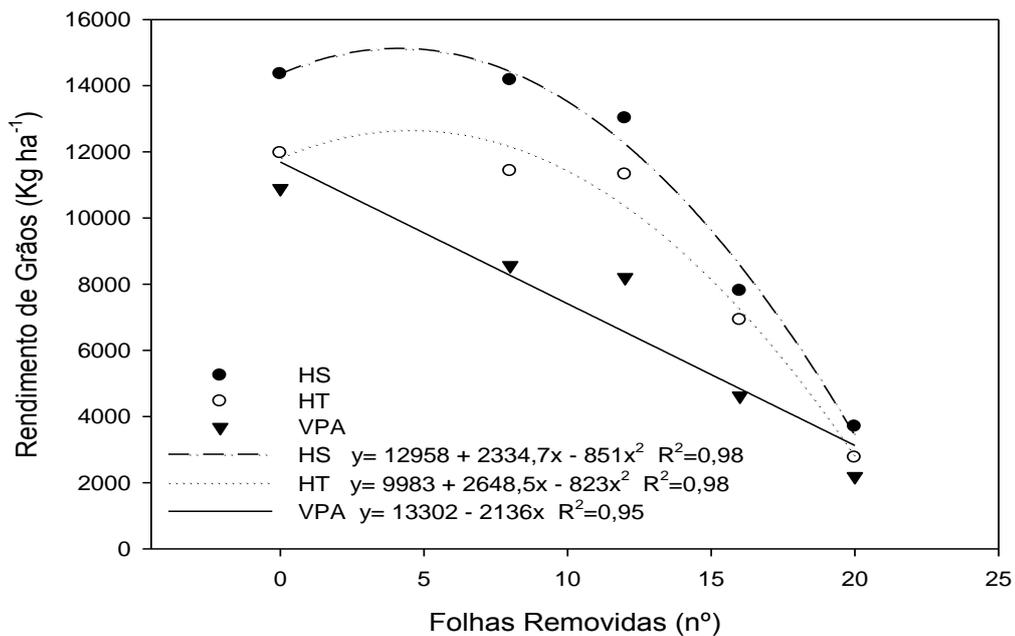


Figura 7 - Rendimento de grãos de cultivares de milho em função do número de folhas removidas. Lages-SC, 2011/2012. CV= 5,8%

A massa de mil grãos em ambos os anos foi numericamente inferior nos tratamentos em que foram removidas 20 folhas (V20). No entanto, estatisticamente, no ano agrícola 2010/11 somente a variedade de polinização aberta apresentou massa de mil grãos inferior a dos demais tratamentos (Tabela 8). Já no segundo ano, foram os híbridos que apresentaram menor massa de grãos quando submetidos à desfolha em V20 (Tabela 9). Os resultados encontrados corroboram aos obtidos por Jones & Simons (1983) e Egharevba et al. (1976), que avaliando níveis de desfolha após o florescimento, relataram redução na massa dos grãos de 12,7 a 53%. Eles atribuíram as perdas no rendimento ocasionadas pela redução de área foliar depois de 20 dias do florescimento ao declínio no peso do grão. Brito et al. (2011) encontraram que a perda de folhas acima da espiga afetou diminuindo a massa de mil grãos. Ainda, Gambín et al. (2006) encontraram alta relação entre taxa de crescimento da planta no início da floração e desenvolvimento do grão, demonstrando que restrições à fonte antes do período efetivo de enchimento de grãos já comprometem o peso dos mesmos. Isto pode ser observado no tratamento em que foram retiradas 16 folhas que, numericamente, apresentaram valores inferiores de massa de mil grãos em comparação com os tratamentos sem desfolha e com desfolha em V8 e V12, nos dois anos, nas três cultivares utilizadas (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8 – Componentes do rendimento de três cultivares de milho em função do estágio de desfolha. Lages-SC, 2010/2011.

Característica	Estádios de desfolha ^{1/}				
	SD	V8	V12	V16	V20
Híbrido simples (HS)					
^{2/} Massa de mil grãos	A 410*	A 416	A 375	A 372	A 288
^{3/} Grãos espiga ⁻¹	AB 509	A 530	A 551	B 432	C 233
^{4/} Grãos m ⁻²	A 3.110	A 3.227	A 3.348	A 2.582	B 388
^{5/} Espigas planta ⁻¹	A 1,01	A 1,02	A 0,98	A 0,99	B 0,40
Híbrido triplo (HT)					
Massa de mil grãos	A 345	A 329	A 347	A 324	A 334
Grãos espiga ⁻¹	A 545	A 540	AB 503	B 432	C 100
Grãos m ⁻²	A 3.227	A 3.291	A 2.920	A 2.597	B 336
Espigas planta ⁻¹	A 1,01	A 1,01	A 0,97	A 0,96	B 0,60
Variedade de polinização aberta (VPA)					
Massa de mil grãos	A 425	AB 374	AB 376	AB 347	B 309
Grãos espiga ⁻¹	A 429	AB 348	AB 368	AB 339	B 119
Grãos m ⁻²	A 2.310	A 1.969	A 1.943	A 1.616	B 300
Espigas planta ⁻¹	A 0,97	A 0,96	A 0,95	B 0,77	C 0,39

*Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{1/}SD – sem desfolha; V8 – oito folhas expandidas; V12 – 12 folhas expandidas; V16 – 16 folhas expandidas; V20 – 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

^{2/}CV=13,9% ^{3/}CV=23,9% ^{4/}CV=22,6% ^{5/}CV=10,1%

Contudo, a redução na massa de mil grãos não foi a principal responsável pelos grandes decréscimos no rendimento proporcionados pelas desfolhas mais tardias. A restrição na produção de fotoassimilados, a desidratação dos estilo-estigmas e o abortamento de óvulos mais acentuado registrado nas parcelas desfolhadas em V20 reduziram significativamente o número de grãos produzidos por espiga e, desta forma, comprometeram drasticamente o número de grãos por área e a produtividade das três cultivares utilizadas (Tabelas 8 e 9). Resultados obtidos por Alvim et al. (2010) e Wilhelm et al. (1995) reforçam a tese de que o número de grãos produzidos por espiga e por área são os componentes que mais influenciam o rendimento de grãos. Hanway (1969) detectou que a esterilidade feminina foi um componente relevante da redução no rendimento de grãos quando a desfolha ocorreu em VT. No presente experimento, a desfolha em V20 reduziu em 70% o número de grãos espiga⁻¹, em relação ao tratamento sem desfolha, na média das três cultivares em 2010/11. No segundo ano de cultivo, esse valor ficou próximo de 55%. O baixo suprimento de fotoassimilados e a exposição dos estigmas ao sol após a retirada das folhas estão relacionados ao índice de abortamento de grãos. Silva (2001) verificou que a desfolha total no florescimento do milho aumentou a esterilidade feminina.

Tabela 9 – Componentes do rendimento de três cultivares de milho em função de estágio de desfolha. Lages-SC, 2011/2012.

Característica	Estádios de desfolha ^{1/}				
	SD	V8	V12	V16	V20
Híbrido simples (HS)					
^{2/} Massa de mil grãos	A 405*	A 420	A 401	AB 350	B 260
^{3/} Grãos espiga ⁻¹	A 569	A 552	A 560	B 374	B 288
^{4/} Grãos m ⁻²	A 3.544	A 3.397	A 3.241	B 2.228	C 1.430
^{5/} Espigas planta ⁻¹	A 0,99	A 0,98	A 0,93	A 0,95	A 0,79
Híbrido triplo (HT)					
Massa de mil grãos	A 368	A 348	A 350	AB 295	B 260
Grãos espiga ⁻¹	A 504	A 530	A 546	B 405	C 205
Grãos m ⁻²	A 3.246	A 3.279	A 3.231	B 2.346	C 1.093
Espigas planta ⁻¹	A 1,07	A 1,00	A 0,99	A 0,93	A 0,86
Variedade de polinização aberta (VPA)					
Massa de mil grãos	A 383	A 382	A 390	A 355	A 307
Grãos espiga ⁻¹	A 466	A 468	AB 424	B 320	C 199
Grãos m ⁻²	A 2.843	A 2.745	A 2.519	B 1.305	B 744
Espigas planta ⁻¹	A 1,02	A 1,01	A 0,99	B 0,68	B 0,60

*Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{1/}SD – sem desfolha; V8 – oito folhas expandidas; V12 – 12 folhas expandidas; V16 – 16 folhas expandidas; V20 – 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

^{2/}CV=8,1% ^{3/}CV=8,9% ^{4/}CV=7,1% ^{5/}CV=7,2%

O presente trabalho, assim como os conduzidos por Argenta et al. (2003) e Sangoi et al. (2006), reforça a idéia de que a maior uniformidade morfológica e fenológica dos híbridos

simples minimiza a competição intra-específica e aumenta sua tolerância a condições de estresse. Por outro lado, os dados obtidos refutam a tese defendida por Bisognin (1997), Maia & Nunez (2006), Meneguetti et al. (2006) e Pelwing et al. (2008) de que a maior variabilidade genética das variedades de polinização aberta confere a essas variedade melhores condições de suportar condições desfavoráveis de manejo, clima e solo.

2.6 CONCLUSÕES

O rendimento de grãos dos híbridos P30R50H e P30B30 é menos suscetível a desfolhas precoces (V8 e V12) do que o rendimento de grãos da variedade de polinização aberta SCS 155 Catarina.

Desfolhas realizadas em V20 reduzem em mais de 70% o rendimento de grãos do milho, independentemente da base genética da cultivar.

A maior variabilidade genética da variedade de polinização aberta SCS 155 Catarina não lhe propiciou maior tolerância ao estresse ocasionado pela desfolha.

3 PODRIDÕES DA BASE DO COLMO E GRÃOS ARDIDOS EM CULTIVARES DE MILHO COM BASES GENÉTICAS CONTRASTANTES SUBMETIDAS À DESFOLHA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

3.1 RESUMO

O sistema de plantio direto em monocultivo de milho contribui para o aumento dos danos causados por doenças. Estresses ocasionados pela desfolha nas plantas provocam rupturas, que também podem facilitar a infecção por fungos. A escolha da cultivar pode ser uma estratégia para minimizar os danos de produtividade ocasionadas pela incidência de doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da desfolha realizada em diferentes estádios fenológicos sobre a incidência de podridões da base do colmo (PBC), de plantas quebradas e grãos ardidos (GA) em cultivares de milho com bases genéticas contrastantes. O trabalho foi conduzido em Lages-SC, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados dispostos em parcelas subdivididas com quatro e três repetições no primeiro e segundo ano. Na parcela principal foram avaliadas três cultivares: a variedade de polinização aberta (VPA) SCS 155 Catarina, o híbrido triplo (HT) P30B30 e o híbrido simples (HS) P30R50H. Cada cultivar foi submetida a cinco tratamentos de desfolha nas subparcelas: desfolha em V8, V12, V16, V20 e uma testemunha sem desfolha. O experimento foi implantado no sistema de semeadura direta, em sucessão ao consórcio de aveia preta e ervilhaca, numa área de três anos de monocultivo de milho. As desfolhas realizadas em V8 e V12 não aumentaram a incidência de PBC e a percentagem de colmos quebrados, em relação à testemunha. As desfolhas mais tardias (V16 e V20) aumentaram a ocorrência de PBC, colmos quebrados e diminuíram grãos ardidos na média das três cultivares. A VPA apresentou maior percentagem de podridões da base do colmo e de colmos quebrados do que os híbridos na testemunha e nas subparcelas desfolhadas em V8 e V12. A maior variabilidade genética da VPA SCS 155 Catarina não aumentou sua tolerância a doenças do colmo, em relação aos híbridos, quando submetida a desfolhas em diferentes estádios fenológicos.

Palavras-chaves: *Zea mays*. Área foliar. Doenças. Estabilidade.

3.2 ABSTRACT

The no-tillage monoculture cropping system contributes to increase damages to maize caused by diseases. Stresses caused by plant defoliation promote leaf ruptures that can also ease fungi infection. The cultivar choice may be a strategy to minimize yield damage caused by the incidence of diseases. This work was carried out aiming to evaluate the effect of defoliation performed at different growth stages on the incidence of base stalk rot (BSR), broken plants and rot grains (RG) of maize cultivars with contrasting genetic bases. The experiment was set in Lages-SC, during the 2010/11 and 2011/12 growing seasons. A randomized block design was used, displayed in split-plots with four and three replications in the first and second year. Three cultivars were tested in the main plot: the Open Pollinated Variety (OPV) SCS 155 Catarina, the triple hybrid (TH) P30B30 and the single-cross hybrid (SC) P30R50H. Each cultivar was defoliated in the split-plots when plants had eight (V8), twelve (V12), sixteen (V16) and twenty (V20) expanded leaves. A control treatment without defoliation was also included in the trial. The experiment was sown in the no-tillage system, following the consortium black oat and vetch, in an area with three years of maize monoculture. The defoliations performed at V8 and V12 did not increase the incidence of BSR and the percentage of broken stalks when compared to the control. The defoliations carried out at V16 and V20, increasing the occurrence of BSR and broken stalks and decreasing rot grains in average of three cultivars. The OPV showed higher percentages of base stalk rot and broken stalks than the hybrids in the control and when plants were defoliated at V8 and V12. The largest genetic variability of OPV SCS 155 Catarina did not increase its tolerance to diseases of stalk, in comparison to the hybrids, when plants were submitted to defoliations at different growth stages.

Key-words: *Zea mays*. Leaf tissue area. Diseases. Stability.

3.3 INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais importantes no mundo, em função de sua qualidade nutricional e quantidade produzida, representando mais de 30% do total da produção mundial de grãos (FEPAGRO-RS, 2011). Mesmo apresentando elevado potencial produtivo, a cultura pode sofrer redução no rendimento ocasionada por doenças.

O aumento de incidências de doenças do milho está estreitamente relacionado à evolução do sistema de produção desta cultura no Brasil. Modificações no sistema de produção que resultaram no aumento da produtividade, foram também responsáveis pelo aumento da incidência e da severidade de doenças. Desse modo, a expansão da fronteira agrícola, a ampliação das épocas de semeadura (safra e safrinha), a adoção do sistema de plantio direto, a ausência de rotação de culturas e o uso de cultivares suscetíveis têm promovido modificações importantes na dinâmica populacional dos patógenos, resultando no surgimento de novos problemas para a cultura relacionados à ocorrência de doenças a cada ano agrícola (EMBRAPA, 2012).

O sistema de plantio direto na palha vem sendo utilizado em grande escala nos últimos anos. Este sistema trouxe consigo algumas vantagens como menor gasto de energia através da redução de práticas culturais e conseqüente redução do custo de produção. Contudo, trouxe também desvantagens tais como a alteração nas populações dos agentes causais de doenças, que aumenta a intensidade das mesmas na cultura do milho (REIS & CASA, 2001; REIS et al., 2004).

Dentre os fatores que limitam o aumento da produtividade do milho, se encontram as doenças, principalmente aquelas causadas por fungos (WHITE, 1999). Merecem destaque a mancha branca, a cercosporiose, a ferrugem polissora, os enfezamentos vermelho e pálido e as podridões de espiga. Além destas, nos últimos anos algumas doenças foliares, como a antracnose foliar e a mancha de macrospora, que eram consideradas de menor importância, têm ocorrido com elevada severidade em algumas regiões produtoras (WORDEL et al., 2010).

Na região Sul do Brasil destacam-se, pela frequência de ocorrência e pelos danos causados, as doenças relacionadas com podridões da base de colmo (PBC) e podridões de espiga (PE) (REIS & CASA, 2001). As podridões de colmo provocam o apodrecimento dos tecidos internos da medula do colmo e são causadas principalmente pelos fungos *Fusarium verticillioides* (Sacc) Nirenberg, *F. graminearum* (Schwabe), *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson, *Stenocarpella macrospora* (Sutt) e *S. maydis* (Berk.). Tais patógenos causam danos, devido ao fato de interromperem o fluxo de seiva existente entre parte aérea e sistema

radicular, causando a morte prematura de plantas, menor enchimento de grãos, acamamento e maiores danos de colheita, podendo ocasionar, também, redução na qualidade dos grãos (FEPAGRO-RS, 1998; REIS et al., 2004).

Termos utilizados na fitopatologia segundo Bergamin, (2004) a injúria nada mais é do que o sintoma da doença, desta forma, qualquer agente biológico pode causar injúrias à planta. Dano é a redução da quantidade ou na qualidade da produção. Perda é a redução no retorno financeiro causada pelo organismo nocivo, então se tem uma medida monetária.

A antracnose, causada pelo fungo *C. graminicola*, pode causar a morte prematura de plantas e quebra de colmo nas plantas infectadas. Os danos ocorrem em regiões com precipitação pluvial elevada em híbridos de milho suscetíveis ao patógeno e cultivados em área de monocultura, pratica que é comum no Sul do Brasil. A severidade da antracnose normalmente é maior no milho safrinha em plantio direto sob monocultura, ou quando o milho é cultivado, em plantio direto, sob restos culturais de gramíneas como aveia, azevém, cevada, trigo e triticale (REIS & CASA, 2001).

A fusariose causada pelo fungo *F. verticillioides* pode causar podridões da base do colmo (PBC) e podridões de espiga (PE) (ULLSTRUP, 1964; FLETT & WEHNER, 1991). O inóculo primário é encontrado nos restos culturais e nas sementes de milho. A infecção nas espigas pode ser através do canal dos estigmas ou associada a injúrias provocadas por insetos e, ainda, por danos mecânicos. Sobre os grãos infectados observam-se os sinais do fungo na forma de micélio e esporos com coloração rosa-salmão (CASA et al., 2010). Grãos colonizados dão origem a grãos ardidos (GA). No colmo a infecção pode iniciar com a semente infectada, podendo afetar até o sistema radicular, o que favorece a quebra do colmo de plantas de milho (REIS & CASA, 2001).

A giberela causada pelo fungo *F. graminearum*, se manifesta na espiga pela presença de um mofo rosado, iniciando na ponta e progredindo em direção à base da espiga. A palha pode ser colonizada e cimentada à espiga, podendo levar a sua deteriorização total. Ainda, após a infecção, os grãos apresentam coloração rosa avermelhada e são considerados grãos ardidos. A giberela é mais severa quando ocorrem precipitações pluviais mais intensas 14 a 21 dias após o florescimento (WHITE, 1999; CASA et al., 2010).

A diplodia, causada pelos fungos *S. macrospora* e *S. maydis*, além de causar podridões da base do colmo causa podridões de espiga. Os sintomas iniciam na base da espiga, logo após a fecundação. As brácteas da espiga tornam-se despigmentadas e de coloração pardo-cinza a esbranquiçada, com palhas internas aderidas umas as outras e aos grãos. Os grãos infectados apresentam coloração cinza fosco. O inóculo responsável pela infecção é

produzido principalmente nos restos culturais. Sob clima quente e úmido, os conídios são disseminados principalmente por respingos de chuva (CASA et al., 2006; CASA et al., 2010).

A macrofomia é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*. Os sintomas são detectados nas plantas próximo a colheita, principalmente quando estas sofreram algum tipo de estresse. O colmo de plantas infectadas apresenta uma descoloração externa. Os tecidos internos do colmo são desintegrados e os feixes vasculares ficam soltos e de coloração cinza com pequenos pontos negros. A infecção é favorecida por temperaturas próximas de 30°C e baixa umidade do solo (CASA et al., 2010).

A ocorrência de PBC pode ser influenciada pelo estado nutricional das plantas e pela ocorrência de estresse. Segundo Reis & Casa (2004), a ocorrência de PBC é favorecida por alterações nas relações entre fonte e dreno de nutrientes ocorridas durante a fase de enchimento dos grãos. Fatores que reduzam a fotossíntese e a produção de carboidratos, predispõem as plantas às podridões (PINTO et al., 1997). A desfolha durante o florescimento altera a partição de fotoassimilados entre as diferentes estruturas da planta, podendo influenciar a incidência de doenças do colmo do milho (BLUM et al., 2001).

A ocorrência e a intensidade dos danos causados por fungos causadores de grãos ardidos são maiores em lavouras conduzidas em monocultura, especialmente quando chove em excesso, no período compreendido entre a fecundação e a colheita, e quando a cultura é afetada por insetos, granizo, pássaros e geada (WHITE, 1999).

Algumas estratégias preventivas no controle dos fungos que causam as PBC e as PE podem ser utilizadas como: uso de sementes saudáveis, tratamento de semente com fungicidas, emprego da rotação de culturas, adubação equilibrada, evitar o cultivo do milho sobre restos culturais de gramíneas de inverno e evitar condições de estresses para a planta (FERNANDES & OLIVEIRA, 1997; CASA et al., 2000; ZAMBOLIM et al., 2000; REIS & CASA, 2001; REIS et al., 2004).

A escolha da cultivar pode ser uma ferramenta para minimizar a queda de produtividade ocasionada pela ocorrência de doenças. No momento da semeadura os agricultores têm a opção de utilizar variedades de polinização aberta (VPAs) ou híbridos. A variedade é um conjunto de plantas com características comuns, que apresenta material geneticamente estável e de alta variabilidade, o que lhe confere maior estabilidade de produtividade que os híbridos em condições adversas, porém normalmente têm menor potencial produtivo (ARGENTA et al., 2003). Ainda, segundo Bisognin (1997), as variedades de polinização aberta apresentam maior variabilidade genética, o que pode conferir as mesmas maior tolerância a estresses. As VPAs são mais utilizadas pelos pequenos produtores, devido

ao menor preço das sementes e à possibilidade de utilizá-las por até três anos, sem perdas significativas no potencial produtivo, devido à depressão endogâmica (ELIAS et al., 2010). O híbrido triplo é obtido do cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem. Os híbridos triplos são bastante uniformes e seu potencial produtivo é intermediário entre os híbridos simples e duplos. O mesmo ocorre com o preço de sementes. Já o híbrido simples é obtido a partir do cruzamento de duas linhagens endogâmicas e expressa alta uniformidade genética, morfológica e fenológica, porém baixa variabilidade genética. Ele necessita de condições edafoclimáticas favoráveis para expressar seu alto potencial produtivo (HORN, 2004). Este trabalho tem como hipóteses que a utilização de cultivares com maior variabilidade genética pode ser uma estratégia de manejo para atenuar a incidência de doenças de colmo e mitigar as injúrias à qualidade de grãos ocasionadas pela desfolha.

Desta forma, o trabalho foi conduzido com objetivo de avaliar o impacto da desfolha, realizada em diferentes estádios fenológicos, sobre a incidência de podridões da base do colmo, as percentagens de plantas quebradas e a ocorrência de grãos ardidos em cultivares de milho com variabilidade genética contrastante.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Lages (SC), nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12, numa área com três anos de monocultivo de milho na primavera/verão. A área fica localizada no distrito de Santa Terezinha do Salto, a 20 km da cidade de Lages, no Planalto Sul de Santa Catarina. As coordenadas geográficas da área experimental são 27°50'35" de latitude Sul, 50°02'45" de longitude oeste e altitude de 849 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb, mesotérmico, com verões brandos, temperaturas médias do mês mais quente inferiores a 22°C e precipitações pluviais bem distribuídas.

Utilizou-se o sistema de semeadura direta, sobre cobertura morta de um consócio de aveia preta e ervilhaca. O solo da área é um Nitossolo Vermelho distrófico, segundo classificação da Embrapa (2006). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições no primeiro ano e três repetições no segundo ano. Na parcela principal foram avaliadas três cultivares: a variedade de polinização aberta (VPA) SCS 155 Catarina, o híbrido triplo (HT) P30B30 e o híbrido simples (HS) P30R50H. Nas subparcelas, cada cultivar foi submetida a cinco tratamentos de

desfolha: desfolha em V8, V12, V16 e V20, conforme escala de Ritchie et al. (1993), e uma testemunha sem desfolha. Em cada tratamento de desfolha foram removidos manualmente todo o limbo foliar das folhas expandidas (com colar visível).

A adubação foi determinada seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004), objetivando produtividades de 15 t ha⁻¹. A adubação de manutenção foi fornecida na semeadura, nas doses de 30 kg ha⁻¹ de N, 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 140 kg ha⁻¹ de K₂O. Foram aplicados em cobertura 205 kg de N ha⁻¹, fracionados igualmente em três estádios fenológicos, quando as plantas estavam com quatro, oito e 12 folhas expandidas (estádios V4, V8 e V12, da escala de Ritchie et al. (1993)).

A semeadura foi realizada nos dias 22 de outubro de 2010 e 19 de outubro de 2011 com semeadora manual, depositando-se três sementes por cova. A densidade utilizada foi de 60.000 pl ha⁻¹ com espaçamento entrelinhas de 0,7 m. No momento da semeadura, o arranjo entre as plantas foi obtido utilizando-se barbantes marcados com as distâncias corretas entre as plantas. Quando as plantas estavam entre V3 e V4, foi efetuado desbaste para ajustar a população de plantas ao valor almejado.

As sementes foram tratadas, no dia da semeadura com inseticida à base de fipronil+tiametoxam (10 + 42 g ha⁻¹ de i.a.) e com o fungicida à base de fludioxonil+metalaxyl-m (150 ml/100 kg de sementes) para controle preventivo de pragas e doenças na fase inicial do ciclo da cultura.

O controle de plantas daninhas foi efetuado com duas aplicações de herbicida. A primeira foi feita em pré-emergência das plantas daninhas, no dia da semeadura, com uma mistura de atrazina e s-metolaclo (1.400 + 2.100 g ha⁻¹ de i.a.). A segunda aplicação foi realizada em pós-emergência quando as plantas de milho estavam no estágio V3, utilizando o produto tembotriona (100 g ha⁻¹ de i.a.). A lagarta do cartucho foi controlada com três aplicações dos inseticidas lufenuron + lambdacyhalothrin (15 + 7,5 g de i.a. ha⁻¹), quando as plantas estavam nos estádios V4, V8 e V12, da escala de Richie et al. (1993).

Cada subparcela foi constituída por quatro linhas com seis metros de comprimento. Nas duas linhas centrais de cada subparcela efetuaram-se as avaliações de incidência da mancha de macrospora causada pelo fungo de *Stenocarpella macrospora*, estatura de planta, altura de inserção de espiga, plantas quebradas e incidência de podridões da base do colmo (PBC).

A avaliação da mancha de macrospora foi efetuada quando as plantas estavam no florescimento. Foram observadas cinco plantas de cada unidade experimental, onde em cada planta foi identificado o número de lesões ocasionadas pela mancha de macrospora na folha

índice (folha da espiga), uma folha acima e uma folha abaixo da folha índice. Para quantificação da severidade foi utilizada a média das três folhas de cinco plantas de cada subparcela.

A estatura de planta e a altura de inserção da espiga superior foram determinadas quando as plantas estavam entre R2 e R3, da escala de Ritchie et al. (1993). Para determinação destas variáveis foram utilizadas cinco plantas com homogeneidade morfológica e fenológica na área útil. A estatura de planta correspondeu à medida da distância do colo da planta à extremidade do pendão. A altura de inserção de espiga correspondeu à distância entre o colo da planta e o nó em que estava inserida a espiga superior.

A percentagem de colmos quebrados foi estimada contando-se o número de plantas quebradas e o número total de plantas da área útil. Foi considerada quebrada a planta que apresentava ruptura do colmo abaixo da espiga.

Ainda em pré-colheita foi realizada a quantificação da incidência de podridões da base do colmo através da percentagem de plantas que apresentavam sintomas visuais de podridão e/ou quando os colmos eram facilmente amassados quando pressionados com os dedos polegar e indicador. No momento da colheita foram coletados colmos sintomáticos de três plantas por subparcela contendo o segundo e terceiro entrenó. Também foram coletadas amostras de grãos para análise de grãos ardidos. A Figura 8 apresenta fotografias de colmos saudáveis, colmos doentes, dos sintomas da mancha de macrospora na folha e de grãos ardidos após a colheita.

No laboratório de Fitopatologia do CAV-UDESC, foram retirados quatro fragmentos de tecido de cada colmo doente, desinfetados e plaqueados em placas de Petri, contendo meio de cultura de batata-dextrose-água (BDA) na proporção de 39g L⁻¹ de água destilada. As placas foram mantidas em câmara de incubação sob luz fluorescente contínua, sob temperatura de 25 °C, seguindo-se a identificação e a quantificação de patógenos após quatro a sete dias de incubação. Também foram realizadas as análises de grãos ardidos (GA). A percentagem de GA foi obtida pela separação manual dos grãos sintomáticos (considerado GA aquele com, no mínimo, ¼ de descoloração) de uma amostra homogênea de 250 g de sementes de cada subparcela (BRASIL, 1996; TRENTO et al., 2002). Os grãos ardidos foram pesados e o peso obtido transformado em percentagem de grãos ardidos.

Os dados meteorológicos necessários para o acompanhamento das precipitações acumuladas e umidade relativa do ar foram obtidos junto à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – EPAGRI; Centro integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina – CLIMERH - Estação

Agrometeorológica de Lages-SC e à Unidade Meteorológica do CAV/UEDESC, situada em Lages. As duas estações meteorológicas estão localizadas a, aproximadamente, 20 km da área experimental. Esses dados foram utilizados para obtenção do acúmulo de precipitações nos dois anos agrícolas de cultivo. A precipitação acumulada foi calculada pela soma diária referente aos meses de cultivo e fracionada pelo número de decêndios mensal. A umidade relativa do ar foi obtida diariamente. Utilizou-se a média mensal referente aos períodos de cultivo nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.



Figura 8 – Colmos considerados saudáveis (A), e doentes (B), mancha de macrospora (C) e identificação visual de grãos ardidos (D). Lages-SC, anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12.

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância. Os valores de F, para os efeitos principais e as interações, foram considerados significativos ao nível de significância de 5% ($P < 0,05$). Quando alcançada significância estatística no teste F, as médias das cultivares foram comparadas entre si pelo teste de Tukey e o efeito da desfolha considerando o número de folhas removidas por análise de regressão, ambos ao nível de significância de 5%.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Dados meteorológicos

A umidade relativa do ar e a temperatura do ar são dois fatores importantes para infecção e desenvolvimento de fungos que ocasionam doenças nas plantas. A umidade relativa do ar do ano agrícola de 2010/2011 foi superior à do ano agrícola 2011/12 nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril. Em março e abril de 2011, período que correspondeu ao final do enchimento de grãos e à colheita, a umidade relativa do ar média foi maior do que 80% (Figura 9). Esse fato provavelmente contribuiu para os maiores valores de podridões da base do colmo (PBC) e de grãos ardidos (GA) que serão reportados posteriormente no primeiro ano do ensaio, na comparação com 2011/2012. Segundo a EMBRAPA (2010), epidemias de antracnose são mais severas durante períodos prolongados de temperatura moderadas (25°C) e elevada umidade relativa do ar, principalmente se coincidir com a fase de enchimento dos grãos.

Nesse período, o milho estava iniciando o estágio R1 (espigamento). Segundo Reis et al. (2004), as infecções pelos fungos causadores de PE ocorrem durante ou logo após a polinização do milho. Segundo White (1999), alguns fungos causadores de podridões da espiga necessitam de molhamento contínuo dos estigmas e partes da espiga para posterior colonização dos grãos. Sob condições de precipitações pluviais acima do normal durante as fases de polinização e formação dos grãos, normalmente ocorre aumento das PE, com consequente incremento de GA e fungos associados aos grãos (REIS et al., 2004).

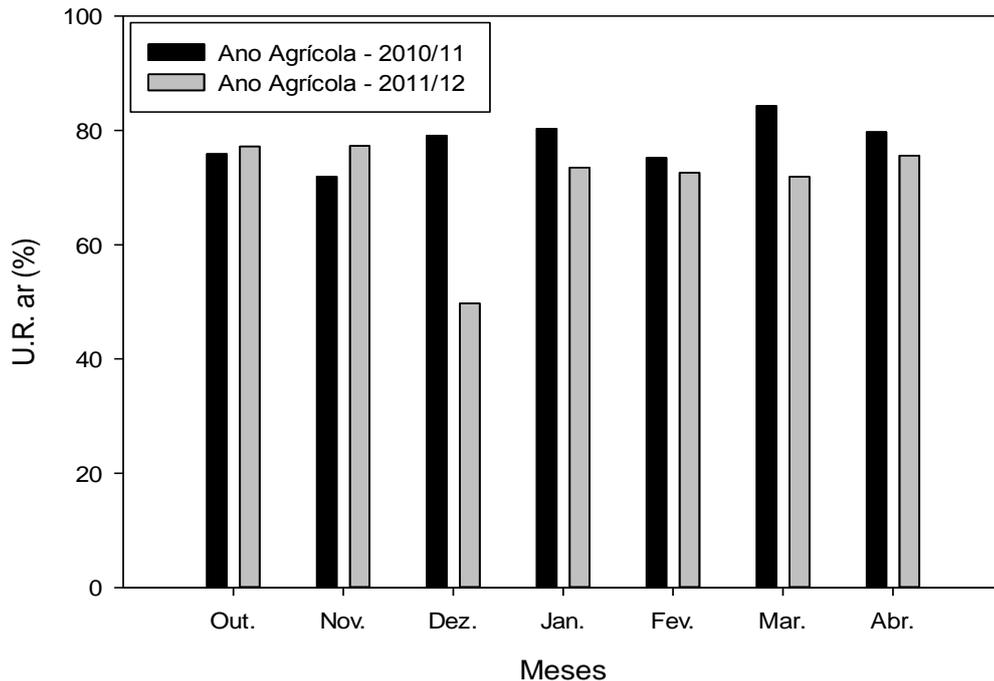


Figura 9 – Umidade relativa do ar (U.R. ar) nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.

Ainda quando a cultura estava entre R5 (grão farináceo-duro) e colheita (umidade entre 18 e 25%), período que foi do primeiro decêndio de março ao primeiro decêndio de abril, ocorreu precipitação total de 214 mm. Segundo Frederiksen (2000), as epidemias ocasionadas por fungos ocorrem em condições de alta precipitação, alta umidade relativa do ar e grande quantidade de inóculo no final do ciclo das culturas. Assim, pode-se dizer que as condições meteorológicas e manejo da área experimental, com três anos de monocultivo de milho, foram favoráveis a ocorrência de doenças em 2010/2011.

No segundo ano de cultivo (2011/12), a precipitação total no ciclo da cultura foi de 762 mm, portanto menor que a registrada em 2010/11 (Figura 10). No período de pendoamento e florescimento, que compreendeu entre o terceiro decêndio de janeiro e o primeiro decêndio de fevereiro, a precipitação foi inferior à do ano anterior em cerca de 50 mm. Ainda no final do enchimento de grãos do milho, período que foi de R5 até a colheita, a precipitação foi de, aproximadamente, 50 mm, sendo 77% menor em relação ao ano agrícola anterior.

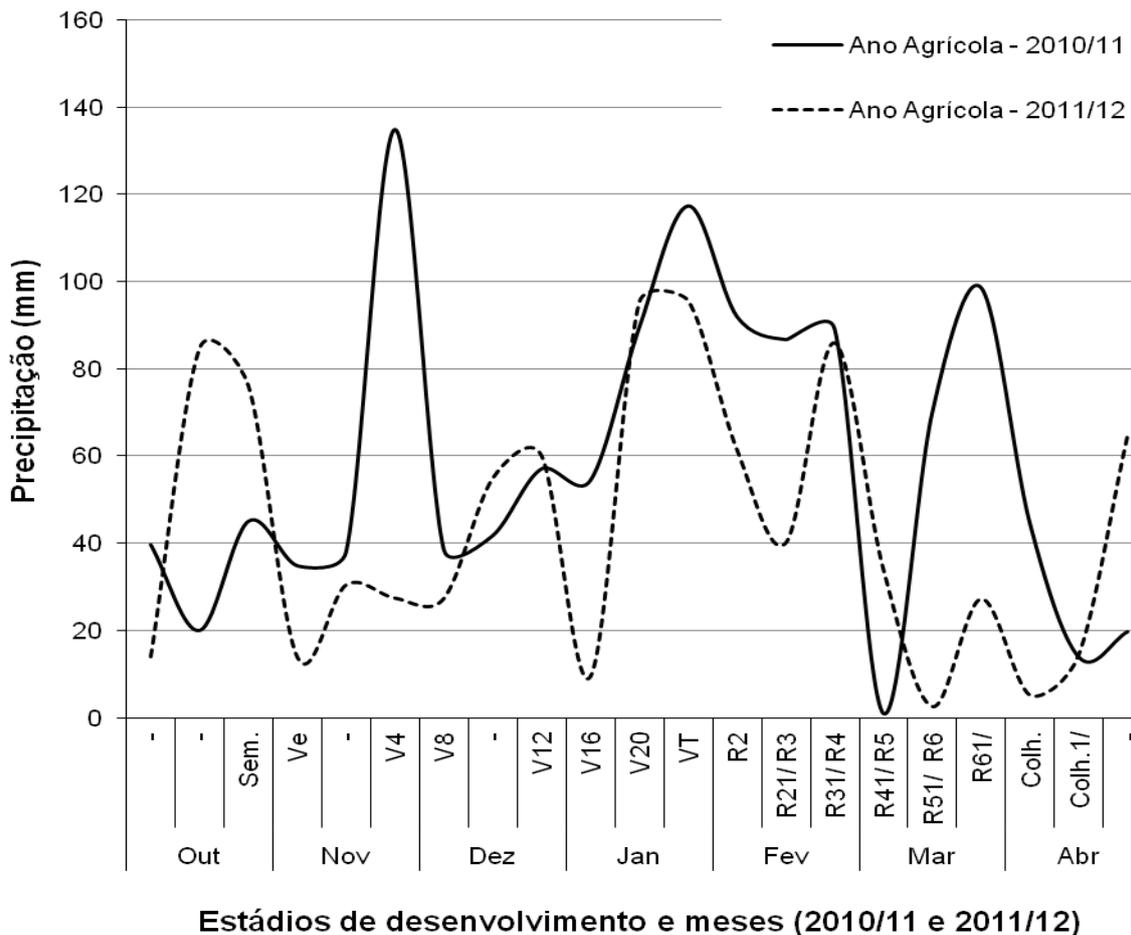


Figura 10 - Precipitação decenal registrada em Lages nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12.^{1/}Estádios de desenvolvimento do ano agrícola 2011/12 segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

A temperatura média do ar durante o período de desenvolvimento da cultura no ano agrícola de 2010/11 oscilou entre 15,0°C no mês de outubro e 21,7°C no mês de janeiro (Tabela 10). Portanto, o mês de janeiro foi aquele que apresentou maior temperatura média. Este período coincidiu com o florescimento da cultura do milho e isso pode favorecer a infecção por fungos e, conseqüentemente, maior incidência de grãos ardidos na colheita.

No ano agrícola de 2011/12, a temperatura média oscilou entre 16,5°C no mês de abril e 21,9°C no mês de fevereiro. Os meses de fevereiro e março apresentaram temperatura média superior ao ano agrícola de 2010/11 (Tabela 10). Este período compreendeu o espigamento (R1) até a maturação fisiológica (R6). Portanto, mesmo apresentando temperatura superior nesse período, outros fatores como umidade relativa do ar (Figura 9) e precipitações pluviiais (Figura 10) foram inferiores em 2011/12 em relação ao ano anterior.

Tabela 10 - Temperatura média mensal do ar entre outubro e abril durante os anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.

Período	Temperaturas médias mensais (°C) ^{1/}							Média
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	
Ano agrícola de 2010/11	15,0	17,5	19,5	21,7	21,1	18,3	16,7	18,6
Ano agrícola de 2011/12	16,7	17,3	18,8	20,2	21,9	19,3	16,5	18,7

^{1/}Dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – EPAGRI; Centro integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina – CLIMERH; Estação Agrometeorológica de Lages-SC.

3.5.2 Características agrônômicas

A estatura de planta não foi afetada pelo estágio de realização de desfolha nos dois anos de cultivo (Tabela 11). Houve diferença estatística na estatura de planta das cultivares no segundo ano de cultivo. Numericamente, a VPA apresentou maior estatura de plantas do que os híbridos em todos os tratamentos. No entanto, estatisticamente houve diferença quando comparada com o HT nos tratamentos V8, V12 e V16. Quando confrontada com o HS, a estatura da VPA foi maior apenas com a retirada de 16 folhas (Tabela 11).

Tabela 11 – Estatura de plantas de três cultivares de milho em função do estágio de desfolha, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}					CV (%)
	SD	V8	V12	V16	V20	
Estatura de planta (m) - ano agrícola de 2010/11						
HS ^{1/}	3,09 NS ^{3/}	3,08	3,02	3,04	3,09	
HT	3,00	2,91	2,82	2,99	2,90	2,6
VPA	3,02	3,01	3,01	3,04	3,07	
Estatura de planta (m) - ano agrícola de 2011/12						
HS	3,00 a*	2,98 ab	2,99 ab	2,95 b	2,98 a	
HT	2,91 a	2,82 b	2,81 b	2,77 b	2,80 a	3,2
VPA	3,20 a	3,19 a	3,12 a	3,11 a	3,06 a	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{1/}HS= Híbrido simples; HT= Híbrido triplo; VPA= Variedade de polinização aberta.

^{2/}SD – sem desfolha; V8 – oito folhas expandidas; V12 – 12 folhas expandidas; V16 – 16 folhas expandidas; V20 – 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

^{3/}Diferença entre médias não significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

A maior estatura de planta da VPA manifestada principalmente no segundo ano de cultivo possivelmente se deve a uma característica de manejo e ambiente, tendo em vista que

a estatura média deste material reportada pela Epagri (2011) é de 2,30 m com densidade de 50.000 plantas ha⁻¹. A população de plantas utilizada no experimento foi de 60.000 plantas ha⁻¹. Esse fato pode ter estimulado a alongação dos entrenós. A menor foto-oxidação de auxinas decorrente da proximidade das plantas em densidades elevadas estimula a alongação celular (SALISBURY; ROSS, 1992). Desta forma, os entrenós do colmo são mais longos, aumentando a estatura de planta e a altura de inserção da espiga.

A altura de inserção de espiga não foi afetada pelo estágio de retirada de folhas nos dois anos de cultivo. Porém houve diferença estatística entre as cultivares utilizadas (Tabela 12). A variedade de polinização aberta apresentou altura de inserção de espiga numericamente superior nos dois anos de cultivo, em relação aos híbridos (Tabela 12). No primeiro ano, a VPA nos tratamentos V8, V12 e V20 apresentou diferença estatística quando comparada com o HT e, no segundo ano, foi diferente do HS nos tratamentos sem desfolha, com desfolha em V8 e V12 e, quando comparada com o HT, nos tratamentos com desfolha em V16 e V20 (Tabela 12). Valores mais elevados de altura de inserção da espiga podem aumentar a propensão da ocorrência de quebraimento de plantas, pois o centro de gravidade da planta fica mais alto, diminuindo assim sua sustentabilidade. As maiores estaturas de planta e altura de inserção de espiga no colmo aumentam a percentagem de plantas quebradas antes da colheita (SANGOI et al., 2002).

Tabela 12 – Altura de inserção de espiga de três cultivares de milho em função do estágio de desfolha, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}					CV (%)
	SD	V8	V12	V16	V20	
Altura de inserção de espiga (m) - ano agrícola de 2010/11						
HS ^{1/}	1,56 a*	1,59 ab	1,50 ab	1,56 a	1,60 ab	
HT	1,53 a	1,46 b	1,35 b	1,53 a	1,43 b	4,2
VPA	1,60 a	1,66 a	1,56 a	1,63 a	1,67 a	
Altura de inserção de espiga (m) - ano agrícola de 2011/12						
HS	1,53 a	1,49 a	1,46 a	1,55 ab	1,57 a	
HT	1,50 a	1,34 a	1,36 a	1,39 b	1,39 b	4,1
VPA	1,71 b	1,72 b	1,68 b	1,63 a	1,72 a	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{1/}HS= Híbrido simples; HT= Híbrido triplo; VPA= Variedade de polinização aberta.

^{2/}SD – sem desfolha; V8 – oito folhas expandidas; V12 – 12 folhas expandidas; V16 – 16 folhas expandidas; V20 – 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

O diâmetro de colmo não foi afetado significativamente pelos tratamentos de desfolha e cultivares utilizadas nos dois anos de cultivo (Tabela 13). Este fato pode ser explicado pela utilização da mesma densidade de plantas no ensaio. Segundo Strieder (2006), o principal fator que influencia o diâmetro de colmo, é a densidade de plantas. À medida que aumenta a densidade, aumenta também o número de plantas dominadas, caracterizadas por possuírem menor desenvolvimento e menor diâmetro de colmo.

Tabela 13 – Diâmetro de colmo de três cultivares de milho em função do estágio de desfolha, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}					CV (%)
	SD	V8	V12	V16	V20	
Diâmetro de colmo (cm) - ano agrícola de 2010/11						
HS ^{1/}	2,2 NS ^{3/}	2,1	2,1	2,2	2,2	
HT	2,2	2,1	2,1	2,3	2,2	5,7
VPA	2,4	2,2	2,3	2,4	2,4	
Diâmetro de colmo (cm) - ano agrícola de 2011/12						
HS	2,3 NS ^{3/}	2,2	2,4	2,2	2,2	
HT	2,3	2,3	2,4	2,3	2,3	5,6
VPA	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	

^{1/}HS= Híbrido simples; HT= Híbrido triplo; VPA= Variedade de polinização aberta.

^{2/}SD – sem desfolha; V8 – oito folhas expandidas; V12 – 12 folhas expandidas; V16 – 16 folhas expandidas; V20 – 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

^{3/} Diferença entre médias não significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

3.5.3 Avaliações de doenças de colmo e plantas quebradas

A análise de regressão referente ao impacto do número de folhas removidas na percentagem de colmos doentes e de plantas quebradas, demonstrou que o comportamento foi quadrático para as três cultivares utilizadas, nos dois anos de cultivo (Figuras 11 e 12). No ano agrícola 2010/11, as desfolhas realizadas em V8 e V12 não causaram aumentos significativos na percentagem de doenças de colmo e plantas quebradas, em relação a testemunha não desfolhada, nas três cultivares utilizadas (Figura 11). O híbrido simples apresentou menores percentagens de doenças de colmo e de plantas quebradas em 2010/11 nos tratamentos sem desfolha e naqueles desfolhados em V8 e V12, (Figura 11). Já em 2011/12, o híbrido triplo apresentou menores percentagens nesses mesmos tratamentos (Figura 12). Nos dois anos de execução do trabalho, a variedade de polinização aberta

apresentou maior ocorrência de podridão de colmo e plantas quebradas nos tratamentos sem desfolha e nos desfolhados em V8 e V12 (Figuras 11 e 12). Isto demonstra que a maior variabilidade genética da VPA não lhe propiciou maior tolerância a danos no colmo quando submetida a desfolhas feitas em V8 e V12 em comparação com os híbridos, resultados semelhantes foram encontrados por Ribeiro et al. (2004).

Quando foram retiradas mais que 12 folhas, as três cultivares aumentaram as percentagens de colmos doentes e de plantas quebradas. Isto demonstra que estresse ocasionado pela desfolha, interfere na incidência de podridões de colmo, e que a magnitude deste efeito depende do estágio de desenvolvimento em que a desfolha ocorre. Nas desfolhas mais tardias (V16 e V20), remove-se grande parte da área fotossintética da planta. Isto reduz a produção de fotoassimilados, o que favorece o processo de infecção dos fungos causadores das podridões da base do colmo. Brito et al. (2011) observaram que, quando o milho foi totalmente desfolhado, a maior demanda exercida para enchimento de grãos levou os tecidos da base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões. Esta tendência nem sempre consegue ser detectada estatisticamente na comparação feita utilizando o teste de médias, em função dos altos coeficientes de variação (CV), muitas vezes responsáveis por este tipo de variação. Os elevados CVs muitas vezes fazem com que diferenças numericamente grandes entre médias não sejam significativas.

As percentagens de colmos quebrados foram maiores em 2011/12 do que em 2010/11, principalmente nos tratamentos desfolhados em V16 e V20. Isso pode ter ocorrido devido a maior percentagem de colmos doentes, associado a presença de ventos entre a maturação fisiológica e a colheita, fazendo com que os colmos mais frágeis e com maior incidência de podridões quebrassem. Ainda as menores precipitações no ano agrícola 2011/12 pode ter favorecido o desenvolvimento da macrofomia em relação ao ano anterior (Figuras 13 e 14), esse fato associado ao ciclo mais alongado (Tabela 4 e 5) pode ter favorecido as maiores percentagens de colmos doentes e plantas quebradas.

Nos dois anos de cultivo, observou-se que houve correlação positiva entre a incidência de podridões de colmo e a percentagem de plantas quebradas. Os coeficientes de correlação foram significativos e apresentaram valores de $r = 0,59$ e $r = 0,76$ para os anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente. A correlação positiva entre as duas variáveis comprova que colmos doentes têm maior propensão a quebrar antes da colheita. Sangoi et al. (2000) constataram que a maior incidência de doenças de colmo contribuiu para aumentar a percentagem de plantas quebradas.

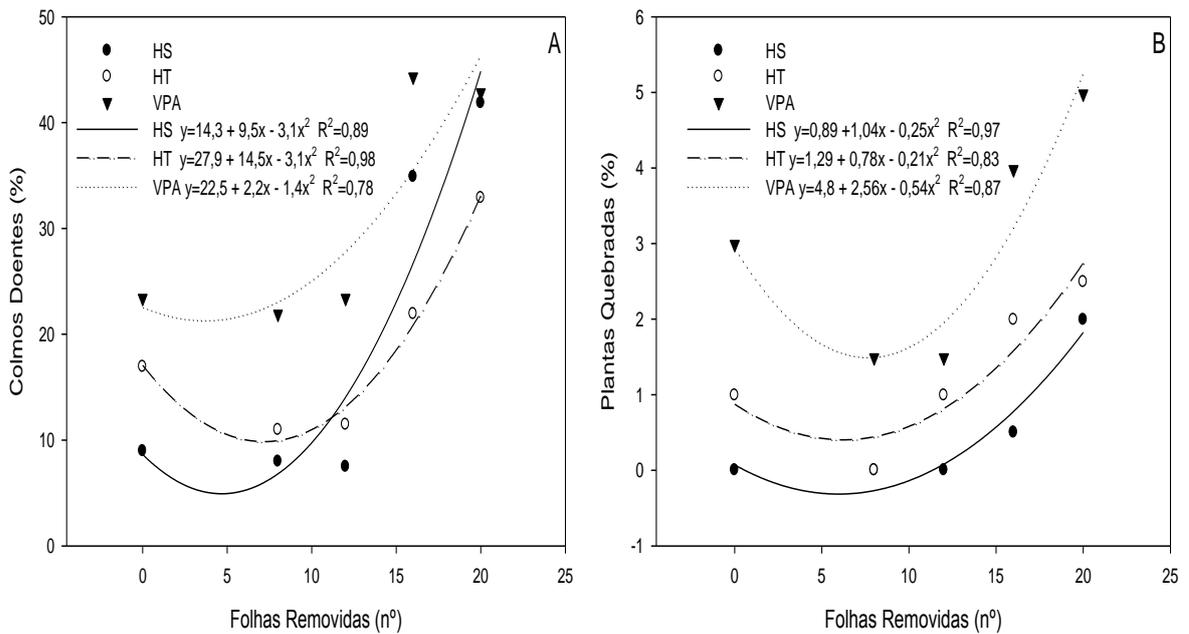


Figura 11 - Incidência de colmos doentes (A) e plantas quebradas (B) de três cultivares de milho em função do número de folhas removidas. Lages-SC, 2010/2011.
CV= 39,5% (A)/ CV= 47,1% (B)

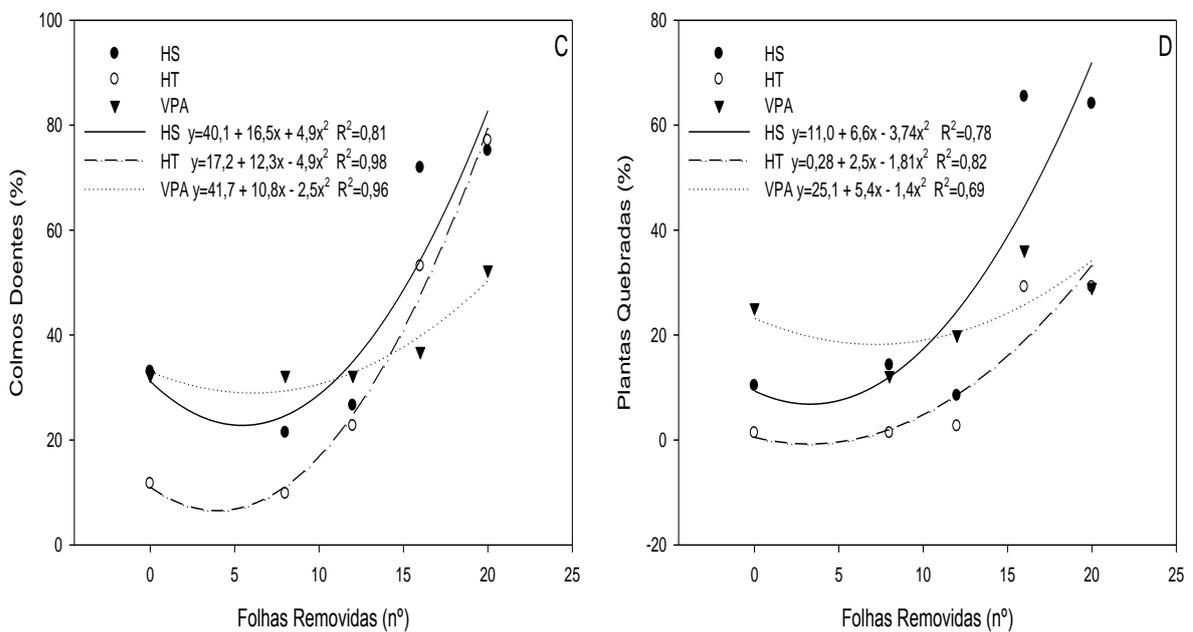


Figura 12 - Incidência de colmos doentes (A) e plantas quebradas (B) de três cultivares de milho em função do número de folhas removidas. Lages-SC, 2011/2012.
CV= 25,1% (A)/ CV= 42,8% (B)

3.5.4 Identificação dos agentes causais de podridão da base do colmo (PBC)

No primeiro ano agrícola, os principais agentes causadores das PBC na média das três cultivares foram *Stenocarpella* sp. com 26% de incidência nos colmos coletados, seguido de *F. verticillioides*, *C. graminicola* e *F. graminearum* com 21,7%, 19,3% e 16,3% respectivamente (Figura 13A). O híbrido triplo apresentou maior prevalência de *F. verticillioides* e *Stenocarpella* sp, o híbrido simples apresentou maior prevalência *F. graminearum* e *M. phaseolina*, enquanto que na VPA foi detectado maior prevalência de *F. graminearum* e *C. graminicola* (Figura 13A). Os diferentes níveis de estresse ocasionados por desfolha influenciaram a ocorrência de *F. verticillioides*, *F. graminearum* e *C. graminicola* (Figura 13B), pois a retirada de um maior número de folhas favoreceu o desenvolvimento dos fungos.

No ano agrícola 2011/12 predominou novamente na média das três cultivares a *Stenocarpella* sp. com 46,7% de prevalência, seguido de *C. graminicola*, *F. verticillioides* e *F. graminearum* com 33,3%, 13,5% e 4,5% respectivamente (Figura 14A). O híbrido simples apresentou maior prevalência de *Stenocarpella* sp. e o HT apresentou novamente maior suscetibilidade ao *F. verticillioides* (Figura 14A). Neste ano agrícola apenas a prevalência do *F. graminearum* teve incremento com o aumento do estresse ocasionado por desfolha (Figura 14B).

Nos dois anos agrícolas foi observado o fungo *M. phaseolina* causando podridão de colmo, porém em menor intensidade (Figuras 13 e 14). A maior prevalência do fungo *M. phaseolina* detectada em 2011/12 provavelmente foi devido as menores precipitações ocorridas entre VT e R2 da escala de Ritchie et al. (1993) no ano agrícola 2011/12 quando comparado com 2010/11 (Figura 10), uma vez que o patógeno é favorecido por estresses hídricos (WHITE, 1999; CASA et al., 2010).

A *M. phaseolina* está presente em outras culturas como feijão e soja. Tendo em vista que estas leguminosas são indicadas na rotação de cultura com o milho, esta prática pode ser um problema principalmente se o cultivo do milho coincidir com período de estiagem. Desta forma, cultivares de milho tolerantes à *M. phaseolina* podem ser uma ferramenta a ser utilizada e assim preservar a rotação de cultura entre milho, soja e feijão.

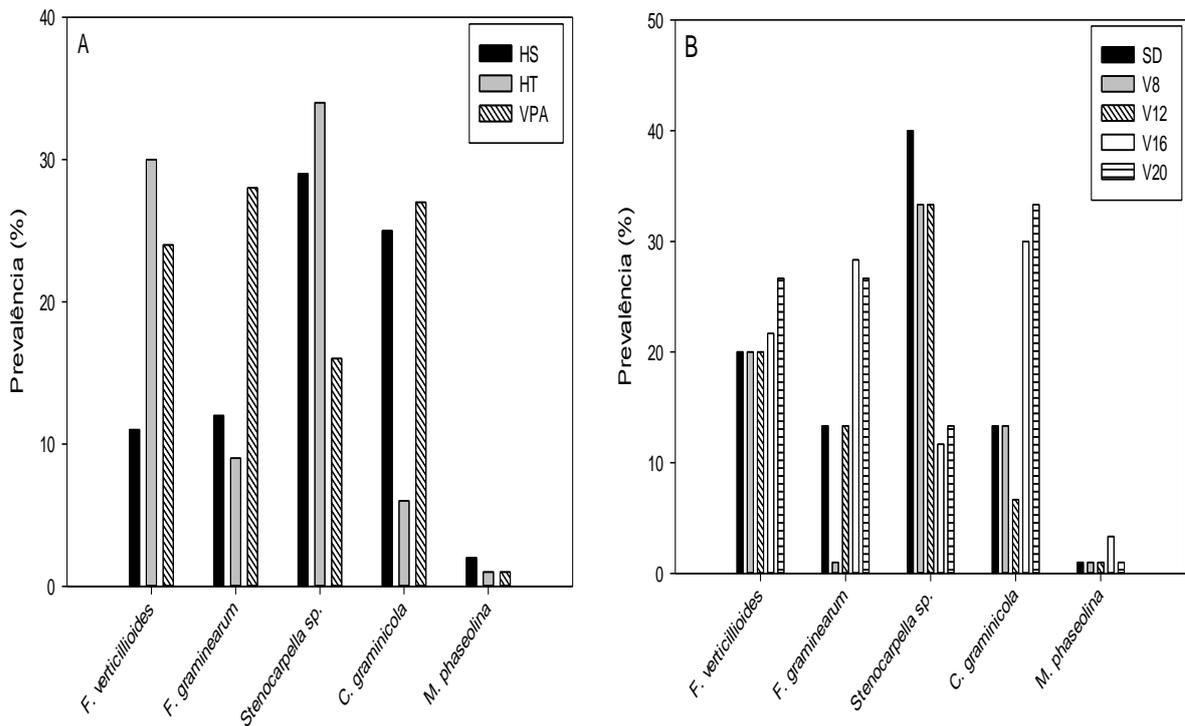


Figura 13 – Prevalência de fungos em colmos de plantas de três cultivares de milho (A) e sob diferentes estádios de desfolha (B). Lages-SC, 2010/2011.

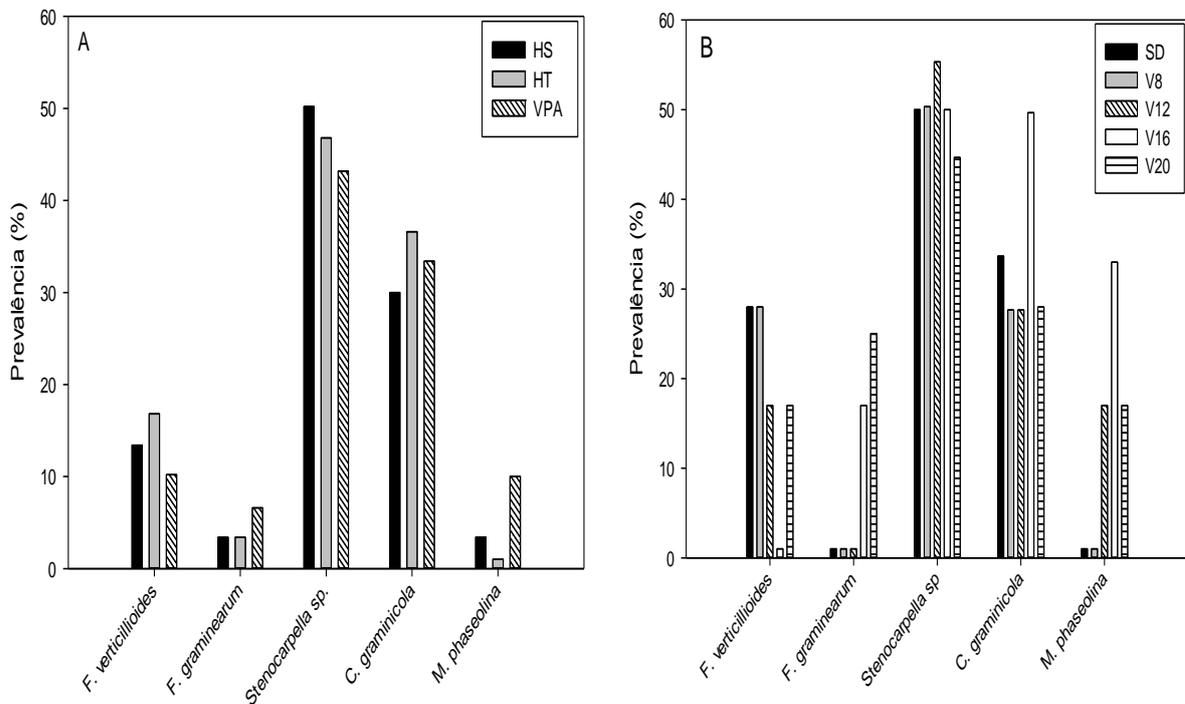


Figura 14 – Prevalência de fungos em colmos de plantas de três cultivares de milho (A) e sob diferentes estádios de desfolha (B). Lages-SC, 2011/2012.

3.5.5 Quantificação da percentagem de grãos ardidos (GA)

A ocorrência de grãos ardidos no ano agrícola 2010/11 foi afetada pela interação entre cultivares e época de desfolha (Tabela 14). Desfolhas efetuadas em estádios mais avançados do desenvolvimento da cultura reduziram a percentagem de grãos ardidos da VPA e do HS. No caso da VPA, houve menor incidência de grãos ardidos após a retirada de 16 folhas. Para o híbrido simples, a remoção de 12 ou mais folhas decresceu a percentagem de grãos ardidos (Tabela 14). A percentagem de grãos ardidos do híbrido triplo não foi influenciada estatisticamente pelo estágio de realização de desfolha. Na média dos cinco estádios de desfolha, a percentagem de grãos ardidos da VPA foi 36,4% maior do que a média dos híbridos.

Tabela 14 - Percentagem de grãos ardidos de milho em função da cultivar utilizada e do estágio de desfolha, nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12. Lages-SC.

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}					Média
	SD	V8	V12	V16	V20	
Grãos ardidos (%) - ano agrícola de 2010/11 ^{3/}						
HS ^{1/}	AB 25,5 a *	A 28,9 a	B 16,2 b	B 7,4 b	B 6,3 a	16,9
HT	A 12,2 b	A 21,0 a	A 16,6 b	A 10,7 ab	A 10,8 a	14,3
VPA	AB 25,9 a	AB 29,7 a	A 37,2 a	B 21,1 a	C 8,0 a	24,4
Média	21,2	26,5	23,4	13,1	8,4	
Grãos ardidos (%) - ano agrícola de 2011/12 ^{4/}						
HS	A 2,6 a	A 3,6 a	A 5,2 b	A 6,4 a	A 2,9 a	4,1
HT	AB 7,5 a	AB 6,5 a	A 10,9 a	AB 7,6 a	B 3,2 a	7,2
VPA	AB 6,1 a	AB 4,3 a	A 11,1 a	AB 7,4 a	B 3,0 a	6,4
Média	5,4	4,8	9,1	7,1	3,0	

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

^{1/}HS= Híbrido simples; HT= Híbrido triplo; VPA= Variedade de polinização aberta.

^{2/}SD – sem desfolha; V8 – oito folhas expandidas; V12 – 12 folhas expandidas; V16 – 16 folhas expandidas; V20 – 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

^{3/}CV=45,2% / ^{4/}CV=56,5%.

No segundo ano de cultivo, a percentagem de grãos ardidos também foi afetada pela interação entre número de folhas removidas e cultivares utilizadas (Tabela 14). O HT e a VPA apresentaram diferença estatística, com menor percentagem de grãos ardidos quando foram retiradas 20 folhas em relação ao tratamento com a retirada de 12 folhas totalmente expandidas (Tabela 14). A VPA e o HT apresentaram maior percentagem de grãos ardidos em relação ao HS no tratamento em que foram retiradas 12 folhas (Tabela 14). Considerando-se a média das três cultivares, a retirada de 20 folhas proporcionou menor valor numérico de percentagem de grãos ardidos (Tabela 14).

A menor percentagem de grãos ardidos observada com maior número de folhas removidas ocorreu provavelmente devido ao microclima próximo à espiga. É possível que a

remoção de folhas proporcionou maior insolação e aeração, diminuindo assim o período de molhamento. Também com a retirada das folhas próximas a espiga, incluindo a folha índice (folha da espiga), nos tratamentos V16 e V20, pode ter ocorrido uma redução na produção e disseminação dos picnidiosporos do fungo *S. macrospora* liberados dos picnídios presentes na mancha de macrospora por respingos de chuva e escorrimento através da lâmina da folha infectada até a base da espiga (BAMPI et al., 2011).

A presença de mancha de macrospora nas folhas foi identificada nos dois anos de cultivo, sendo que no ano agrícola 2010/11 a severidade foi numericamente superior na maioria dos tratamentos em relação à 2011/12 (Tabela 15). Mesmo não apresentando diferença estatística, a VPA apresentou maiores valores numéricos de severidade quando comparada com os híbridos no ano agrícola 2010/11. Já o HT neste mesmo ano agrícola foi a cultivar que apresentou numericamente os menores valores de severidade quando comparado com a VPA e o HS (Tabela 15).

Os menores valores numéricos de mancha de macrospora no ano agrícola 2011/12 provavelmente se devem ao fato de que a umidade relativa do ar no ano agrícola 2010/11 foi superior nos meses de dezembro até abril em relação ao segundo ano (Figura 9). Ainda as precipitações pluviométricas também foram superiores no primeiro ano agrícola no período que compreendeu do estágio reprodutivo até a colheita (Figura 10).

Tabela 15 - Severidade da mancha de macrospora em três cultivares de milho, em quatro estádios de desfolha, na média das folhas índice, uma acima e uma abaixo. Lages-SC, anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12

Cultivares	Estádios de desfolha ^{2/}				
	SD	V8	V12	V16	V20
Severidade da mancha de macrospora - ano agrícola de 2010/11 ^{3/}					
HS ^{1/}	NS ^{5/} 1,5 ns ^{5/}	0,5	1,2	-*	-
HT	0,7	0,2	0,7	-	-
VPA	1,9	2,9	2,2	-	-
Severidade da mancha de macrospora - ano agrícola de 2011/12 ^{4/}					
HS	0,3 NS ^{5/}	0,3	0,4	-	-
HT	0,6	0,6	0,7	-	-
VPA	0,4	0,5	0,6	-	-

^{1/}HS= Híbrido simples; HT= Híbrido triplo; VPA= Variedade de polinização aberta.

^{2/}SD – sem desfolha; V8 – oito folhas expandidas; V12 – 12 folhas expandidas; V16 – 16 folhas expandidas; V20 – 20 folhas expandidas, segundo escala proposta por Ritchie et al. (1993).

^{3/}CV=87,1% / ^{4/}CV=85,6%.

* Ausência de valores devido a remoção das folhas.

^{5/} Diferença entre médias não significativas na coluna e na linha segundo Tukey (P<0,05).

3.6 CONCLUSÕES

A maior variabilidade genética da VPA SCS 155 Catarina não aumenta sua tolerância à incidência de podridões de base do colmo e de plantas quebradas, em relação aos híbridos P30R50H e P30B30, quando desfolhada em V8 e V12.

Desfolhas ocorridas em estádios mais avançados de desenvolvimento (V16 e V20) predisõem a planta a maior incidência de podridões da base do colmo, aumentando a percentagem de plantas quebradas, independentemente da base genética da cultivar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A desfolha provoca estresse à cultura do milho. Dependendo da intensidade da injúria e do estágio fenológico em que a cultura se encontra, esse tipo de estresse pode reduzir o rendimento de grãos. Esse fato ocorre devido à limitação imposta pela desfolha na interceptação da radiação solar e o desequilíbrio imposto entre fonte e dreno. A utilização de cultivares adaptadas a condições de estresse pode ser uma alternativa para minimizar os prejuízos ocasionados pela desfolha.

Os resultados do primeiro capítulo mostram que a utilização de cultivares com maior variabilidade genética como a VPA SCS 155 Catarina não é uma estratégia efetiva para mitigar os prejuízos ocasionados pela desfolha, pois desfolhas realizadas em V8 e V12 decrescem o rendimento de grãos da VPA e não reduzem o rendimento de grãos dos híbridos. Desfolhas realizadas em V20 proporcionam redução no rendimento superior a 70%, pois afetam os componentes do rendimento da cultura do milho, independentemente da base genética da cultivar. Isso se deve ao hábito de crescimento determinado da cultura do milho. Desta forma, a ausência de folhas remanescentes para suprir a demanda por fotoassimilados prejudica o enchimento de grãos.

O segundo capítulo demonstrou que quando as plantas de milho são desfolhadas em estádios mais avançados há uma influência direta na ocorrência de podridões da base do colmo, independentemente da cultivar utilizada. A maior variabilidade genética da VPA não auxiliou na resistência às podridões, pois na testemunha e com a retirada de oito e 12 folhas ela foi a cultivar que apresentou maiores percentagens de colmos doentes e plantas quebradas em relação aos híbridos. A incidência das doenças apresenta correlação positiva com a ocorrência de plantas quebradas.

Em síntese, relacionando as principais conclusões obtidas nos dois capítulos em função do objetivo geral desta dissertação, deduz-se que a maior variabilidade genética da VPA utilizada no trabalho não é uma boa estratégia pra minimizar redução no rendimento de grãos, diminuir a incidência de podridões da base do colmo e reduzir as percentagens de plantas quebradas e de grãos ardidos ocasionados pela desfolha.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPM – Associação Brasileira dos Produtores de Maçã. Informação Pessoal. 1995.

ALLISON, J.C.S.; WILSON, J.H.; WILLIAMS, J.H. Effect of partial defoliation during the vegetative phase on subsequent growth and grain yield of maize. **Annals of Applied Biology**, v.81, pp. 367-375. 1975.

ALVIM, K. R. T.; BRITO, C. H.; BRANDÃO, A. M. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, pp. 1017-1022. 2010.

ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Fields Crops Research**, Amsterdam, v.41, pp. 1-12. 1995.

ANDRADE, F.H.; CIRILO, A.; UHARTY, S. **Ecofisiologia del cultivo de maíz**. Balcarce: La Barrosa, Argentina, 1996. 292 p.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Estratégias de melhoramento das empresas para otimizar a resposta a densidade de plantas. In: **Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, IV**, Lages-SC. Resumos Expandidos... Lages: CAV-UDESC, v.4, pp. 30-34. 2003.

BAMPI, D.; CASA, R.T.; WORDELL FILHO, J.A.; KUHNEM JR, P.R.; PILETTI, G. Relação entre a mancha-de-macrospora na folha da espiga e o rendimento e a sanidade de grãos de milho. Chapecó-SC. In: **VIII Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**. v.8, pp. 40-44. 2011.

BERGAMASCHI, H. Fenologia. In: Departamento de **Plantas Forrageiras e Agrometeorologia** – Disciplinas de Graduação – Relações Clima Planta. Porto Alegre: UFRGS. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/agropfagrom/disciplinas/502/fenolog.doc/2006>>. Acesso em: 10 Abr. 2012.

BERGAMIN, A. F. **I Workshop de Epidemiologia de Doenças de Plantas**. Viçosa, Minas Gerais, v. 1, PP. 11-16. 2004

BISOGNIN, D. A.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F. Potencial de variedades de polinização aberta de milho em diferentes condições adversas de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.3, pp. 29-34. 1997.

BLUM, L.E.B.; SANGOI, L.; AMARANTE, C. V. T. Ocorrência de podridões no colmo do milho: influência da desfolha, população de plantas e híbridos. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, Chapecó-SC. **Anais...**: EPAGRI, v.3, pp. 104-108. 2001.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. 817 p.

BORRÁS, L.; MADDONI, G.; OTEGUI, M. E. Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.82, pp. 13-26. 2003.

BORRÁS, L.; WESTGATE, M. E.; ASTINI, J. P. Coupling time to silking with plant growth rate in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.102, pp. 73-85. 2007.

BRASIL. Portaria nº 11 a 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho. **Diário Oficial da União**, Brasília, v.72, pp. 25-32. 1996.

BRITO, C. H., SILVEIRA, D. L., BRANDÃO, A. M. Redução de área foliar em milho em região tropical no Brasil e os efeitos em caracteres agrônômicos. **Interciência**, Caracas, v. 36, pp. 291-295. 2011.

CASA, R.T.; REIS, E.M., SEVERO, R. Prevenção e controle de doenças na cultura do milho. In: Sandini, I.A. & Fancelli, A.L. (Eds.) **Milho: estratégias de manejo para a região sul**. Guarapuava. Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária. 2000.

CASA, R.T; REIS, E.M.; JUNIOR, P.R.K. **Doenças do milho: guia de campo para identificação e controle**. Lages: GRAPHEL, 2010. 82 p.

CEPA, (Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola). **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2011/2012**. Tabelas de produção. 2012. Disponível em:<<http://cepa.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

CLONINGER, F.D.; ZUBER, M.S.; HORROCKS, R.D. Synchronization of flowering in corn (*Zea mays* L.) by clipping young plants. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, pp. 270-272. 1974.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, SBCS/Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

CONAB, (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento de safra brasileira: grãos. **Sétimo levantamento**, abril 2011 – Brasília: p. 67. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 13 mai. 2012.

CONAB, (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento de safra brasileira: grãos. **Décimo levantamento**, Brasília, 2012. 29 p.

CONAB, **Rendimento de Milho por Estado**. Safra Total, 2011-2012. Disponível em: <http://cimilho.cnpms.embrapa.br/estatisticas>. Acesso em: 15 abr. 2012.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J.; VASCONCELOS, C.A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em milho. **Anais**. Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v.25, pp. 293-297. 1996.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, pp. 355-359. 1982.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1995. 45 p.

DANGL, J. L.; DIETRICH, R. A.; THOMAS, H. Senescence and programmed cell death. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. (Ed.). Biochemistry and molecular biology of plants. Rockville: **American Society of Plant Physiologists**, pp. 1044-1100. 2000.

DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, pp. 272-274. 1960.

DUNGAN, G.H.; GAUSMAN, H.W. Clipping corn plants to delay their development. **Agronomy Journal**, Madison, v.43, pp. 90-93. 1951.

DUVICK, D. N.; CASSMAN, K. G. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. **Crop Science**, Madison, v.39, p.1622-1630, 1999.

EGHAREVBA, P.N.; HORROCKS, R.D.; ZUBER, M.S. Dry matter accumulation in maize in response to defoliation. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, p.40-43, 1976.

ELIAS, H.T.; VOGT, G.A.; VIEIRA, L.C. Melhoramento genético do milho. In: FILHO, J.A.W.; ELIAS, H.T. (Org). **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, cap. 9, pp. 414-480. 2010.

EMBRAPA. Sistemas de Produção. Cultivo do milho, versão eletrônica – 5ª edição. Set. 2009 http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/doencas.htm. Acesso em: 20 jul. 2012.

EMBRAPA, Classificação de solos, Santa Catarina. **Departamento de Solos**, 1999. http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/doencas.htm EMBRAPA, 2010. Acesso em: 15 jul. 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Sistema de produção, 2010**. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/doencas.htm Acesso em: 13 mai. 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed.. Brasília, 2006. 306 p.

EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural), Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina CLIMERH. Estação Agrometeorológica de Lages SC, 2012.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Folheto Indicações Técnicas**. Informativo, 2011.

ERNANI, P.R. **Química do Solo e Disponibilidade de Nutrientes**. Lages: O autor, 2008. 230 p.

FANCELLI, A.L. & DOURADO NETO, D. **A produção de milho**. Guaíba Agropecuária, 2000. 365 p.

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

FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. **Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Pallotti, Boletim Técnico 5, 1998. 148 p.

FEPAGRO, EMATER/RS; FECOAGRO/RS. **Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre; UNIJUÍ, 2011. 15 p.

FERNANDES, F.T. & OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 26. 1997. 80 p.

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

FREDERIKSEN, R.A. Compendium of Sorghum diseases. St. Paul: **American Phytopathological Society**, 2000. 90 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. **Entomologia Agrícola**. v.10. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.

GAMBÍN, B.L.; BORRÁS, L.; OTEGUI, M.E. Source – sink relations and kernel weight differences in maize temperate hybrids. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.95, pp. 316-326. 2006.

GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. **Physiology of crop plants**. Iowa: The Iowa State University Press, v.1. 1985. 190 p.

GRÜTZMACHER, A. D; NAKANO, O. J. F. S.; MARTINS, D.D.S. Danos de Spodoptera frugiperda. Lepidoptera: noctuidae e seus efeitos sobre a produção de grãos na cultivar de arroz irrigado Embrapa 6 – Chuí. ...**Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA**, 1999. Disponível em: ufpel.tche.br.

HANWAY, J.J. Defoliation effects on different corn (*Zea mays* L.) hybrids as influenced by plant population and stage of development. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, pp. 534-538. 1969.

HICKS, D.R.; NELSON, W.W.; FORD, J.H. Defoliation effects on corn hybrids adapted to the northern Corn Belt. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, pp. 387-390. 1977.

HORN, D. **Cinética da Absorção de nutrientes em cultivares de milho com diferentes bases genéticas e seus desempenhos agrônomo e econômico em quatro níveis de manejo**. (Dissertação de Mestrado) Lages – SC, UDESC, 2004.

HSIAO, T.C. Plant response to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, v.24, pp. 519-570. 1973.

JOHNSON, R.R. Growth and yield of maize as affected by early-season defoliation. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, pp. 995-998. 1978.

JONES, R.J.; SIMMONS, S.R. Effect of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. **Crop Science**, Madison, v.23, pp. 129-134. 1983.

LAFARGE, T. H.; HAMMER, G. L. Predicting plant leaf area production: shoot assimilate accumulation and partitioning and leaf area ratio are stable for a wide range of sorghum population densities. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 77, pp. 137-151. 2002.

LAUER, J.G.; ROTH, G.W.; BERTRAM, M.G. Impact of defoliation on corn forage yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, pp. 1459-1463. 2004.

LAUER, J. Late-season hail effects on corn. **Agronomy Advice**, University of Wisconsin, 2009. 78 p.

LIMA, F.W.N.; OHASHI, O.S.; SOUZA, F.R.S. Avaliação de acessos de milho para resistência a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Acta Amaz.**, ISSN 0044-5967, vol.36, n.2, pp. 147-150. 2006.

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G. Within-row plant spacing variability. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.2, p.218-231, 2006 does not affect corn yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, pp. 275-280. 2004.

MAIA, A.S.;NUNEZ, P.B.P. Sementes crioulas: um banco de biodiversidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.1, pp. 4-8, 2006.

MALLICK, N.; RAI, L.C. Response of the antioxidant systems of the nitrogen fixing cyanobacterium *Anabaena doliolum* to the copper. **Journal of Plant Physiology**, Madison, v. 155, pp. 146-149. 1999.

MANGEN, T.F.; THOMISON, P.R.; STRACHAN, S.D. Early-season defoliation effects on topcross high-oil corn production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, pp. 823-831. 2005.

MARASAS, W.F.O., NELSON, P.E. & TOUSSON, T.A. Toxigenic *Fusarium* Species: Identity and Toxicology. **Pennsylvania State University Press**, University Park, 1984. 246 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MENEGUETI, G.A.; GIRARDI, J.L.; REGINATO, J.C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, p.12-17, 2002.
MOTA, F.S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Livraria Nobel, 1981. 376 p.

MUCHOW, R.C.; SINCLAIR, T.R. Water deficit effects on maize yields modeled under current and “greenhouse” climates. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, pp. 1052-1059. 1991.

MURO, J.; IRIGOYEN, I.; LAMSFUS, C. Effect of defoliation on garlic yield. **Scientia Horticulturae**, Iowa, v.83, pp. 161-167. 2000.

MURO, J.; IRIGOYEN, I.; LAMSFUS, C. Effect of defoliation on onion crop yield. **Scientia Horticulturae**, Iowa, v.77, pp. 1-10. 1998.

NESMITH, D. S. & RITCHIE, J. T. Short – and long – term responses of corn to a pre anthesis soil water deficit. **Agronomy Journal**., Madison, v.84, pp. 107-113. 1992.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. **Melhoramento do milho**. In. BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 817 p.

PAUL, C.L. Agronomía del sorgo. **Comisión Latinoamericana de Investigadores en sorgo** (CLAIS), ICRISAT, Patancheru P.O., Andhra Pradesh, Índia, 1990. 301 p.

PELWING, A.B.; FRANK, L.B.; BARROS, I.I.B. Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Porto Alegre, v. 46, pp. 391-420. 2008.

PEREIRA, O.A.P. Doença do milho. In: Kimati, H., Amorim, I., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A.; Resende, J.A.M. (Eds.) Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. 3ed. São Paulo. **Agronômica Ceres**. vol.2. pp. 538-555. 1997.

PÍCOLI JUNIOR, G. J. **Adubação nitrogenada como estratégia para minimizar estresses ocasionados pela desfolha e fitotoxicidade foliar em milho**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Área: Fisiologia e Manejo de Plantas) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011. 88 p.

PINTO, N.F.J. de A.; FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. Milho. In: VALE, F.X.R., ZAMBOLIM, L. (Eds). Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitopatologia; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, pp. 821-863. 1997.

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

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

RIBEIRO, N. A. **Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos, fungos nos restos culturais e rendimento de grãos em cultivares de milho com bases genéticas contrastantes em diferentes sistemas de manejo**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal- Área: Fitotecnia) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2004. 80 p.

RITCHIE, S. W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Special Report, v. 48, 1993. 26 p.

ROTH, G.W.; LAUER, G. Impact of defoliation on corn forage quality. **Agronomy Journal**, Madison, v.100, pp. 651-657. 2008.

RURAL, G. **Desvio do milho para produção de combustíveis divide opiniões nos Estados Unidos**. <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2012/04/desvio-do-milho-para-producao-de-combustivel-divide-opinioes-nos-eua.html>. Acesso em: 18 abr. 2012.

SADRAS, V.O.; ECHARTE, L.; ANDRADE, F. Profiles of leaf senescence during reproductive growth of sunflower and maize. **Annals of Botany**, London, v. 85, n. 1, pp. 187-195. 2000.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4. ed. Belmont, CA: Wadsworth Publishing, 1992. 682 p.

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

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milhos a altas densidades de plantas. **Bragantia, Campinas**, v. 61, n. 2, pp. 101-110. 2002.

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

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; SILVA, P.R.F. Rendimento de grãos e margem bruta de cultivares de milho com variabilidade genética contrastante em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.3, pp. 747-755. 2006.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C.G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, pp. 263-271. 2007a.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010. 88 p.

SANTOS, H P. **Eficiência de soja cultivada em modelos de produção sob sistema plantio direto**. Henrique Pereira dos Santos, Renato Serena Fontaneli, Silvio Túlio Spera, João Leonardo Pires, Gilberto Omar Tomm(org.) Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 248 p.

SCHUSSLER, J.R.; WESTGATE, M.E. Increasing assimilate reserve does not prevent kernel abortion at low water potential in maize. **Crop Science**, Madison, v.34, pp. 1569-1576. 1994.

SHAPIRO, C.A.; PETERSON, T.A.; FLOWERDAY, A.D. Yield loss due to simulated hail damage on corn: a comparison of actual and predicted values. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, pp. 585-589. 1986.

SHEWRY, P.R.; LUCAS, J.A. Plant proteins that confer resistance to pests and pathogens. *Advances In Botanical Research Incorporating Advances In: Plant Pathology*, v. 26, pp. 135-192. 1997.

SILOTO, R.C. **Danos e Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepdoptera: Noctuidae) em Genótipos de Milho**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós Graduação em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz – Universidade de São Paulo, 2002. 93 p.

SILVA, A. A. et al. Desempenho agrônômico e econômico de tipos de cultivares de milho em função de níveis de manejo. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages. **Resumos...** Lages: Graphel, pp. 101-105. 2003.

SILVA, P.S.L. Desfolha e supressão da frutificação em milho. **Ceres**, Lavras, v.48, pp. 55-70. 2001.

SILVA, F. M. A. Parasitismo em Lagarta-do-Cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), na Região do Triângulo Mineiro, MG. **Anais. Sociedade. Entomologica do Brasil** 26(2): pp. 235-241. 1997.

SINGH, R.P.; NAIR, K.P.P. Defoliation studies in hybrid maize : I. Grain yield, quality and leaf chemical composition. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.85, pp. 241-245. 1975.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, pp. 43-47. 2006.

SUBEDI, K.D.; MA, B.L. Ear position, leaf area, and contribution of individual leaves to grain yield in conventional and leafy maize hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, v.45, pp. 2246-2257. 2005.

TARTACHNYK, I.; BLANKE, M.M. Effect of mechanically-simulated hail on photosynthesis, dark respiration and transpiration of apple leaves. **Environmental and Experimental Botany**, v.48, pp. 169-175. 2002.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Publication in climatology. **Laboratory of Climatology**, New Jersey, v.8, 1955. 104 p.

TOKATLIDIS, I. S; KOUTROUBAS, S. D. A review of maize hybrids dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.88, pp. 103-114. 2004.

TOLLENAAR, M. Is low plant density a stress in maize? **Maydica**, v. 37, pp. 305-311. 1992.

TOLLENAAR, M.; LEE, E. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 75, pp. 161-169. 2002.

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, v.27, n.4, pp. 609-613. 2002.

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

USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE), World corn supply and use. World agricultural supply and demand estimates. Disponível em: <<http://usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>> Acesso em: 21 Jun. 2012.

VARGAS, V.P. **Manejo da adubação nitrogenada na recuperação de estresses em milho**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2010. 146 p.

VASILAS, B.L.; SEIF, R.D. Defoliation effects on two corn inbreds and their single-cross hybrid. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, pp. 816-820. 1985b.

VASILAS, B.L.; SEIF, R.D. Effect of defoliation on the timing of anthesis and silking of maize inbred lines. **Maydica**, Bergamo, v.30, pp. 427-435. 1985a.

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

WILHELM, W.W., JOHNSON, B.E., SCHEPERS, J.S. Yield, quality and nitrogen use of inbred corn with varying numbers of leaves removed during detasseling. **Crop Science**, v.35, pp. 209-212. 1995.

WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M. Response of corn to artificial infestation with fall armyworm and southwestern corn borer larvae. **Southwestern Entomologist**, v. 15, pp. 163-166. 1990.

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

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

ZOLDAN, S.R. **Cobertura nitrogenada e perfilhamento como estratégias para atenuar os danos da desfolha do colmo principal do milho.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal- Área: Fitotecnia) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2010. 66 p.