UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - MESTRADO

FELIPE MANFRON

# INFLUÊNCIA DE COBERTURAS DE INVERNO E ÉPOCAS DE COLHEITA NA SANIDADE DOS GRÃOS DE MILHO

PONTA GROSSA
2016

FELIPE MANFRON

# INFLUÊNCIA DE COBERTURAS DE INVERNO E ÉPOCAS DE COLHEITA NA SANIDADE DOS GRÃOS DE MILHO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho

Ponta Grossa
2016

**Ficha Catalográfica**
**Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG**

Manfron, Felipe
M276 Influência de coberturas de inverno e épocas de colheita na sanidade dos grãos de milho/ Felipe Manfron. Ponta Grossa, 2016.
116f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador: Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho.

1.Zea mays. 2.Grãos ardidos. 3.Umidade de colheita. I.Jaccoud Filho, David de Souza. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Agronomia. III. T.

CDD: 633.15

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: **"Influência de coberturas de inverno e épocas de colheita na sanidade dos grãos de milho"**.

Nome: Felipe Manfron

Orientador: David de Souza Jaccoud Filho

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho

Dr. Nilceu Ricetti Xavier Nazareno

Profª Drª Maristella Dalla Pria

Data da Realização: 25 de fevereiro de 2016.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e sua presença constante.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos de pós-graduação.

A Fundação Araucária pela concessão da complementação de bolsa de estudas de pós-graduação.

À Fazenda Paiquerê Agricultura, por todo auxílio e apoio incansável à pesquisa e ao desenvolvimento da agricultura em nossa Pátria.

Ao SIMEPAR por ceder os dados meteorológicos.

Aos meus pais, Isidoro e Donilda, por todos os incentivos e pela incansável confiança. Amo vocês!!

Aos meus irmãos Dimas Manfron e Fioravante Manfron Neto.

Aos meus Avós, Maria de Jesus Ávila e Jair Valdomiro Stadler, Anita Cominesi Manfron e Fioravante Manfron (*in memorian*).

Ao Prof.º Dr. David de Souza Jaccoud Filho, por aceitar o desafio de me orientar, mesmo eu não sendo estagiário desde o início, agradeço o apoio, a paciência e os conhecimentos repassados.

A todos integrantes do Laboratório de Fitopatologia Aplicada, a "Família F-12", pela grande ajuda, amizade e pelo trabalho desafiador de todos os dias! A minha admiração.

Aos meus amigos Carlos Rafael Wutzki, Ayrton Berger Neto, Marcelo Luiz Cunha Pierre, Lucas Eduardo Cantele, Edilaine Maurícia Gelinski Grabicoski, Hamilton Edemundo Tulio, Guilherme de Camargo Hüller, Victor Gregório Rodrigues Nadal, Valter Ernesto Hilgemberg Júnior, Gabriel Eisner, Vinícius Pereira Ansbach que eu admiro e agradeço pelo incentivo, pelas longas conversas, pelo apoio e por não desistirem nunca, por mais difícil que seja a batalha.

Ao Engº Agrônomo Allison Fornari, técnico responsável pela Fazenda Paiquerê, pela disposição, apoio e prontidão em todos os momentos necessários.

A todos os funcionários da UEPG, pela amizade, simpatia e prontidão.

Aos integrantes da banca examinadora, Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho, Prof. Dra. Maristella Dalla Pria, Dr. Nilceu Ricetti Xavier de Nazareno pela disposição e contribuições para este trabalho.

A todos os professores e colegas do mestrado por todo o conhecimento compartilhado.

A coordenação do mestrado pelo auxílio na parte burocrática do processo.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a conclusão deste trabalho.

**RESUMO**

Considerando a importância da sanidade de grãos na cultura do milho, a maior suscetibilidade dos híbridos modernos aos patógenos de grãos, que causam danos quantitativos e qualitativos e a possível produção de micotoxinas, foram analisadas neste trabalho, a influência das diferentes coberturas de inverno, tais como canola, nabo forrageiro, aveia preta, ervilha forrageira, trigo, ervilhaca, consórcio (aveia preta, nabo e ervilhaca) e pousio, assim como, dois híbridos e três datas de colheita, uma próxima a maturação fisiológica, seguida de outras duas colheitas espaçadas entre si por 15 dias. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência desses fatores na ocorrência de grãos ardidos e incidência de fungos nos grãos de milho. O experimento foi conduzido em Piraí do Sul, PR, zona climática Cfb, nas safras 13/14 e 14/15, utilizando os híbridos comerciais P30F53YH e P30R50YH. Para as avaliações foram determinadas a população de plantas por hectare, severidade de doenças foliares, incidência de podridão do colmo, massa de mil grãos e rendimento. No laboratório foram determinados a incidência de grãos ardidos e dos fungos nos grãos pelo método do "blotter test". Para todas as doenças foliares avaliadas, a AACPD foi maior na segunda safra (2014/2015). Nas duas safras a porcentagem de podridão do colmo foi maior no pousio seguido de ervilha forrageira. Na safra 13/14 houve maior incidência de grãos ardidos na terceira época de colheita. Observou-se maior porcentagem de grãos ardidos na análise conjunta da safra 14/15 em relação à safra anterior. No "blotter test" observou-se maior incidência de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. e *Rhizopus* sp., nas duas primeiras colheitas, porém a incidência de *Penicillium* sp. aumentou no decorrer das colheitas. Os maiores valores de incidência de *Fusarium* sp. foram observados nas coberturas de trigo, canola, aveia e ervilhaca na safra 13/14, diferindo somente do pousio. Na safra 14/15, os maiores valores de incidência de *Fusarium* sp. foram para as coberturas de canola, trigo, ervilhaca e consórcio. Na interação entre época de colheita e cultura antecessora, os maiores valores foram para a segunda época de colheita, sobre as coberturas ervilha forrageira, trigo e ervilhaca. A incidência de *Aspergillus* sp. na safra 14/15, foi maior para pousio. As menores incidências de *Aspergillus* sp. foram observadas para aveia e canola, diferindo de ervilhaca e ervilha forrageira. Na interação entre época de colheita e híbrido, a maior incidência de *Aspergillus* sp. na safra 13/14, foi para o híbrido P30F53YH, na primeira época de colheita. Na safra 14/15, a maior incidência de *Aspergillus* sp. foi observada para o híbrido P30R50YH, na primeira época de colheita. Também se observou na interação entre culturas antecessoras e híbridos, maior incidência de *Aspergillus* sp., destacando-se pousio com o híbrido P30F53YH na safra 13/14 e o híbrido P30R50YH na safra 14/15. Na interação entre épocas de colheita e culturas antecessoras a incidência de *Aspergillus* sp., foi maior para pousio na primeira época da safra 14/15. Na interação entre épocas de colheita e culturas antecessoras e híbridos a incidência de *Aspergillus* sp., foi maior para o híbrido P30F53YH, sobre pousio na primeira época de colheita na safra 13/14, e para o híbrido P30R50YH sobre pousio na primeira época na safra 2014/15. Nas incidências de *Cladosporium* sp. e *Rhizopus* sp. houve comportamento diferenciado com relação às coberturas. As incidências de todos os fungos de grãos foram maiores na segunda safra (2014/2015). Observou-se maior produtividade e massa de mil grãos, em relação a análise conjunta, na safra 13/14 em relação a 2014/15.

**Palavras-chave**: *Zea mays*, grãos ardidos, umidade de colheita.

## ABCTRACT

Bearing in mind the importance of the grains health in the cultivation of corn, as well as the greater susceptibility of modern hybrids to grain pathogens that cause quantitative and qualitative damage and the possible production of mycotoxins, this study evaluated the influence of different winter cover, such as canola, turnip, black oat, pea, wheat, vetch, consortium (black oat, turnips and vetch), and fallow on grain quality. In addition, two corn hybrids and three harvest dates, one of which was close to physiological maturity, followed by two other harvests 15 days apart, were also evaluated. The objective of this research was to evaluate the influence of these parameters on the occurrence of damaged kernels and the incidence of fungi in corn kernels. The experiment was conducted in Piraí do Sul, PR, Brazil, which is in a Cfb climate zone, during the harvests of 13-14 and 14-15 using the commercial hybrids P30F53YH and P30R50YH. The following were evaluated: the population of plants per hectare; the severity of leaf diseases; the incidence of stalk rot; thousand grain weight and yield. The incidence of rotten grains and fungi in the grains was determined by using the blotter test method in the laboratory. For all the foliar diseases that were evaluated, the AUDPC was higher in the second harvest (2014-2015). In the two harvests the percentage of stalk rot was highest in fallow, followed by peas. In the 13-14 harvest there was a higher incidence of rotten kernels in the third phase of the harvest. There was a higher incidence of rotten kernels in the combined analysis of the harvest in 14-15 compared with the previous harvest. The blotter test showed a higher incidence of *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. and *Rhizopus* sp., in the first two harvests but the incidence of *Penicillium* sp. increased during the harvests. The highest values of incidence of *Fusarium* sp. were observed in the covers of wheat, canola, oats and vetch in the 13-14 harvest, differing only in terms of fallow. In the 14-15 harvest the highest incidence of *Fusarium* sp. was in relation to the covers of canola, wheat, vetch and consortium. Significant interaction between the harvest time and the preceding crop was observed and the highest values were for the second phase of the harvest in relation to the covers of peas, wheat and vetch. The incidence of *Aspergillus* sp. in the 14-15 harvest was statistically higher for fallow, which differed from the others. The lowest incidence of *Aspergillus* sp. was found in the covers of oats and canola, differing from vetch and field peas. Significant interaction was observed in relation to the time of harvest and the hybrid. The highest incidence of *Aspergillus* sp. in the 13-14 harvest was for the P30F53YH hybrid in the first phase of the harvest. In the 14-15 harvest the highest incidence of *Aspergillus* sp. was observed for the P30R50YH hybrid during the first phase of the harvest. A significant interaction was also observed between preceding crops and the hybrids in relation to the incidence of *Aspergillus* sp. This was especially true of fallow with the P30F53YH hybrid in the 13-14 harvest and the P30R50YH hybrid in the 14-15 harvest. Significant interaction was observed between the times of harvest and preceding crops in relation to the incidence of *Aspergillus* sp. and this was especially true of fallow in the first phase of the 14-15 harvest. Significant interaction was observed between the times of harvest, preceding crops and the hybrids regarding the incidence of *Aspergillus* sp. This was especially true in relation to the P30F53YH hybrid on fallow in the first phase of the 13-14 harvest, and the P30R50YH hybrid on fallow in the first phase of the 14-15 harvest. Regarding the incidence of *Cladosporium* sp. and *Rhizopus* sp., different behavior was observed with respect to coverage. The incidences of all the grain fungi were higher in the second harvest (2014-2015). There was higher productivity and thousand grain weight, relative to the joint analysis, in the 13-14 harvest compared to the 14-15 harvest.



**Keywords**: *Zea mays*, rotten grains, humidity in harvest.

# LISTA DE FIGURAS

**Figura 1 -** Análise conjunta da população média de plantas (pl.ha-1) para as safras (13/14 e 14/15). * médias diferem estatisticamente pelo teste de t (p<0,05). Barras indicam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 34

**Figura 2 -** Análise conjunta das safras 13/14 e 14/15 da área abaixo da curva de progresso de *Exserohilum turcicum* (AACPD) no terço inferior, médio, superior e planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*), * médias diferem estatisticamente pelo teste de t (p<0,05). Barras indicam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR,2015..... 37

**Figura 3 -** Análise conjunta das safras 13/14 e 14/15 da área abaixo da curva de progresso de *S. macrospora* (AACPD) no terço inferior, médio e planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*), *médias diferem estatisticamente pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 38

**Figura 4 -** Análise conjunta das safras 13/14 e 14/15 da área abaixo da curva de progresso de *P. sorghi* (AACPD) no terço inferior, médio, superior e planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*), *- médias diferem estatisticamente pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 40

**Figura 5 -** Porcentagem de incidência de podridão do colmo na cultura do milho (*Zea mays*), para cada cultura antecessora nas safras 13/14 e 14/15, letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 44

**Figura 6 -** Incidência (%) de grãos ardidos para cada época de colheita espaçadas em 15 dias umas das outras na cultura do milho (*Zea mays*) para cada safra, médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 46

**Figura 7 -** Análise conjunta da incidência (%) de grãos ardidos nas safras 13/14 e 14/15. * - médias significativamente diferentes pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 47

**Figura 8 -** Incidência (%) de *F. verticillioides* pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 13/14 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita. Letras maiúsculas diferentes para época e minúsculas diferentes para culturas antecessoras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05). Piraí do Sul, 2015..... 49

**Figura 9 -** Incidência (%) de *F. verticillioides* em grãos pelo blotter test para cada época de colheita na cultura do milho (*Zea mays*) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul - PR, 2015..... 50

**Figura 10 -** Incidência (%) de *F. verticillioides* em grãos pelo blotter test para cada cultura antecessora na cultura do milho (*Zea* mays) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média Piraí do Sul – PR, 2015..... 52

**Figura 11 -** Análise conjunta da incidência (%) de *F. verticillioides* em grãos de milho (*Zea* may) pelo blotter test nas safras 13/14 e 14/15. * médias diferem pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul - PR, 2015..... 52

**Figura 12 -** Incidência (%) de *Penicillium* sp. em grãos pelo blotter test para cada época de colheita na cultura do milho nas safras 13/14 e 14/15 médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul - PR, 2015..... 53

**Figura 13 -** Incidência (%) de *Penicillium* sp. em grãos pelo blotter test para cada cultura antecessora na cultura do milho (*Zea* mays) nas safras 13/14 e 14/15. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul - PR, 2015..... 53

**Figura 14 -** Incidência (%) de *Penicillium* sp. em grãos pelo blotter test para cada híbrido na cultura do milho (*Zea mays*) nas safras 13/14 e 14/15. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 54

**Figura 15 -** Análise conjunta da incidência (%) de *Penicillium* sp. em grãos pelo blotter test na cultura do milho (*Zea* mays) nas safras 13/14 e 14/15. * médias diferem pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 55

**Figura 16 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em grãos através do blotter test para cada época de colheita na cultura do milho (*Zea mays*) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 55

**Figura 17 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre época de colheita e híbrido. Letras maiúsculas diferentes para Híbrido e minúsculas diferentes para época de colheita, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com p<0,05. Piraí do Sul – PR, 2015..... 56

**Figura 18 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e híbrido. Letras maiúsculas diferentes para híbrido e minúsculas diferentes para culturas antecessoras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com p<0,05. Piraí do Sul – PR, 2015..... 58

**Figura 19 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 13/14 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015..... 61

**Figura 20 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015..... 62

**Figura 21 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em grãos pelo blotter test para cada cultura antecessora na cultura do milho (*Zea* mays) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 64

**Figura 22 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. nos grãos pelo blotter test para cada híbrido na cultura do milho (*Zea may*) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 64

**Figura 23 -** Análise conjunta da incidência (%) de *Aspergillus* sp. nos grãos de milho (*Zea mays*) pelo blotter test nas safras 13/14 e 14/15. * médias diferentes pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 65

**Figura 24 -** Produtividade em kg $ha^{-1}$ com relação a época de colheita de milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). Letras diferentes diferem pelo teste de Tukey (p<0,05), ns - não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 68

**Figura 25 -** Produtividade em kg $ha^{-1}$ com relação a cultura antecessora ao cultivo de milho na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). Letras diferentes diferem pelo teste de Tukey (p<0,05). ns - não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 68

**Figura 26 -** Produtividade de milho em kg $ha^{-1}$ com relação ao híbrido na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). Letras diferentes diferem pelo teste de Tukey (p<0,05). ns - não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 69

**Figura 27 -** Análise conjunta da massa de mil grãos (MMG) em gramas e produtividade (kg $ha^{-1}$) na cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). * - médias diferem pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015..... 69

**Figura 28 -** População média de plantas de milho (pl $ha^{-1}$) para cada cultura de cobertura antecessora na primeira safra (13/14). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – 2015..... 85

**Figura 29 -** População média de plantas de milho (pl $ha^{-1}$) para cada híbrido na primeira safra (13/14). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – 2015..... 85

**Figura 30 -** População média de plantas de milho (pl $ha^{-1}$) para cada cultura de cobertura antecessora na segunda safra (14/15). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – 2015..... 85

**Figura 31 -** População média de plantas de milho (pl $ha^{-1}$) para cada híbrido na segunda safra (14/15). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 85

**Figura 32 -** Condições climáticas decorrentes durante o ciclo da cultura de milho (*Zea may*), na safra 13/14. Piraí do Sul, 2015..... 87

**Figura 33 -** Condições climáticas decorrentes durante o ciclo da cultura de milho (*Zea mays*), na safra 14/15. Piraí do Sul, 2015..... 88

**Figura 34 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 89

**Figura 35 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 89

**Figura 36 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço médio da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 90

**Figura 37 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço médio da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 90

**Figura 38 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço superior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 91

**Figura 39 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço superior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido, ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015... 91

**Figura 40 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* médio na planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 92

**Figura 41 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* médio na planta inteira da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.. 92

**Figura 42 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 93

**Figura 43 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015... 93

**Figura 44 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço médio da cultura do milho na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015... 94

**Figura 45 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço médio da cultura do milho na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 94

**Figura 46 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço superior da cultura do milho (*Zea may*) na safra 13/14, para cada cultura antecessora e para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 95

**Figura 47 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 95

**Figura 48 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 96

**Figura 49 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 97

**Figura 50 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço inferior da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Piraí do Sul, 2015..... 97

**Figura 51 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço médio da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora, ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 98

**Figura 52 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço médio da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 98

**Figura 53 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço superior da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 99

**Figura 54 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço superior da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns - não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 99

**Figura 55 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. Sorghi* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.....100

**Figura 56 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015....100

**Figura 57 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* no terço inferior da cultura do milho (*Zea* mays) na segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora e híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 102

**Figura 58 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* no terço médio da cultura do milho (*Zea mays*) na segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora e híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 102

**Figura 59 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* no terço superior da cultura do milho na segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora e híbrido. ns não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 103

**Figura 60 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*) na segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora e híbrido, ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.....103

**Figura 61 -** Incidência de podridão do colmo (%) na cultura do milho, para cada híbrido da primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.....105

**Figura 62 -** Análise conjunta da incidência de podridão do colmo na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 105

**Figura 63 -** Porcentagem de grãos ardidos para cada cultura antecessora na cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 106

**Figura 64 -** Porcentagem de grãos ardidos para cada híbrido na cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 106

**Figura 65 -** Incidência de *F. verticillioides* nos grãos de milho através do "blotter test" para cada híbrido na cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015..... 107

**Figura 66 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita. Letras maiúsculas diferentes para época de colheita e minúsculas diferentes para culturas antecessoras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com p<0,05. Piraí do Sul, 2015..... 108

**Figura 67 -** Ilustração representativa da disposição do experimento no campo. Piraí do Sul, 2015..... 112

**Figura 68 -** Estádios fenológicos da cultura do milho..... 114

**Figura 69 -** Escala diagramática proposta por Lazaroto et al., (2012) para avaliação de *Exserohilum turcicum* na cultura do milho. Piraí do Sul, 2015.....115

**Figura 70 -** Escala diagramática proposta por Sachs et al. (2011) para avaliação de *Phaeosphaeria maydis* na cultura do milho. Piraí do Sul, 2015.....115

# LISTA DE TABELAS


**Tabela 1 -** Densidade de semeadura das culturas de inverno, utilizadas nos planos de rotação com as culturas de verão (soja e milho). Piraí do Sul – PR, 2015..... 29

**Tabela 2 -** População média de plantas (pl $ha^{-1}$) para cada cobertura de inverno, híbrido e análise conjunta em duas safras (13/14 e 14/15) na cultura de milho (*Zea mays*). Piraí do Sul – PR, 2015..... 34

**Tabela 3 -** Área abaixo da curva de progresso de *Exserohilum turcicum* (AACPD) para os terços inferior, médio, superior e planta inteira na cultura do milho (*Zea mays*), para as safras 13/14 e 14/15 assim como análise conjunta das safras. Piraí do Sul – PR, 2015..... 36

**Tabela 4 -** Área abaixo da curva de progresso de *S. macrospora* (AACPD) para os terços inferior, médio, superior e planta inteira em dois híbridos de milho nas safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – PR, 2015..... 39

**Tabela 5 -** Área abaixo da curva de progresso de *P. sorghi* (AACPD) para os terços inferior, médio, superior e planta inteira na cultura do milho (*Zea mays*), para as safras 13/14 e 14/15 assim como análise conjunta das safras. Piraí do Sul – PR, 2015..... 41

**Tabela 6 -** Área abaixo da curva de progresso de *P. maydis* (AACPD) para os terços inferior, médio, superior e planta inteira na cultura do milho (*Zea mays*), para a safra 14/15. Piraí do Sul – PR, 2015..... 43

**Tabela 7 -** Porcentagem de incidência de podridão do colmo na cultura do milho (*Zea mays*), para cultura antecessora, para híbrido e análise conjunta das safras. Piraí do Sul – PR, 2015..... 44

**Tabela 8 -** Incidência (%) de grãos ardidos para época de colheita, cultura antecessora e híbrido nas safras 13/14 e 14/15, assim como análise conjunta das duas safras. Piraí do Sul, 2015..... 46

**Tabela 9 -** Incidência (%) de *F. verticillioides* pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 13/14 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita. Piraí do Sul – PR, 2015..... 48

**Tabela 10 -** Incidência (%) de fungos (*Fusarium verticillioides*; *Penicillium* sp.; *Aspergillus* sp.; *Cladosporium* sp.; *Rhizopus* sp.) nos grãos de milho (*Zea mays*) pelo blotter test, para época de colheita, cultura antecessora, híbrido e análise conjunta das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – PR, 2015..... 51

**Tabela 11 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre época de colheita e híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015..... 56

**Tabela 12 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015..... 57

**Tabela 13 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita. Piraí do Sul – PR, 2015..... 59

**Tabela 14 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (Zea mays) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015..... 63

**Tabela 15 -** Massa de mil grãos (g) e produtividade (kg $ha^{-1}$) para época de colheita, cultura antecessora, híbridos e análise conjunta das duas safras (13/14 e 14/15) na cultura do milho (*Zea mays*). Piraí do Sul – PR, 2015..... 66

**Tabela 16 -** Produtividade kg $ha^{-1}$ da cultura de milho (Zea mays) da safra 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015..... 67

**Tabela 17 -** Histórico de rotações na área do experimento..... 81

**Tabela 18 -** Relação de produtos utilizados no manejo e condução do experimento assim como data de aplicação e dose por hectare na safra 2013/14. Piraí do Sul, 2015..... 82

**Tabela 19 -** Relação de produtos utilizados no manejo e condução do experimento assim como data de aplicação e dose por hectare na safra 2014/2015. Piraí do Sul, 2015..... 83

**Tabela 20 -** Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 86

**Tabela 21 -** Severidade de doenças foliares na cultura do milho, na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). Piraí do Sul, 2015..... 86

**Tabela 22 -** Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 96

**Tabela 23 -** Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 101

**Tabela 24 -** Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 104

**Tabela 25 -** Análise de variância para incidência de podridão do colmo na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 105

**Tabela 26 -** Análise de variância para incidência de grãos ardidos na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 107

**Tabela 27 -** Análise de variância para incidência de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho pelo "blotter test" das safras 2013/14 e 2014/15. Piraí do Sul – 2015..... 107

**Tabela 28 -** Análise de variância para incidência de *Penicillium* sp. em sementes de milho pelo "blotter test" das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 108

**Tabela 29 -** Análise de variância para incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de milho pelo "blotter test" das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 108

**Tabela 30 -** Análise de variância para massa de mil grãos (MMG) das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 109

**Tabela 31 -** Análise de variância para Produtividade das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015..... 109

**Tabela 32 -** Umidade (%) dos grãos de milho (*Zea mays*) nas respectivas épocas de colheitas, culturas antecessoras e híbridos nas safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – PR, 2015..... 110

**Tabela 33 -** Estádios fenológicos da cultura do milho..... 114

**SUMÁRIO**


**1. INTRODUÇÃO ..... 18**

**2. OBJETIVOS ..... 20**

2.1 GERAL ..... 20

2.2 ESPECÍFICOS ..... 20

**3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ..... 21**

3.1 CULTURA DO MILHO ..... 21

3.2 PATÓGENOS ..... 22

3.3 PODRIDÕES DE ESPIGA E GRÃOS ..... 23

3.4 ROTAÇÃO DE CULTURAS ..... 23

*3.4.1 Culturas Antecessoras ..... 25*

3.4.1.1 Canola ..... 25

3.4.1.2 Nabo forrageiro ..... 25

3.4.1.3 Ervilhaca ..... 25

3.4.1.4 Trigo ..... 25

3.4.1.5 Aveia Preta ..... 26

3.4.1.6 Ervilha forrageira ..... 26

3.4.1.7 Consórcio (Aveia preta+Nabo forrageiro+Ervilhaca) ..... 26

3.4.1.8 Pousio ..... 26

3.5 ÉPOCA DE COLHEITA ..... 26

**4. MATERIAL E MÉTODOS ..... 29**

4.1 SAFRA 13/2014 ..... 30

4.2 SAFRA 14/15 ..... 31

4.3 AVALIAÇÕES ..... 31

**5. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 34**

5.1 POPULAÇÃO ..... 34

1.2 SEVERIDADE DE DOENÇAS FOLIARES ..... 35

*5.2.1 Exserohilum turcicum ..... 35*

*5.2.2 Stenocarpella macrospora ..... 38*

*5.2.3 Puccinia sorghi ..... 40*

*5.2.4 Phaeosphaeria maydis ..... 42*

5.3 PODRIDÃO DO COLMO ..... 43

5.4 GRÃOS ARDIDOS ..... 45

5.5 BLOTTER TEST ..... 47

*5.5.1 Fusarium verticillioides ..... 47*

*5.5.2 Penicillium sp. ..... 52*

*5.5.3 Aspergillus sp. ..... 55*

*5.5.4 Cladosporium sp. e Rhizopus sp. ..... 65*

5.6 MASSA DE MIL GRÃOS E PRODUTIVIDADE ..... 65

**6. CONCLUSÃO ..... 70**

**7. REFERÊNCIAS ..... 71**

**APÊNDICE A – ROTAÇÕES E MANEJO DA CULTURA ..... 80**

**APÊNDICE B – RESULTADOS COMPLEMENTARES, CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E ANOVA ..... 84**

**ANEXO A – CROQUI ..... 111**

**ANEXO B – ESTÁDIOS FENOLÓGICOS E ESCALAS DIAGRAMÁTICAS ..... 113**

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) possui grande importância econômica e social sendo utilizado na alimentação humana, diretamente ou indiretamente através da alimentação de animais. Possui grande importância no comércio interno brasileiro e também como exportação, sendo o 3º maior produtor da commoditie e 2º maior exportador. Na safra 2014/2015, a área plantada foi de 15,48 milhões de hectares atingindo produção de 80,2 milhões de toneladas (ORT; LONG, 2014; AMIS, 2015; CONAB, 2015; USDA, 2015). Responsável por uma cadeia de centenas de produtos, o milho em sua maior parte, é utilizado na alimentação de aves e suínos, sendo esses componentes da alimentação humana (OLIVEIRA; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007; FAO, 2015).

É o grão com maior volume produzido, com produção para safra 2014/2015, a termos globais, de 1.001,7 milhões de toneladas, praticamente estável em relação à safra 2013/2014, que atingiu produção de 990,6 milhões de toneladas (AMIS, 2015; USDA, 2015).

A cultura do milho demanda altos investimentos para sua produção e alta tecnologia para atingir elevadas produtividades, estando predisposta à ação de vários fatores abióticos e bióticos responsáveis pela redução de produtividade. Para expressar seu maior potencial produtivo, é necessário observar vários pontos, desde a escolha do material genético para determinada área, fertilidade do solo, época de semeadura, clima, e formas de manejo como controle de insetos, plantas daninhas e também doenças (OERKE, 2006; EMBRAPA, 2012; IMEA, 2015).

Os patógenos que atacam a espiga e grãos de milho, os gêneros *Stenocarpela* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp., são de grande importância. Além de causarem dano direto na produtividade também causam danos qualitativo, diminuindo valor comercial. Alguns desses podem vir a ser potenciais produtores de micotoxinas, causando sérios problemas para a alimentação animal e humana (PINTO, 2001; ABBAS et al., 2006; CASA et al., 2006; JULIATTI et al., 2007; IAMANAKA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010; MENDES et al., 2011, 2012; JACCOUD FILHO; JULIATTI, 2012; MARQUES et al., 2012).

Para o controle desses patógenos relacionados à espiga e grãos são demandadas de algumas técnicas de manejo como, por exemplo, utilização de variedades resistentes, rotação de culturas, sementes sadias, densidade de semeadura, uso de cultivares com espigas decumbentes, evitar atrasos na colheita, controle químico , alternativo e biológico na tentativa de se reduzir esses danos (TRENTO et al., 2002; SANTIN et al., 2004; RIBEIRO et al., 2005; CASA et al., 2007; JULIATTI et al., 2007, 2013; BLANDINO; REYNERI; VANARA, 2008;

NAYAKA et al., 2009; COSTA et al., 2011, 2012; ALVES et al., 2012; CRUZ, 2012; JACCOUD FILHO; JULIATTI, 2012; LANZA et al., 2012; SUHAIDA; NURAINIZZATI, 2013).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Verificar a influência de diferentes coberturas de inverno e épocas de colheita na sanidade de grãos em dois híbridos de milho.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Verificar a ocorrência de grãos ardidos, sobre as diferentes coberturas de inverno em duas safras.

Verificar a ocorrência de grãos ardidos em três épocas de colheita em duas safras.

Verificar a ocorrência de fungos causadores do complexo de grãos ardidos em dois híbridos de milho em duas safras.

# 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 3.1 CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à ordem *Poales*, família *Poaceae*, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*. Tem caráter monóico e morfologia característica da anatomia básica das gramíneas. Podendo ter seus aspectos vegetativos e reprodutivos modificados através da interação com fatores ambientais que atuam sobre a ontogenia do desenvolvimento (DOEBLEY, 1990; MAGALHÃES, 2002).

Originário do México e América Central teve como origem a planta de Teosinto, utilizadas pelos Maias que por meio de seleções antropogênicas deu origem ao milho (DOEBLEY, 1990), tendo a sua domesticação e melhoramento produzido uma planta ereta e robusta com alto potencial de produção de grãos (MAGALHÃES, 2002).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial desse grão (ORT; LONG, 2014; AMIS, 2015). No Brasil é uma das mais importantes culturas, ocupando uma área de 15,8 milhões de hectares, na safra 14/15 divididos em duas safras (safra normal e safrinha) (CONAB, 2015). A área de milho safrinha vem aumentando ano a ano o que vem superando a área da safra normal. Na safra 14/15 o Brasil produziu um total de 85,5 milhões de toneladas, sendo 30,7 milhões de toneladas na safra normal e 54,7 milhões de toneladas na safrinha, com produtividade média de 5,4 toneladas por hectare (CONAB, 2015).

A cultura do milho é responsável por uma extensa cadeia de produção de alimentos no mercado interno, sendo o grão e até mesmo a planta inteira (silagem) constituinte da dieta de bovinos, ovinos, equinos, aves e suínos. Além de fonte de alimentação direta na dieta humana, através de seus derivados como é o caso da farinha de milho, fubá, milho verde, óleo de cozinha e outros. No Brasil, a sua utilização como fonte de energia renovável através da produção de etanol é incipiente. No exterior, como é o exemplo dos Estados Unidos, está sendo utilizado de maneira crescente (AMIS, 2015; FAO, 2015).

O Brasil é o segundo maior exportador mundial de milho (AMIS, 2015). Segundo Moreira (2015), no primeiro quadrimestre de 2015, as exportações totalizaram US$ 964 milhões, apresentando retração de 6,5% em relação ao valor exportado no mesmo período de 2014, tendo sido o recuo de 18% na bolsa de Chicago o responsável. O principal destino das exportações de milho são o Vietnã, que importou aproximadamente 1,9 milhões de toneladas entre janeiro e agosto de 2015 (AMIS, 2015; CONAB, 2015; MOREIRA, 2015).

Em função destes fatos disso observa-se que o Brasil necessita de um grande montante de produção desse grão. Os principais fatores limitantes ao desenvolvimento e produtividade

do milho, são os abióticos (clima e solo) e os bióticos (plantas daninhas, insetos e doenças) (OERKE, 2006; CRUZ, 2012; TSIMBA et al., 2013). Os efeitos abióticos são os que limitam o teto de produtividade do milho, por exemplo, temperatura, precipitação, disponibilidade de $CO_2$, luminosidade, que está complexada a latitude e época do ano (BERT et al., 2006; OERKE, 2006).

Os efeitos bióticos são mais passíveis de serem manejados, porém necessitam da constante aprimoramento de técnicas de manejo, buscando se adaptar ao dinamismo das mudanças do ambiente, e atender à exigência de proteção da cultura que cada vez, através do melhoramento genético, está visando maiores produtividades e com isso a suscetibilidade a pragas e doenças vem aumentando (OLIVEIRA et al., 2002; JULIATTI et al., 2007; COSTA et al., 2012).

Técnicas de manejo como rotação de culturas, cultura antecessora, antecipação de colheita, espaçamento e época de semeadura, escolha de híbridos, dentre outras podem ser artifícios simples mas que em conjunto levam a uma maior eficácia na convivência com doenças (EMBRAPA, 2012).

## 3.2 PATÓGENOS

Dentre os agentes que afetam a cultura do milho, pode-se citar doenças radiculares, foliares, do colmo e da espiga. Nesse contexto Juliatti e Souza (2005) salientam que os patógenos tem sido um dos fatores limitantes ao cultivo de milho, e a utilização de monocultura aliada a variedades suscetíveis, tecnologia mal utilizada e condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos acabam favorecendo a maior importância das doenças na cultura.

As doenças de grãos, podem causar dano quantitavo e qualitativo, através da porcentagem de grãos ardidos, que acarreta na redução do preço de compra do grão. Segundo Trento et al. (2002) a qualidade dos grãos pode ser afetada por dano direto ou pela formação de micotoxinas. Os fungos causadores do complexo de grãos ardidos são os potenciais produtores dessas substâncias advindas de metabolismo secundário, quando esses fungos sofrem algum tipo de estresse, sendo essas nocivas à alimentação humana e animal quando ingeridas em certas quantidades (MUNKVOLD; DESJARDINS, 1997; CAST, 2003; PEREIRA et al., 2005; CRUZ, 2012; JACCOUD FILHO; JULIATTI, 2012).

As doenças causam perdas econômicas de 6 a 20% na cultura do milho, podendo chegar a redução de 80% no potencial de rendimento em ataques severos (OERKE, 2006;

CRUZ, 2012). Existe uma gama de patógenos que atacam a cultura do milho, tanto a parte radicular (complexo de doenças: *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., além de bactérias e nematóides), colmo (*Colletotrichum graminicola, Stenocarpella macrospora, Stenocarpella maydis, Fusarium graminearum, Fusarium verticillioides* e *Macrophomina phaseolina, Pythium aphanidermatum*), folhas (*Cercospora zea-maydis* e *Cercospora sorghi* f. sp. *maydis, Pantoea ananas, Puccinia polysora, Puccinia sorghi, Physopella zeae, Exserohilum turcicum, Bipolaris maydis, Stenocarpella macrospora, Colletotrichum graminicola)* e espigas e grãos *Stenocarpella maydis, Stenocarpela macrospora, Fusarium verticillioides, Fusarium subglutinans, Fusarium graminearum, Fusarium sporotrichioides* e *Gibberella zeae, Penicillium oxalicum, Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus)* (PEREIRA et al., 2005; CRUZ, 2012).

## 3.3 PODRIDÕES DE ESPIGA E GRÃOS

As podridões de espiga são muito importantes na cultura do milho, pois afetam diretamente os grãos, causando danos de até 56% em regiões subtropicais do mundo (PASCALE et al., 2002; TEFERA et al., 2011; CRUZ, 2012; SANTIAGO et al., 2013). Os principais patógenos envolvidos com as podridões de espigas e formação de grãos ardidos na cultura do milho no Brasil são *S. maydis, S. macrospora, F. verticillioides, F. subglutinans, F. graminearum, F. sporotrichioides* e *G. zeae* (RAMOS et al., 2010). No campo pode ocorrer à produção de grãos ardidos pelos fungos *P. oxalicum* e *A. flavus* e *A. parasiticus*. No Sul do Brasil os fungos *F. graminearum, F. sporotrichioides* e *S. maydis* são os mais frequentes infectando os grãos (MORENO, 2008; MENDES et al., 2011; CRUZ, 2012; JACCOUD FILHO; JULIATTI, 2012).

Segundo Wutzki (2014), Ramos (2008) e Casa et al (2007), os fungos *F. verticillioides*, *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. são os principais fungos em semente de milho.

## 3.4 ROTAÇÃO DE CULTURAS

A prática da rotação de culturas é menos agressiva ao meio ambiente, tendo viabilizado outras práticas como o sistema de plantio direto na palha. Do ponto de vista fitotécnico, pode ser definida como a alternância de diferentes culturas sobre uma mesma área ao longo das safras, onde uma mesma espécie vegetal não é repetida no mesmo lugar por no mínimo 2 anos (CASA et al., 2006). Sob o ponto de vista fitopatológico, consiste na semeadura de uma espécie

vegetal, num mesmo local da lavoura, na mesma estação de cultivo onde os restos culturais do cultivo anterior foram eliminados biologicamente, por ação de microrganismos decompositores presentes no solo, que não formem estrutura de resistência, de forma a ser mantido abaixo do limiar de infecção. Por outro lado, a monocultura consiste no cultivo da mesma cultura no mesmo local da lavoura onde estão presentes seus próprios restos culturais, como por exemplo, o cultivo do milho safrinha, cultivado após milho ou soja na safra de verão (PINTO, 2001; AGRIOS, 2005; RIBEIRO et al., 2005; CASA et al., 2006; REIS et al., 2011).

A rotação de culturas pode reduzir a incidência de podridões de espigas (PEs) na cultura do milho, pois os principais patógenos que infectam as espigas e causam grãos ardidos e possível produção de micotoxinas, sobrevivem em restos culturais. Com o advento do sistema de plantio direto na palha, há uma manutenção dos restos culturais por mais tempo sob a superfície do solo, proporcionando assim um ambiente favorável para o desenvolvimento dessas espécies de fungos hemibiotróficos, acarretando em uma elevada produção de inóculo. Lembrando que ao emergir as plântulas de milho entram em contato com palha infectada, agravando a ocorrência de doenças no monocultivo (TRENTO et al., 2002; AGRIOS, 2005; RIBEIRO et al., 2005; CASA et al., 2006; REIS et al., 2011).

Trento et al. (2002), avaliando o efeito da rotação de culturas, monocultura e densidade de plantas na incidência de grãos ardidos, observaram maiores incidências no monocultivo para todas as densidades de plantas.

Diante disso, deve ser observada a cultura de inverno antecessora na sucessão de culturas do plano de rotação, onde se pode ter eliminado os restos da cultura de milho da safra anterior, porém a cultura de inverno antecessora pode ser hospedeira do patógeno que pode produzir inóculo para a nova safra de milho, aumentando assim a incidência da doença (AGRIOS, 2005; RIBEIRO et al., 2005; REIS et al., 2011).

A rotação com culturas fabáceas e crucíferas, pode diminuir a incidência de doenças de milho, por estas não serem hospedeiras alternativas (REIS et al., 2011). No caso das poáceas, Ribeiro et al. (2005) relatam que a aveia pode ser hospedeira de fungos que atacam grãos e colmo, como *C. graminicola* e *F. graminearum*. Segundo Reis et al. (2011), culturas como trigo, cevada, aveia e azevém, antecedendo a cultura do milho aumentam drasticamente a incidência de *C. graminicola* e *G. zeae* (forma anamorfa de *F. graminearum*) causadoras de podridão do colmo e no caso de *G. zeae*, podridão das espigas, devido a manutenção de corpos de frutificação dos restos vegetais quando sob plantio direto.

### 3.4.1 Culturas Antecessoras

#### *3.4.1.1 Canola*

A canola (*Brassica napus* L. var. *olerífera* Moench.*)* é uma das culturas mais difundidas no Canadá, sendo de grande importância econômica para esse país (CHEN et al., 2014). O cultivo da canola no Brasil se iniciou na década de 70 no Rio Grande do Sul, expandindo-se posteriormente para os Estados de Santa Catarina, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul. Nos dias de hoje, está sendo cultivada também em São Paulo e Minas Gerais. Os maiores cultivos de canola estão no Rio Grande do Sul, seguido do Paraná (CONAB, 2014).

O cultivo da canola na Região Sul e em outras áreas do Brasil, segundo Tomm (2012), tem possibilitado a redução da incidência de diversos fungos de importância econômica para as culturas de trigo e milho. Chen et al. (2014), encontraram diversas espécies de *Fusarium* spp. que causam podridões na canola, no Canadá.

#### *3.4.1.2 Nabo forrageiro*

Segundo Crusciol et al. (2005) o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.), vem sendo utilizado nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil principalmente, como material para adubação verde de inverno e planta de cobertura, em sistemas de plantio direto. Lima et al. (2007) não observaram a ocorrência de doenças na cultura, mas uma rápida decomposição dos restos culturais foi observada.

#### *3.4.1.3 Ervilhaca*

A ervilhaca (*Vicia sativa* L.) é geralmente utilizada na rotação de culturas devido ao seu potencial de fixar nitrogênio atmosférico, favorecendo um incremento desse no solo de forma parcial ou até mesmo total em substituição da adubação mineral. Porém os resíduos culturais são decompostos muito facilmente como indagado por Heinrichs et al. (2001).

#### *3.4.1.4 Trigo*

A cultura do Trigo (*Triticum aestivum* L.) é utilizada como rotação no inverno, principalmente na Região Sul do Brasil, antecedendo o cultivo de soja no plano de rotação. Seu cultivo é pouco utilizado antes de lavouras de milho devido as exigências nutricionais, e também por ser possível hospedeira de patógenos que podem vir a acarretar doenças na cultura do milho, pela permanência do inóculo nos restos culturais (SANTOS et al., 2000; FRANCHINI et al, 2011, PIRES, 2014; REIS et al., 2011).

*3.4.1.5 Aveia Preta*

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) segundo Heinrichs et al. (2001) vem sendo empregada em sistemas de rotação visando controle de doenças na sucessão com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e soja (*Glycine max* L.), porém quanto ao milho a produtividade pode ser afetada. A cultura da aveia preta, também pode ser hospedeira alternativa de algum patógeno da cultura do milho (REIS et al., 2011).

*3.4.1.6 Ervilha forrageira*

Segundo Filho et al. (2015) a ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense* (L.) Poir) é indicada como cultura para adubação verde, cobertura de solo e alimentação animal. Essa cultura pode ser uma alternativa em relação a outras plantas de cobertura durante o inverno, na Região Sul do Brasil. Como vantagens temos a fixação de nitrogênio e o rápido crescimento inicial, precocidade e uniformidade.

*3.4.1.7 Consórcio (Aveia preta+Nabo forrageiro+Ervilhaca)*

Segundo Silva et al. (2007) o cultivo de aveia solteira antes do cultivo de milho, pode causar uma imobilização de nitrogênio (N), devido a relação C/N da aveia que acaba liberando mais lentamente o N. Assim, o seu consórcio com leguminosas como a ervilhaca e brássicas como nabo, são uma boa alternativa, devido a maior e mais rápida disponibilização de N proporcionada pela ervilhaca, como também, por uma melhor cobertura do solo pela aveia, e o estabelecimento e ciclagem de nitrogênio do nabo.

*3.4.1.8 Pousio*

O pousio pode proporcionar um aumento da população de plantas daninhas infestantes como comentado por Noce et al. (2008), podendo estas serem hospedeiras de diversos patógenos que podem sobreviver nessas plantas (AGRIOS, 2005; REIS et al., 2011).

## 3.5 ÉPOCA DE COLHEITA

A época de colheita do milho depende de fatores como época de semeadura, ciclo do híbrido em questão, estando esse condicionado pelo acúmulo de graus dias, e também as condições climáticas ocorridas no período em que a cultura se desenvolve. Esse fato, irá levar ao ponto de maturação fisiológica ao final do ciclo, momento em que a planta se desconecta da semente, possuindo o maior acúmulo de massa seca e maior potencial de germinação e vigor

(DOURADO-NETO; FANCELLI, 2000). Esse deveria ser o ponto ideal de colheita, porém nesse momento o grão possui um teor de umidade relativamente alto em torno de 38 a 42%, e algumas partes da planta ainda apresentam-se em estado vegetativo, o que inviabiliza o processo de colheita mecânica, devido ao dano aos grãos, falha na trilha, perdas de grãos e alto teor de umidade aumentando custos de secagem. Por essa razão a cultura do milho permanece na lavoura até chegar ao ponto de colheita, onde a umidade fica em torno de 28%.

Levando em consideração que em uma propriedade agrícola, que efetua boas práticas, deve existir um bom sistema de rotação, o que indica o cultivo de outras culturas como a soja na mesma safra, que na maioria das vezes chega muito rápido ao ponto de colheita, coincidindo com a época de colheita do milho. Pelo fato da soja proporcionar maior remuneração econômica há mobilização de maquinários para a sua colheita causando maior intervalo na colheita do milho, ficando este na lavoura por mais tempo exposto as condições climáticas e ação de microrganismos patogênicos causadores de podridões de espiga, grãos ardidos e micotoxinas (BORGEMEISTER et al., 1998; DOURADO-NETO; FANCELLI, 2000; SANTIN et al., 2004).

Possíveis atrasos na colheita podem resultar em maiores níveis de grãos ardidos, e de micotoxinas, devido aos grãos permanecerem por maior período de tempo nas condições de campo onde estão sujeitos a ação desses microrganismos e a possível produção de micotoxinas (JONES et al., 1981; AGRIOS, 2005). Porém, atrasos na colheita nem sempre resultam num decréscimo de produtividade ou acréscimo nos níveis de micotoxinas (BRUNS; ABBAS, 2004). Jones et al.(1981) em experimento encontraram que o atraso na colheita aumentou a concentração de micotoxinas em um dos dois anos, e frisam que a contaminação também está atrelada as condições climáticas decorrentes no período.

Borgemeister et al. (1998) em trabalho realizado avaliando o efeito de época de colheita em milho e perdas em pós-colheita encontraram maiores níveis de ataque por *Fusarium* spp. em colheitas atrasadas em relação às colheitas em períodos mais próximos a maturação fisiológica.

Santin et al. (2004) não encontraram variação significativa na incidência de grãos ardidos em ambos os híbridos avaliados e sobre as duas coberturas utilizadas (aveia e nabo) com relação as diferentes umidades de colheita. Os autores observaram aumento na incidência de grãos ardidos à medida que a umidade dos grãos foi diminuindo após a maturação fisiológica até 18% umidade onde o valor da incidência de grãos ardidos voltou a diminuir. Também relacionaram esse resultado às características genéticas dos híbridos, ao sistema plantio direto na palha, à adaptação dos híbridos ao solo e ao clima e à presença de inóculo. Os pesquisadores

também observaram comportamento diferencial com relação às espécies de fungos que atacaram os grãos dependendo da umidade. Obtiveram maiores infecções por *F. graminearum* e das espécies dos gêneros *Aspergillus, Cephalosporium* e *Penicillium* com o atraso na colheita e redução da incidência de *F. verticillioides*. Possivelmente pelo fato da espécie *F. verticillioides* se desenvolver melhor sobre teores de umidade mais elevados.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em dois anos agrícolas, nas safras 13/14 e 14/15, no município de Piraí do Sul-PR, em propriedade rural particular, nas coordenadas 24°22’07,62’’ Sul e 50°07’33,32’’ Oeste, a 975 metros de altitude. O clima predominante segundo a classificação de Koppen é o Cfb, clima temperado propriamente dito com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (IAPAR, 2014). O solo predominante na região do experimento é o LATOSSOLO Vermelho Tb distrófico, que está sob plantio direto há 20 anos, há 3 anos foram estabelecidos planos de sucessão com coberturas de inverno, cada um desses planos consta de uma área de 0,5 hectares.

Para a cobertura foram utilizadas, nas duas safras, as culturas da canola, nabo, aveia preta, ervilha forrageira, trigo, ervilhaca, consórcio aveia+nabo+ervilhaca e pousio. Todas as culturas foram semeadas com semeadora, com exceção de aveia que foi semeada a lanço. Para canola, nabo, ervilha e ervilhaca foram utilizados espaçamentos de 0,5 m e para trigo foi utilizado espaçamento de 0,17 m. As densidades de semeadura são apresentadas na Tabela 1. O manejo de dessecação foi realizado 30 dias antes do plantio da cultura de verão, utilizando herbicida a base de Glyphosate na dose recomendada pelo responsável técnico da propriedade.

**Tabela 1** – Densidade de semeadura das culturas de inverno, utilizadas nos planos de rotação com as culturas de verão (soja e milho). Piraí do Sul – PR, 2015.

| **Cobertura** | **Sementes kg ha$^{-1}$** |
|---|---|
| Canola | 3,0 |
| Nabo forrageiro | 25,0 |
| Aveia preta | 100,0 |
| Ervilha forrageira | 65,0 |
| Trigo | 150,0 |
| Ervilhaca | 65,0 |
| Aveia + nabo + ervilhaca | 60,0 + 10,0 + 65,0 |
| Pousio | - |

Devido a disponibilidade, adaptação e disposição da área do experimento, assim como a facilidade de mecanização, o delineamento experimental utilizado foi em faixas com arranjo fatorial, com amostragem de conveniência, por se tratar de um experimento que pode no trazer informações importantes no momento (COSTA NETO, 1977; MARTINS, 2016; OLIVEIRA, 2001). As faixas foram compostas de dois híbridos, estas dispostas sobre oito culturas de inverno, e três épocas de colheita, sendo utilizadas quatro repetições. As unidades foram

compostas de treze linhas espaçadas em 0,5 m (6,5 m de largura) e 30 m de comprimento (Anexo A).

O histórico de rotações da área é apresentado no Apêndice A (Tabela 17), pelo período de 16 anos da sucessão de culturas de verão e inverno, até a safra na qual foi implantado o experimento.

Foram utilizados os dados meteorológicos cedidos pelo SIMEPAR, objetivando-se estudar a relação das condições climáticas com a incidência de doenças.

## 4.1 SAFRA 13/2014

A semeadura foi realizada no dia 28/09/2013 com dois dos híbridos mais cultivados na região o P30F53YH (ciclo de 1556 graus dias, moderadamente suscetível a doenças de grãos) e P30R50YH (ciclo de 1493 graus dia moderadamente resistente a doenças de grãos), estes tem por características ampla distribuição geográfica, elevado potencial produtivo e precocidade (DUPONT PIONEER, 2015). Ambos foram semeados com uma densidade de 78.000 sementes $ha^{-1}$.

A adubação de base foi de 250 kg $ha^{-1}$ da fórmula N-P-K 18-23-00 e em cobertura no estádio V6 da cultura de milho, foram feitos 200 kg $ha^{-1}$ de KCl (00-00-60) e 300 kg $ha^{-1}$ de Uréia (45-00-00) (Anexo B Figura 68). A adubação da cultura de inverno foi realizada com 120 kg $ha^{-1}$ de MAP (09-48-00) antes da implantação das mesmas.

A adubação de correção, realizada antes da implantação da cultura do milho, foi realizada com base na análise química do solo. Foram aplicados 3 ton $ha^{-1}$ de calcário e 2,2 ton $ha^{-1}$ de gesso, calculada através da fórmula da necessidade de calcário e necessidade de gessagem. O calcário foi aplicado após a safra de verão 12/13 e a gessagem foi realizada após a cultura de inverno safra 2013.

As sementes foram tratadas com os produtos à base de tiametoxan (300 g 100 $kg^{-1}$ de semente), fipronil + piraclostrobina + tiofanato metílico (100 mL 50 $kg^{-1}$ de semente).

O controle fitossanitário foi realizado conforme o manejo da própria fazenda, baseados em recomendação do técnico responsável (Apêndice A Tabela 18).

Foram realizadas três épocas de colheita, iniciando-se logo após a maturação fisiológica, no dia 13 de fevereiro de 2014 com média de 34,5% de umidade, seguida da segunda e terceira colheitas com intervalo de 15 dias entre elas, para se obter três umidades de colheita. As demais situadas nos dias 28 de fevereiro a segunda época de colheita com média de 26,9%

de umidade, e a terceira época de colheita no dia 15 de março de 2014 com média de 21,4% de umidade.

Em cada época de colheita, uma área útil de 10 m² de cada parcela foi colhida. As amostras foram processadas em uma batedeira de cereais, marca Maqtron. Após o processamento, foram realizadas avaliações de peso, porcentagem de grãos ardidos, umidade e massa de mil grãos (MMG) das amostras de cada parcela, teste de sanidade de sementes ("Blotter Test") com congelamento conforme metodologia da ISTA (BRASIL MAPA 2009a, 2009b), onde para o cálculo de produtividade (kg $ha^{-1}$) e MMG, foi corrigido o peso de cada parcela para 13% de umidade.

## 4.2 SAFRA 14/15

Na safra 2014/2015 o experimento foi instalado dia 14 de novembro de 2014. Foram utilizados os híbridos P30F53YH, P30R50YH (DUPONT PIONEER, 2015). Semeados numa densidade de 80.000 sementes por hectare. A adubação foi a mesma da primeira safra tanto para cultura de verão como para as coberturas de inverno. As sementes foram tratadas da mesma forma que na primeira época. As épocas de colheita iniciaram no dia 10 de abril de 2015 com umidade de 32,4%, 25 de abril com 25,1% de umidade e 10 de maio de 2015 com 20,9% de umidade, respectivamente. Repetindo-se a mesma área útil e processos da primeira safra.

O controle fitossanitário foi realizado conforme o manejo da própria fazenda, baseados em recomendação do técnico responsável, podendo os produtos e doses utilizadas serem vistos no Apêndice A (Tabela 19).

## 4.3 AVALIAÇÕES

As avaliações de doenças foliares foram realizadas no terço inferior, médio e superior em 10 plantas selecionadas ao acaso em cada parcela, totalizando assim 30 folhas em cada repetição, iniciando-se a partir do aparecimento dos primeiros sintomas.

A avaliação de helmintosporiose (*E. turcicum*) foi realizada com base na escala proposta por Lazaroto et al., (2012), levando em consideração a porcentagem do tamanho da lesão em relação à folha (Anexo B Figura 69). Assim como as avaliações de mancha branca (*P. maydis*) proposta por Sachs et al. (2011) (Anexo B Figura 70), mancha de diplodia (*S. macrospora*) e ferrugem comum (*P. sorghi*) realizadas com base em notas de severidade em percentagem de área foliar afetada pela doença variando de 0 a 100% da área afetada.

A avaliação de população de plantas foi realizada através da contagem do número de plantas em 20 m em cada parcela no estádio V8 da cultura (Tabela 32 e Figura 68 no Anexo B). A avaliação de incidência de podridão do colmo foi realizada no florescimento, através da verificação pela pressão do polegar sobre o colmo do primeiro internódio de 20 plantas por parcela, sendo as plantas que cediam com a pressão classificadas como infectadas.

A análise da porcentagem de grãos ardidos foi realizada logo após a recepção das amostras colhidas no laboratório de Fitopatologia Aplicada, seguindo as regras da Instrução Normativa MAPA nº60 de 22/12/2011, que estabelece o regulamento técnico para a cultura do milho. Foi feita a pesagem através de uma balança digital graduada em gramas (g), com precisão de 3 casas decimais (mg), onde foi coletada uma subamostra de 200 gramas de cada amostra e desta separados os grãos ardidos que foram pesados e transformados em porcentagem através da fórmula:

Grãos ardidos (%) = peso de ardidos (g) x 100 / peso da amostra de trabalho (g).

Foi realizado o Blotter Test com congelamento, segundo o método proposto no manual de regras para análise sanitária de sementes nas normas da ISTA (BRASIL MAPA, 2009a, 2009b). Foram incubadas 400 sementes de cada tratamento, dispostas no número de 20 em cada caixa acrílica transparente tipo "gerbox" (11 x 11 x 3,5 cm), em um total de 20 gerbox por amostra. As sementes foram dispostas individualmente sobre camada dupla de papel filtro umedecido em água destilada (2,5 vezes seu peso seco) e autoclavada, mantendo-se distanciadas 1 a 2 cm uma da outra (BRASIL. MAPA., 2009b; MUNKVOLD, 2009).

As amostras foram incubadas em BOD com fotoperíodo de 12 horas de luz fluorescente branca, em temperatura de 20 ±2°C, por 24 horas. Após esse tempo as amostras foram transferidas para congelador (-20$^0$C), para proceder o congelamento por período de 24 horas. Após este período as amostras foram colocadas na incubadora a 20 ±2°C sob fotoperíodo de 12 horas, tal como descrito anteriormente, por mais 5 dias (BRASIL MAPA, 2009b).

Após os sete dias as sementes das amostras foram examinadas individualmente com auxílio de estereomicroscópio (lupa) com aumento de 30-80x, para verificar a ocorrência de frutificações típicas do crescimento de fungos. Conidióforos com conídios e corpos de frutificação (picnídios, acérvulos, peritécios) formados nas sementes são características importantes para identificar espécies fúngicas. Assim como a observação de lâminas ao microscópio ótico com resolução de 50-400x, são de suma importância para confirmar a identidade dos fungos (BARNETT; HUNTER, 1972; ALEXOPOULOS et al., 1996; NELSON; TOUSSOUN; COOK, 1981).

A massa de mil grãos foi determinada conforme o método descrito no Manual de Regras para Análise de Sementes (BRASIL MAPA, 2009a), contando-se 8 repetições de 100 sementes de cada amostra as quais foram pesadas em balança digital graduada em gramas com precisão de 3 casas decimais (mg), sendo feita então a média dessas 8 repetições e a transformação para mil grãos, através da multiplicação por 10, e o ajuste da umidade.

A umidade foi medida através de medidor de umidade portátil para grãos, com precisão de leitura de 0,1 %. O cálculo da produtividade foi realizado através das plantas da área colhida de 10 m², e as amostras pesadas em balança digital, com precisão de 1 grama, os quais foram extrapolados para kg $ha^{-1}$ e corrigidos para a umidade de 13% V/V.

Os dados foram analisados através do programa de análises estatísticas Statistica V.10 (STATSOFT, 2015). As médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de severidade de doença foram transformados para arco seno $\sqrt{X/100}$, recomendada para dados expressos em porcentagem. A análise conjunta das safras foi realizada utilizando teste "t".

# 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 5.1 POPULAÇÃO

A população média de plantas por hectare para ambas as safras não teve interação nem diferença estatística, tanto para as culturas antecessoras como para híbrido, como pode ser observado na Tabela 2 (Apêndice B Figuras 28 a 31), mostrando que não se observou nenhum tipo de alelopatia ou outro fator, que possa ter influenciado negativamente o estabelecimento dos dois híbridos utilizados.

**Tabela 2** – População média de plantas (pl $ha^{-1}$) para cada cobertura de inverno, híbrido e análise conjunta em duas safras (13/14 e 14/15) na cultura de milho (*Zea mays*). Piraí do Sul – PR, 2015.

| Tratamento | | Safra 13/14 | Safra 14/15 |
|---|---|---|---|
| | | Plantas $ha^{-1}$ | Plantas $ha^{-1}$ |
| Cultura Antecessora | **Canola** | 70.250,0 ns | 78.000,0 ns |
| | **Nabo forrageiro** | 72.000,0 | 76.500,0 |
| | **Aveia preta** | 70.750,0 | 80.000,0 |
| | **Ervilha forrageira** | 71.500,0 | 77.500,0 |
| | **Trigo** | 67.500,0 | 77.000,0 |
| | **Ervilhaca** | 70.500,0 | 75.000,0 |
| | **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 70.750,0 | 75.000,0 |
| | **Pousio** | 70.500,0 | 74.500,0 |
| Híbrido | **P30F53YH** | 70.250,0 ns | 77.375,0 ns |
| | **P30R50YH** | 70.687,5 | 76.000,0 |
| **Análise conjunta safras** | | 70.468,8 * | 76.687,5 * |

ns – médias não significativas pelo teste de F a p<0,01 de significância.

* - médias significativamente diferentes pelo teste de student ("t"), com p<0,05.

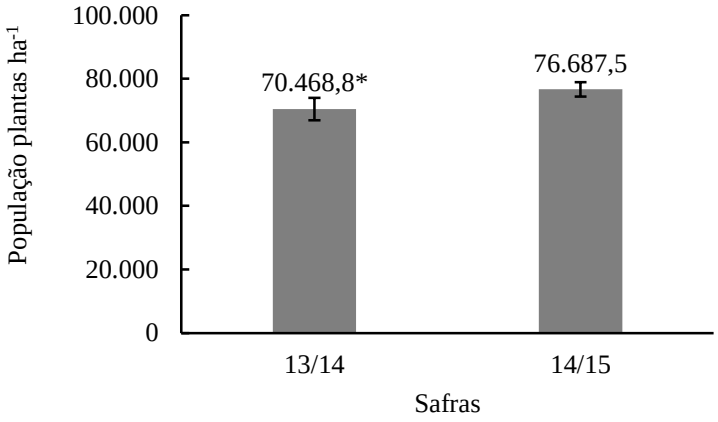



**Figura 1** - Análise conjunta da população média de plantas (pl.$ha^{-1}$) para as safras (13/14 e 14/15). * médias diferem estatisticamente pelo teste de t (p<0,05). Barras indicam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

Na análise conjunta das duas safras (Tabela 2 e Figura 1), a safra 14/15 apresentou uma população significativamente maior que a safra 13/14, devido a maior densidade de semeadura na segunda safra, com objetivo de fornecer um ambiente melhor para o desempenho dos patógenos, devido a maior competição entre plantas da cultura, fragilizando assim as defesas da planta e tornando-as mais suscetíveis a ação de patógenos. Trento et al. (2002), observaram que com o aumento da densidade houve um acréscimo na incidência de grãos ardidos e, também por Sangoi et al. (2000), também observaram que com o aumento da densidade observou-se um acréscimo nas podridões de colmo e espiga.

## 1.2 SEVERIDADE DE DOENÇAS FOLIARES

### 5.2.1 *Exserohilum turcicum*

A helmintosporiose ou "HT" não apresentou interação significativa entre cultura antecessora e híbrido, e também entre os fatores com relação a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Apêndice B Tabela 20). O valor de progresso da doença foi significativamente menor na safra 13/14 (0,9 % de severidade média das avaliações (Apêndice B Tabela 21) em relação a segunda safra (14/15) (1,6% de severidade média das avaliações (Apêndice B Tabela 21) como pode ser observado nos resultados da análise conjunta das safras (Tabela 3 e Figura 2).

Possivelmente, esse resultado, possa ser atribuído a fatores como as condições climáticas residentes em cada ano/safra (Apêndice C Figuras 32 e 33). Na primeira safra (13/14) as condições climáticas foram menos favoráveis ao desenvolvimento da doença, isto devido ao fato de nessa safra, o experimento ter sido implantado numa época de semeadura mais cedo, dia 28/09/2013, e na segunda safra o experimento ter sido implantado mais tarde, no dia 14/11/2014. Esse resultado está de acordo com os dados obtidos por Juliatti e Souza (2005), que testando época de semeadura e severidade de doenças foliares, observaram um acréscimo no progresso da doença para a época mais tardia.

Também o fato da cultura de verão da safra 12/13 ter sido soja, e na primeira safra (13/14) ter sido milho, assim como na segunda safra (14/15), o potencial de inóculo pode ter aumentado, causando assim um maior nível de incidência da doença. Tendo em vista a entrada da cultura de milho duas safras seguidas no mesmo local, quebrando assim o ciclo de rotação (REIS et al., 2011).

**Tabela 3** – Área abaixo da curva de progresso de *Exserohilum turcicum* (AACPD) para os terços inferior, médio, superior e planta inteira na cultura do milho (*Zea mays*), para as safras 13/14 e 14/15 assim como análise conjunta das safras. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Tratamento | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Inferior | | Inferior | | Médio | | Médio | | Superior | | Superior | | Planta Inteira | | Planta Inteira | |
| Cultura Antecessora | Canola | 41,9 | ns | 357,2 | ns | 18,9 | ns | 55,9 | ns | 36,8 | ns | 4,8 | ns | 32,5 | ns | 139,3 | ns |
| | Nabo forrageiro | 17,1 | | 205,4 | | 17,1 | | 43,4 | | 24,8 | | 7,9 | | 19,7 | | 85,6 | |
| | Aveia preta | 33,8 | | 175,1 | | 16,4 | | 43,6 | | 15,5 | | 6,6 | | 21,9 | | 75,1 | |
| | Ervilha forrageira | 33,0 | | 234,3 | | 23,3 | | 23,6 | | 32,4 | | 2,3 | | 29,6 | | 86,7 | |
| | Trigo | 25,2 | | 203,2 | | 15,0 | | 63,9 | | 21,1 | | 4,8 | | 20,4 | | 90,6 | |
| | Ervilhaca | 27,7 | | 154,0 | | 10,9 | | 20,0 | | 14,7 | | 0,3 | | 17,7 | | 58,1 | |
| | Aveia+Nabo+Ervilhaca | 26,1 | | 145,5 | | 10,6 | | 40,8 | | 26,4 | | 2,0 | | 21,0 | | 62,8 | |
| | Pousio | 24,4 | | 148,9 | | 12,4 | | 23,0 | | 21,5 | | 0,8 | | 19,4 | | 57,5 | |
| Híbrido | P30F53YH | 27,3 | ns | 187,8 | ns | 17,8 | ns | 44,3 | ns | 24,1 | ns | 2,8 | ns | 23,0 | ns | 78,3 | ns |
| | P30R50YH | 30,0 | | 218,1 | | 13,3 | | 34,2 | | 24,2 | | 4,5 | | 22,5 | | 85,6 | |
| Análise conjunta safras (média) | | 28,7 | * | 202,9 | * | 15,6 | ** | 39,3 | ** | 24,1 | *** | 3,7 | *** | 22,8 | **** | 82,0 | **** |

ns- não significativo pelo teste de F ($p<0,05$).

*, **, ***, ****AACPD significativo pelo teste de student "t" ($p<0,05$) para *E. turcicum*, na análise conjunta nos respectivos terços da planta, entre as safras 13/14 e 14/15.

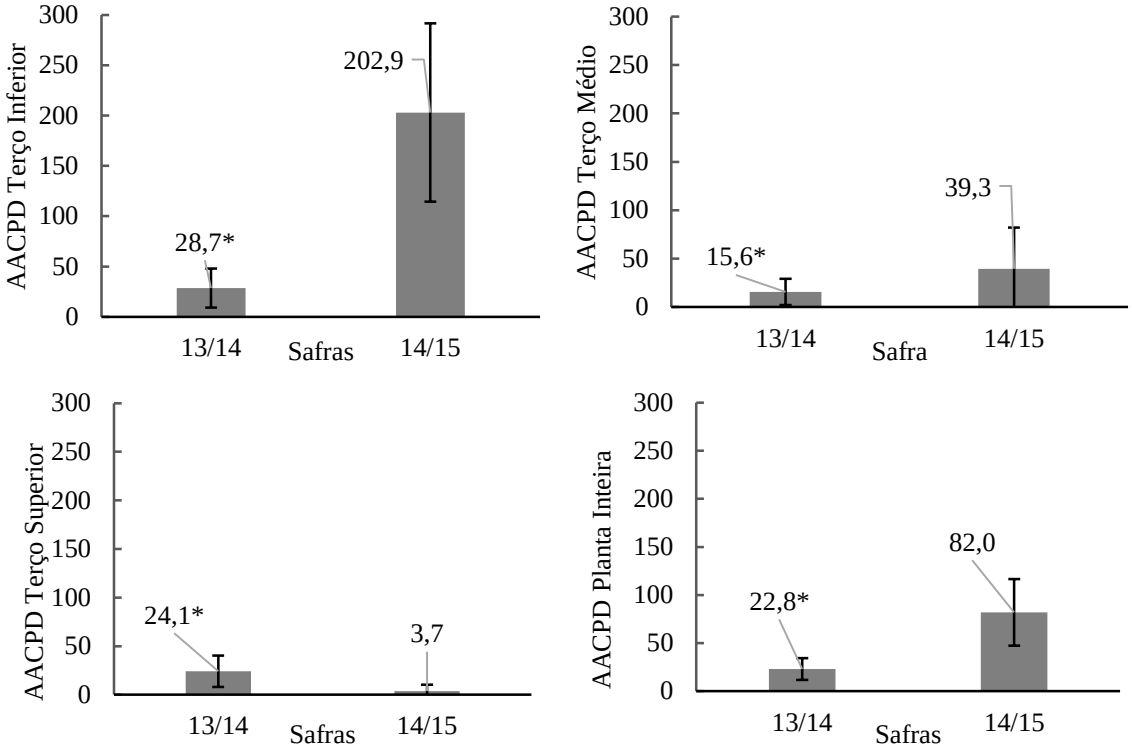



**Figura 2** – Análise conjunta das safras 13/14 e 14/15 da área abaixo da curva de progresso de *Exserohilum turcicum* (AACPD) no terço inferior, médio, superior e planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*), * médias diferem estatisticamente pelo teste de t ($p<0,05$). Barras indicam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR,2015.

O fato da segunda safra (14/15) ter sido semeada em meados de novembro de 2014, houve uma maior concentração de inóculo e assim também melhores condições climáticas (Apêndice B Figura 33) para o desenvolvimento da doença, onde pode-se observar que ocorreu boa precipitação, cerca de 240 mm, com temperatura média de 21°C, no período de avaliação das doenças (6 de fevereiro a 20 de março de 2015), contra 121,4 mm de precipitação, temperatura média de 21,4°C no período de avaliação da primeira safra (13/14) (3 de janeiro a 1 de fevereiro de 2014), o que pode ter influenciado positivamente no progresso da doença, possivelmente pelo maior período de molhamento foliar (CRUZ, 2012).

As observações do desenvolvimento da doença nos terços inferior e médio, da safra 13/14, mostram que foi menor quando comparado à safra 14/15 (Figura 2). Porém, no terço superior isso se inverte, porque na primeira safra (13/14) a cultura já estava em estádio mais avançado quando do início do desenvolvimento da doença, que acabou infectando mais as folhas do terço superior. Na segunda safra (14/15), por ter sido mais tardia a doença teve início nos terços baixeiros quando ainda estava em um estádio de desenvolvimento da cultura menos avançado (JULIATTI; SOUZA, 2005).

Para os demais fatores, cultura antecessora e híbrido, assim como para a interação entre eles os resultados não diferiram estatisticamente (Tabela 3 e Apêndice B Tabela 20 e Figuras 34 a 41).

5.2.2 *Stenocarpella macrospora*

O progresso da doença mancha de diplodia (*S. macrospora*) não diferiu significativamente com relação às culturas antecessoras e nem com relação ao híbrido (Tabela 4 e Apêndice B Figuras 42 a 48). A interação entre culturas antecessoras e híbridos não foi significativa, mostrando que independente da cultura antecessora em ambos os híbridos não se observou diferença entre o progresso da doença (Apêndice B Tabela 21).

A análise conjunta das safras (Tabela 4 e Figura 3), mostra que houve um maior progresso da doença na segunda safra (14/15), para todos os terços e planta inteira, sendo que para o terço superior na primeira safra (13/14), não se observou a incidência de *S. macrospora*.

Este fato, pode ter ocorrido pela semeadura de milho sobre milho, a semeadura em época mais tardia e maior densidade populacional da segunda safra (14/15). As condições climáticas residentes durante o período da cultura, também acabaram expondo a cultura da segunda safra (14/15) a uma pressão de inóculo maior que na primeira safra (13/14) (SANGOI et al., 2000; TRENTO et al., 2002; JULIATTI; SOUZA, 2005; CASA et al., 2006).

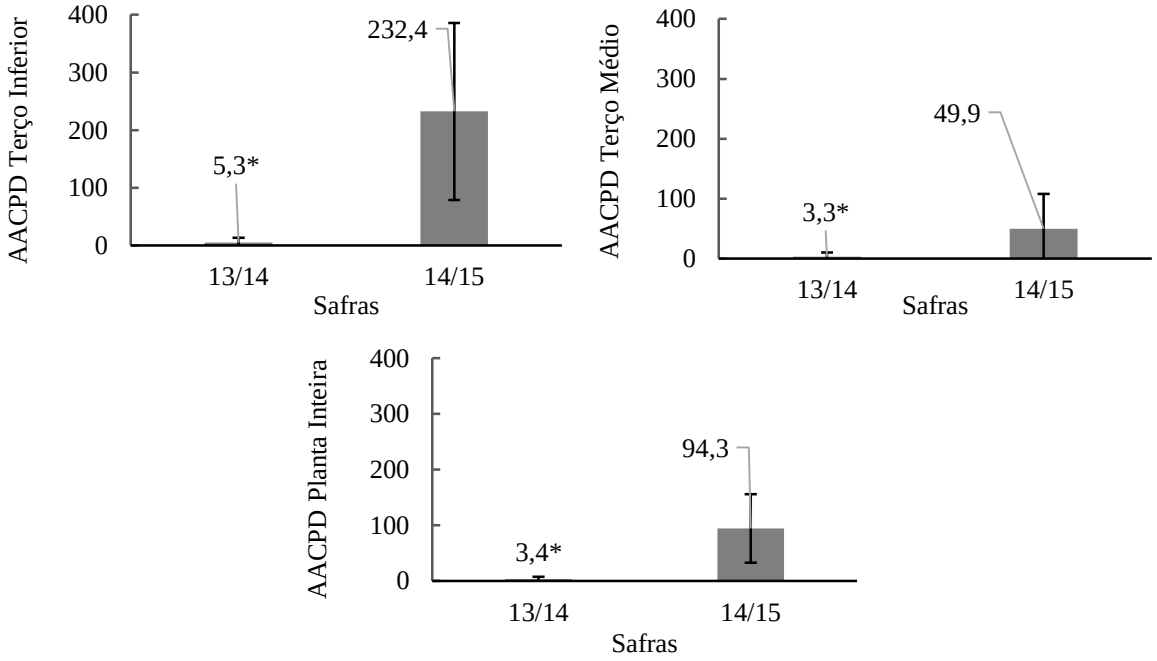



**Figura 3** - Análise conjunta das safras 13/14 e 14/15 da área abaixo da curva de progresso de *S. macrospora* (AACPD) no terço inferior, médio e planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*), *médias diferem estatisticamente pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

**Tabela 4** - Área abaixo da curva de progresso de *S. macrospora* (AACPD) para os terços inferior, médio, superior e planta inteira em dois híbridos de milho nas safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Tratamento | | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 13/14 | Safra 13/14 | Safra 14/15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Inferior | Inferior | Médio | Médio | Superior | Planta Inteira | Planta Inteira |
| Cultura Antecessora | Canola | 8,4 ns | 393,7 ns | 5,6 ns | 34,3 ns | 3,0 ns | 5,6 ns | 142,7 ns |
| | Nabo forrageiro | 4,1 | 314,4 | 2,9 | 63,8 | 1,5 | 2,8 | 127,1 |
| | Aveia preta | 5,2 | 288,5 | 4,0 | 115,6 | 1,5 | 3,5 | 134,8 |
| | Ervilha forrageira | 4,3 | 270,8 | 0,5 | 36,7 | 1,7 | 2,2 | 102,6 |
| | Trigo | 5,0 | 164,0 | 6,7 | 73,7 | 0,5 | 4,0 | 79,2 |
| | Ervilhaca | 7,6 | 154,1 | 3,4 | 20,1 | 1,7 | 4,3 | 58,1 |
| | Aveia+Nabo+Ervilhaca | 2,3 | 72,0 | 1,8 | 28,6 | 1,9 | 2,0 | 34,2 |
| | Pousio | 5,2 | 201,4 | 1,6 | 26,0 | 2,6 | 3,1 | 75,8 |
| Híbrido | P30F53YH | 5,0 ns | 234,5 ns | 2,5 ns | 47,5 ns | 2,2 ns | 3,2 ns | 94,2 ns |
| | P30R50YH | 5,5 | 230,3 | 4,2 | 52,2 | 1,4 | 3,7 | 94,5 |
| Análise conjunta safras (média) | | 5,26 * | 232,4 * | 3,3 ** | 49,9 ** | **** | 3,4 *** | 94,3 *** |

ns- não significativo pelo teste de F ($p<0,05$).
*, **, ***, ****AACPD significativo pelo teste de student "t" ($p<0,05$) para *S. macrospora*, na análise conjunta nos respectivos terços da planta, entre as safras 13/14 e 14/15.

5.2.3 *Puccinia sorghi*

Para ferrugem comum (*P. sorghi)* (Tabela 5 e Apêndice B Figuras 49 a 56), repetiu-se o mesmo padrão observado para *S. macrospora* e *E. turcicum*, onde não se observou nenhuma interação entre cultura antecessora e híbrido (Apêndice B Figura 21). Assim como, não se observou diferença estatística entre as culturas antecessoras e entre os híbridos, o que possivelmente possa ter sido devido à baixa incidência da doença em ambos os anos.

Com relação a análise conjunta, o resultado reflete-se ao obtido para as doenças foliares anteriores (Tabela 5 e Figura 4), onde na safra 14/15 se observou um progresso significativamente superior à safra 13/14, para planta inteira, terços inferior e médio. A média de severidade nas avaliações da segunda safra (14/15) foi de 1,83% contra 0,3% da primeira safra (13/14) (Apêndice 21 Tabela 21). Esse resultado é coerente com os obtidos por Juliatti e Souza (2005), onde para a segunda safra houve um maior progresso de ferrugem comum.

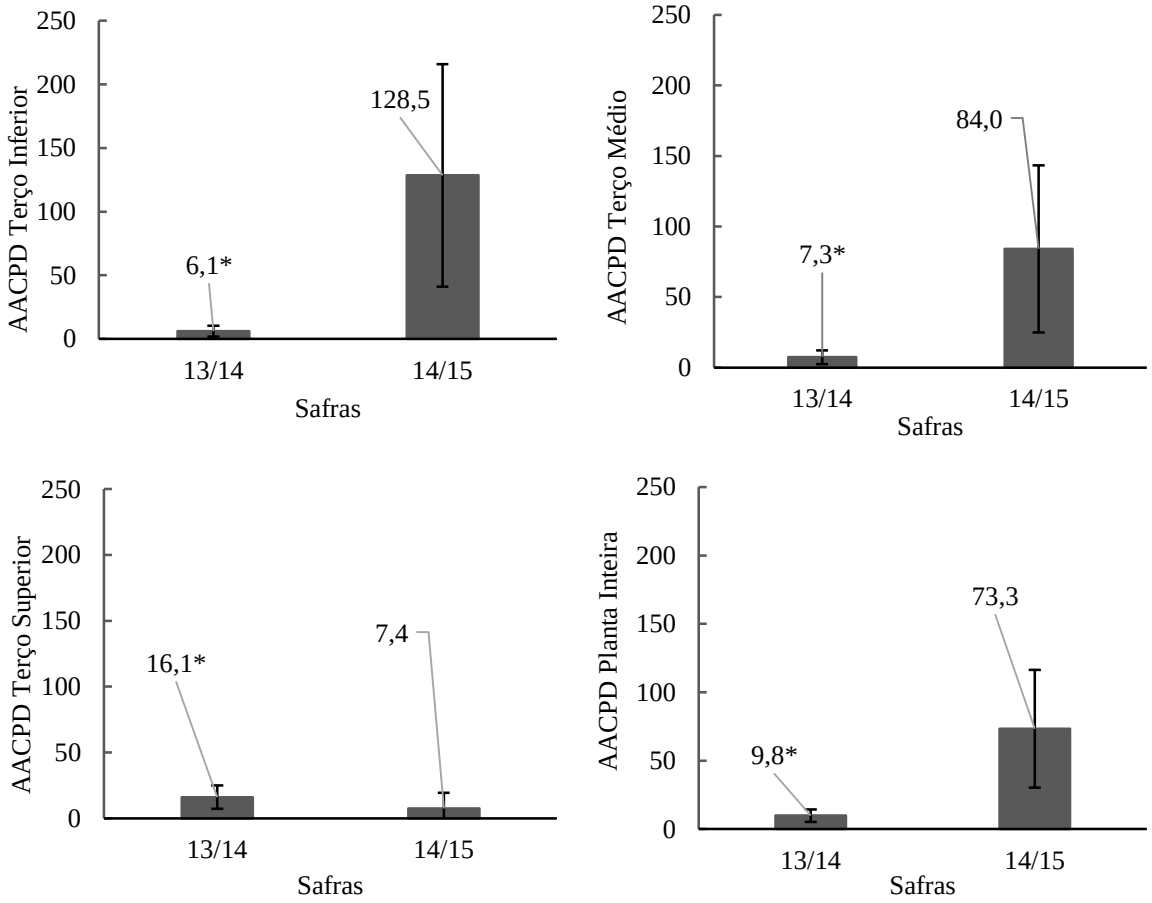



**Figura 4** - Análise conjunta das safras 13/14 e 14/15 da área abaixo da curva de progresso de *P. sorghi* (AACPD) no terço inferior, médio, superior e planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*), *- médias diferem estatisticamente pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

**Tabela 5** - Área abaixo da curva de progresso de *P. sorghi* (AACPD) para os terços inferior, médio, superior e planta inteira na cultura do milho (*Zea mays*), para as safras 13/14 e 14/15 assim como análise conjunta das safras. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Tratamento | | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 13/14 | Safra 14/15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Inferior | Inferior | Médio | Médio | Superior | Superior | Planta Inteira | Planta Inteira |
| Cultura Antecessora | Canola | 11,6 ns | 226,4 ns | 11,6 ns | 92,8 ns | 22,5 ns | 17,0 ns | 15,2 ns | 112,0 ns |
| | Nabo forrageiro | 6,4 | 193,5 | 9,7 | 101,1 | 16,6 | 12,9 | 10,9 | 102,5 |
| | Aveia preta | 7,5 | 108,6 | 9,1 | 127,9 | 16,5 | 4,7 | 11,0 | 80,4 |
| | Ervilha forrageira | 4,3 | 134,9 | 7,4 | 111,3 | 18,4 | 12,8 | 10,0 | 86,3 |
| | Trigo | 3,9 | 98,0 | 3,7 | 88,0 | 12,8 | 4,8 | 6,8 | 63,6 |
| | Ervilhaca | 3,8 | 90,1 | 5,1 | 40,0 | 12,1 | 3,8 | 7,0 | 44,6 |
| | Aveia+Nabo+Ervilhaca | 3,7 | 93,1 | 4,3 | 69,0 | 11,9 | 2,1 | 6,6 | 54,7 |
| | Pousio | 7,8 | 83,4 | 7,8 | 42,3 | 18,0 | 0,8 | 11,2 | 42,2 |
| Híbrido | P30F53YH | 5,6 ns | 137,2 ns | 7,4 ns | 75,1 ns | 13,1 ns | 6,4 ns | 8,7 ns | 72,9 ns |
| | P30R50YH | 6,6 | 119,7 | 7,2 | 93,0 | 19,1 | 8,3 | 11,0 | 73,7 |
| Análise conjunta safras | | 6,1 * | 128,5 * | 7,3 ** | 84,0 ** | 16,1 *** | 7,4 *** | 9,8 **** | 73,3 **** |

ns- não significativo pelo teste de F ($p<0,05$).

*, **, ***, ****AACPD significativo pelo teste de student "t" ($p<0,05$) para *S. macrospora*, na análise conjunta nos respectivos terços da planta, entre as safras 13/14 e 14/15.

Somente no terço superior a doença progrediu mais na primeira safra (13/14), provavelmente por ter entrado mais tarde na cultura devido à época de semeadura situar-se no início do período de semeadura de milho para a região. Com isso a época de entrada da doença se situou em um momento de menor suscetibilidade da cultura. No caso dos demais terços e planta inteira, o aumento se deu possivelmente devido a semeadura mais tardia, o aumento populacional e as condições climáticas residentes no período (SANGOI et al., 2000; TRENTO et al., 2002; JULIATTI; SOUZA, 2005)

### 5.2.4 *Phaeosphaeria maydis*

A mancha branca (*P. maydis*), por se tratar de uma doença que ocorre geralmente em lavouras de cultivo mais tardio ou safrinha, devido às condições climáticas serem um pouco mais satisfatórias ao seu desenvolvimento, somente ocorreu incidência da mesma na segunda safra 14/15, (Tabela 6 e Apêndice B Figuras 57 a 60). Segundo Pereira et al. (2005) temperaturas amenas, somadas a umidade relativa do ar elevada sem formação água livre na superfície foliar favorecem o desenvolvimento da mancha branca.

Devido a segunda safra (14/15) ter sido implantada em época mais tardia, coincidindo assim a época de maior sensibilidade da cultura com a maior pressão da doença, e com condições climáticas mais favoráveis ao seu desenvolvimento, temperatura média de 21°C e precipitação de 240 mm, com temperaturas máximas acima de 30°C e mínimas abaixo de 18°C, com umidades relativas acima de 60%, durante o período avaliado a partir do estádio R1 (Apêndice B Figura 34), ocorreu uma maior severidade de mancha branca. Como comentado por Pinto et al. (2007), que plantios de novembro e dezembro, favorecem a maior severidade de *P. maydis* e por Juliatti e Souza (2005), que encontraram ocorrência da doença sob condições climáticas similares.

Ao contrário da primeira safra (13/14), que foi implantada no início da época de semeadura da cultura do milho para a região, proporcionou uma evasão da incidência do patógeno, devido às condições climáticas nesta safra não terem sido satisfatórias ao desenvolvimento da doença devido à menor precipitação durante o ciclo da cultura (Apêndice B Figura 34). Sendo os estádios reprodutivos da planta, os de maior sensibilidade ao ambiente e a doenças (MAGALHÃES, 2002; AGRIOS, 2005; CRUZ, 2012).

Não se observou interação entre culturas antecessoras e híbridos (Apêndice B Tabela 23). Provavelmente os valores não diferiram devido à baixa severidade da doença, que foi de 11,5% na média das avaliações (Apêndice B Tabela 21).

**Tabela 6** - Área abaixo da curva de progresso de *P. maydis* (AACPD) para os terços inferior, médio, superior e planta inteira na cultura do milho (*Zea mays*), para a safra 14/15. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Tratamento | | Safra 14/15 | Safra 14/15 | Safra 14/15 | Safra 14/15 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Inferior | Médio | Superior | Planta Inteira |
| Cultura Antecessora | Canola | 157,0 ns | 613,7 ns | 599,3 ns | 456,7 ns |
| | Nabo forrageiro | 33,9 | 287,8 | 550,6 | 290,8 |
| | Aveia preta | 95,7 | 274,7 | 643,6 | 338,0 |
| | Ervilha forrageira | 13,1 | 164,1 | 454,1 | 210,4 |
| | Trigo | 46,3 | 205,4 | 557,4 | 269,7 |
| | Ervilhaca | 4,8 | 132,1 | 438,1 | 191,7 |
| | Aveia+Nabo+Ervilhaca | 40,4 | 160,2 | 465,9 | 222,2 |
| | Pousio | 16,7 | 151,9 | 477,0 | 215,2 |
| Híbrido | P30F53YH | 49,9 ns | 257,4 ns | 545,3 ns | 284,2 ns |
| | P30R50YH | 52,1 | 240,1 | 501,2 | 264,5 |

ns- não significativo pelo teste de F ($p<0,05$).

## 5.3 PODRIDÃO DO COLMO

Com relação às culturas antecessoras (Tabela 7 e Figura 5), que houve resultado estatisticamente significativo. Pousio e ervilha forrageira tiveram valores maiores que trigo, ervilhaca e o consórcio (aveia+nabo+ervilhaca) na primeira safra (13/14) e na segunda safra (14/15) pousio teve valor superior a todas as culturas antecessoras, com exceção de ervilha forrageira, esta por conseguinte diferiu significativamente dos tratamentos trigo e consórcio, não diferindo dos demais resultados.

No pousio, esse maior valor, se deve principalmente ao fato de não haver cobertura sobre os restos culturais das safras de verão anteriores, facilitando assim a disseminação desses patógenos. Como comentado por Reis et al. (2011), a palhada funciona também como uma barreira física ao inóculo, e por haver uma decomposição mais lenta do material vegetal, no caso de gramíneas devido a menor relação C/N da palha, possibilitando assim substrato para a sobrevivência desses patógenos. Pinto et al. (2007), afirmam que enquanto não ocorrer a completa mineralização da palhada não há a eliminação do inóculo.

No caso da ervilha forrageira, o maior valor, possivelmente possa ser atribuído ao fato da semeadura ter sido pouco adensada e por não ter formado uma cobertura satisfatória para cobrir os restos culturais das safras anteriores, bem como devido a sua decomposição ser mais rápida (relação C/N baixa), deixando o solo descoberto antes, favorecendo o inóculo presente nos restos culturais da safra anterior.

**Tabela 7** – Porcentagem de incidência de podridão do colmo na cultura do milho (*Zea mays*), para cultura antecessora, para híbrido e análise conjunta das safras. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Tratamento | | Safra 13/14 | Safra 14/15 |
|---|---|---|---|
| | | Podridão do colmo (%) | |
| Cultura Antecessora | **Canola** | 14,5 ab* | 13,1 ab |
| | **Nabo forrageiro** | 9,9 ab | 9,5 ab |
| | **Aveia preta** | 11,6 bc | 10,3 ab |
| | **Ervilha forrageira** | 25,8 bc | 24,1 bc |
| | **Trigo** | 7,3 a | 6,4 a |
| | **Ervilhaca** | 8,6 a | 8,4 ab |
| | **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 5,4 a | 5,0 a |
| | **Pousio** | 32,7 c | 30,8 c |
| Híbrido | **P30F53YH** | 11,6 ns | 10,5 ns |
| | **P30R50YH** | 17,4 | 16,4 |
| **Análise conjunta safras (média)** | | 14,5 ns | 13,4 |

ns- não significativo pelo teste de F (α=0,05).

*letras iguais não diferem significativamente na coluna pelo teste de Tukey (p<0,05).

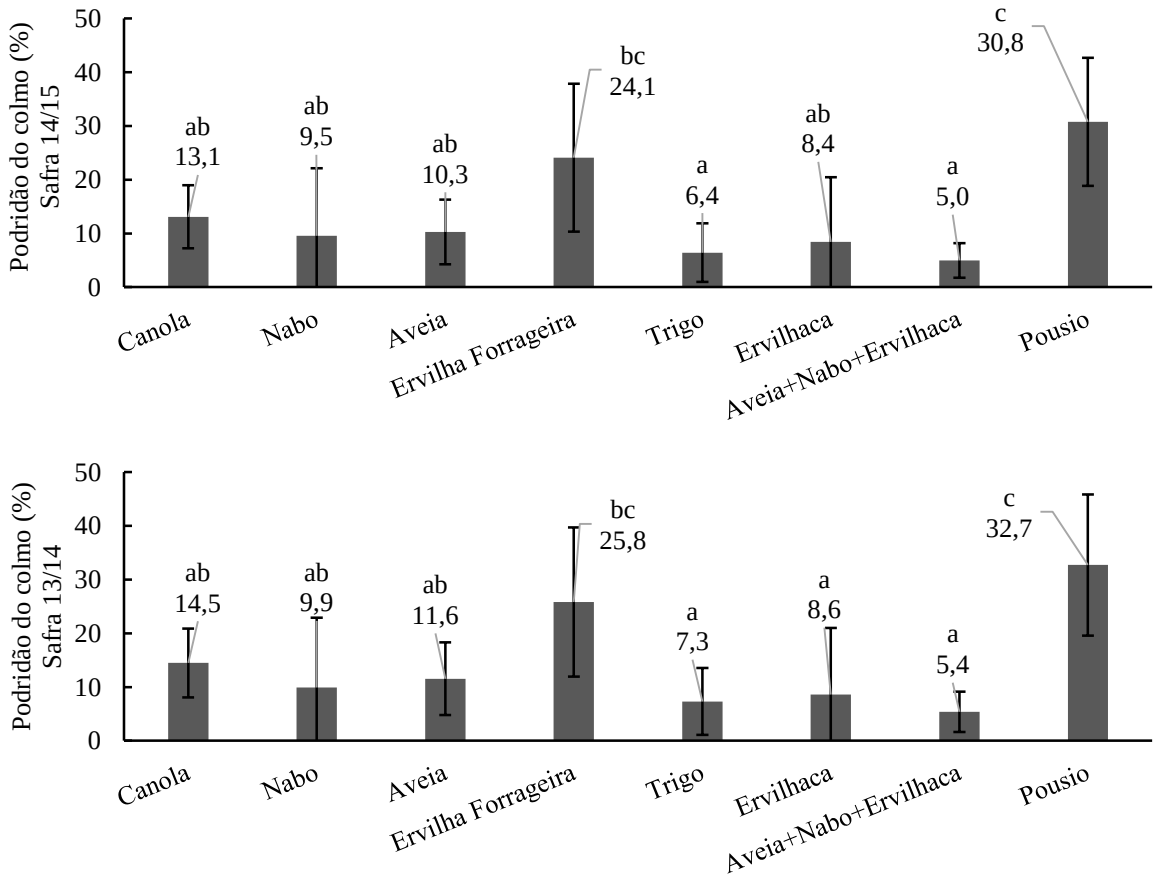



**Figura 5** – Porcentagem de incidência de podridão do colmo na cultura do milho (*Zea mays*), para cada cultura antecessora nas safras 13/14 e 14/15, letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

No caso de trigo e do consórcio, provavelmente o alto aporte de palha, proporcionou uma barreira física sobre os restos culturais. Assim como no caso do consórcio a maior decomposição dos restos culturais devido ao aporte de nitrogênio, proporcionado pelas leguminosas, pode ter influenciado nas menores incidências, concordando com o fato da palhada servir como barreira física, e com a maior mineralização dos restos culturais (Pinto et al., 2007; Reis et al., 2011). Reis et al. (2011), afirmam que restos culturais de gramíneas como trigo e aveia proporcionam maiores infecções do colmo por serem hospedeiras de *G. zeae* e *C. graminícola*.

Com relação aos híbridos não se observou diferença estatística significativa (Tabela 7 e Apêndice B Figura 61), possivelmente devido aos dois materiais pertencerem a mesma plataforma, e possuírem característica de resistência a doenças do colmo semelhantes (DUPONT PIONEER, 2015).Também não se observou diferença entre as safras (Tabela 9 e Apêndice B Figura 62), e nem interação significativa entre os fatores (Apêndice B Tabela 24).

## 5.4 GRÃOS ARDIDOS

No que tange a incidência de grãos ardidos (Tabela 8), nas épocas de colheitas situadas na primeira safra (13/14) foi observada diferença significativa entre a terceira época de colheita (5,2%), 15 de março de 2014, e a primeira (0,1%) e segunda (1,0%) épocas situadas nos dias 13 de fevereiro e 28 de fevereiro de 2014 respectivamente (Figura 6).

Isto ocorreu devido principalmente a maior permanência da cultura no campo para a terceira época, proporcionando uma maior predisposição a avarias e viabilizando a maior incidência e infecção de fungos nas espigas, o que pode ter refletido em uma maior incidência de grãos ardidos, concordando com dados encontrados por Marques et al., (2012). Os autores observaram acréscimo na quantidade de grãos avariados com o decréscimo da umidade de colheita, tendo participação da fração de grãos ardidos. Esse fato reflete assim, a importância da colheita antecipada, que proporciona uma maior qualidade de grãos (SANTIN et al., 2004; MARQUES et al., 2009, 2012).

Porém quando observa-se a segunda safra (14/15), não se detectou diferença entre épocas de colheitas com relação ao percentual de grãos ardidos (Tabela 8 e Figura 6). Possivelmente, pelo fato da maior incidência de doenças, pela reincidência da cultura em dois anos agrícolas seguidos, aumentou o percentual de inóculo. As condições climáticas predominantes na safra foram também mais propícias à infecção dos grãos, acrescido pela maior

população de plantas e pela época de semeadura mais tardia (TRENTO et al., 2002; PEREIRA et al., 2005).

**Tabela 8** –Incidência (%) de grãos ardidos para época de colheita, cultura antecessora e híbrido nas safras 13/14 e 14/15, assim como análise conjunta das duas safras. Piraí do Sul, 2015.

| Tratamento | | Safra 13/14 | Safra 14/15 |
|---|---|---|---|
| | | Grãos Ardidos (%) | |
| Época de Colheita | 1 | 0,1 b** | 7,0 ns |
| | 2 | 1,0 b | 7,7 |
| | 3 | 5,2 a | 6,2 |
| Cultura Antecessora | Canola | 2,0 ns | 5,4 ns |
| | Nabo forrageiro | 2,2 | 6,8 |
| | Aveia preta | 2,1 | 8,4 |
| | Ervilha forrageira | 1,4 | 7,7 |
| | Trigo | 2,0 | 5,4 |
| | Ervilhaca | 2,3 | 7,5 |
| | Aveia+Nabo+Ervilhaca | 2,5 | 6,9 |
| | Pousio | 2,1 | 7,7 |
| Híbrido | P30F53YH | 2,1 ns | 7,6 ns |
| | P30R50YH | 2,1 | 6,3 |
| Análise conjunta safras | | 2,1 * | 7,0 * |

ns- não significativo (α=0,05) pelo teste de F (α=0,05).
*significativo pelo teste de t (p<0,05).
**letras diferentes diferem na coluna significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05)
1 – 13 de fevereiro (safra 13/14) e 10 de abril (safra 14/15).
2 – 28 de fevereiro (safra 13/14) e 25 de abril (safra 14/15).
3 – 15 de março (safra 13/14) e 10 de maio (safra 14/15).

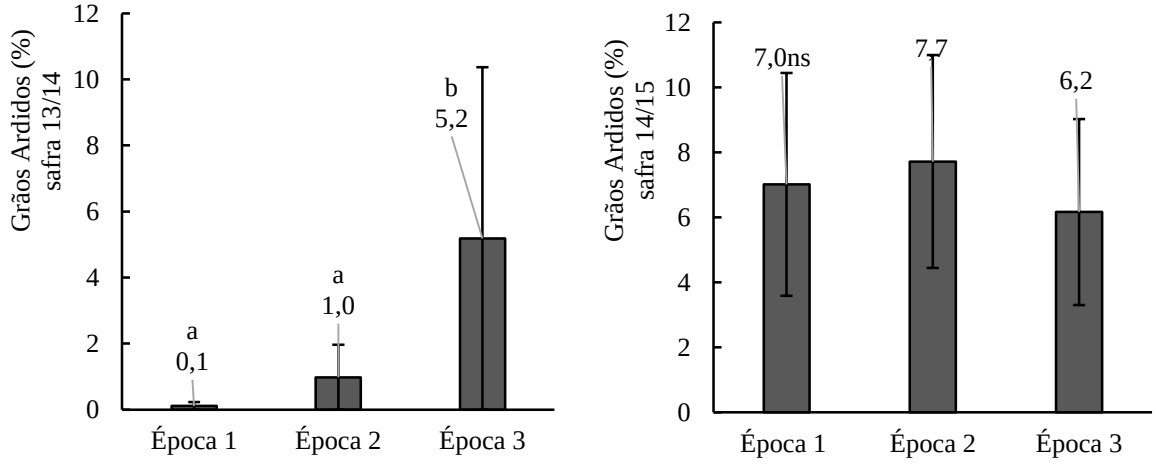



**Figura 6** – Incidência (%) de grãos ardidos para cada época de colheita espaçadas em 15 dias umas das outras na cultura do milho (*Zea mays*) para cada safra, médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

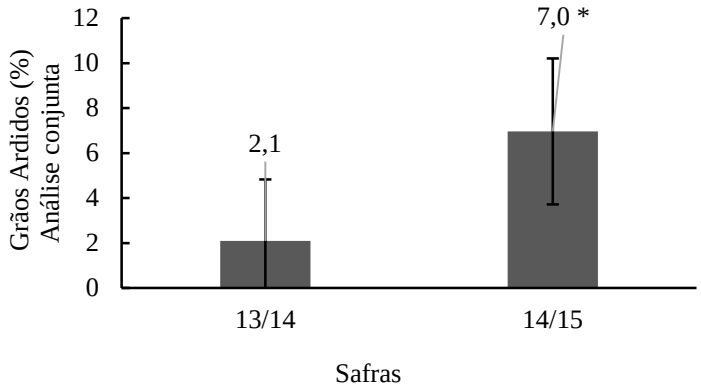



**Figura 7** - Análise conjunta da incidência (%) de grãos ardidos nas safras 13/14 e 14/15. * - médias significativamente diferentes pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

Para a variável cultura antecessora (Tabela 8 e Apêndice B Figura 63) não se observou diferença significativa entre os tratamentos, podendo assim afirmar que nas condições do experimento, a cultura antecessora não influenciou na incidência de grãos ardidos. Mendes et al. (2011), enfatizam que quando ocorre uma redução do volume de precipitação no período de inoculação dos fungos causadores de grãos ardidos, acaba comprometendo a incidência desses patógenos. Esse fato pode ter contribuído para o resultado não significativo para cultura antecessora (Apêndice B Figuras 32 e 33).

Não se observou diferença significativa entre os dois híbridos (Tabela 10 e Apêndice B Figura 64) em ambas as safras, possivelmente por um possível nível de resistência semelhante, e não tendo sido observada interação (Apêndice B Tabela 26).

Com relação à análise conjunta (Figura 7), não se observou diferença significativa, entre as safras 13/14 (2,1%) e 14/15 (7,0%), possivelmente devido a semeadura mais tardia, maior população de plantas e pelas condições climáticas mais propícias à infecção do fungo na segunda safra (14/15). A não observância da relação entre a incidência de podridão do colmo com a incidência de grãos ardidos, está de acordo com os resultados encontrados por Thompson e colaboradores (1971), citado por Mendes et al. (2012).

## 5.5 BLOTTER TEST

### 5.5.1 *Fusarium verticillioides*

No resumo da análise de variância para incidência de *F. verticillioides* do teste de blotter, nas safras 13/14 e 14/15 (Apêndice B Tabela 27), foi observada diferença significativa

para época e para rotação assim como houve interação significativa para época e rotação na primeira safra (13/14).

O fungo *F. verticillioides*, por se tratar de um fungo que causa desde podridões radiculares, podridão do colmo e da espiga, tanto por infecção direta como através de infecção sistêmica (MUNKVOLD, 2003), apresentou alta incidência nos grãos de milho com até 60,7 % de grãos infectados na segunda safra (14/15), apresentando resultado inferior somente a *Penicillium* sp. que apresentou 81,3 % de incidência (Tabela 10). A maior incidência de *F. verticillioides* pode acabar acarretando uma possível produção de fumonisinas, que podem trazer sérios danos à saúde quando empregados na alimentação animal e humana. Essa micotoxina está associada a doenças como a leucoencefalomalácia equina, edema pulmonar em suínos, hepatocarcinogenicidade em ratos e câncer do esôfago em humanos (MINAMI et al., 2004; ABBAS et al., 2006; PRESELLO et al., 2007; MORENO, 2008; IAMANAKA et al., 2010; PEREIRA et al., 2010).

**Tabela 9** – Incidência (%) de *F. verticillioides* pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 13/14 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita. Piraí do Sul – PR, 2015.

| **Cultura antecessora** | **Época de Colheita** | | |
|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** |
| **Canola** | 69,6 Aa* | 68,8 Bbc | 36,8 Ba |
| **Nabo forrageiro** | 87,4 Aa | 42,4 Bab | 17,0 Aa |
| **Aveia preta** | 75,0 Aa | 73,0 Bbc | 27,0 Aa |
| **Ervilha forrageira** | 53,3 Aa | 96,0 Bc | 11,9 Aa |
| **Trigo** | 69,3 Aa | 95,0 Bc | 17,1 Aa |
| **Ervilhaca** | 70,8 Aa | 89,6 Bc | 14,8 Aa |
| **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 63,9 Aa | 64,4 Bbc | 21,5 Ba |
| **Pousio** | 78,4 Aa | 15,9 Aa | 12,8 Aa |

*Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
1 – 13 de fevereiro (safra 13/14) e 10 de abril (safra 14/15).
2 – 28 de fevereiro (safra 13/14) e 25 de abril (safra 14/15).
3 – 15 de março (safra 13/14) e 10 de maio (safra 14/15).

O desdobramento da interação entre época de colheita e rotação para a primeira safra (13/14) (Tabela 9 e Figura 8), mostra que o efeito da época de colheita fica bem evidenciado, com o decorrer desta há um decréscimo na incidência de *F. verticillioides*. Porém observa-se uma acentuada redução na segunda época de colheita sobre pousio em relação aos demais, se equiparando aos valores dos tratamentos da terceira época de colheita, e da segunda época de colheita sobre nabo. Esse menor valor de incidência no tratamento pousio na segunda época de colheita pode estar relacionado com a menor injúria mecânica nos grãos, possivelmente por estes estarem com uma menor umidade devido a cultura sob pousio sofrer uma maior dessecação e avançar mais rapidamente seu ciclo. Isso ocorre devido a fatores como a menor

manutenção da umidade no solo (NARAYANASAMY, 2005; FANDOHAN et al., 2006; RAMOS et al., 2014). Da segunda para a terceira época todos as culturas antecessoras diferiram, exceto canola, consórcio e pousio.

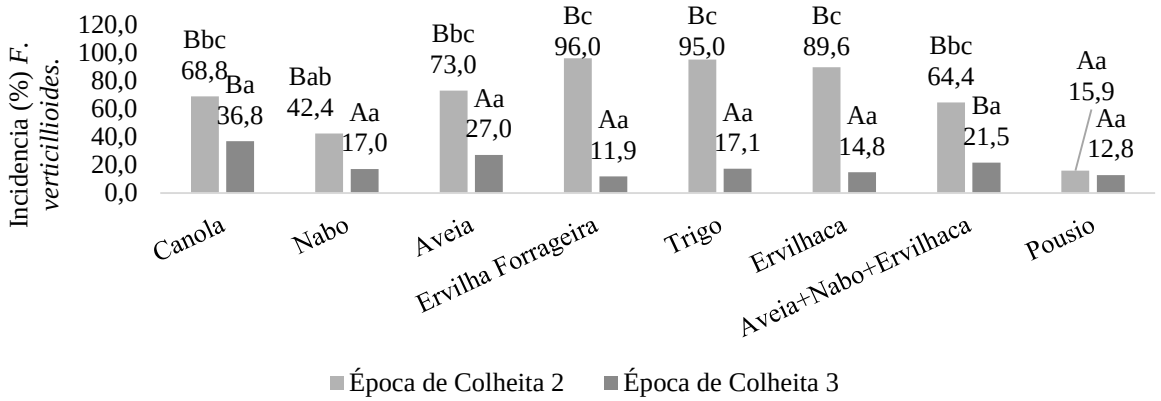



**Figura 8** – Incidência (%) de *F. verticillioides* pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 13/14 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita. Letras maiúsculas diferentes para época e minúsculas diferentes para culturas antecessoras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Piraí do Sul, 2015.

Devido principalmente à baixa precipitação no final do ciclo da cultura e, pelas temperaturas estarem abaixo dos 30ºC (Apêndice B Figuras 32 e 33), temperatura ótima, para o desenvolvimento de *F. verticillioides* (MUNKVOLD, 2003; MORENO, 2008; MENDES et al., 2011), com o decorrer da época de colheita a incidência de *F. verticillioides* diminuiu (Tabela 10 e Figura 9), significativamente com relação a primeira e segunda colheitas em comparação a terceira, em ambas as safras 13/14 e 14/15. Talvez isso tenha ocorrido devido a um provável lançamento de grãos ardidos através do sistema de trilha do debulhador, sendo carregados pelo vento do sistema de limpeza. Resultados semelhantes aos observados por Marques et al. (2009), onde os fungos do gênero *Fusarium* tiveram um acréscimo na incidência quando a umidade do substrato aumentou.

Em relação as culturas antecessoras, nota-se que houve diferença na primeira safra (13/14) onde o tratamento pousio foi observada menor incidência de *F. verticillioides.* em relação a canola, aveia preta, trigo e ervilhaca (Tabela 10 e Figura 10), podendo isso provavelmente ser atribuído ao fato de que nos dois verões anteriores a semeadura de milho na primeira safra (13/14) terem sido de soja, proporcionando assim a decomposição quase completa dos resíduos da cultura de milho anterior, devido a menor qualidade e quantidade de palha, diminuindo a fonte de inóculo (ALVARENGA et al., 2001; TRENTO et al., 2002; REIS et al., 2011). Pode-se observar também que mesmo a incidência de podridão do colmo (Tabela 7 e Figura 5) ter sido maior no tratamento pousio a incidência de *F. verticillioides* nos grãos foi

menor, mostrando que não houve relação entre esses fatores. Thompson et al. (1971) não encontraram relação entre podridão do colmo e podridão de espiga de *S. macrospora*.

No caso da segunda safra (14/15) não se observou diferença estatística significativa quanto a incidência de *F. verticillioides* em relação às culturas antecessoras, segundo o teste de Tukey ($p<0,05$) (Tabela 10 e Figura 10).

Com relação aos híbridos (Tabela 10 e Apêndice B Figura 65), por terem suas características de resistência parecidas, não tiveram diferença com relação a incidência de *F. verticillioides* nos grãos (MUNKVOLD, 2003; PRESELLO et al., 2007; DUPONT PIONEER, 2015).

Na segunda safra (14/15) houve uma maior infecção de *F. verticillioides* em relação a primeira safra (13/14) segundo a análise conjunta (Tabela 10 e Figura 11). Possivelmente isso possa ser explicado, pelo fato da segunda safra (14/15) ter sido implantada em uma época de semeadura mais tardia, o que consequentemente fez com que a data de colheita fosse mais tardia, coincidindo assim a data de maior suscetibilidade da cultura, ao *F. verticillioides* entre o enchimento de grãos e espigamento, proporcionando uma maior infecção de grãos, devido a maior presença de inóculo, e também, pelo fato da safra de verão anterior ter sido milho (TRENTO et al., 2002; ABBAS et al., 2007; BLANDINO et al., 2009; CAO et al., 2013).

Os resultados de incidência de *F. verticillioides* para os tratamentos na segunda safra (14/15), se observou acréscimo significativo em relação à safra anterior, se igualando aos demais tratamentos, mostrando assim o efeito da manutenção de inóculo da safra anterior (TRENTO et al., 2002; REIS et al., 2011).

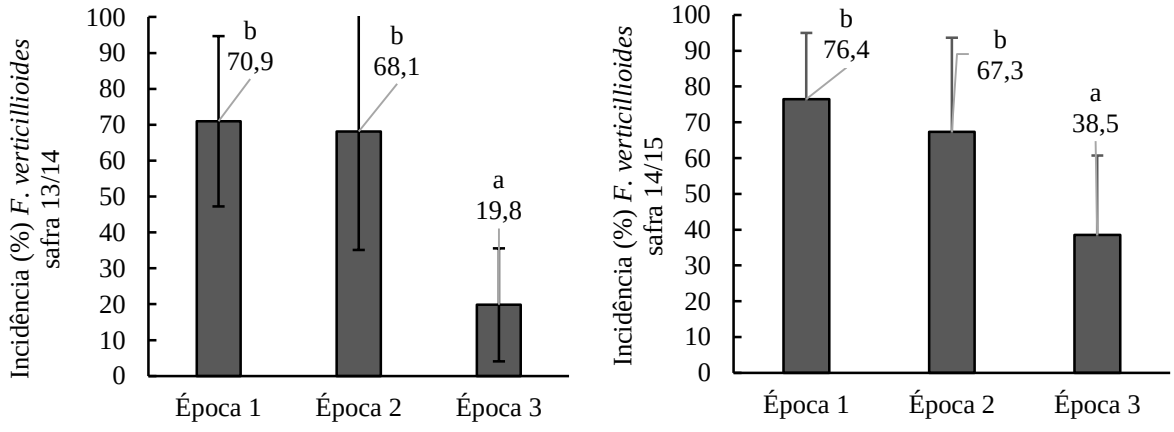



**Figura 9** – Incidência (%) de *F. verticillioides* em grãos pelo blotter test para cada época de colheita na cultura do milho (*Zea mays*) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul - PR, 2015.

**Tabela 10** – Incidência (%) de fungos (*Fusarium verticillioides*; *Penicillium* sp.; *Aspergillus* sp.; *Cladosporium* sp.; *Rhizopus* sp.) nos grãos de milho (*Zea mays*) pelo blotter test, para época de colheita, cultura antecessora, híbrido e análise conjunta das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Tratamento | | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 13/14 | Safra 14/15 | Safra 14/15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Fusarium* sp. | | *Penicillium* sp. | | *Aspergillus* sp. | | *Cladosporium* sp. | | *Rhizopus* sp. |
| **Época de Colheita** | **1** | 70,9 b | 76,4 b | 25,3 a | 62,4 a | 2,1 c | 20,5 b | 40,2 c | 8,6 c | 32,4 c |
| | **2** | 68,1 b | 67,3 b | 78,8 b | 84,6 b | 0,2 b | 0,3 a | 19,7 b | 5,2 b | 2,6 b |
| | **3** | 19,8 a | 38,5 a | 99,6 c | 96,8 b | 0,0 a | 0,0 a | 1,9 a | 2,4 a | 0,2 a |
| **Cultura Antecessora** | **Canola** | 58,4 b | 72,9 ns | 77,3 ns | 81,1 ns | 0,8 ns | 2,8 a | 14,8 a | 10,9 c | 10,0 ab |
| | **Nabo forrageiro** | 48,9 ab | 73,2 | 61,8 | 73,9 | 0,6 | 4,4 ab | 25,3 bc | 5,6 ab | 12,5 bc |
| | **Aveia preta** | 58,3 b | 64,8 | 71,2 | 85,8 | 0,6 | 2,0 a | 16,1 ab | 5,1 ab | 6,1 a |
| | **Ervilha forrageira** | 53,7 ab | 59,7 | 61,8 | 80,7 | 0,6 | 12,0 c | 22,3 abc | 3,2 a | 9,6 ab |
| | **Trigo** | 60,5 b | 52,0 | 70,5 | 81,6 | 0,5 | 4,5 ac | 24,4 bc | 4,1 ab | 13,1 bc |
| | **Ervilhaca** | 58,4 b | 51,4 | 59,8 | 80,7 | 0,8 | 8,0 b | 26,8 c | 3,8 ab | 17,5 c |
| | **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 49,9 ab | 51,3 | 64,8 | 80,7 | 0,9 | 5,3 ab | 17,9 abc | 3,5 a | 11,0 ab |
| | **Pousio** | 35,7 a | 60,9 | 76,3 | 85,6 | 1,2 | 16,3 d | 17,2 ab | 7,2 b | 13,7 bc |
| **Híbrido** | **P30F53YH** | 52,0 ns | 61,3 ns | 65,2 ns | 78,9 ns | 0,9 ns | 6,2 b | 23,1 a | 5,6 ns | 13,1 a |
| | **P30R50YH** | 53,9 | 60,2 | 70,7 | 83,6 | 0,6 | 7,7 a | 18,1 b | 5,2 | 10,4 b |
| **Análise conjunta safras (média)** | | 53,0 * | 60,7 * | 67,9 ** | 81,3 ** | 0,7 *** | 6,9 *** | 20,6 **** | 5,4 **** | + |

Letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

ns- não se observou diferença significativa ($\alpha=0,05$)

* - difere estatisticamente pelo teste de Student "t" ($p<0,05$) para *Fusarium*, na análise conjunta entre as safras 2013/14 e 2014/15

** - difere estatisticamente pelo teste de Student "t" ($p<0,05$) para *Penicillium*, na análise conjunta entre as safras 2013/14 e 2014/15

*** - difere estatisticamente pelo teste de Student "t" ($p<0,05$) para *Aspergillus*, na análise conjunta entre as safras 2013/14 e 2014/15

**** - difere estatisticamente pelo teste de Student "t" ($p<0,05$) para *Cladosporium*, na análise conjunta entre as safras 2013/14 e 2014/15

+ não se observou incidência de *Rhizopus*, na safra 2013/14.

1 – 13 de fevereiro (safra 13/14) e 10 de abril (safra 14/15).

2 – 28 de fevereiro (safra 13/14) e 25 de abril (safra 14/15).

3 – 15 de março (safra 13/14) e 10 de maio (safra 14/15).

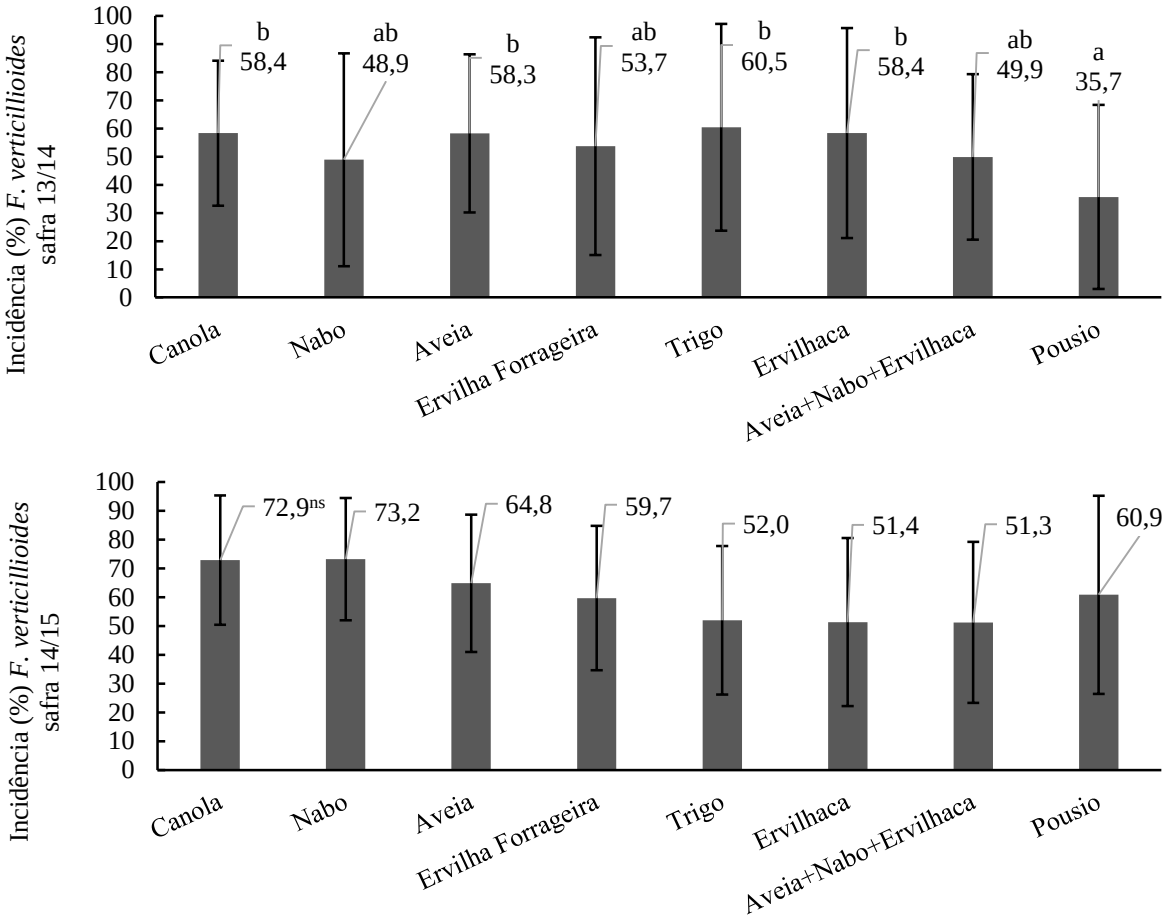



**Figura 10** – Incidência (%) de *F. verticillioides* em grãos pelo blotter test para cada cultura antecessora na cultura do milho (*Zea* mays) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$), ns – não significativo ($\alpha=0,05$). Barras representam o desvio padrão da média Piraí do Sul – PR, 2015.

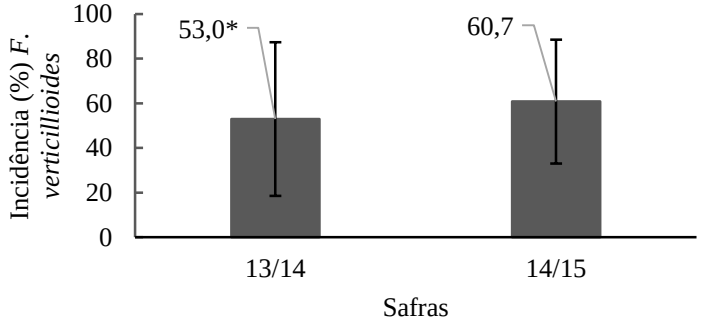



**Figura 11** - Análise conjunta da incidência (%) de *F. verticillioides* em grãos de milho (*Zea* may) pelo blotter test nas safras 13/14 e 14/15. * médias diferem pelo teste de t ($p<0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul - PR, 2015.

### 5.5.2 *Penicillium* sp.

O resumo da análise de variância para incidência de *Penicillium* sp. no teste de blotter nas safras 13/14 e 14/15 (Apêndice B Tabela 28), onde observou-se diferença significativa

somente para época de colheita. O grande inconveniente da infecção dos grãos por *Penicillium* sp., é a possível produção de ochratoxinas, uma micotoxina sintetizada a partir de metabolismo secundário do fungo, afetando suínos, aves, cachorros, ratos e humanos. Essa substância é nefrotóxica e causam necrose tubular dos rins, nefropatia suína, lesão hepática leve, enterite, teratogênicas, mutagênicas e carcinogênicas (tumor nos rins), tumores no trato urinário (CAST, 2003; BRUNS; ABBAS, 2004; OLIVEIRA et al., 2010).

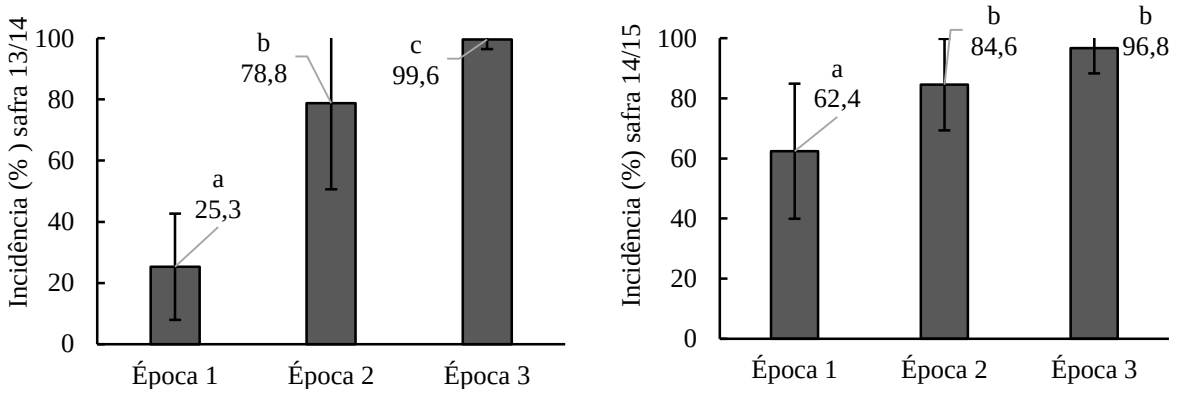



**Figura 12** - Incidência (%) de *Penicillium* sp. em grãos pelo blotter test para cada época de colheita na cultura do milho nas safras 13/14 e 14/15 médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul - PR, 2015.

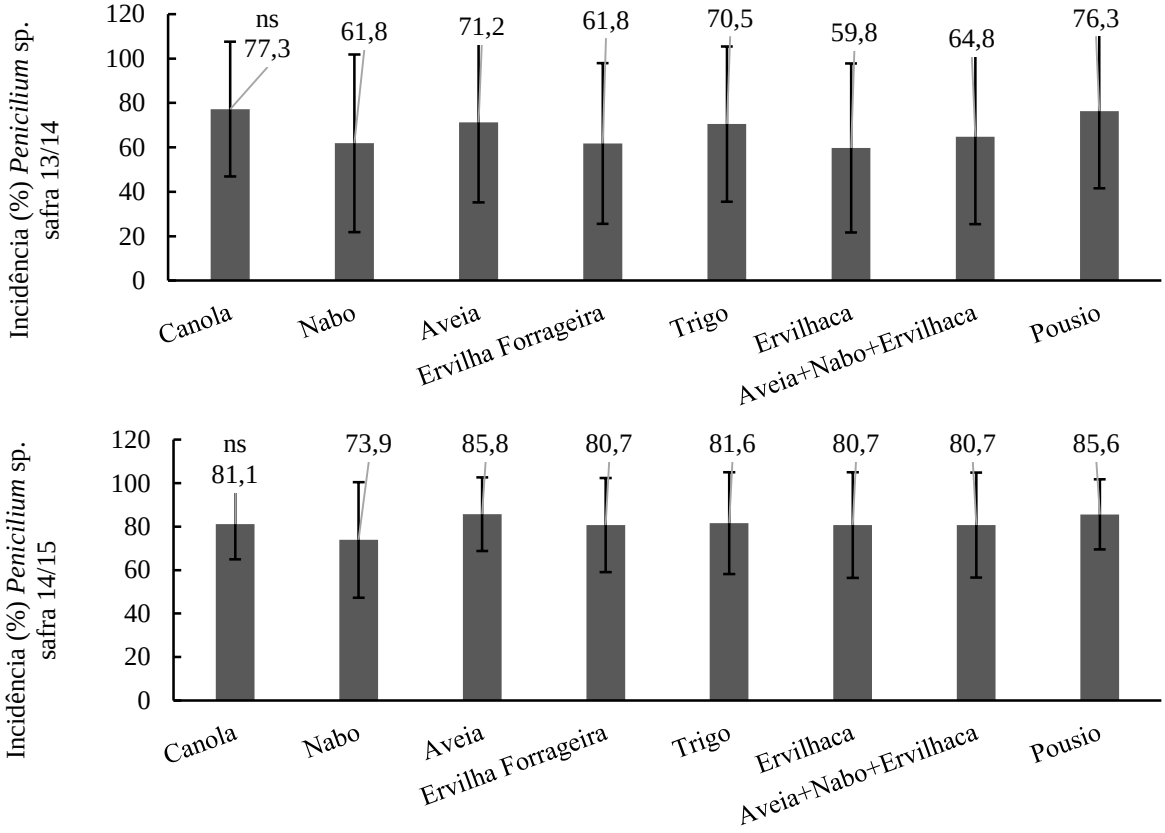



**Figura 13** – Incidência (%) de *Penicillium* sp. em grãos pelo blotter test para cada cultura antecessora na cultura do milho (*Zea* mays) nas safras 13/14 e 14/15. ns – não significativo ($\alpha=0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul - PR, 2015.

A infecção por *Penicillium* sp., fungo de armazenamento que se adapta a condições de umidade mais baixa (SANTIN et al., 2004; MARQUES et al., 2009). Teve comportamento contrário ao do *F. verticillioides*, tendo ocorrido acréscimo na incidência do fungo com o decorrer das colheitas, em ambos os anos (Tabela 10 e Figura 12). Talvez pela competição de *F. verticillioides* pelo substrato durante as primeiras épocas, onde este teve maior incidência. (HASSEGAWA et al., 2008). Pode-se observar, na primeira safra (13/14) diferença estatística significativa entre a primeira (25,3%), a segunda (78,8%) e a terceira (99,6%) épocas de colheita (Figura 12). Na segunda safra (14/15) da mesma forma, observou-se diferença em relação a incidência de *Penicillium* sp. entre a primeira época de colheita (62,4%), a segunda (84,6%) e a terceira (96,8%) (Figura 12). Pode-se afirmar que com o decréscimo da umidade dos grãos e o maior tempo de exposição dos mesmos a campo, favorecendo o ataque de patógenos e insetos, estes podem abrir porta para a infecção de fungos, ocorrendo acréscimo na incidência de *Penicillium* sp. mesmo se tratando de um fungo saprofítico (BORGEMEISTER et al., 1998; MARÍN et al., 1998b; SANTIN et al., 2004). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Santin et al. (2004) que encontraram maior incidência de *Penicillium* sp. com o avanço da época de colheita.

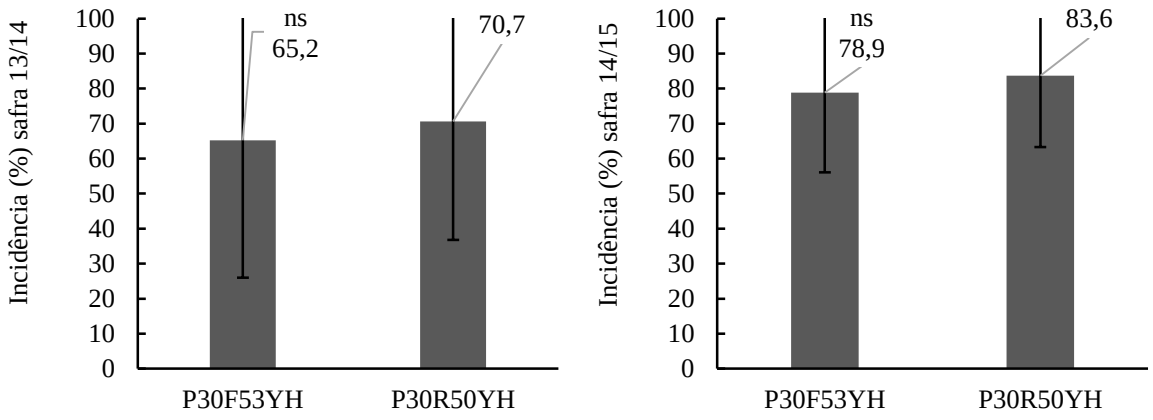



**Figura 14 -** Incidência (%) de *Penicillium* sp. em grãos pelo blotter test para cada híbrido na cultura do milho (*Zea mays*) nas safras 13/14 e 14/15. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

Com relação às culturas antecessoras (Tabela 10 e Figura 13) não se observaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, assim como entre os híbridos (Tabela 10 e Figura 14). No caso das culturas antecessoras pode-se atribuir ao fato de se tratar de um fungo saprofítico e de armazenamento, mais adaptado a baixas umidades, polífago, não tendo expressiva diferença na produção de inóculo nos restos culturais (SANTIN et al., 2004; MARQUES et al., 2009). No caso dos híbridos não se observou diferença entre os materiais.

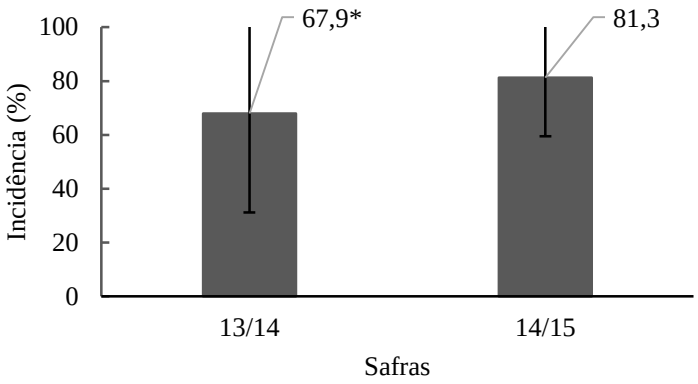



**Figura 15** - Análise conjunta da incidência (%) de *Penicillium* sp. em grãos pelo blotter test na cultura do milho (*Zea* mays) nas safras 13/14 e 14/15. * médias diferem pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

A análise conjunta das safras (Tabela 10 e Figura 15) mostrou uma maior incidência de *Penicillium* sp. na segunda safra (14/15) com 81,3% de incidência contra 65,7% na primeira safra (13/14).

5.5.3 *Aspergillus* sp.

As maiores incidências de *Aspergillus* sp. foram observadas na primeira época de colheita em ambas as safras (Tabela 10 e Figura 16), podendo isso acarretar aumento na produção de micotoxinas, como ochratoxinas e principalmente as aflatoxinas, substâncias com elevado potencial carcinogênico, hepatotoxicidade, hiperplasia do duto biliar, hemorragia de rins e trato intestinal, atingindo animais e humanos (CAST, 2003; ABBAS et al., 2007; IAMANAKA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010).

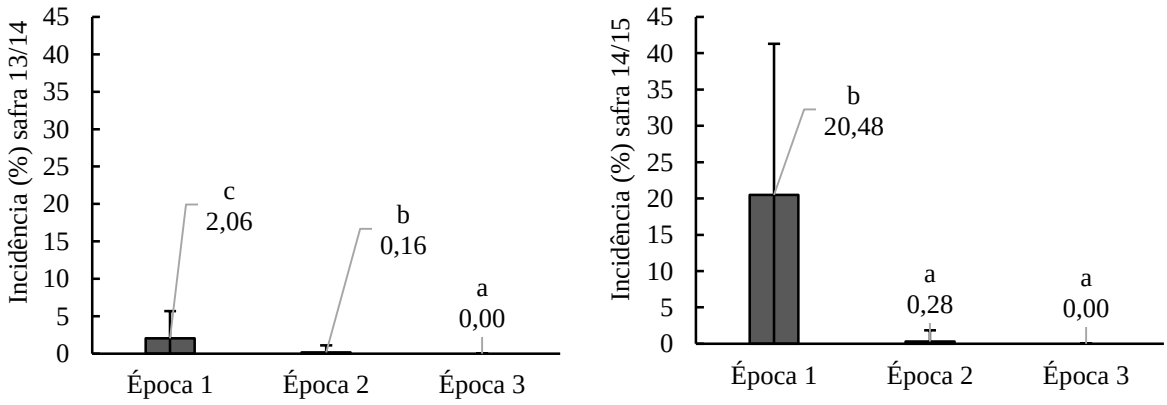



**Figura 16** - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em grãos através do blotter test para cada época de colheita na cultura do milho (*Zea mays*) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

Com relação a interação, (Apêndice B Tabela 29), onde observou-se interação significativa entre época de colheita e híbrido na primeira safra (13/14) (Tabela 11 Figura 17), onde a primeira época de colheita fica bem evidenciada com as maiores incidências, repetindo-se na segunda safra (14/15). Resultados similares foram encontrados por Cao et al. (2013), onde observaram maior infecção por *Aspergillus* sp. aos 60 dias após o espigamento, não relatando infecção aos 80 e 100 dias após espigamento.

Para o híbrido P30F53YH na primeira época de colheita na primeira safra (13/14), obteve-se a maior incidência (2,5%) de *Aspergillus* sp. em relação aos demais tratamentos, incluindo o P30R50YH na primeira época (1,6%). Na segunda safra (14/15) porém, a situação se inverteu, onde P30F50YH teve incidência de 22,9 % contra 18,1% do outro híbrido. Os maiores níveis de incidência, sugerem uma maior e mais uniforme quantidade de inóculo na segunda safra (14/15).

**Tabela 11** – Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre época de colheita e híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Época de colheita | Híbrido (Safra 13/14) | | Híbrido (Safra 14/15) | |
|---|---|---|---|---|
| | P30F53YH | P30R50YH | P30F53YH | P30R50YH |
| **1** | 2,5 Bb | 1,6 Ab | 18,1 Ab | 22,9 Bb |
| **2** | 0,2 Ba | 0,1 Aa | 0,4 Aa | 0,1 Aa |
| **3** | 0,0 Ba | 0,0 Aa | 0,0 Aa | 0,0 Aa |

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
1 – 13 de fevereiro (safra 13/14) e 10 de abril (safra 14/15).
2 – 28 de fevereiro (safra 13/14) e 25 de abril (safra 14/15).
3 – 15 de março (safra 13/14) e 10 de maio (safra 14/15).

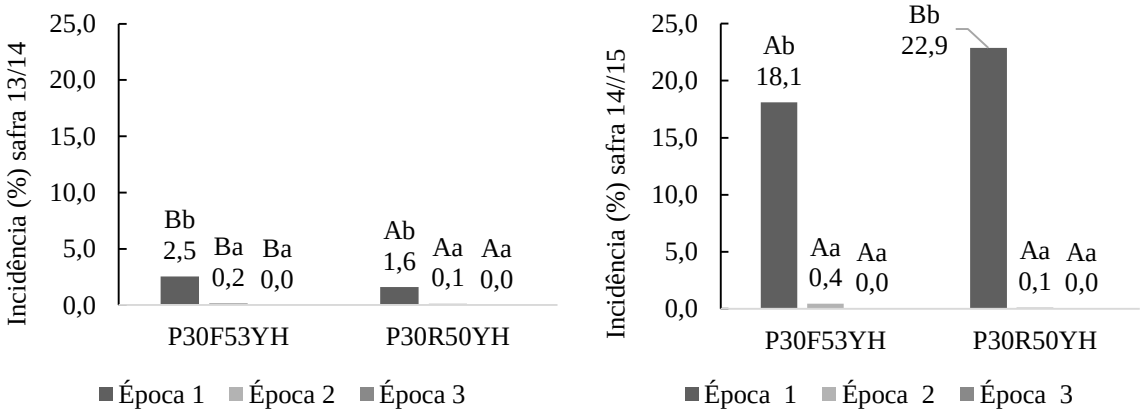



**Figura 17** – Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre época de colheita e híbrido. Letras maiúsculas diferentes para Híbrido e minúsculas diferentes para época de colheita, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com $p<0,05$. Piraí do Sul – PR, 2015.

Esse resultado pode ter ocorrido devido ao ciclo dos híbridos, P30F53YH (ciclo de 1556 graus dias, moderadamente suscetível a doenças de grãos), P30R50YH (ciclo de 1493 graus dia moderadamente resistente a doenças de grãos) (DUPONT PIONEER, 2015), que pode ter proporcionado uma diferença de incidência e, devido ao maior tempo de dessecação das espigas onde o fungo pode ter infectado os tecidos da palha das espigas e assim, servindo de inóculo para os grãos. Além disso, a própria composição química de cada híbrido, podendo estes ter diferentes teores de ácido linoleico e proteínas LEA, que estão relacionados com a maior resistência a infecção por patógenos como citado por Mendes et al. (2012).

Outro fator a ser considerado são os possíveis danos mecânicos causados tanto por intempéries quanto por ataque de insetos que podem abrir portas de entrada ao fungo, como encontrado por Blandino et al. (2008b) para *Ostrinia nubilalis* Hübner (European corn borer) com relação a infecção de *F. verticillioides*. Uma possível evasão do momento crítico de infecção do híbrido P30R50YH na primeira safra (13/14), coincidindo com o maior inóculo do fungo na segunda safra (14/15), também associados ao plantio mais tardio da segunda safra (14/15), pode ter acelerado o ciclo de ambos os materiais (AGRIOS, 2005; DUPONT PIONEER, 2015).

**Tabela 12** – Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Cultura antecessora | Híbrido (Safra 13/14) | | Híbrido (Safra 14/15) | |
|---|---|---|---|---|
| | P30F53YH | P30R50YH | P30F53YH | P30R50YH |
| **Canola** | 0,4 Aa* | 1,1 Aa | 4,2 Aab | 1,5 Aa |
| **Nabo forrageiro** | 0,8 Aa | 0,5 Aa | 1,8 Aa | 6,9 Aa |
| **Aveia preta** | 0,1 Aa | 1,0 Aa | 1,5 Aa | 2,5 Aa |
| **Ervilha forrageira** | 1,0 Aa | 0,3 Aa | 9,3 Ab | 14,8 Ab |
| **Trigo** | 0,3 Aa | 0,7 Aa | 7,5 Aab | 1,6 Aa |
| **Ervilhaca** | 1,4 Aab | 0,2 Aa | 8,7 Ab | 7,4 Aa |
| **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 1,0 Aa | 0,8 Aa | 7,6 Aab | 3,0 Aa |
| **Pousio** | 2,3 Bb | 0,1 Aa | 8,9 Ab | 23,7 Bc |

*Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com $p<0,05$

No desdobramento da interação entre cultura antecessora versus híbrido (Tabelas 13 e 14 e Figura 18), na primeira safra (13/14) o tratamento pousio com o híbrido P30F53YH apresentou maior valor de incidência (2,3%) diferindo do outro híbrido (0,1%) sob pousio, porém se equivaleram estatisticamente ao tratamento ervilhaca com o híbrido P30F53YH (1,4%). Pode-se atribuir, mesmo sob as baixas incidências do fungo nessa safra, que há um efeito diferencial na produção de inóculo com relação à pousio, talvez por falta de uma barreira

mecânica contra o avanço do inóculo, que acabou liberando inóculo suficiente para infectar o híbrido P30F53YH num momento de maior suscetibilidade (DUPONT PIONEER, 2015). Isto ocorreu também para o tratamento ervilhaca com o híbrido P30F53YH, porém este não diferiu dos demais tratamentos.

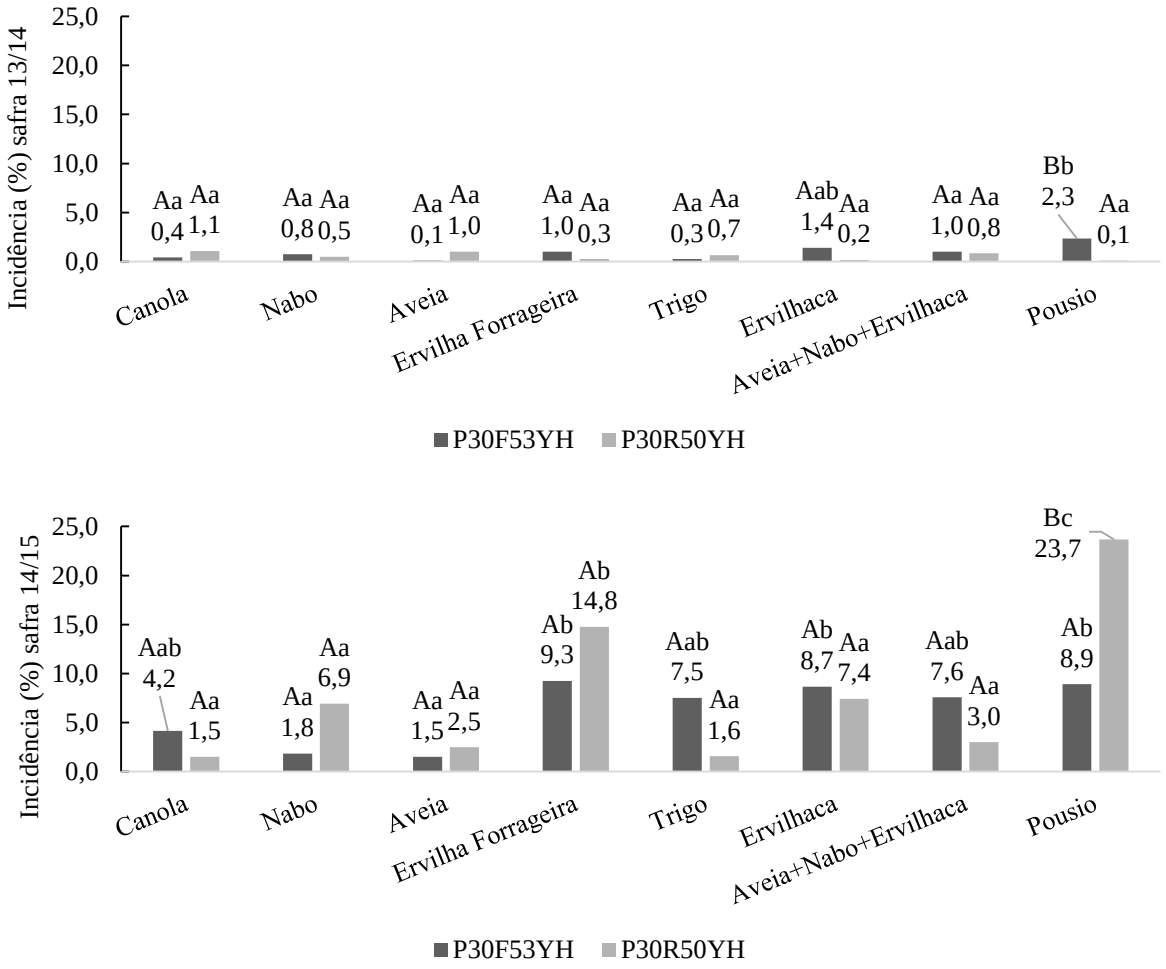



**Figura 18** - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e híbrido. Letras maiúsculas diferentes para híbrido e minúsculas diferentes para culturas antecessoras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com p<0,05. Piraí do Sul – PR, 2015.

Na segunda safra (14/15) houve uma maior infecção por *Aspergillus* sp. (Tabela 10), e neste caso, o tratamento com maior incidência de *Aspergillus* sp. foi o pousio com híbrido P30R50YH com 23,7% (Tabela 14), seguido de P30R50YH sobre ervilha forrageira (14,8%) diferindo dos demais. No híbrido P30F53YH, os maiores incidencias de *Aspergillus* sp. foram observadas nas coberturaas com ervilha forrageira, pousio e ervilhaca, diferindo de aveia e nabo e sendo iguais aos demais. Esses resultados, podem ser devido a maior quantidade de inóculo com maior uniformidade de dispersão, podendo estar relacionado tanto as características

intrínsicas de cada material como também pelo ambiente favorável no momento crucial da disperção de inóculo pelos restos da cultura anterior (MARÍN et al., 1998b; TRENTO et al., 2002; AGRIOS, 2005; REIS et al., 2011; MENDES et al., 2012).

**Tabela 13** - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Cultura antecessora | Época de Colheita | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| **Canola** | 7,6 Aa* | 0,9 Aa | 0,0 Aa |
| **Nabo forrageiro** | 12,3 Bab | 0,9 Aa | 0,0 Aa |
| **Aveia preta** | 5,9 Aa | 0,1 Aa | 0,0 Aa |
| **Ervilha forrageira** | 35,9 Bd | 0,1 Aa | 0,0 Aa |
| **Trigo** | 13,5 Bab | 0,1 Aa | 0,0 Aa |
| **Ervilhaca** | 24,0 Bc | 0,1 Aa | 0,0 Aa |
| **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 15,9 Bb | 0,0 Aa | 0,0 Aa |
| **Pousio** | 48,9 Be | 0,0 Aa | 0,0 Aa |

*Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com $p<0,05$.

No caso da interação entre época de colheita e aultura antecessora, só ocorreu significancia na safra 14/15 (Tabela 15 e Apêndice B Figura 66), onde as incidências foram maiores na primeira época de colheita, devido principalmente a maior umidade dos grãos (Apêndice B Tabela 32) o que pode ter favorecido danos mecânicos durante o processo de trilha, abrindo portas de entrada para a entrada do fungo. Fandohan et al. (2006) observaram relação entre danos mecânicos e infecção por *Fusarium* sp. em grãos de milho. Dentro da primeira época de colheita, devido a maior quantidade de inóculo proporcionado pela cobertura, ausente no caso de pousio, e escassa das coberturas de ervilha forrageira e ervilhaca, proporcionaram maiores incidências de *Aspergillus* sp. na ordem de 48,9% para pousio, 35,9% e 24,0% de incidência para ervilha forrageira e ervilhaca, respectivamente.

No desdobramento da interação tripla, entre época de colheita, cultura antecessora e híbrido, obteve-se para a primeira safra (13/14), mesmo com menor incidência no geral, um destaque para a primeira época de colheita onde ocorreram a maioria das incidências, voltado ao pousio no híbrido P30F53YH com 7% de incidência (Tabela 16 e figura 19). Neste caso, os fatores que podem ter contribuído para esse resultado, foram a menor cobertura proporcionada pelo pousio, assim como a coincidência do inóculo com a época de maior sensibilidade a

infecção do híbrido, bem como, os possíveis danos mecânicos devido a maior umidade da primeira colheita (Apêndice B Figura 32) (HORN, 2005; REIS et al., 2011; CAO et al., 2013).

Esses fatores citados anteriormente, também podem ter influenciado os resultados com relação à segunda safra (14/15), onde as maiores incidências foram na primeira época de colheita, para P30R50YH sobre pousio (71,0%), seguido do mesmo híbrido sobre ervilha forrageira (44,3%), que diferiram entre si e dos demais tratamentos (Tabela 17 e Figura 20). Esses resultados foram seguidos pelos tratamentos P30F53YH sobre pousio (26,8%), ervilhaca (25,8%), ervilha forrageira (27,5%), consórcio (22,8%) e trigo (22,3%) e P30R50YH sobre ervilhaca (22,3%) e nabo (20,5%), todos na primeira época de colheita.

Na primeira safra (13/14) a incidência de *Aspergillus* sp. na primeira época foi significativamente maior para o Híbrido P30R50YH sobre as culturas da canola (3,3%) e da aveia (3,0%) em relação a segunda e terceira épocas de colheita. No híbrido P30F53YH, os maiores valores de incidência foram para as culturas de ervilha forrageira (2,8%), consórcio (3,0%) e pousio (7,0%) em relação a segunda e terceira épocas de colheita e ervilhaca (3,3%) em relação a terceira época de colheita.

Como pode-se notar, com o passar das épocas de colheita há um decréscimo na incidência de *Aspergillus* sp. para a maioria dos tratamentos, principalmente na segunda safra (14/15). Esses resultados concordam com os encontrados por Santin et al. (2004), onde a incidência de *Aspergillus* sp. aumentou com o atraso na colheita.

Os menores valores de incidência de *Aspergillus* sp. na segunda safra (14/15), na primeira época de colheita, foram encontrados no P30R50YH sobre canola (4,0%), trigo (4,8%) e aveia (7,3%), sendo estes iguais a P30R50YH sobre o consórcio (9,0%). Esses valores no híbrido P30F53YH sobre nabo (4,0%) e aveia (4,5%) na primeira época de colheita, foram estatísticamente iguais a P30F53YH sobre canola (11,3%), diferindo das demais culturas da primeira época de colheita. Dentre esses resultados, pode-se observar que sobre cobertura de aveia, ambos os híbridos tiveram menores incidências de *Aspergillus* sp., assim como para canola onde ambos os híbridos foram significativamente iguais, possivelmente pela maior competição com *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. nessas duas coberturas (HASSEGAWA et al., 2008).

Na segunda safra (14/15) o híbrido P30R50YH sobre a cobertura de canola, aveia, trigo e consórcio não apresentou diferença estatística entre as épocas de colheita. Já para o híbrido P30F53YH, as únicas coberturas que não diferiram entre as épocas de colheita foram nabo e aveia.

Assim, pode-se inferir que os maiores valores de incidência de *Aspergillus* sp. possam ter sido influenciados pela maior umidade de colheita, que pode ter ocasionado maiores danos nos grãos durante o processo de debulha, abrindo assim portas de entrada para o fungo, bem como o maior conteúdo de umidade pode ter proporcionado uma maior infecção (BORGEMEISTER et al., 1998; CASTRO, 2003; RAMOS et al., 2014).

Com a maturação e a diminuição da umidade dos grãos, não ocorre mais infecção, possivelmente devido a competição de outros fungos como por exemplo *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. que tiveram um aumento significativo das primeiras épocas para as demais e também, por não se ter tido no período a temperatura ótima e umidade do substrato para o desenvolvimento de *Aspergillus* sp. que é 30°C (Apêndices B Figuras 32 e 33) (HORN; WICKLOW, 1983; MARÍN et al., 1998a; 1998b; HASSEGAWA et al., 2008; RAMOS, 2008).

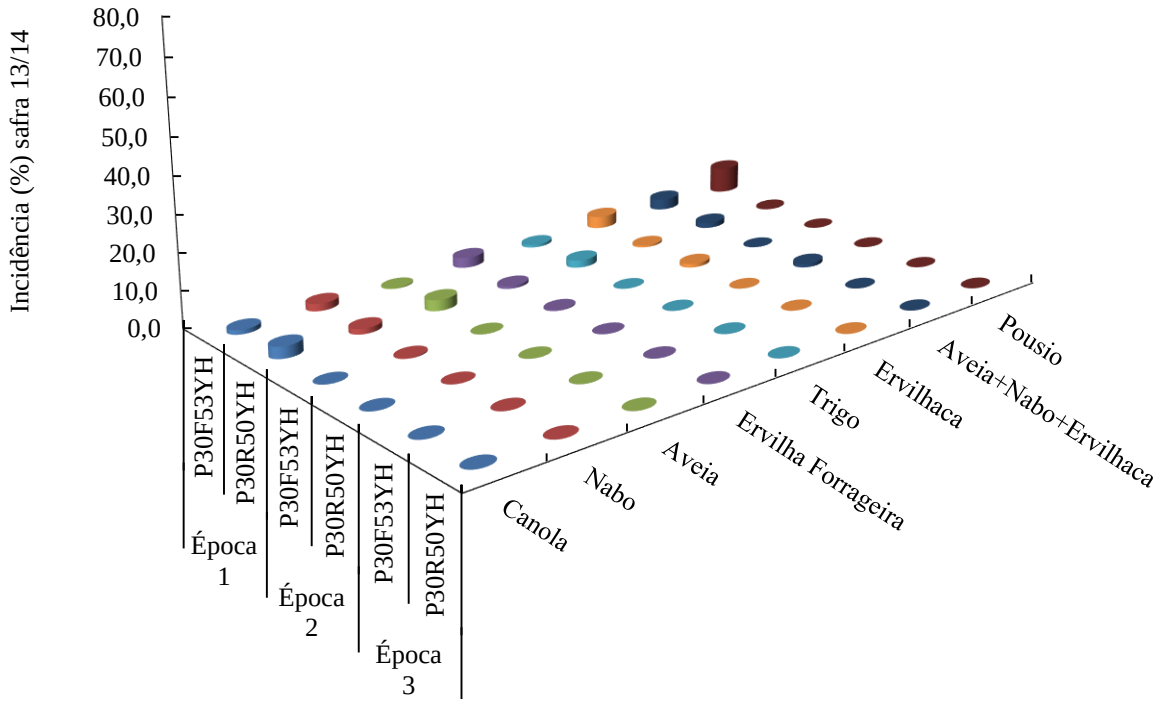



**Figura 19** - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 13/14 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015.

Analisando-se os fatores isoladamente (Tabela 10), há diferença significativa entre culturas antecessoras na segunda safra (14/15). Pousio obteve maior valor de incidência de *Aspergillus* sp., seguido de ervilha forrageira com valores de 16,3% e 12 % respectivamente (Figura 21). Provavelmente, pelo fato do pousio e da ervilha forrageira terem apresentado menor cobertura do solo, ausência no caso do pousio, podendo ter auxiliado menor manutenção

de umidade no solo, aliado ao período sem grandes precipitações, acelerando assim a dessecação da cultura de modo a favorecer a infecção do fungo. Neste caso, se tratando de um fungo de armazenamento mais adaptado a menores umidades e menores atividades de água do substrato quando comparado a espécies de *Fusarium* por exemplo (SANTIN et al., 2004; MARQUES et al., 2009).

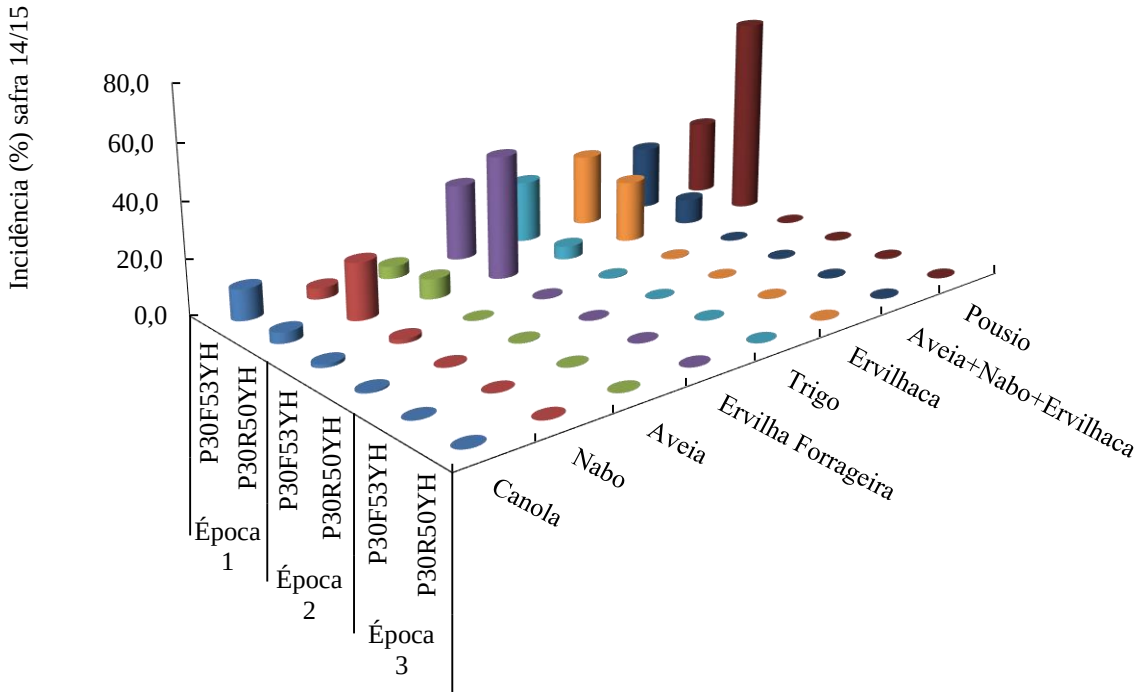



**Figura 20** - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015.

Na primeira safra (13/14), não se observou diferença estatística significativa entre as culturas antecessoras (Figura 21), devido a menor incidência do fungo nessa safra. Possivelmente, isso pode ter ocorrido pela competição por substrato com outros fungos, como pode ser observado na análise conjunta das safras (Tabela 10 e Figura 24), onde na primeira safra (13/14) ocorreu uma incidência média de apenas 0,8%.

No caso dos híbridos (Tabela 10 e Figura 22), houve maior incidência de *Aspergillus* sp. no híbrido P30R50YH na segunda safra (14/15), que foi de 7,7% contra 6,2% do híbrido P30F53YH. Provavelmente, pelo híbrido P30R50YH ter ciclo um pouco mais curto que o segundo, proporcionou melhores condições para o desenvolvimento do patógeno que é um fungo de armazenamento, adaptado a baixas umidades (SANTIN et al., 2004; MORENO, 2008; MARQUES et al., 2009; DUPONT PIONEER, 2015).

**Tabela 14 -** Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (Zea mays) das safras 13/14 e 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015.

| **Safra 13/14** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Época de Colheita** | | **Época 1** | | **Época 2** | | **Época 3** | |
| **Híbrido** | | **P30F53YH** | **P30R50YH** | **P30F53YH** | **P30R50YH** | **P30F53YH** | **P30R50YH** |
| **Cultura Antecessora** | **Canola** | 1,3 abA*A* | 3,3 cA*B* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 Aa*a* |
| | **Nabo forrageiro** | 2,0 abA*A* | 1,5 abcA*A* | 0,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Aveia preta** | 0,3 aA*A* | 3,0 bcB*B* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Ervilha forrageira** | 2,8 abB*B* | 0,8 abcA*A* | 0,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Trigo** | 0,8 abB*A* | 2,0 abcA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Ervilhaca** | 3,3 bB*B* | 0,5 abA*A* | 1,0 aA*B* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 3,0 bA*B* | 1,5 abcA*A* | 0,0 aA*A* | 1,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Pousio** | 7,0 cA*B* | 0,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| **Safra 14/15** | | | | | | | |
| **Época de Colheita** | | **Época 1** | | **Época 2** | | **Época 3** | |
| **Híbrido** | | **P30F53YH** | **P30R50YH** | **P30F53YH** | **P30R50YH** | **P30F53YH** | **P30R50YH** |
| **Cultura Antecessora** | **Canola** | 11,3 abA*B* | 4,0 aA*A* | 1,3 aA*A* | 0,5 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Nabo forrageiro** | 4,0 aA*A* | 20,5 bcB*B* | 1,5 aA*A* | 0,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Aveia preta** | 4,5 aA*A* | 7,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Ervilha forrageira** | 27,5 cA*B* | 44,3 dB*B* | 0,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Trigo** | 22,3 bcB*B* | 4,8 aA*A* | 0,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Ervilhaca** | 25,8 cA*B* | 22,3 cA*B* | 0,3 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 22,8 bcB*B* | 9,0 abA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |
| | **Pousio** | 26,8 cA*B* | 71,0 eB*B* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* | 0,0 aA*A* |

*Letras maiúsculas diferentes na linha para híbridos, letra maiúscula em *Itálico* diferentes na linha para época de colheita e minúsculas diferentes na coluna para cultura antecessora, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$). 1 – 13 de fevereiro (safra 13/14) e 10 de abril (safra 14/15). 2 – 28 de fevereiro (safra 13/14) e 25 de abril (safra 14/15). 3 – 15 de março (safra 13/14) e 10 de maio (safra 14/15).

Na análise conjunta (Tabela 10 e Figura 23), houve infecção de *Aspergillus* sp. significativamente maior na segunda safra (14/15) (6,9%) que na primeira safra (13/14) (0,7%), possivelmente devido as condições climáticas decorrentes durante a segunda safra terem sido mais propícias a infecção. Outro fator favorável, podem ser a maior quantidade de inóculo advinda de cultivos adjacentes devido ao cultivo mais tardio da segunda safra, bem como, pela maior densidade de semeadura possibilitando microclima mais propício ao desenvolvimento do fungo (TRENTO et al., 2002).

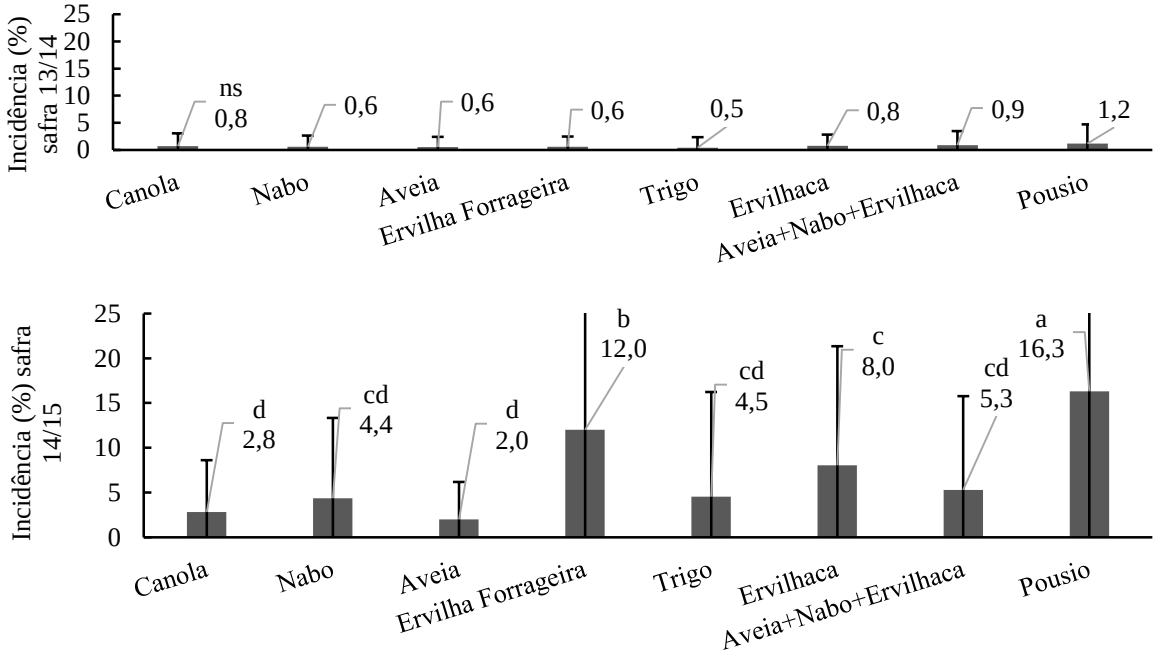



**Figura 21** - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em grãos pelo blotter test para cada cultura antecessora na cultura do milho (*Zea* mays) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$), ns – não significativo ($\alpha=0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

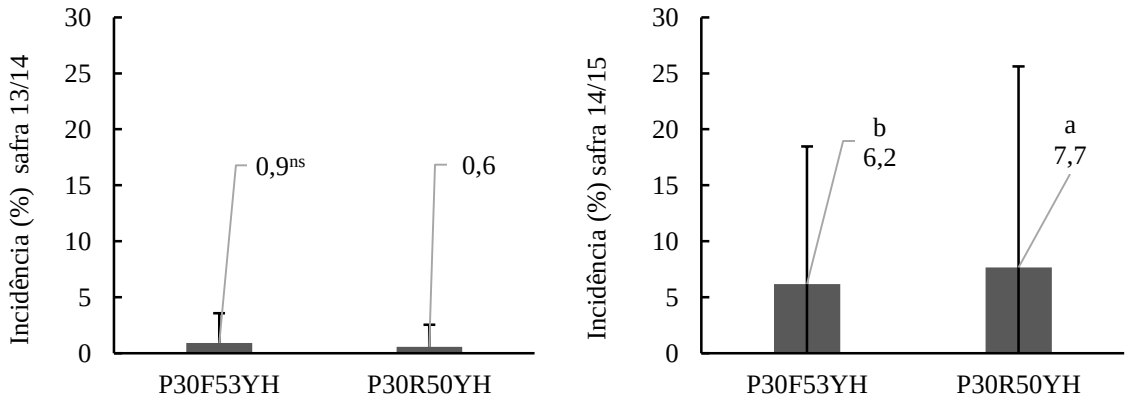



**Figura 22** – Incidência (%) de *Aspergillus* sp. nos grãos pelo blotter test para cada híbrido na cultura do milho (*Zea may*) nas safras 13/14 e 14/15. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey

(p<0,05), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

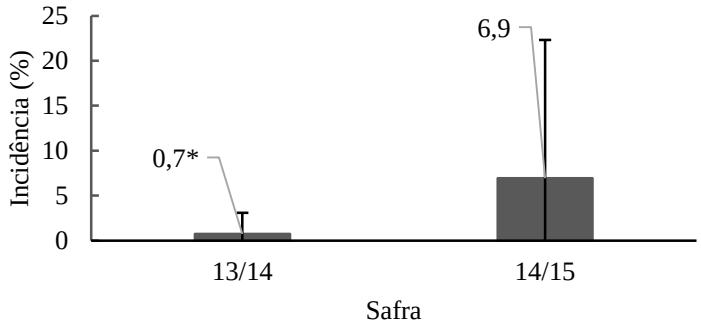



**Figura 23** - Análise conjunta da incidência (%) de *Aspergillus* sp. nos grãos de milho (*Zea mays*) pelo blotter test nas safras 13/14 e 14/15. * médias diferentes pelo teste de t (p<0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

### 5.5.4 *Cladosporium* sp. e *Rhizopus* sp.

Com relação a *Cladosporium* sp. e *Rhizopus* sp. (Tabela 10) pode-se observar diferentes incidências quanto a época de colheita, cultura antecessora, híbrido e no caso de *Cladosporium* sp. entre a análise conjunta das safras também. Estes fungos também chamados de contaminantes, e são rotineiramente encontrados infectando grãos, porém não causando nenhuma doença expressiva na cultura, como relatado por alguns autores (KHOSRAVI et al., 2007; HASSEGAWA et al., 2008; SOMDA et al., 2008). *Rhizopus* sp. pode até produzir micotoxina tremorgênica, mas não há relatos da sua produção em milho (CAST, 2003). Além desses fungos, também se observou a presença esporádica de outros fungos como *Acremonium* sp., *Nigrospora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Bipolaris* sp. e *Cephalosporium* sp., que também foram observados por Hassegawa et al. (2008) e Ramos et al. (2010) em suas pesquisas.

## 5.6 MASSA DE MIL GRÃOS E PRODUTIVIDADE

A massa de mil grãos (MMG) teve diferença estatística significativa para época de colheita, cultura antecessora e híbridos na segunda safra (14/15) (Apêndice B Tabela 30). Observou-se diferenças estatísticas significativas entre a primeira época de colheita (319,1 g) em relação à segunda (338,0 g) e, a terceira (336,5 g) épocas de colheita (Tabela 15 Figura 24). No caso da cultura antecessora, o consórcio possibilitou o maior valor de MMG (358,1g) diferindo de todas as culturas antecessoras, exceto de aveia (340,5 g).

**Tabela 15** – Massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha$^{-1}$) para época de colheita, cultura antecessora, híbridos e análise conjunta das duas safras (13/14 e 14/15) na cultura do milho (*Zea mays*). Piraí do Sul – PR, 2015.

| Tratamento | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | MMG (gramas) | | | | Produtividade kg ha$^{-1}$ | | | |
| Época de Colheita | 1 | 331,7 | ns | 319,1 | b | 9.931,5 | ns | 10.057,6 | ab |
| | 2 | 364,6 | | 338,0 | a | 12.349,4 | | 10.538,3 | a |
| | 3 | 358,5 | | 336,5 | a | 12.519,2 | | 9.854,2 | b |
| Cultura Antecessora | Canola | 333,2 | ns | 303,0 | c | 10.475,6 | ns | 9.392,2 | b |
| | Nabo forrageiro | 357,0 | | 327,1 | b | 11.840,5 | | 10.499,5 | ab |
| | Aveia preta | 342,6 | | 340,5 | ab | 11.664,8 | | 9.704,8 | ab |
| | Ervilha forrageira | 350,8 | | 332,3 | b | 11.738,8 | | 10.221,6 | ab |
| | Trigo | 354,0 | | 331,8 | b | 11.630,2 | | 10.029,2 | ab |
| | Ervilhaca | 357,4 | | 331,2 | b | 12.047,3 | | 10.573,3 | a |
| | Aveia+Nabo+Ervilhaca | 369,9 | | 358,1 | a | 12.438,8 | | 10.309,7 | ab |
| | Pousio | 347,9 | | 325,5 | b | 10.964,2 | | 10.469,9 | ab |
| Híbrido | P30F53YH | 352,1 | ns | 322,0 | b | 11.641,1 | ns | 10.221,8 | ns |
| | P30R50YH | 351,1 | | 340,4 | a | 11.558,9 | | 10.078,2 | |
| Análise conjunta safras (média) | | 351,6 | * | 331,2 | * | 11.600,0 | ** | 10.150,0 | ** |

ns- não houve diferença significativa
* - difere estatisticamente entre as safras 2013/14 e 2014/15 pelo teste de Student "t" ($p<0,05$).
** - difere estatisticamente entre as safras 2013/14 e 2014/15 pelo teste de Student "t" com $p<0,05$.
1 – 13 de fevereiro (safra 13/14) e 10 de abril (safra 14/15).
2 – 28 de fevereiro (safra 13/14) e 25 de abril (safra 14/15).
3 – 15 de março (safra 13/14) e 10 de maio (safra 14/15).

A menor MMG foi observada sobre a cultura da canola (303,0 g) que diferiu das demais culturas antecessoras. O híbrido P30R50YH teve maior massa de mil grãos (340,4g) em relação ao P30F53YH (322,0g). Não se observou interação entre nenhum dos fatores para ambas as safras, e não se detectou diferenças estatísticas significativas na primeira safra (13/14) com relação a MMG.

A produtividade apresentou diferenças estatísticas significativas entre épocas de colheita, cultura antecessora, tendo-se observado interação entre híbridos e cultura antecessora para a segunda safra (14/15). Na primeira safra (13/14) não se observou interação e nem diferenças estatísticas significativas (Apêndice B Tabela 31). Na primeira safra (13/14) não se observou resultado estatisticamente significativo, não se detectando nenhuma interação entre os fatores. Não se observou diferenças estatísticas significativas de produtividade entre híbridos (Figura 26).

No desdobramento da interação (Tabela 16), o híbrido P30R50YH sobre a cobertura de nabo obteve a maior produtividade (11.059,0 kg $ha^{-1}$), diferindo estatisticamente das coberturas de canola (9.045,5 kg $ha^{-1}$) e aveia preta (8.942,7 kg $ha^{-1}$), se igualando no entanto aos demais. Com relação a época de colheita, a segunda época, teve maior produtividade que a terceira, se igualando estatisticamente a primeira época.

**Tabela 16** – Produtividade kg $ha^{-1}$ da cultura de milho (Zea mays) da safra 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e híbrido. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Cultura antecessora | Híbrido | |
|---|---|---|
| | **P30F53YH** | **P30R50YH** |
| **Canola** | 9.739,0 aA* | 9.045,5 bA |
| **Nabo forrageiro** | 9.939,9 aA | 11.059,0 aA |
| **Aveia preta** | 10.466,9 aA | 8.942,7 bA |
| **Ervilha forrageira** | 9.831,8 aA | 10.611,5 abA |
| **Trigo** | 10.184,9 aA | 9.873,6 abA |
| **Ervilhaca** | 10.584,0 aA | 10.562,5 abA |
| **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | 10.628,0 aA | 9.991,3 abA |
| **Pousio** | 10.400,0 aA | 10.539,7 abA |

* Letras minúsculas diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$) na coluna. Letras maiúsculas diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$) na linha.

Silva et al. (2007), testando cultivo de aveia, nabo e ervilhaca, solteiros e em consócio antes do milho sob condições de baixa e alta disponibilidade de N, observaram que sob alta disponibilidade, somente o tratamento milho sobre ervilhaca diferiu dos demais quanto ao rendimento de grãos, corroborando com os dados obtidos pela interação nesta pesquisa. Observando os resultados da segunda safra (14/15) para culturas antecessoras (Tabela 15 e Figura 25), a produtividade de milho sobre a cultura da ervilha forrageira foi superior a canola, não diferindo das demais culturas antecessoras.

Na análise conjunta das safras, foi observada diferença estatística significativa tanto para MMG (Tabela 15 e Figura 27), obtendo-se na primeira safra (13/14) 351,6 g superior a segunda safra (14/15) com 331,2 g. Em relação a produtividade (Figura 27), na primeira safra (13/14) atingiu 11.600,00 kg $ha^{-1}$, tendo sido superior a segunda safra (14/15) com 10.150,00 kg $ha^{-1}$. Isso pode ser atribuído a época de semeadura, que pode ter influenciado sobre esses fatores. Sofrendo ação do fotoperíodo, temperatura e demais condições climáticas. Favorecendo maior pressão de doenças na segunda safra (14/15), devido ao maior potencial de inóculo e condições mais favoráveis ao desenvolvimento de patógenos (TRENTO et al., 2002; JULIATTI; SOUZA, 2005; SILVA et al., 2010; CRUZ, 2012).

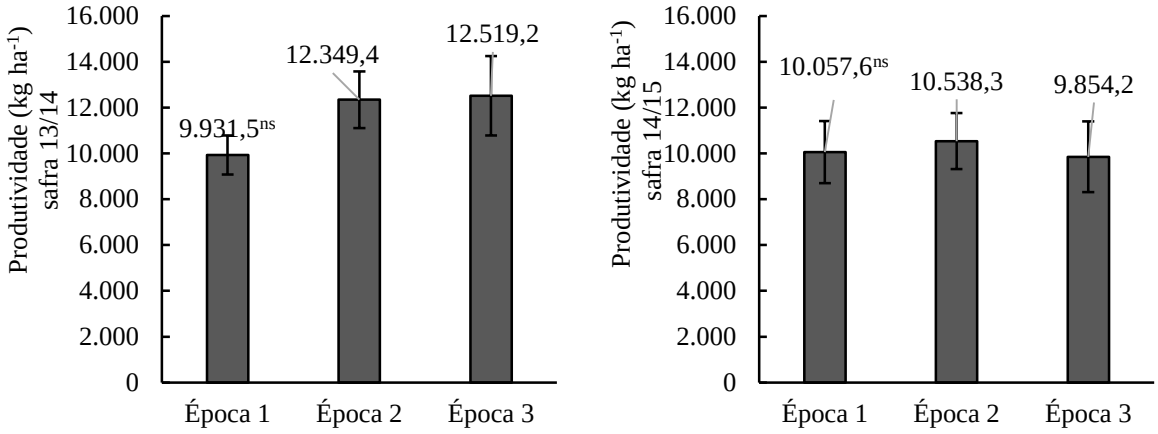



**Figura 24** – Produtividade em kg ha$^{-1}$ com relação a época de colheita de milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). Letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$), ns - não significativo ($\alpha=0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

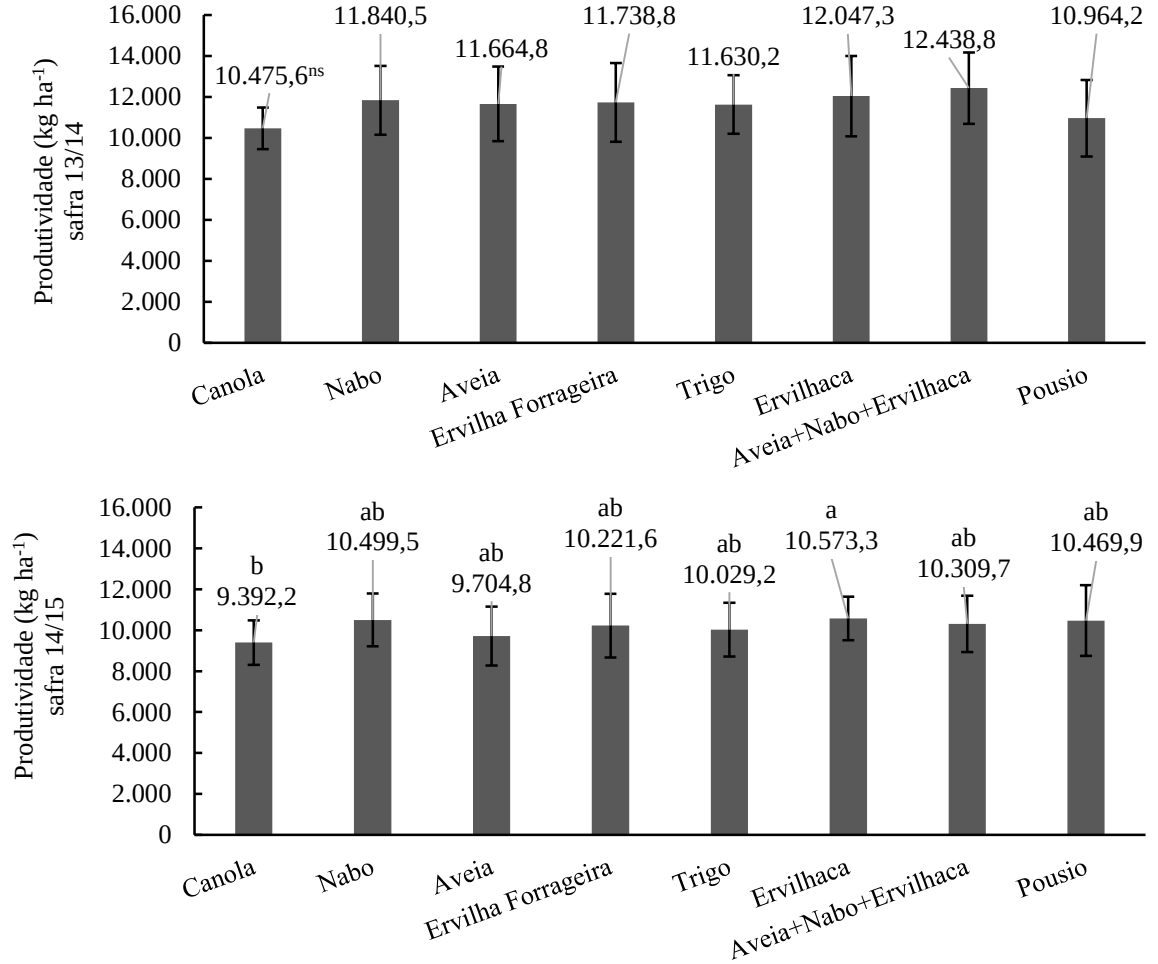



**Figura 25** - Produtividade em kg ha$^{-1}$ com relação a cultura antecessora ao cultivo de milho na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). Letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$). ns - não significativo ($\alpha=0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

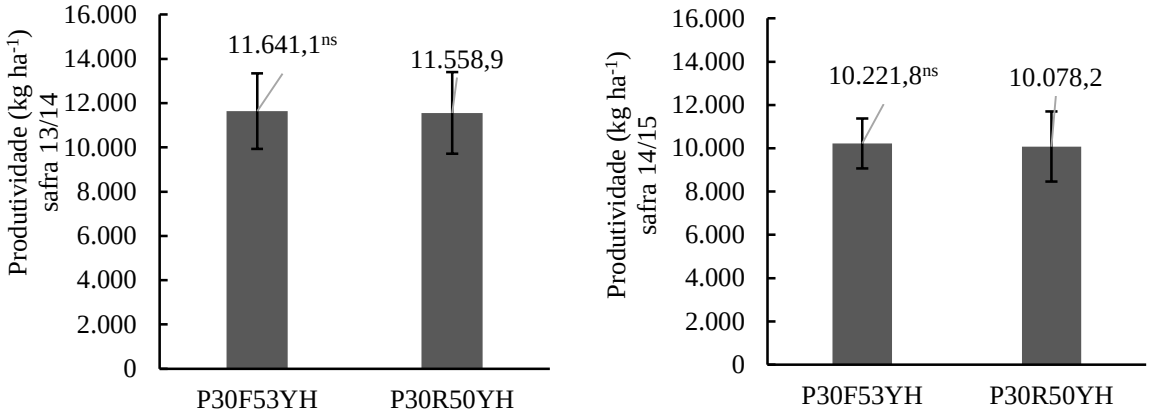



**Figura 26** – Produtividade de milho em kg ha$^{-1}$ com relação ao híbrido na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). Letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$). ns - não significativo ($\alpha=0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

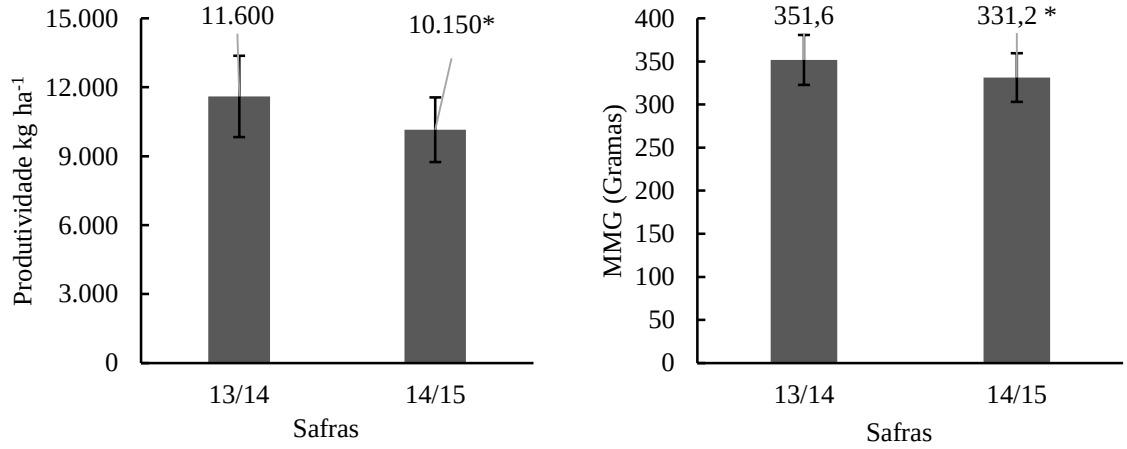



**Figura 27** - Análise conjunta da massa de mil grãos (MMG) em gramas e produtividade (kg ha$^{-1}$) na cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). * - médias diferem pelo teste de t ($p<0,05$). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – PR, 2015.

## 6. CONCLUSÃO

O milho cultivado sobre pousio teve menor incidência de *F. verticillioides* nos grãos.

Ervilha forrageira teve incidência de *Aspergillus* sp. maior que as demais coberturas, tendo sido menor apenas que pousio.

Épocas de colheita antecipadas proporcionaram maiores incidências de *F. verticillioides* e *Aspergillus* sp.

Ocorreram menores incidências de *Penicillium* sp na primeira época de colheita.

Na primeira safra o híbrido P30F53YH, teve maior incidência de *Aspergillus* sp. nos grãos, com relação a primeira época de colheita.

O híbrido P30R50YH, na primeira época de colheita na segunda safra (14/15), teve maior incidência de *Aspergillus* sp. nos grãos.

Foi confirmada a ocorrência de *F. verticillioides, Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. nos dois híbridos de milho nas duas safras.

Não se observou diferença entre as culturas antecessoras com relação a incidência de grãos ardidos.

A terceira época de colheita, na primeira safra (13/14), foi observado os maior nível de incidência de grãos ardidos.

Na segunda safra foi observada maior incidência de doenças foliares e grãos ardidos que na primeira safra.

A produtividade na segunda safra foi menor que na primeira.

## 7. REFERÊNCIAS

ABBAS, H. K.; CARTWRIGHT, R. D.; XIE, W.; SHIER, W. T. Aflatoxin and fumonisin contamination of corn (maize, Zea mays) hybrids in Arkansas. **Crop Protection**, v. 25, n. 1, p. 1–9, 2006.

ABBAS, H. K.; SHIER, W. T.; CARTWRIGHT, R. D. Effet of temperature, rainfall and planting date on aflatoxin and fumonisin contamination in commercial Bt and non-Bt corn hybrids in Arkansas. **Phytoprotection**, v. 88, n. 2, p. 41–50, 2007.

AGRIOS, G. N. **Plant Patology**. 5th ed. New York: Academic Press, 2005.

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4th ed. New York: John Wiley Sons, 1996.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25–36, 2001.

ALVES, E. N. T. D.; VERDOLIN, A. L. G.; COSTA, R. V. DA; COTA, L V; SILVA, D. D. da; SILVA, O. A. da. Alternativas de Controle para Redução de Grãos Ardidos na Cultura do Milho. **XXIX Congresso Nacional De Milho E Sorgo**, , n. 1, p. 587–592, 2012.

AMIS, A. M. I. S. World - Maize Production. Disponível em: <http://statistics.amis-outlook.org/data/index.html#DOWNLOAD>. Acesso em: 11 de agosto de 2015.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. 3rd ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1972.

BERT, F. E.; SATORRE, E. H.; RUIZ, F.; PODESTA, G. P. Climatic information and decision-making in maize crop production systems of the Argentinean Pampas. **Agricultural Systems**, v. 88, p. 180–204, 2006.

BLANDINO, M.; REYNERI, A.; VANARA, F. Effect of plant density on toxigenic fungal infection and mycotoxin contamination of maize kernels. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 106, n. 3, p. 234–241, 2008a.

BLANDINO, M.; REYNERI, A.; VANARA, F.; PASCALE, M.; HAIDUKOWSKI, M.; SAPORITI, M. Effect of sowing date and insecticide application against European corn borer ( Lepidoptera : Crambidae ) on fumonisin contamination in maize kernels. **Crop Protection**, v. 27, n. 11, p. 1432–1436, 2008b. Elsevier Ltd.

BLANDINO, M.; REYNERI, A.; VANARA, F. Effect of sowing time on toxigenic fungal infection and mycotoxin contamination of maize kernels. **Journal of Phytopathology**, St. Paul. v. 157, n. 1, p. 7–14, 2009.

BORGEMEISTER, C.; ADDA, C.; SÉTAMOU, M.; HELL, K.; DJOMAMOU, B.; MARKHAM, R. H.; CARDWELL, K. F. Timing of harvest in maize : effects on post harvest losses due to insects and fungi in central Benin , with particular reference to Prostephanus

truncatus ( Horn ) ( Coleoptera : Bostrichidae ). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 69, p. 233–242, 1998.

BRASIL. MAPA. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. 1st ed. Brasília - DF: BINAGRI, 2009a.

BRASIL. MAPA. **Regras para Análise de Sementes**. 1st ed. Brasília - DF: BINAGRI, 2009b.

BRUNS, H. A.; ABBAS, H. K. Effects of harvest date on maize in the humid sub-tropical mid-south usa. **Maydica**, v. 49, p. 1–7, 2004.

CAO, A.; SANTIAGO, R.; RAMOS, A. J.; MARÍN, S.; REID, L. M.; BUTRÓN, A. Environmental factors related to fungal infection and fumonisin accumulation during the development and drying of white maize kernels. **International Journal of Food Microbiology**, v. 164, n. 1, p. 15–22, 2013. Elsevier B.V.

CASA, R. T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo , grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu. v. 33, n. 4, p. 353–357, 2007.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero Stenocarpella. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília. v. 31, n. 5, p. 427–439, 2006.

CAST. **Mycotoxins : Risks in Plant , Animal , and Human Systems Council for Agricultural Science and Technology**. AMES - IOWA - USA: Iowa State University, 2003.

CASTRO, M. F. P. M. DE. **Efeitos da fosfina no crescimento de Aspergillus flavus Link e na produção de aflatoxinas em milho (Zea mays, L.) armazenado com elevados teores de umidade**, 2003. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. 2003. 137p.

CHEN, Y.; ZHOU, Q.; STRELKOV, S. E.; HWANG, S.-F. Genetic Diversity and Aggressiveness of Fusarium spp . Isolated from Canola in Alberta , Canada. **Plant Disease**, v. 98, n. December 2013, p. 727–738, 2014.

CONAB. **Série Histórica de Área Plantada, Produtividade e Produção de Canola**. 2014.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - 1º levantamento - Outubro/2015**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_10_28_17_24_01_boletim_graos_outubro_2015.pdf>. Acesso em: 02 de novembro de 2015.

COSTA, G. M. C.; COSTA, R. V. DA; COTA, L. V.; SILVA, D. D. DA; MARCONDES, M. M. Eficiência do controle químico na redução de grãos ardidos em milho. **Tropical Plant Pathology**, Brasília. v. 38, p. 657–664, 2012.

COSTA NETO, P. L. de O. **Estatística**. São Paulo. Ed. Edgard Blücher Ltda - 1977.

COSTA, R. V. DA; COTA, L. V.; CRUZ, J. C.; SILVA, D. D.; QUEIROZ, V. A. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MENDES, S. M. **Recomendações para a Redução da Incidência de Grãos Ardidos em Milho**. 2011. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo. 2011.

CRUZ, J. C. EMBRAPA. Cultivo do Milho. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2012. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/economia.htm>. Acesso em: 12 de agosto de 2015.

CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. DO V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 40, n. 2, p. 161–168, 2005.

DOEBLEY, J. Evidence for Gene Molecular Zea Flow among Species into maize through genetic engineering could to its wild relatives , the Teosintes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 40, n. 6, p. 443–448, 1990.

DOURADO-NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de Milho**. 2000.

DUPONT PIONEER. Híbridos de Milho. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/milho/central-de-produtos/busca-de-produtos?cat=Milho>. Acesso em: 01 de outubro de 2015.

FANCELLI, A. L. **Plantas alimentícias: guia para aula, estudos e discussão**. Piracicaba: ESALQ - USP, 1986.

FANDOHAN, P.; AHOUANSOU, R.; HOUSSOU, P.; HELL, K.; MARASAS, W. F. O.; WINGFIELD, M. J. Impact of mechanical shelling and dehulling on Fusarium infection and fumonisin contamination in maize. **Food Additives and Contaminants**, v. 23, n. 4, p. 415–421, 2006.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/E>. Acesso em: 11 de agosto de 2015.

FILHO, A. C.; ALVES, B. M.; BURIN, C.; KLEINPAUL, J. A.; NEU, I. M. M.; SILVEIRA, D. L.; SIMÕES, F. M.; SPANHOLI, R.; MEDEIROS, L. B. Tamanho de parcela e número de repetições em ervilha forrageira. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1174–1182, 2015.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. EMBRAPA. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina, 2011.

HASSEGAWA, R. H.; FONSECA, H.; FANCELLI, A. L.; DA SILVA, V. N.; SCHAMMASS, E. A.; REIS, T. A. CORRÊA, B. Influence of macro- and micronutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. **Food Control**, v. 19, n. 1, p. 36–43, 2008.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 331–340, 2001.

HORN, B. W. Colonization of wounded peanut seeds by soil fungi : selectivity for species from Aspergillus section Flavi. **Mycologia**, v. 97, n. 1, p. 202–217, 2005.

HORN, B. W.; WICKLOW, D. T. Factors influencing the inhibition of aflatoxin production in corn by Aspergillus niger. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 29, n. 9, p. 1087–1091, 1983.

IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 7, p. 138–161, 2010. Recife.

IAPAR – INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ. Cartas Climáticas do Paraná. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>. Acesso em: 8 de novembro de 2014.

IMEA. Custo de produção de milho - safra 2015/2016. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R410_CPMilho_07_2015.pdf>. Acesso em: 12 de agosto de 2015.

JACCOUD FILHO, D. S.; JULIATTI, F. C. Principais doenças fúngicas da cultura do milho (Zea mays). In: A. L. L. . Barroso; J. F. . Garcia; D. E. S. Neto (Eds.); **Boletim técnico 1 – Milho – Desafios fitossanitários e manejo sustentável**. p.146, 2012. Jaboticabal: Editora CRIAR.

JONES, R. K.; DUNCAN, H. E.; HAMILTON, P. B. Planting Date, Harvest Date, and Irrigation Effects on Infection and Aflatoxin Production by Aspergillus flavus in field Corn. **Phytopathology**, St. Paul. v. 71, p. 810–816, 1981.

JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C.; JULIATTI, B. C. M.; JACCOUD FILHO, D. DE S. Chapter 5:Technology of Pesticide Application in Corn – Nozzles, Sprays Volume, Economic Analysis And Diseases Control. In: M. Nita (Ed.); **Fungicides: Showcases of integrated plant disease management from around the world**. p. 340, 2013. Croácia: InTech.

JULIATTI, F. C.; SOUZA, R. M. Efeito de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 103–112, 2005.

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

KHOSRAVI, A. R.; MANSOURI, M.; BAHONAR, A. R.; SHOKRI, H. Mycoflora of Maize Harvested from Iran and Imported Maize. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10, n. 24, p. 4432–4437, 2007.

LANZA, F. E.; CORRÊA, C. L.; COSTA, R. V. DA; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; MARCONDES, M. M.; NICOLI, A.; COSTA, G. M. C.; RAMOS, T. C. D. A. Eficiência do Controle Químico na Redução da Incidência de Grãos Ardidos em Milho. **Xxix Congresso Nacional De Milho E Sorgo**, , n. 1, p. 657–664, 2012.

LAZAROTO, A.; SANTOS, I. DOS; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 42, n. 12, p. 2131–2137, 2012.

LIMA, J. D.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, R. K.; SOLIMAN, E. P.; MORAES, W. DA S. Comportamento do nabo forrageiro (Raphanus sativus L .) e da nabiça (Raphanus raphanistrum L .) como adubo verde. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia. v. 37, n. 1, p. 60–63, 2007.

MAGALHÃES, P. C. **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas, MG, 2002.

MARÍN, S.; SANCHIS, V.; ARNAU, F.; RAMOS, A. J.; MAGAN, N. Colonisation and competitiveness of Aspergillus and Penicillium species on maize grain in the presence of Fusarium moniliforme and Fusarium proliferatum. **Internetional Journal of Food Microbiology**, v. 45, p. 107–117, 1998a.

MARÍN, S.; SANCHIS, V.; SÀENZ, R.; RAMOS, A. J.; VINAS, I.; MAGAN, N. Ecological determinants for germination and growth of some Aspergillus and Penicillium spp. from maize grain. **Journal of Applied Microbiology**, v. 84, p. 25–36, 1998b.

MARQUES, O. J.; FILHO, P. S. V.; DALPASQUALE, V. A.; SCAPIM, C. A.; PRICINOTTO, L. F.; JÚNIOR, M. M. Incidência fúngica e contaminações por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 4, p. 667–675, 2009.

MARQUES, O. J.; FILHO, P. S. V.; SCAPIM, C. A.; RECHE, D. L.; PRICINOTTO, L. F.; OKUMURA, R. S. Qualidade comercial de diferentes híbridos de milho em função do teor de água nos grãos durante a colheita1. **Semina:Ciencias Agrarias**, v. 33, n. 3, p. 911–920, 2012.

MARTINS, A. C. R. Noções de pesquisa e amostragem. Disponível em: <http://www.each.usp.br/amartins/Pesquisa%20e%20Amostragem.pdf >Acesso em: 19 de março de 2016.

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

MENDES, M. C.; PINHO, R. G. VON; PINHO, E. V. R. VON; FARIA, M. V. Comportamento de híbridos de milho inoculados com os fungos causadores do complexo grãos ardidos e associação com parâmetros químicos e bioquímicos / Behavior of Corn Hybrids Inoculated with kernel-rotting Fungi and Association to Chemical and Biochemical. **Revista Ambiência**, v. 8, n. 2, p. 275–292, 2012.

MINAMI, L.; MEIRELLES, P. G.; HIROOKA, E. Y.; ONO, E. Y. S. Fumonisinas : efeitos toxicológicos , mecanismo de ação e biomarcadores para avaliação da exposição Fumonisins : toxicological effects , mechanism of action and biomarkers for exposure assesment. **Semina:Ciencias Agrarias**, v. 25, n. 3, p. 207–224, 2004.

MOREIRA, T. Balança Comercial do Agronegócio - Brasil. Disponível em: <http://www.sistemafaep.org.br/wp-

content/uploads/2015/06/BalancaComercialdoAgronegocio311.pdf>. Acesso em: 2 de novembro de 2015.

MORENO, E. C. **Microbiota fúngica e micotoxinas em milho cultivado sob diferentes práticas de manejo**, 2008. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Estadual de Londrina. 2008. 97 p.

MUNKVOLD, G. P. Epidemiology of Fusarium diseases and their mycotoxins in maize ears. **European Journal of Plant Pathology**, v. 109, p. 705–713, 2003.

MUNKVOLD, G. P. Seed Pathology Progress in Academia and Industry. **Annual Review of Phytopathology**, v. 47, p. 285–311, 2009.

MUNKVOLD, G. P.; DESJARDINS, A. E. Fumonisins in Maize. **Plant Disease**, v. 81, n. 6, p. 556–565, 1997.

NARAYANASAMY, P. **Postharvest pathogens and disease management**. Coimbatore: John Wiley & Sons, Inc., 2005.

NAYAKA, S. C.; UDAYA SHANKAR, A. C.; REDDY, M. S.; NIRANJANA, S. R.; PRAKASH, H. S.; SHETTY, H. S.; MORTENSEN, C. N. Control of Fusarium verticillioides, cause of ear rot of maize, by Pseudomonas fluorescens. **Pest Management Science**, v. 65, n. 7, p. 769–775, 2009.

NELSON, P. E.; TOUSSOUN, T. A.; COOK, R. J. ***Fusarium*: Diseases, Biology and Taxonomy**. Penssylvania State University Press. University Park. Penssylvania, USA. 1981. 457 p.

NOCE, M. A.; SOUZA, I. F. DE; KARAM, D.; FRANÇA, A. C.; MACIEL, G. M. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 3, p. 265–278, 2008.

OERKE, E. C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**, v. 144, n. 01, p. 31, 2006.

OLIVEIRA, G. P. DE; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Processed and prepared corn products as sources of lutein and zeaxanthin: compositional variation in the food chain. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 1, p. 79–85, 2007.

OLIVEIRA, M. E. M.; JULIATTI, F. C.; SAGATA, É.; REZENDE, A. A. Avaliação da incidência de grãos ardidos em genótipos de milho (Zea mays ) sob aplicação foliar de fungicidas. **IX Encontro Interno & XIII Seminário de Iniciação Científica**, p. 1–10, 2002. Universidade Ferderal de Uberlândia.

OLIVEIRA, T. M. V. Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas. **Administração On Line**, v. 2 - n. 3, jul/ago/set, 2001.

OLIVEIRA, T. R. DE; BARANA, A. C.; JACCOUD-FILHO, D. DE S.; NETO, F. F. Avaliação da contaminação por aflatoxinas totais e zearalenona em variedades de milho crioulo (Zea Mays

L.) através do método imunoenzimático ELISA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 2, p. 179–185, 2010.

ORT, D. R.; LONG, S. P. Limits on yields in the Corn Belt. **Science**, v. 344, p. 484–485, 2014.

PASCALE, M.; VISCONTI, A.; CHELKOWSKI, J. Ear rot susceptibility and mycotoxin contamination of maize hybrids inoculated with Fusarium species under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, v. 108, n. 7, p. 645–651, 2002.

PEREIRA, O. A. P.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do milho (Zea mays L.). In: H. Kimati; L. Amorim; J. A. M. Rezende; A. Bergamin Filho; L. E. A. Camargo (Eds.); **Manual de Fitopatologia. Vol. 2. Doenças das plantas cultivadas**. 4th ed., p.477–488, 2005. São Paulo - SP: Agronômica Ceres.

PEREIRA, P.; NESCI, A.; CASTILLO, C.; ETCHEVERRY, M. Impact of bacterial biological control agents on fumonisin B1 content and Fusarium verticillioides infection of field-grown maize. **Biological Control**, v. 53, n. 3, p. 258–266, 2010.

PINTO, N. F. J. A. Incidência de grãos ardidos em cultivares de milho precoce. **Summa Phytopathologica**, Botucatu. v. 27, n. 4, p. 433–436, 2001.

PINTO, N. F. J. A.; OLIVEIRA, E. DE; FERNANDES, F. T. **Manejo das Principais Doenças do Milho**. Sete Lagoas, MG: MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007.

PIRES, J. L. F. EMBRAPA. Cultivo de Trigo. 2014. Passo Fundo - RS: Embrapa Trigo.

PRESELLO, D. A.; IGLESIAS, J.; BOTTA, G.; EYHÉRABIDE, G. H. Severity of Fusarium ear rot and concentration of fumonisin in grain of Argentinian maize hybrids. **Crop Protection**, v. 26, n. 6, p. 852–855, 2007.

RAMOS, A. M. **Levantamento da micoflora de grãos ardidos de milho e avaliação da resistência genética à Fusarium verticillioides**, 2008. Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz "- ESALQ-USP. 2008.

RAMOS, D. P.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; PANIZZI, R. DE C.; VIEIRA, R. D. Infecção por Fusarium graminearum e Fusarium verticillioides em sementes de milho. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia. v. 44, n. 1, p. 24–31, 2014.

RAMOS, A. T. M.; MORAES, M. H. D. DE; CARVALHO, R. V. DE; CAMARGO, E. A. Levantamento da micoflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu. v. 36, n. 3, p. 257–259, 2010.

REIS, E. M.; TREZZI, R.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu. v. 37, n. 3, p. 85–91, 2011.

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

SACHS, P. J. D.; NEVES, C. S. V. J.; CANTERI, M. G.; SACHS, L. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu. v. 37, n. 4, p. 202–204, 2011.

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

SANTIAGO, R.; CAO, A.; MALVAR, R. A.; REID, L. M.; BUTRÓN, A. Assessment of corn resistance to fumonisin accumulation in a broad collection of inbred lines. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 149, p. 193–202, 2013. Elsevier B.V.

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

SANTOS, H. P. DOS; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; LIMA, M. R. DE. Efeito de manejos de solo e de rotação de culturas de inverno no rendimento e doenças de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 35, n. 12, p. 2355–2361, 2000.

SILVA, A. A. DA; SILVA, P. R. F. DA; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 928–935, 2007.

SILVA, P. R. F. DA; PIANA, A. T.; MAASS, L. B.; SERPA, M. S.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; ENDRIGO, P. C.; JANDREY, D. B. Adequação da densidade de plantas à época de semeadura em milho irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 9, n. 1, p. 48–57, 2010.

SIMEPAR. Dados meteorológicos. <http://www.simepar.br/>. 2016.

SOMDA, I.; SANOU, J.; SANON, P. Seed-Borne Infection of Farmer-Saved Maize Seeds by Pathogenic Fungi and Their Transmission to Seedlings. **Plant Pathology Journal**, v. 7, n. 1, p. 98–1–3, 2008.

STATSOFT. **STATISTICA 10 New features**. Diponível em: <http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA-Features/Version-10> Acesso: 20 de setembro de 2015.

SUHAIDA, S.; NURAINIZZATI, M. Z. The efficacy of trichoderma harzianum T73s as a biocontrol agent of fusarium ear rot disease of maize. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 15, n. 6, p. 1175–1180, 2013.

TEFERA, T.; KANAMPIU, F.; GROOTE, H. DE; et al. The metal silo : An effective grain storage technology for reducing post-harvest insect and pathogen losses in maize while improving smallholder farmers ' food security in developing countries. **Crop Protection**, v. 30, n. 3, p. 240–245, 2011. Elsevier Ltd.

THOMPSON, D. L.; VILLENA, W. L.; MAXWELL, J. D. Correlation between Diplodia stalk and ear rot of corn. **The Plant Disease Reporter**, v. 55, p. 158–162, 1971.

TOMM, G. O. Desenvolvimento da pesquisa em canola para produção de biodiesel no RS. **Simpósio Estadual de Agroenergia**, 2012.

TRENTO, S. M.; IRGANG, H. H.; REIS, E. M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 6, p. 609–613, 2002.

TSIMBA, R.; EDMEADES, G. O.; MILLNER, J. P.; KEMP, P. D. The effect of planting date on maize : Phenology , thermal time durations and growth rates in a cool temperate climate. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 150, p. 145–155, 2013. Elsevier B.V.

USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. Disponível em: <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>. Acesso em: 11 de agosto de 2015.

WUTZKI, R. M. M. **Densidade de plantas, componentes de rendimento e qualidade de sementes de variedades crioulas e comerciais de milho**, 2014. Dissertação. (Mestrado em Agronomia/Agricultura). UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2014. 55p.

# APÊNDICE A – ROTAÇÕES E MANEJO DA CULTURA

**Tabela 17** - Histórico de rotações na área do experimento.

| Safras | Rotações | |
|---|---|---|
| **1997/1998** | Inverno | Aveia |
| | Verão | Milho |
| **1998/1999** | Inverno | Trigo |
| | Verão | Soja |
| **1999/2000** | Inverno | Aveia |
| | Verão | Soja |
| **2000/2001** | Inverno | Milho |
| | Verão | Trigo |
| **2001/2002** | Inverno | Trigo |
| | Verão | Soja |
| **2002/2003** | Inverno | Trigo |
| | Verão | Soja |
| **2003/2004** | Inverno | Aveia |
| | Verão | Soja |
| **2004/2005** | Inverno | Aveia |
| | Verão | Milho |
| **2005/2006** | Inverno | Trigo |
| | Verão | Soja |
| **2006/2007** | Inverno | Aveia |
| | Verão | Soja |
| **2007/2008** | Inverno | Milho |
| | Verão | Pousio |
| **2008/2009** | Inverno | Trigo |
| | Verão | Soja |
| **2009/2010** | Inverno | Trigo |
| | Verão | Soja |
| **2010/2011** | Inverno | Aveia |
| | Verão | Milho |
| **2011/2012** | Inverno | Planos de rotação |
| | Verão | Soja |
| **2012/2013** | Inverno | Planos de rotação |
| | Verão | Soja |

**Tabela 18** - Relação de produtos utilizados no manejo e condução do experimento assim como data de aplicação e dose por hectare na safra 2013/14. Piraí do Sul, 2015.

| DATA | | PRODUTO | DOSE.HA$^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| 20/09/2013 | ROUNDUP ORIGINAL | Glifosate | 1,2 l |
| | LANNATE | Metomil | 0,4 l |
| | SUPERGUN | Surfactante Ácido Bórico e Nitrogênio | 0,03 l |
| | ÁCIDO BÓRICO | Fertilizante foliar | 1,0 kg |
| 22/10/2013 | SOBERAN | Tembotriona | 0,1 l |
| | GESAPRIM GRDA | Atrazina | 1,0 kg |
| | AUREO | Adjuvante | 0,5 l |
| | GRAP 140 | Fertilizante foliar | 0,5 l |
| | KINGFOL ZN 80 | Fertilizante foliar | 0,1 l |
| 08/11/2013 | SOBERAN | Tembotriona | 0,1 l |
| | GENIUS | Atrazina | 1,0 kg |
| | DIMILIN | Diflubenzuron | 0,033 kg |
| | AUREO | Adjuvante | 0,699 l |
| | GRAP 140 | Fertilizante foliar | 1,0 l |
| | GRAP 15 MOL | Fertilizante foliar | 0,1 l |
| | GRAP CU | Fertilizante foliar | 0,26 l |
| | KINGFOL ZN 80 | Fertilizante foliar | 0,1 l |
| 29/11/2013 | PREMIO | Clorantraniliprole | 0,02 l |
| | APROACH PRIMA | Picoxistrobina e Ciproconazole | 0,15 l |
| | NIMBUS | Adjuvante | 0,32 l |
| | SUPERGUN | Surfactante Ácido Bórico e Nitrogênio | 0,03 l |
| 19/12/2013 | ABACUS | Piraclostrobina e Epoxiconazol | 0,3 l |
| | LI 700 | Adjuvante | 0,08 l |
| | GRAP OIL | Adjuvante, surfactante | 0,2 l |

**Tabela 19** - Relação de produtos utilizados no manejo e condução do experimento assim como data de aplicação e dose por hectare na safra 2014/2015. Piraí do Sul, 2015.

| DATA | PRODUTO | | DOSE.HA$^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| 17/10/2014 | ROUNDUP ORIGINAL | Glifosate | 2,0 l |
| | LANNATE | Metomil | 0,4 l |
| | ADESIL | Espalhante adesivo | 0,1 L |
| | ÁCIDO BORICO | Fertilizante foliar | 0,34 kg |
| 02/12/2014 | SOBERAN | Tembotriona | 0,3 l |
| | GENIUS | Atrazina | 2,7 l |
| | AUREO | Adjuvante | 0,8 l |
| | ATABRON | Clorfluazuron | 0,150 l |
| | LANNATE | Metomil | 0,5 l |
| 12/12/2014 | LI 700 | Adjuvante | 0,086 l |
| | LANNATE | Metomil | 0,5 l |
| | ATABRON | Clorfluazuron | 0,2 l |
| | TRACER | Espinosade | 0,04 l |
| | GRAP 140 | Fertilizante foliar | 0,8 l |
| | GRAP 104 | Fertilizante foliar | 0,8 l |
| | ABACUS | Piraclostrobina e Epoxiconazol | 0,3 l |

# APÊNDICE B – RESULTADOS COMPLEMENTARES, CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E ANOVA

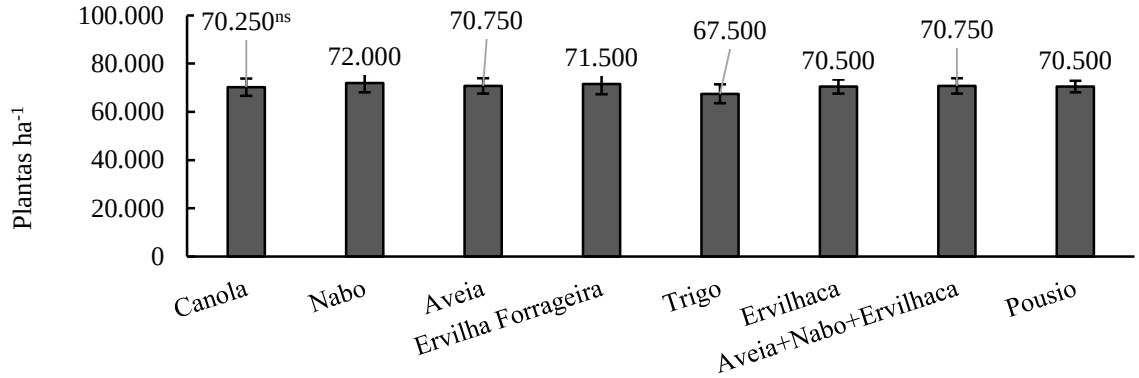



**Figura 28** - População média de plantas de milho (pl ha$^{-1}$) para cada cultura de cobertura antecessora na primeira safra (13/14). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – 2015.

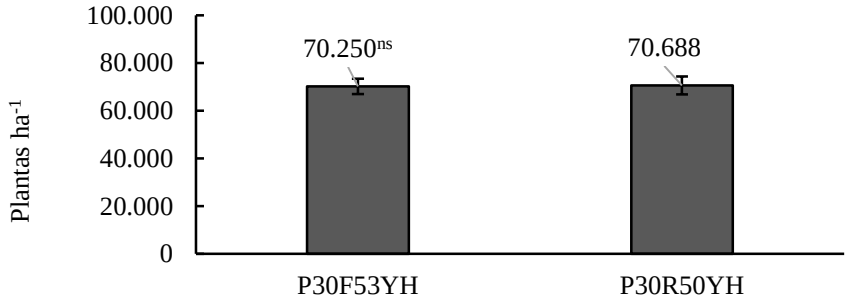



**Figura 29** - População média de plantas de milho (pl ha$^{-1}$) para cada híbrido na primeira safra (13/14). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – 2015.

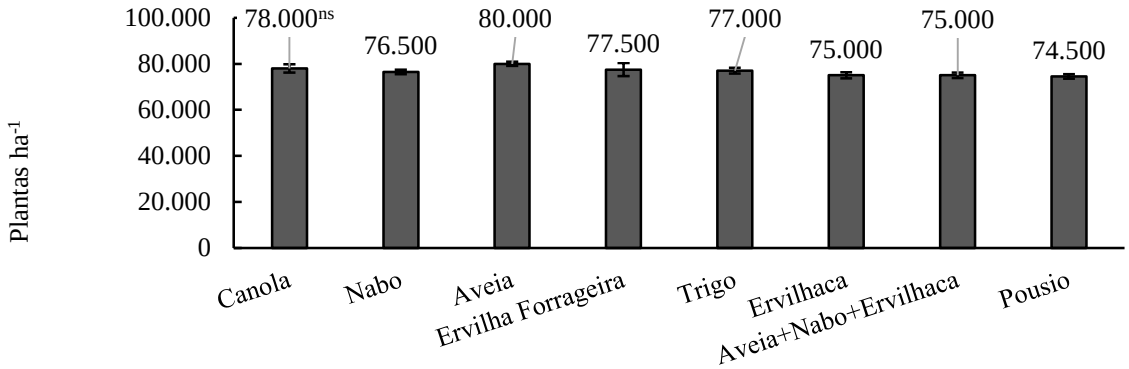



**Figura 30** - População média de plantas de milho (pl ha$^{-1}$) para cada cultura de cobertura antecessora na segunda safra (14/15). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul – 2015.

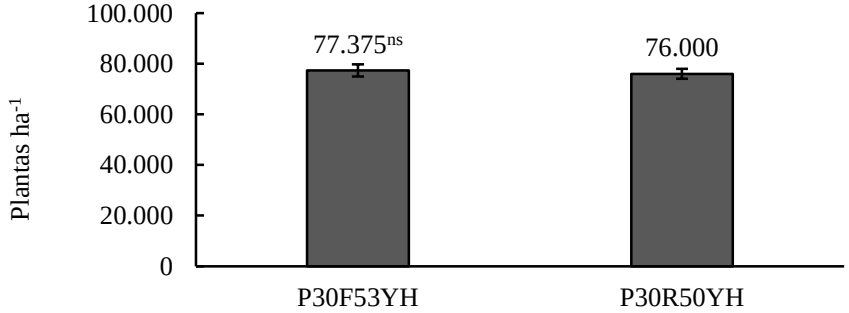



**Figura 31** - População média de plantas de milho (pl ha$^{-1}$) para cada híbrido na segunda safra (14/15). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

**Tabela 20** - Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Inferior | | | | Médio | | | | Superior | | | | Planta Inteira | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
| | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 0,009 | 1,000 | 0,015 | 1,000 | 0,010 | 1,000 | 0,021 | 1,000 | 0,013 | 1,000 | 0,070 | 0,993 | 0,007 | 1,000 | 0,013 | 1,000 |
| ROTAÇÃO | 0,002 | 0,969 | 0,006 | 0,953 | 0,020 | 0,910 | 0,016 | 0,919 | 0,000 | 0,998 | 0,053 | 0,856 | 0,000 | 0,993 | 0,002 | 0,972 |
| HIBRIDO | 0,008 | 0,999 | 0,000 | 1,000 | 0,019 | 0,995 | 0,076 | 0,964 | 0,011 | 0,998 | 0,050 | 0,979 | 0,004 | 0,999 | 0,003 | 1,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 0,004 | 1,000 | 0,002 | 1,000 | 0,007 | 1,000 | 0,019 | 1,000 | 0,005 | 1,000 | 0,047 | 0,998 | 0,000 | 1,000 | 0,002 | 1,000 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,010 | 1,000 | 0,002 | 1,000 | 0,019 | 1,000 | 0,013 | 1,000 | 0,010 | 1,000 | 0,043 | 1,000 | 0,007 | 1,000 | 0,002 | 1,000 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,000 | 1,000 | 0,000 | 1,000 | 0,008 | 0,998 | 0,002 | 1,000 | 0,000 | 1,000 | 0,123 | 0,935 | 0,000 | 1,000 | 0,001 | 1,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,006 | 1,000 | 0,002 | 1,000 | 0,006 | 1,000 | 0,017 | 1,000 | 0,004 | 1,000 | 0,050 | 1,000 | 0,002 | 1,000 | 0,001 | 1,000 |

* “p” o indicador de significância, “F” valor retornado da Anova.

**Tabela 21** - Severidade de doenças foliares na cultura do milho, na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). Piraí do Sul, 2015.

| Severidade (%) Safra 2013/14 | | | |
|---|---|---|---|
| Data Avaliação | *E. turcicum* | *P. sorghi* | *S. macrospora* |
| 03/01/2014 | 0,2 | 0 | 0,1 |
| 14/01/2014 | 0,2 | 0,3 | 0,0 |
| 01/02/2014 | 2,2 | 0,6 | 0,4 |
| média | 0,9 | 0,3 | 0,2 |

| Severidade (%) Safra 2014/15 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Data Avaliação | *E. turcicum* | *P. sorghi* | *S. macrospora* | *Phaeosphaeria* sp. |
| 06/02/2015 | 1,9 | 2,18 | 1,2 | 0,0 |
| 21/02/2015 | 2,5 | 2,17 | 2,0 | 0,4 |
| 09/03/2015 | 1,5 | 1,72 | 2,7 | 9,9 |
| 20/03/2015 | 0,6 | 1,25 | 1,0 | 35,7 |
| Média | 1,6 | 1,83 | 1,7 | 11,5 |

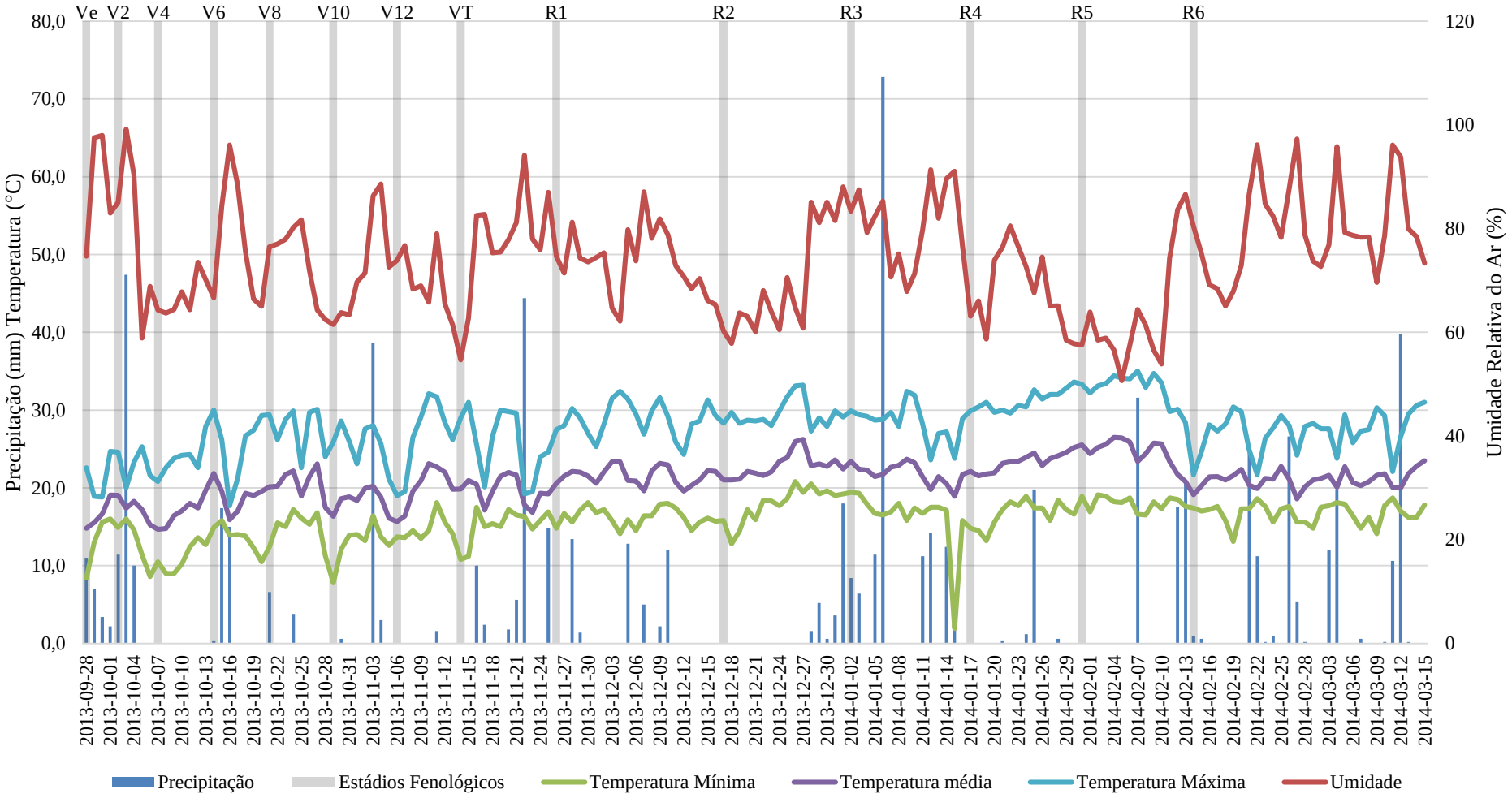



**Figura 32** - Condições climáticas decorrentes durante o ciclo da cultura de milho (*Zea may*), na safra 13/14. Piraí do Sul, 2015. Fonte: SIMEPAR, 2016.

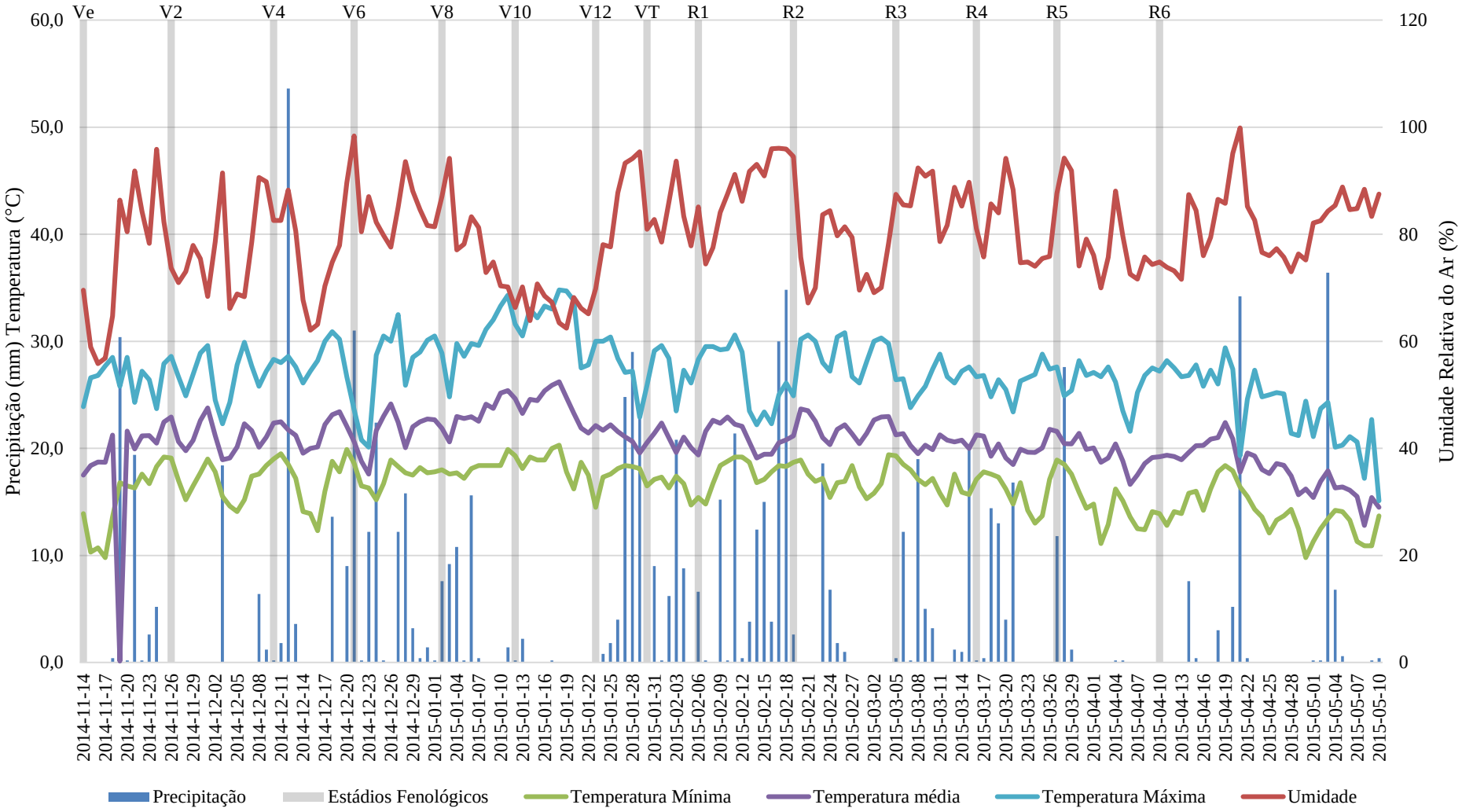



**Figura 33** – Condições climáticas decorrentes durante o ciclo da cultura de milho (*Zea mays*), na safra 14/15. Piraí do Sul, 2015. Fonte: SIMEPAR, 2016.

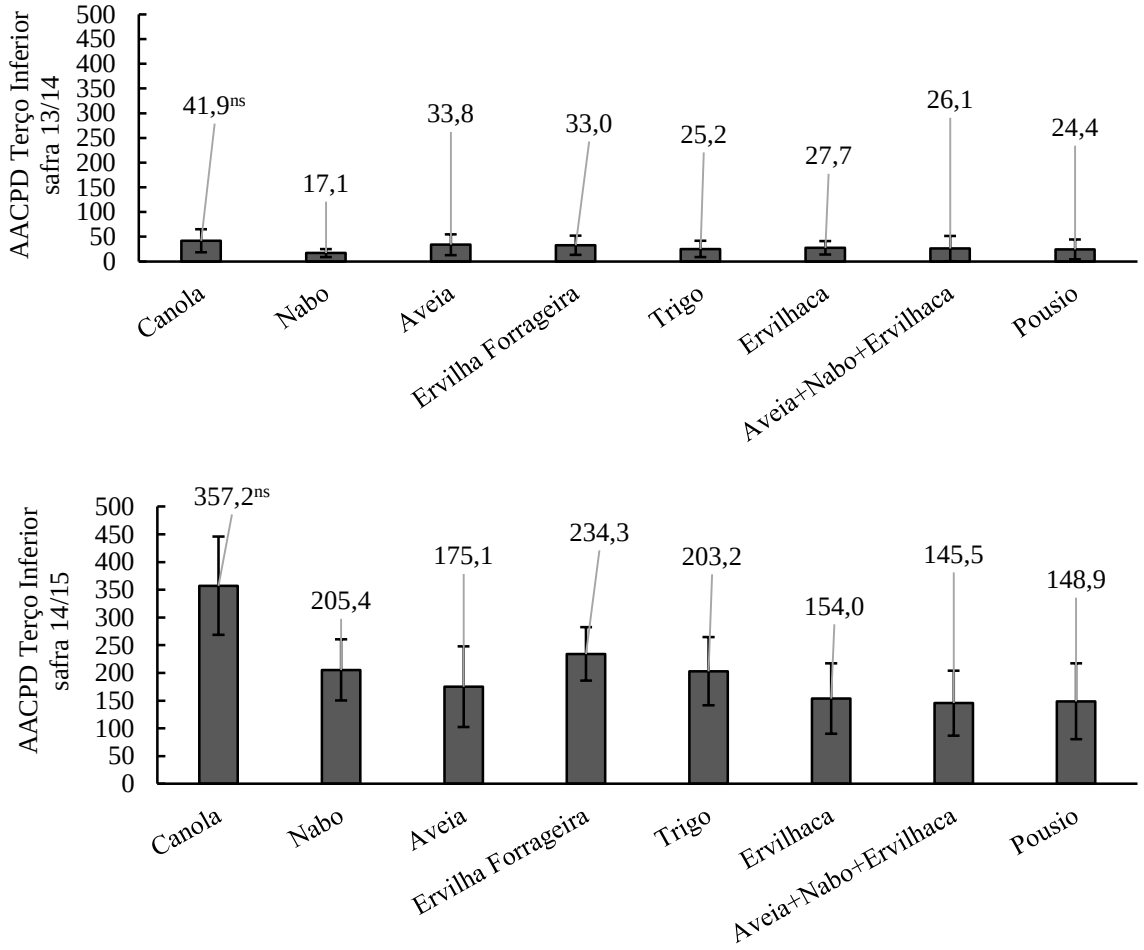



**Figura 34** – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

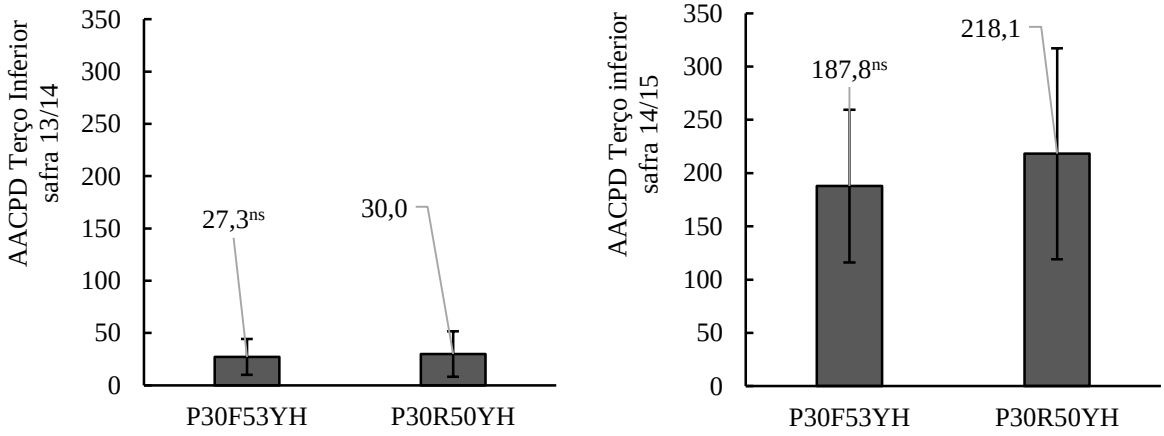



**Figura 35 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

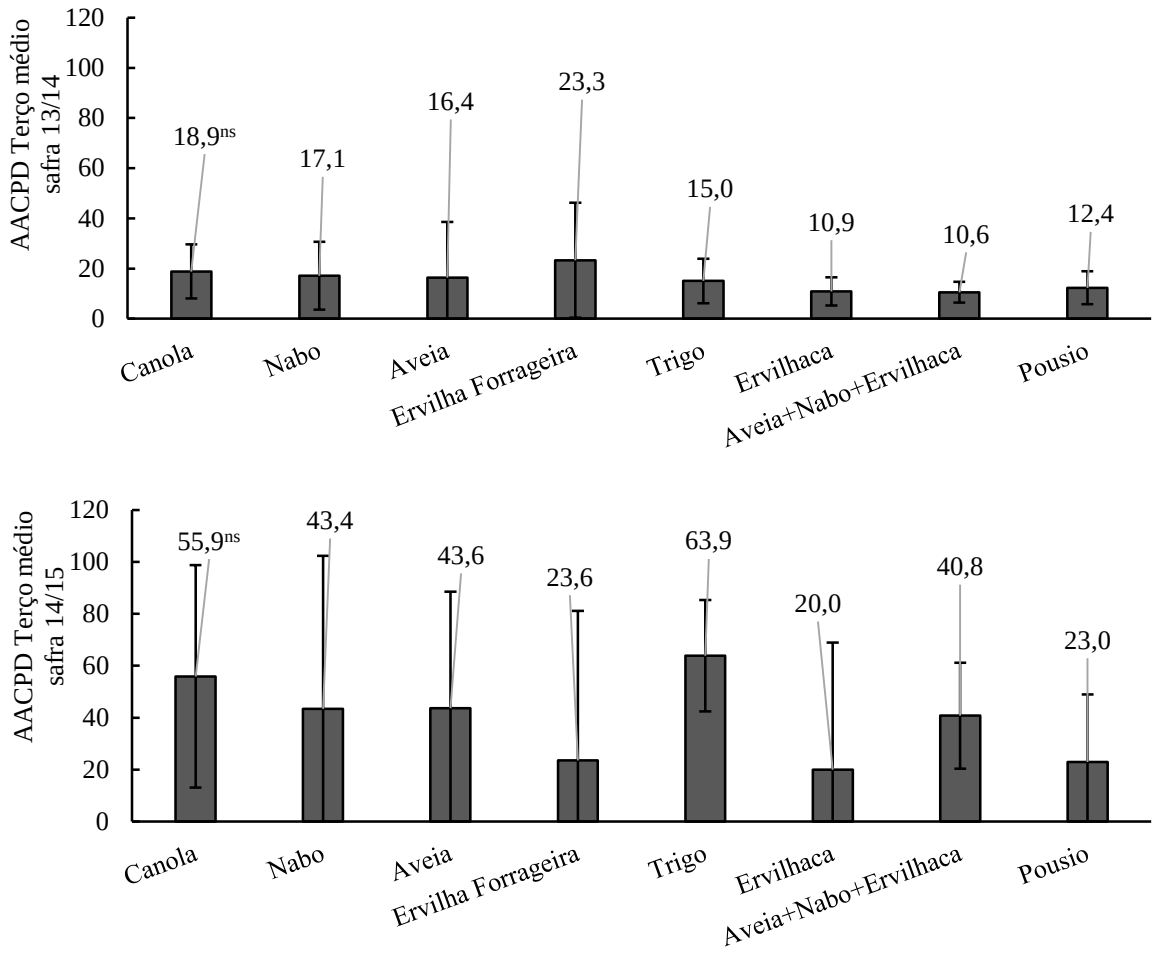



**Figura 36** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço médio da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

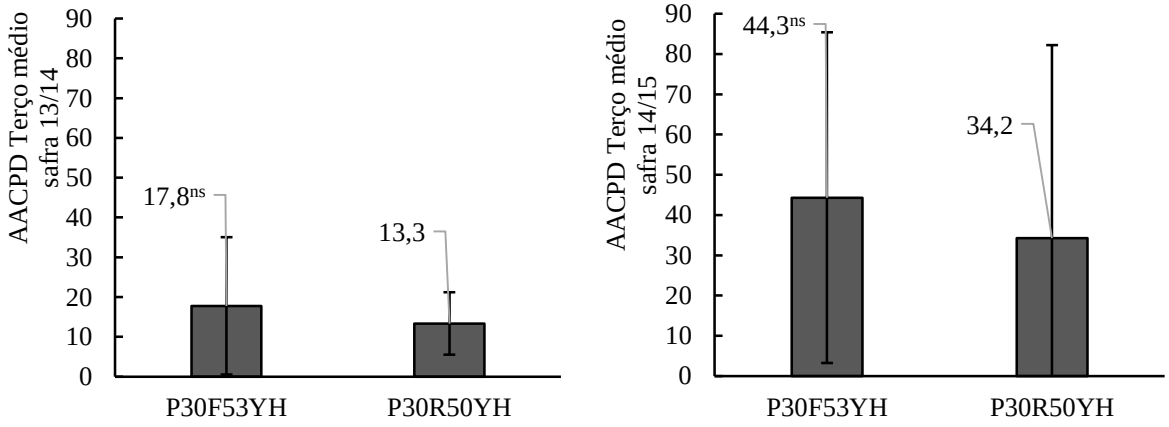



**Figura 37** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço médio da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

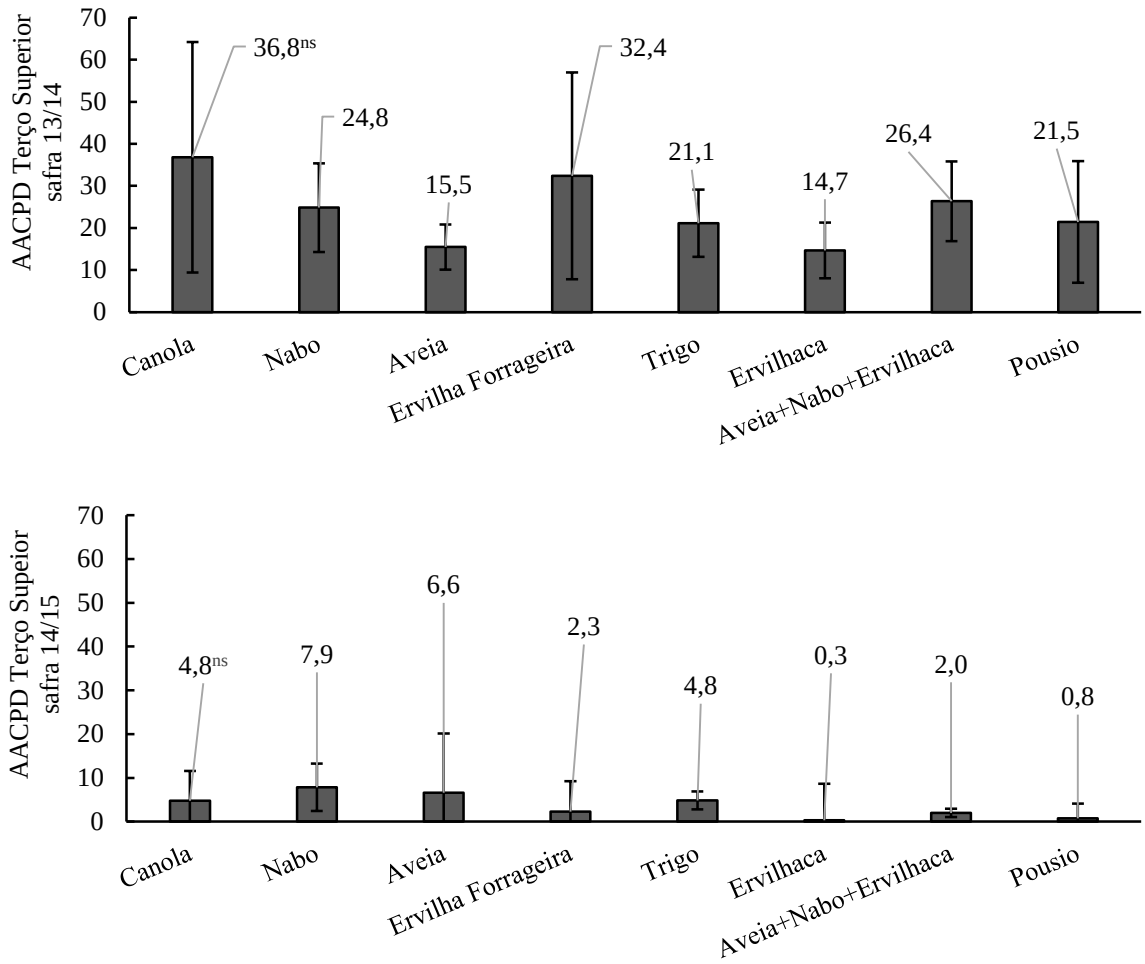



**Figura 38** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço superior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

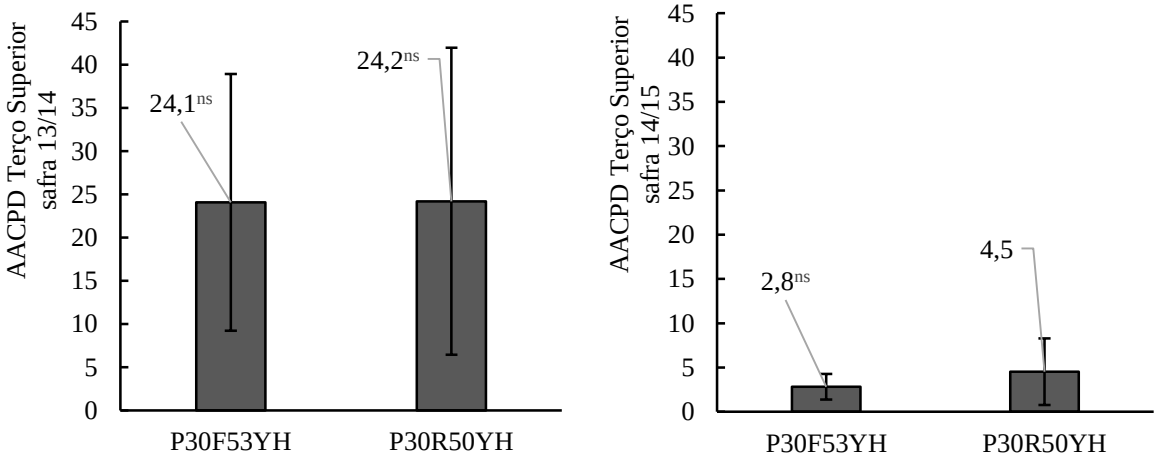



**Figura 39** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* no terço superior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido, ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

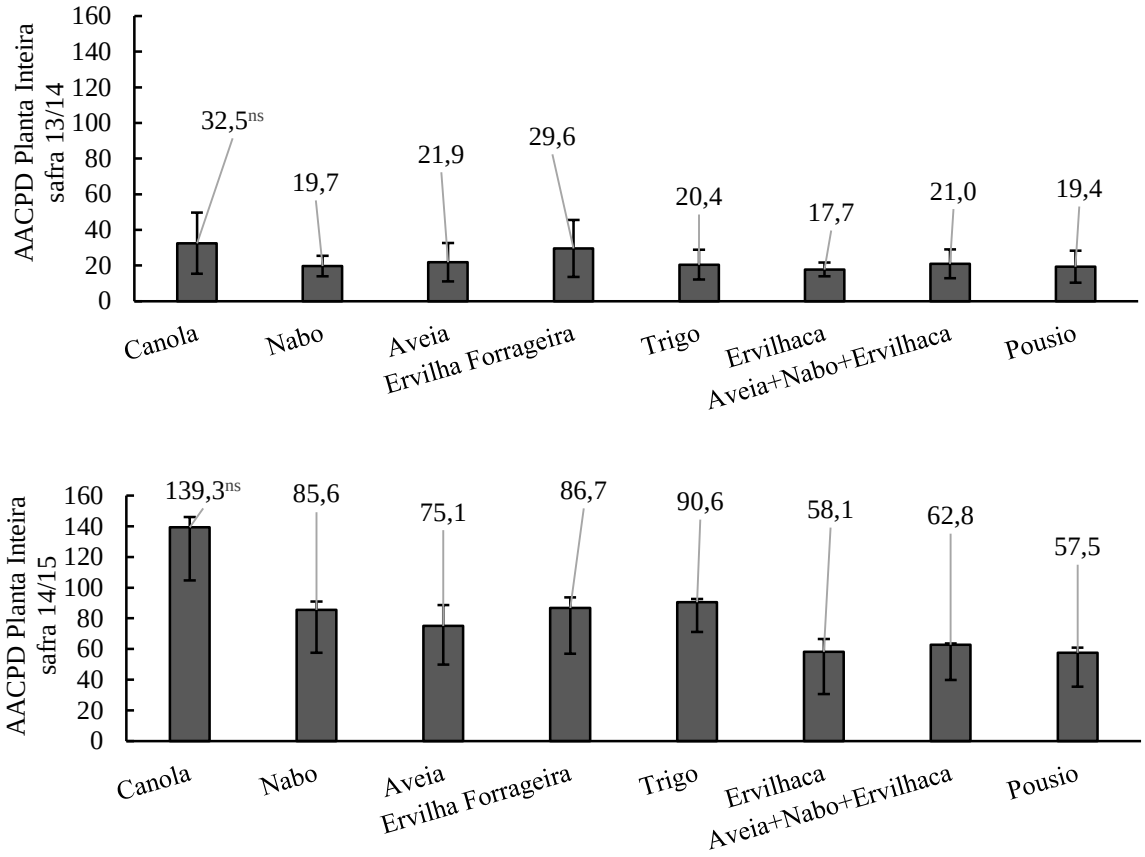



**Figura 40** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* médio na planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

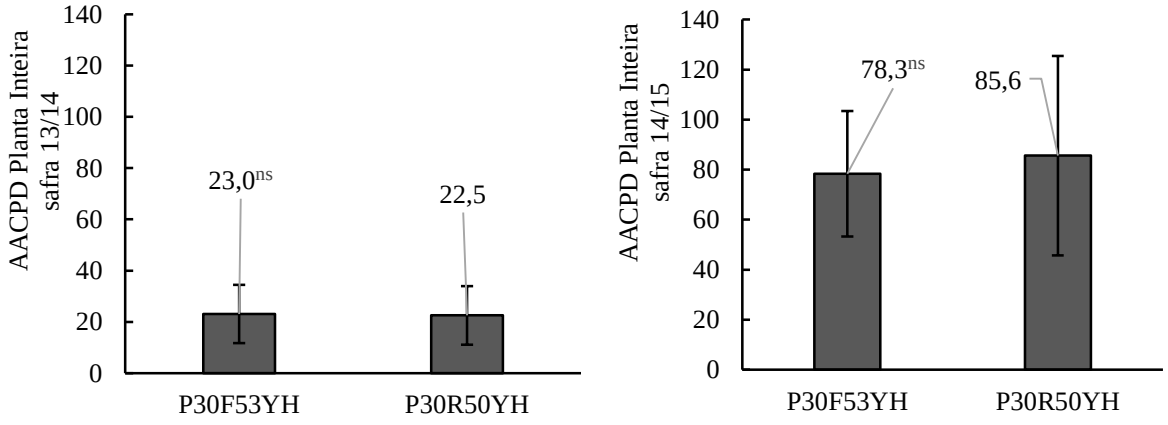



**Figura 41** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *E. turcicum* médio na planta inteira da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

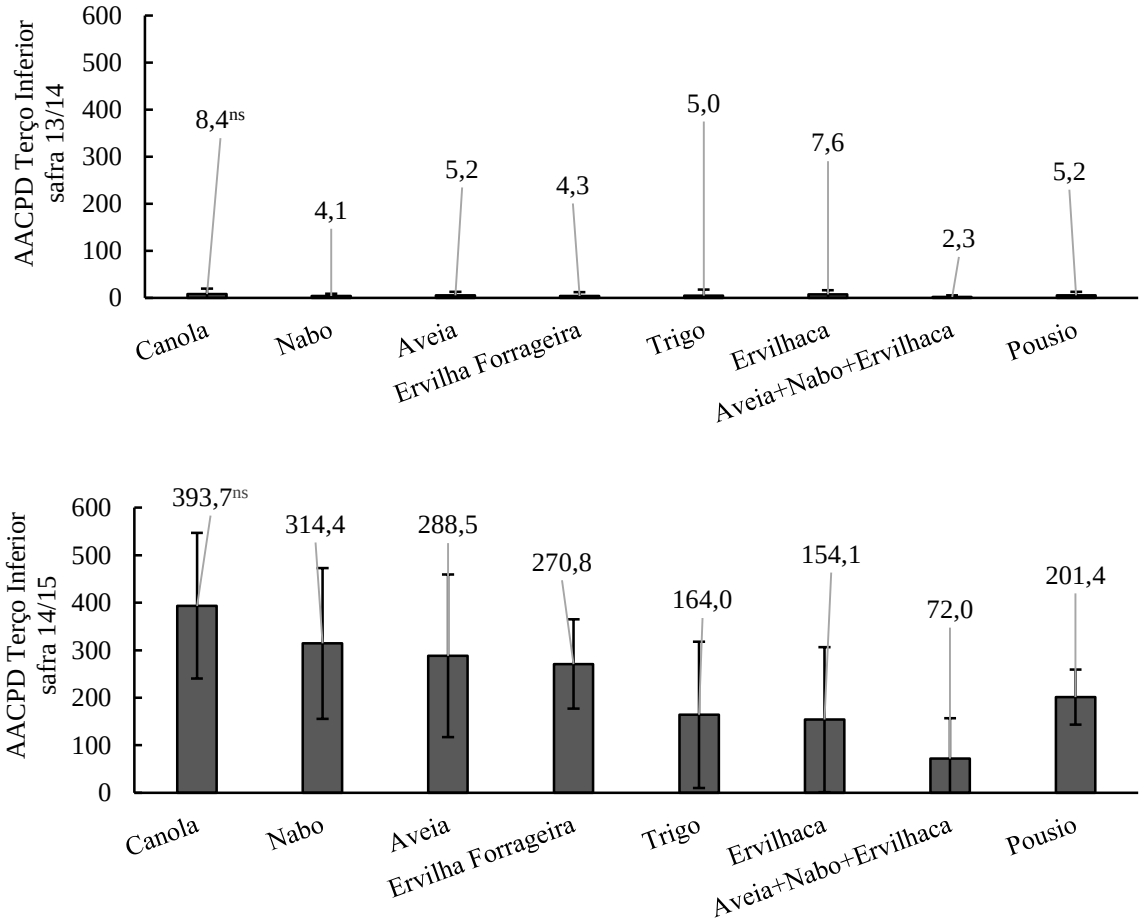



**Figura 42** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

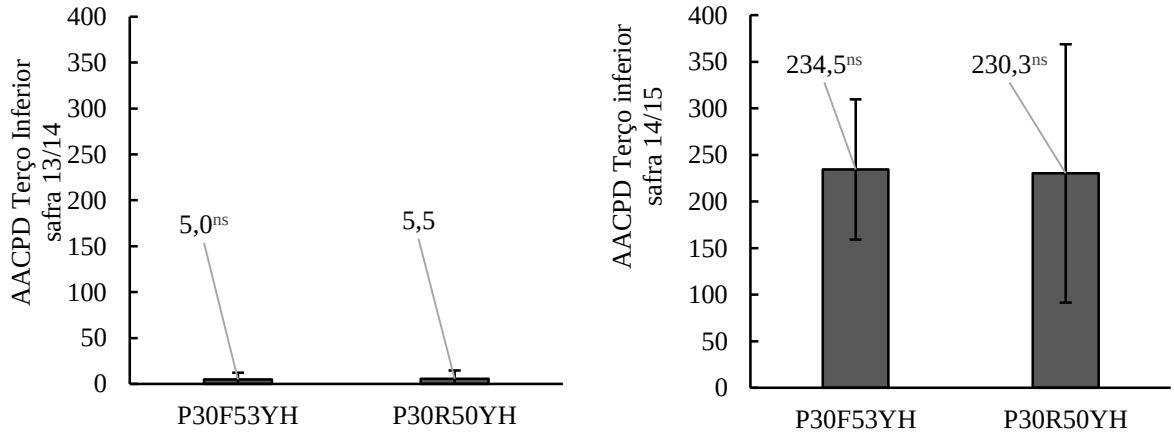



**Figura 43** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

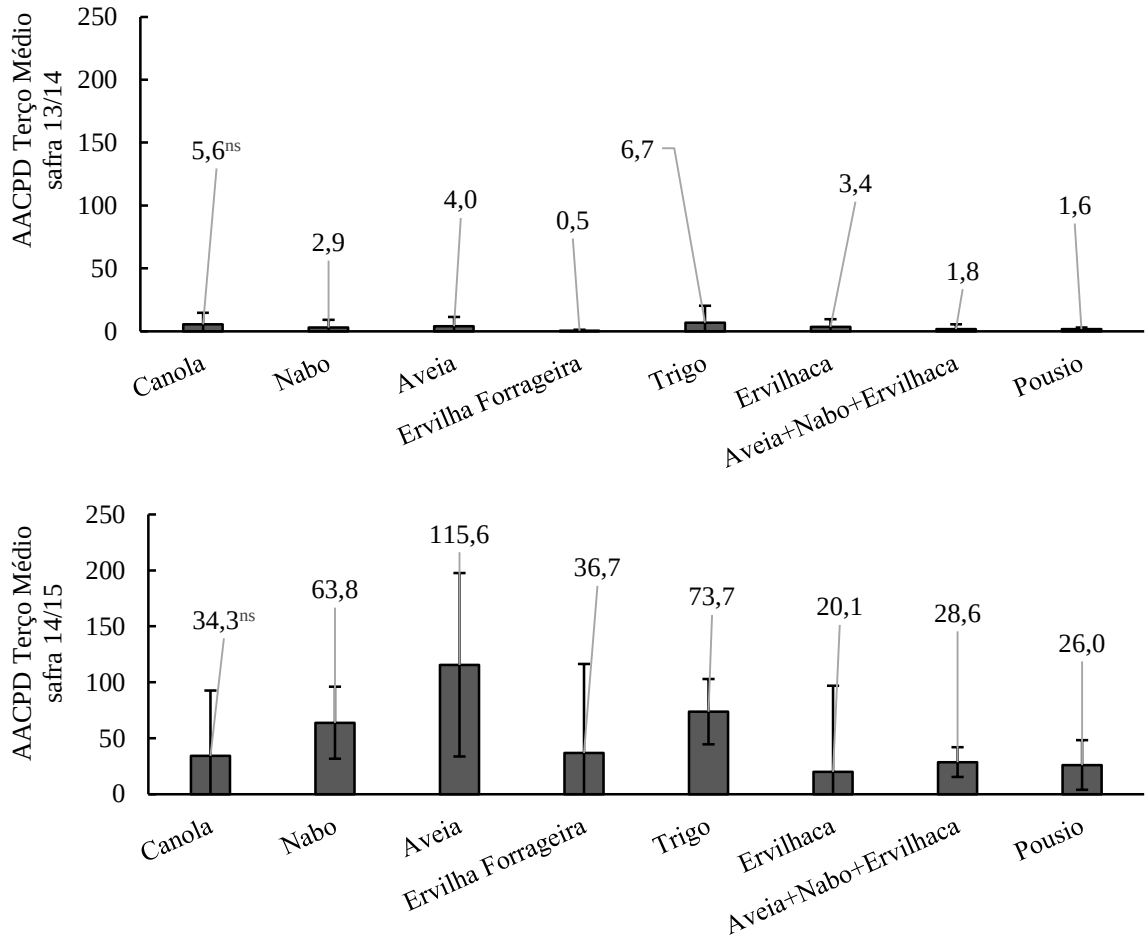



**Figura 44** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço médio da cultura do milho na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

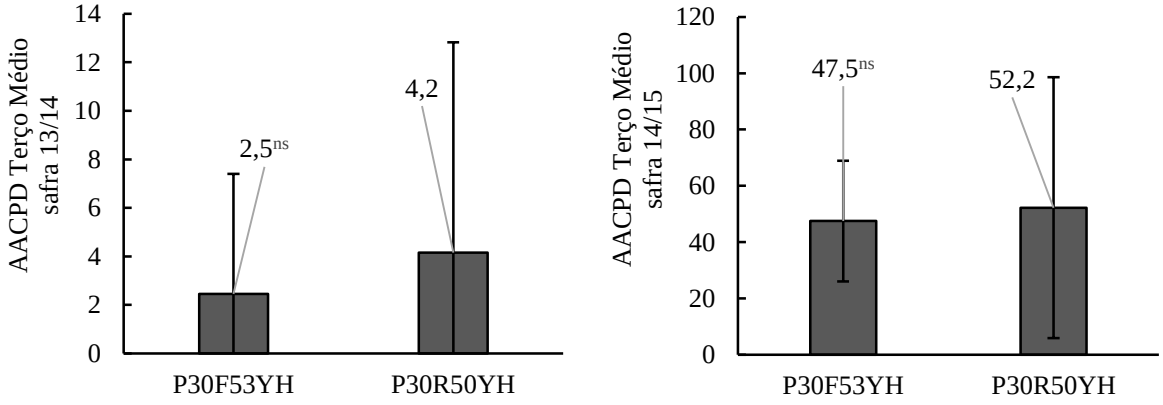



**Figura 45** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço médio da cultura do milho na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

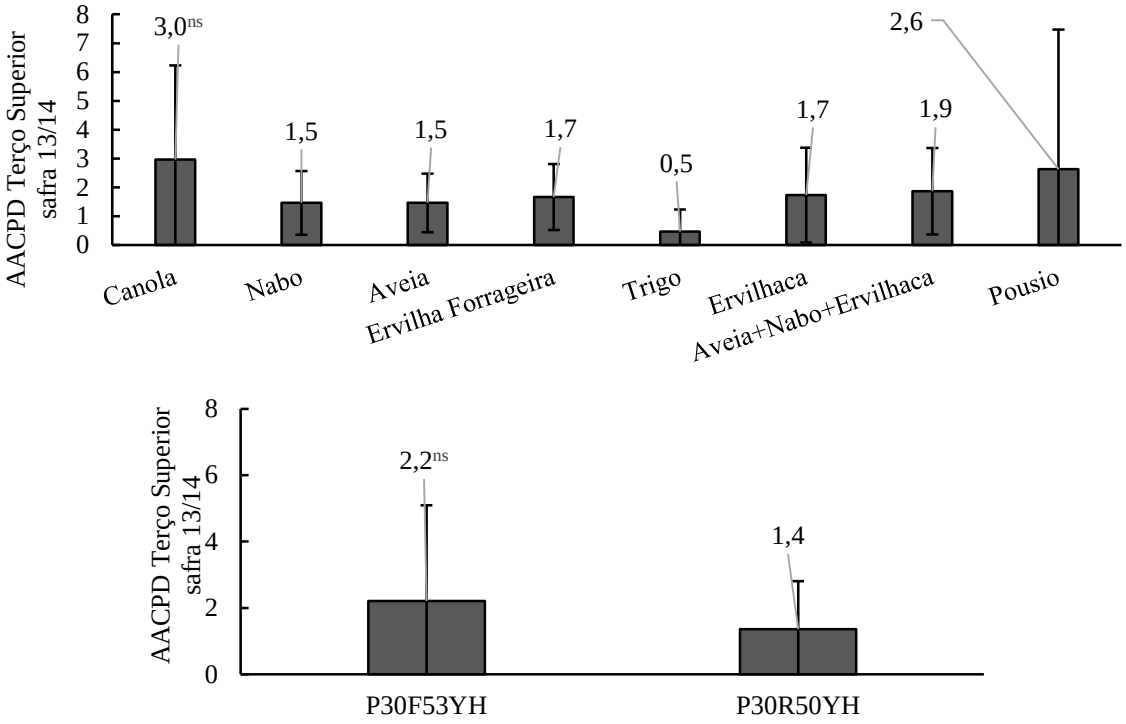



**Figura 46 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* no terço superior da cultura do milho (*Zea may*) na safra 13/14, para cada cultura antecessora e para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

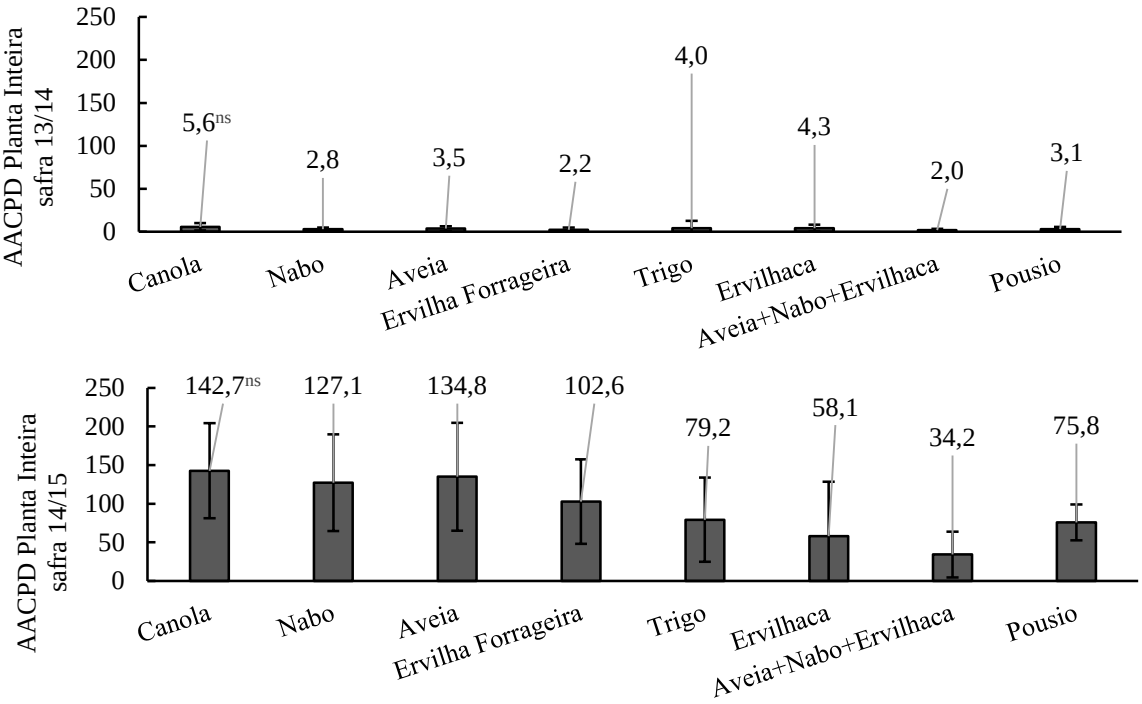



**Figura 47 -** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

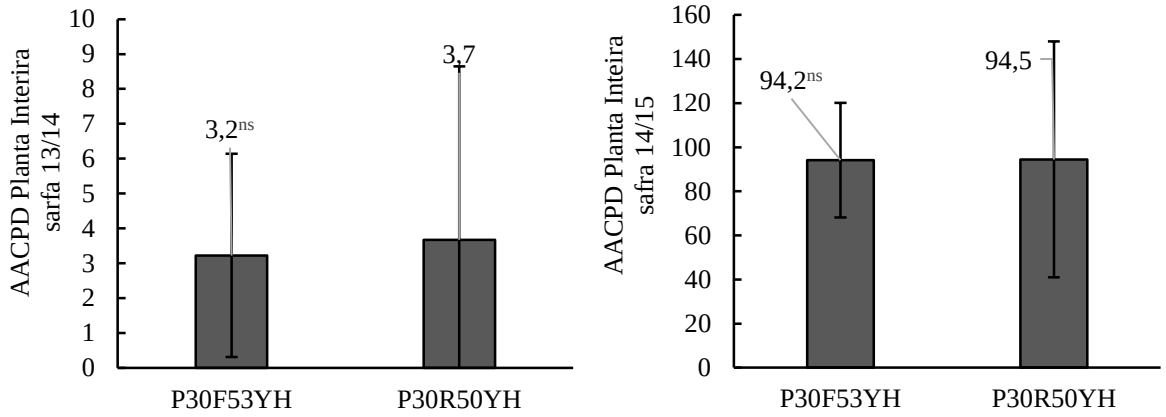



**Figura 48** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

**Tabela 22** - Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *S. macrospora* na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Inferior | | | | Médio | | | | Superior | | | | Planta Inteira | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
| | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 0,017 | 1,000 | 0,025 | 1,000 | 0,050 | 0,997 | 0,053 | 0,997 | 0,023 | 1,000 | 0,021 | 1,000 | 0,015 | 1,000 | 0,021 | 1,000 |
| ROTAÇÃO | 0,002 | 0,970 | 0,000 | 0,994 | 0,066 | 0,840 | 0,002 | 0,970 | 0,058 | 0,850 | 0,000 | 0,999 | 0,004 | 0,959 | 0,000 | 0,999 |
| HIBRIDO | 0,034 | 0,988 | 0,002 | 1,000 | 0,044 | 0,983 | 0,030 | 0,990 | 0,044 | 0,983 | 0,004 | 1,000 | 0,028 | 0,991 | 0,004 | 1,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 0,031 | 0,999 | 0,009 | 1,000 | 0,091 | 0,987 | 0,023 | 1,000 | 0,023 | 1,000 | 0,010 | 1,000 | 0,019 | 1,000 | 0,010 | 1,000 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,038 | 1,000 | 0,004 | 1,000 | 0,081 | 0,998 | 0,014 | 1,000 | 0,021 | 1,000 | 0,004 | 1,000 | 0,022 | 1,000 | 0,004 | 1,000 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,027 | 0,991 | 0,008 | 0,998 | 0,059 | 0,974 | 0,008 | 0,998 | 0,041 | 0,984 | 0,008 | 0,998 | 0,027 | 0,991 | 0,008 | 0,998 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,050 | 1,000 | 0,004 | 1,000 | 0,068 | 0,999 | 0,019 | 1,000 | 0,027 | 1,000 | 0,004 | 1,000 | 0,024 | 1,000 | 0,004 | 1,000 |

***** "p" o indicador de significância, "F" valor retornado da Anova.

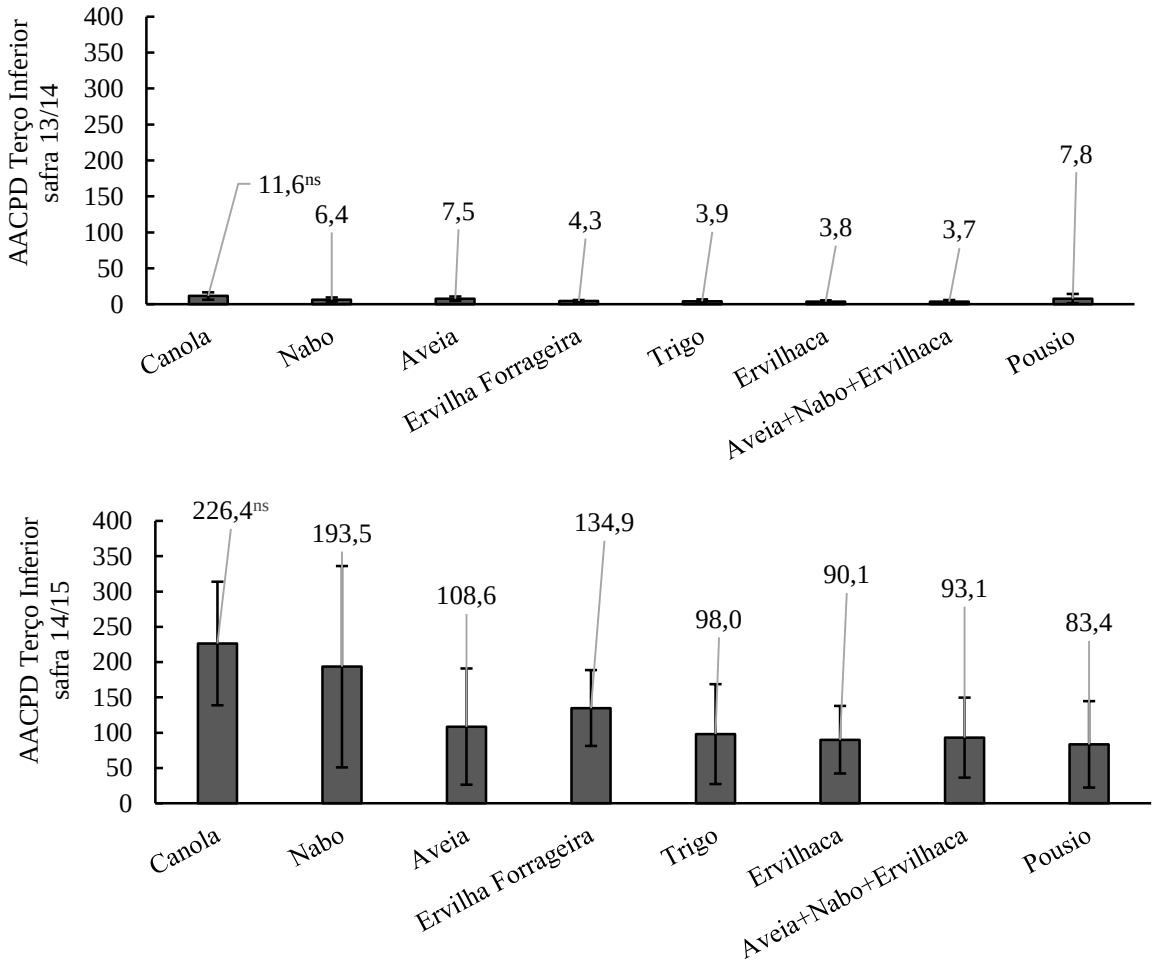



**Figura 49** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço inferior da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

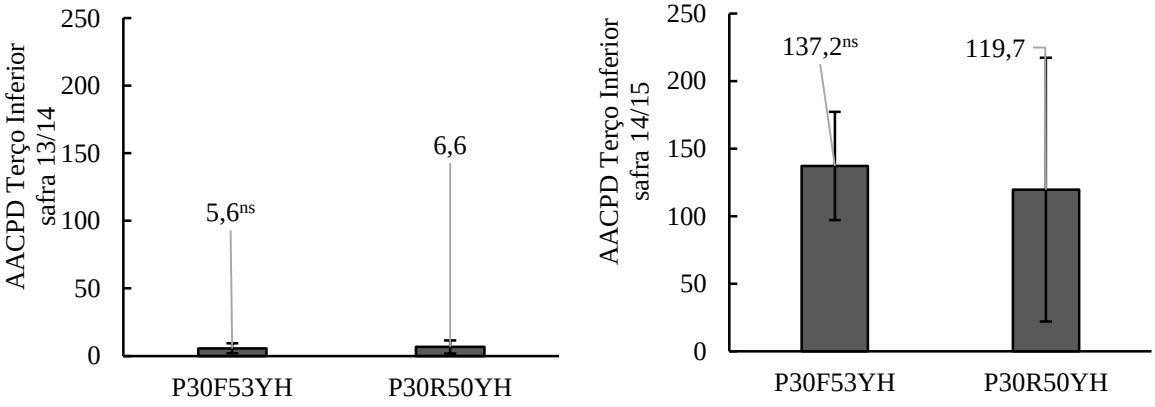



**Figura 50** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço inferior da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Piraí do Sul, 2015.

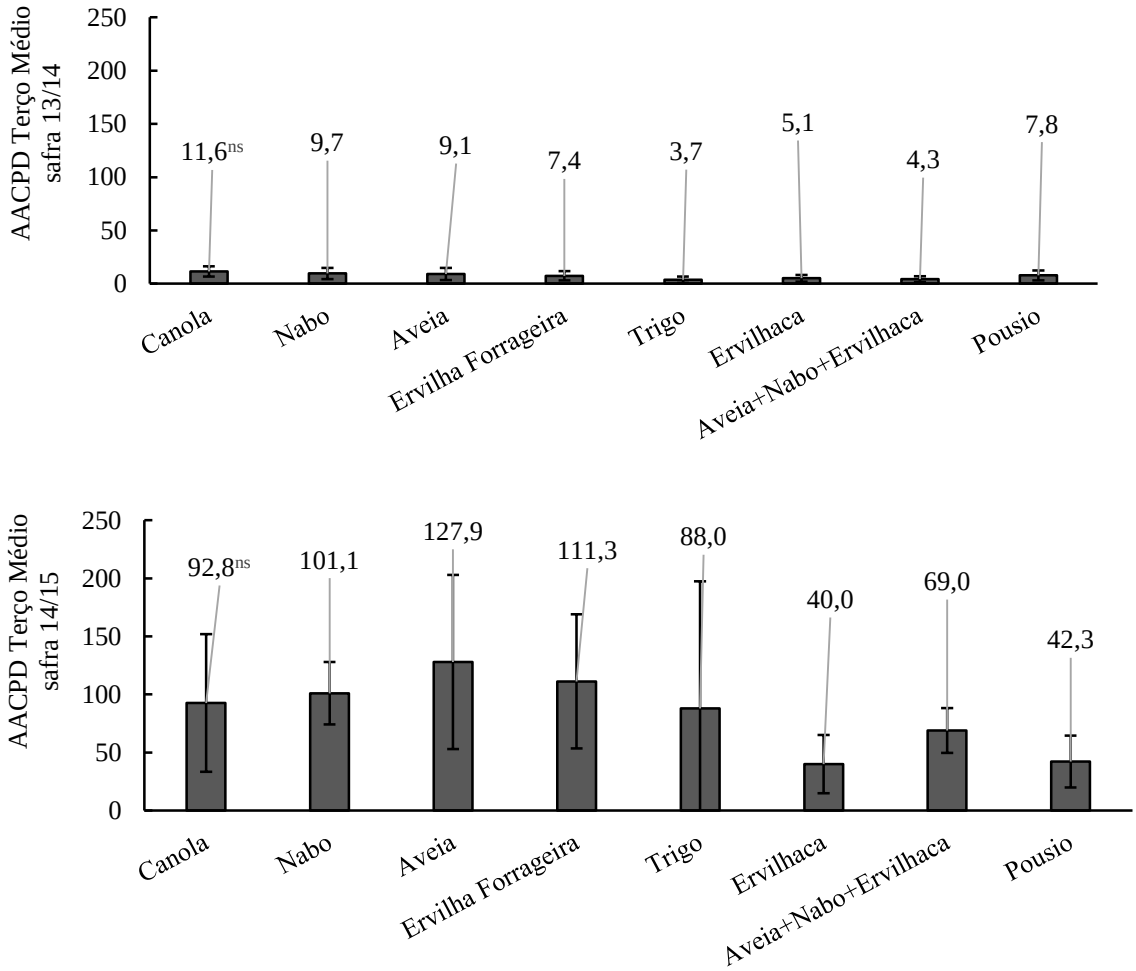



**Figura 51** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço médio da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora, ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

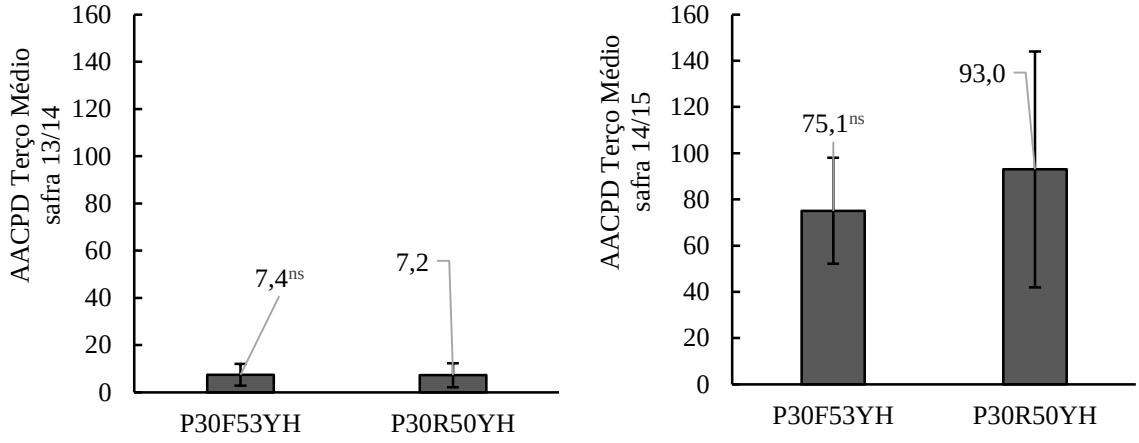



**Figura 52** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço médio da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

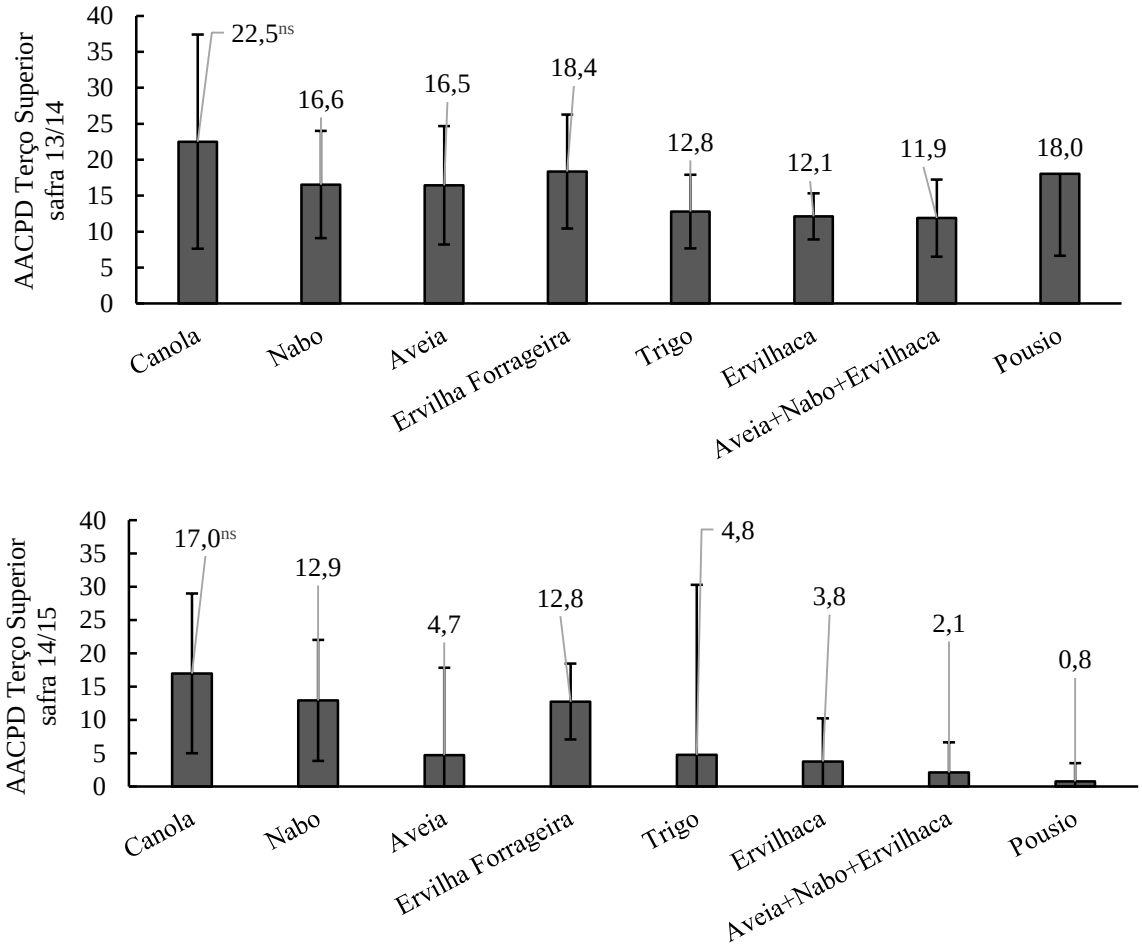



**Figura 53** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço superior da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

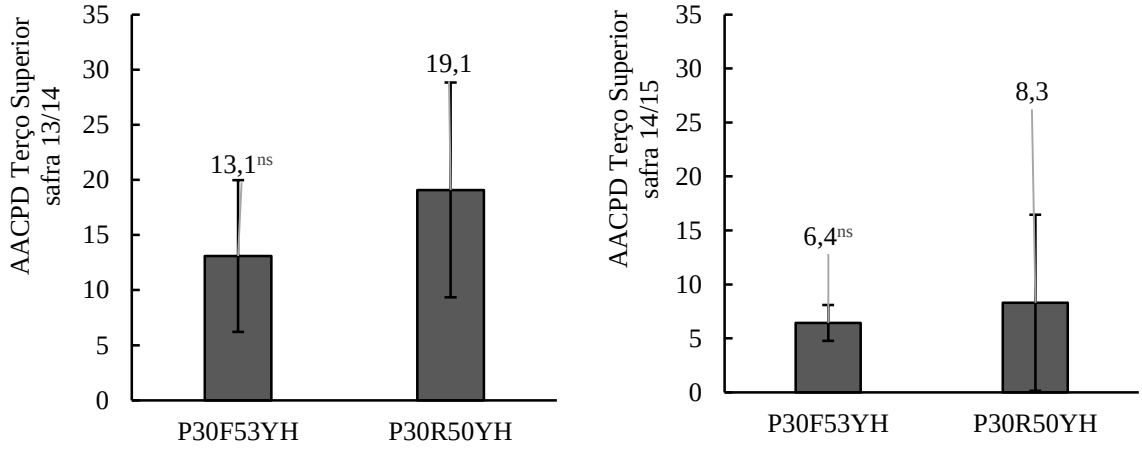



**Figura 54** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* no terço superior da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns - não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

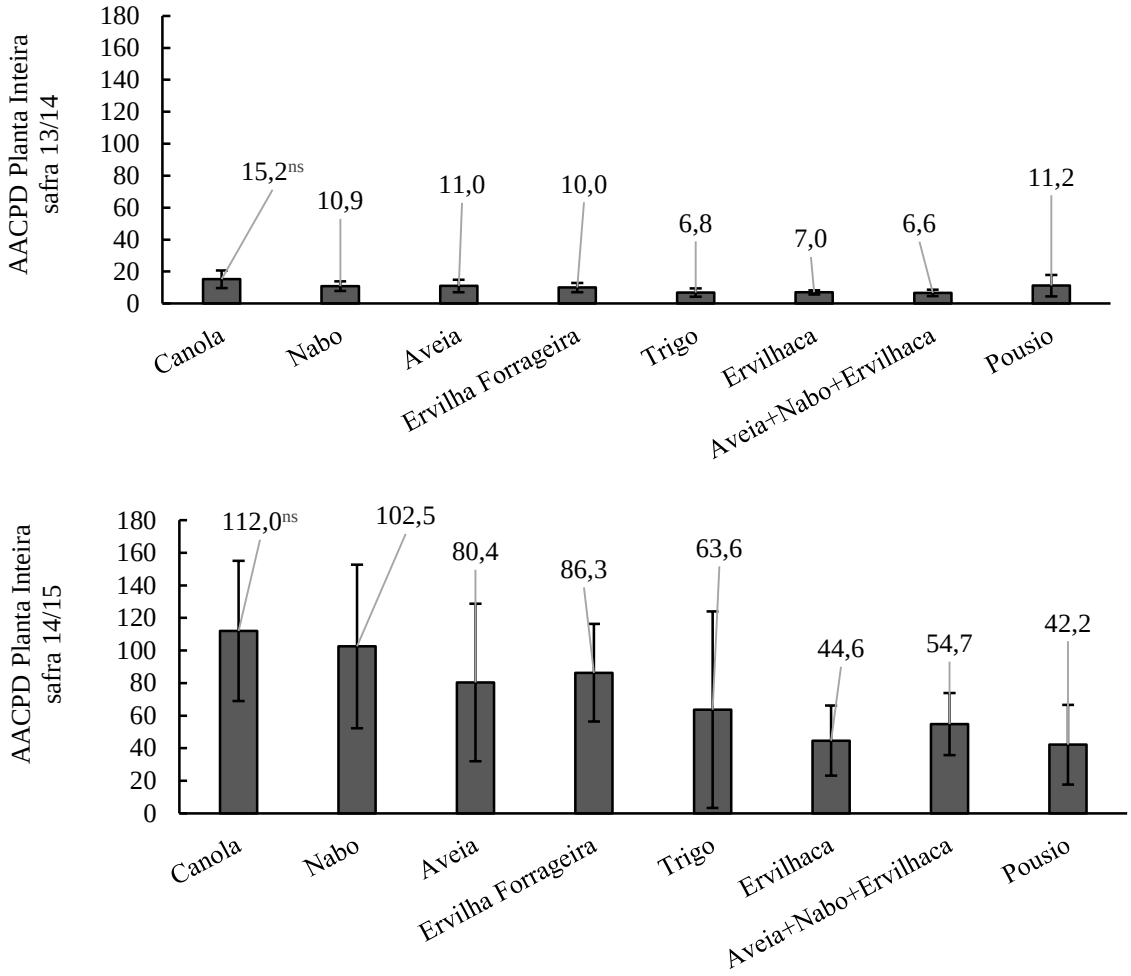



**Figura 55** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. Sorghi* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea* mays) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

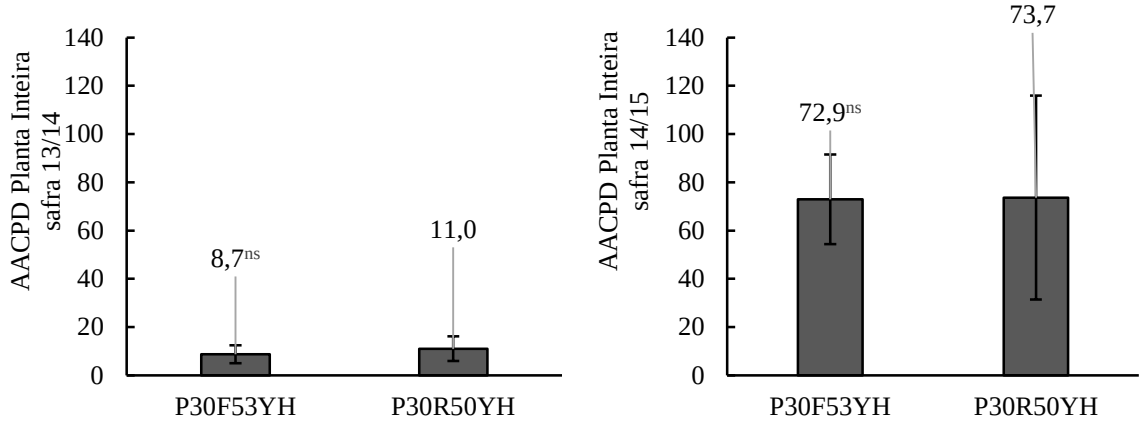



**Figura 56** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15) para cada híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

**Tabela 23** - Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. sorghi* na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Inferior | | | | Médio | | | | Superior | | | | Planta Inteira | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
| | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 0,026 | 1,000 | 0,022 | 1,000 | 0,009 | 0,998 | 0,018 | 1,000 | 0,007 | 1,000 | 0,083 | 0,990 | 0,011 | 1,000 | 0,016 | 1,000 |
| ROTAÇÃO | 0,007 | 0,946 | 0,005 | 0,957 | 0,000 | 0,992 | 0,011 | 0,933 | 0,035 | 0,883 | 0,016 | 0,919 | 0,007 | 0,999 | 0,000 | 0,997 |
| HIBRIDO | 0,002 | 1,000 | 0,000 | 1,000 | 0,018 | 1,000 | 0,005 | 0,999 | 0,013 | 0,997 | 0,014 | 0,997 | 0,013 | 0,927 | 0,001 | 1,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 0,010 | 1,000 | 0,010 | 1,000 | 0,009 | 0,998 | 0,008 | 1,000 | 0,005 | 1,000 | 0,043 | 0,998 | 0,002 | 1,000 | 0,007 | 1,000 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,006 | 1,000 | 0,006 | 1,000 | 0,006 | 1,000 | 0,009 | 1,000 | 0,004 | 1,000 | 0,043 | 1,000 | 0,002 | 1,000 | 0,005 | 1,000 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,003 | 1,000 | 0,001 | 1,000 | 0,003 | 1,000 | 0,001 | 1,000 | 0,001 | 1,000 | 0,072 | 0,966 | 0,002 | 1,000 | 0,001 | 1,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,004 | 1,000 | 0,004 | 1,000 | 0,005 | 1,000 | 0,004 | 1,000 | 0,003 | 1,000 | 0,027 | 1,000 | 0,001 | 1,000 | 0,003 | 1,000 |

* “p” o indicador de significância, “F” valor retornado da Anova.

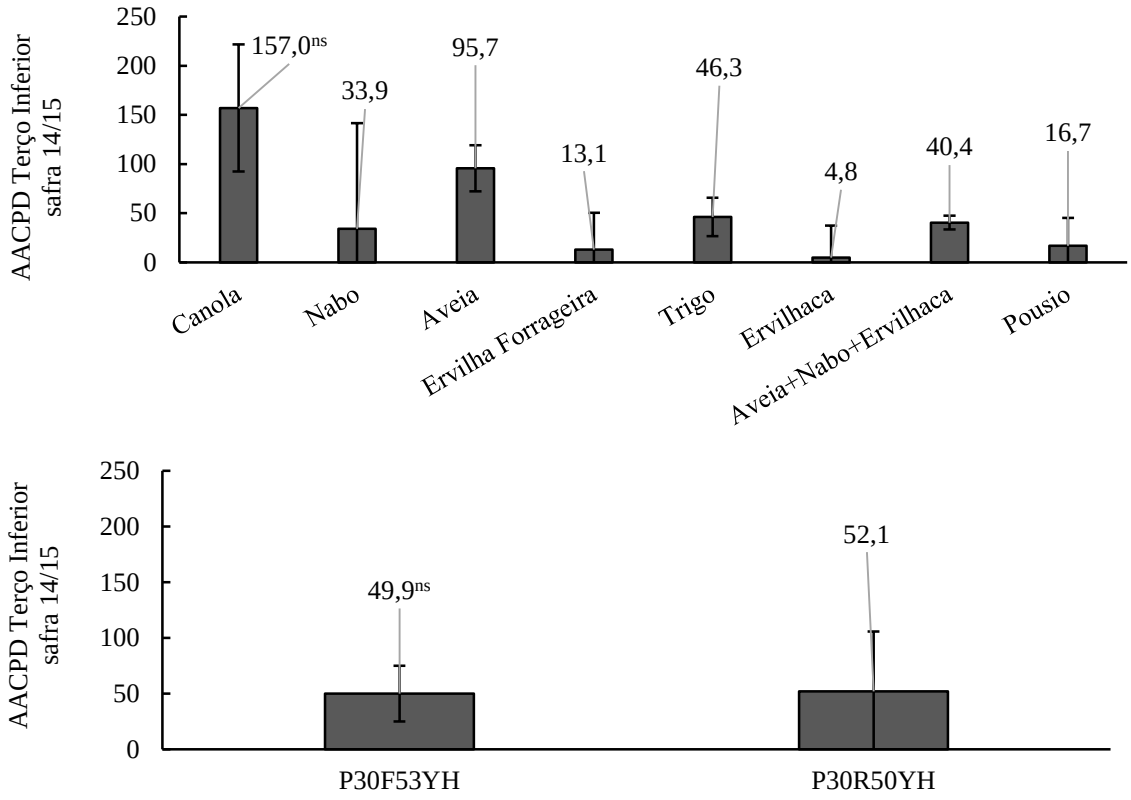



**Figura 57** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* no terço inferior da cultura do milho (*Zea* mays) na segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora e híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

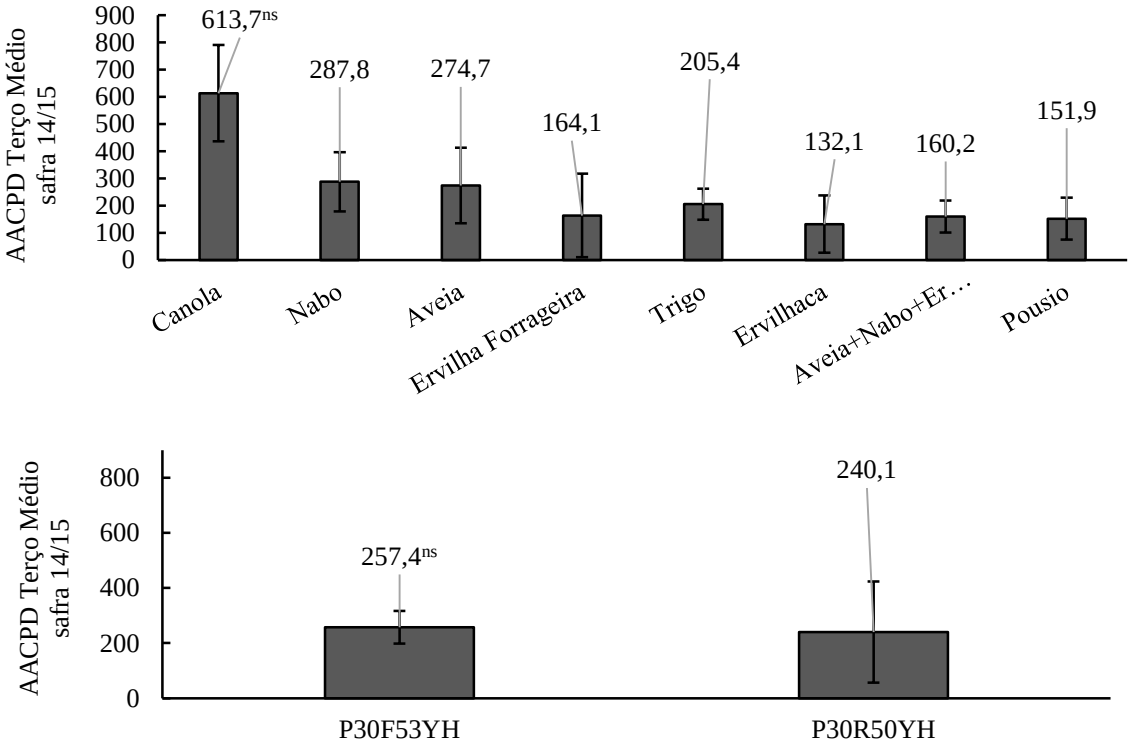



**Figura 58** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* no terço médio da cultura do milho (*Zea mays*) na segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora e híbrido. ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

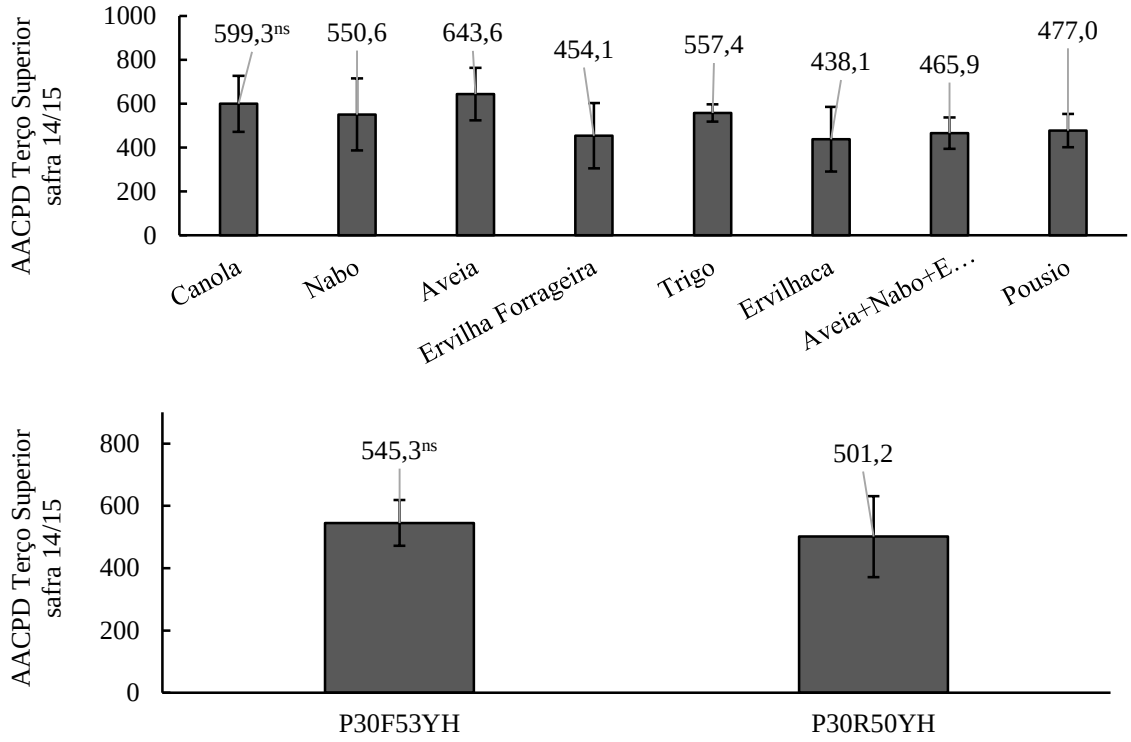



**Figura 59** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* no terço superior da cultura do milho na segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora e híbrido. ns não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

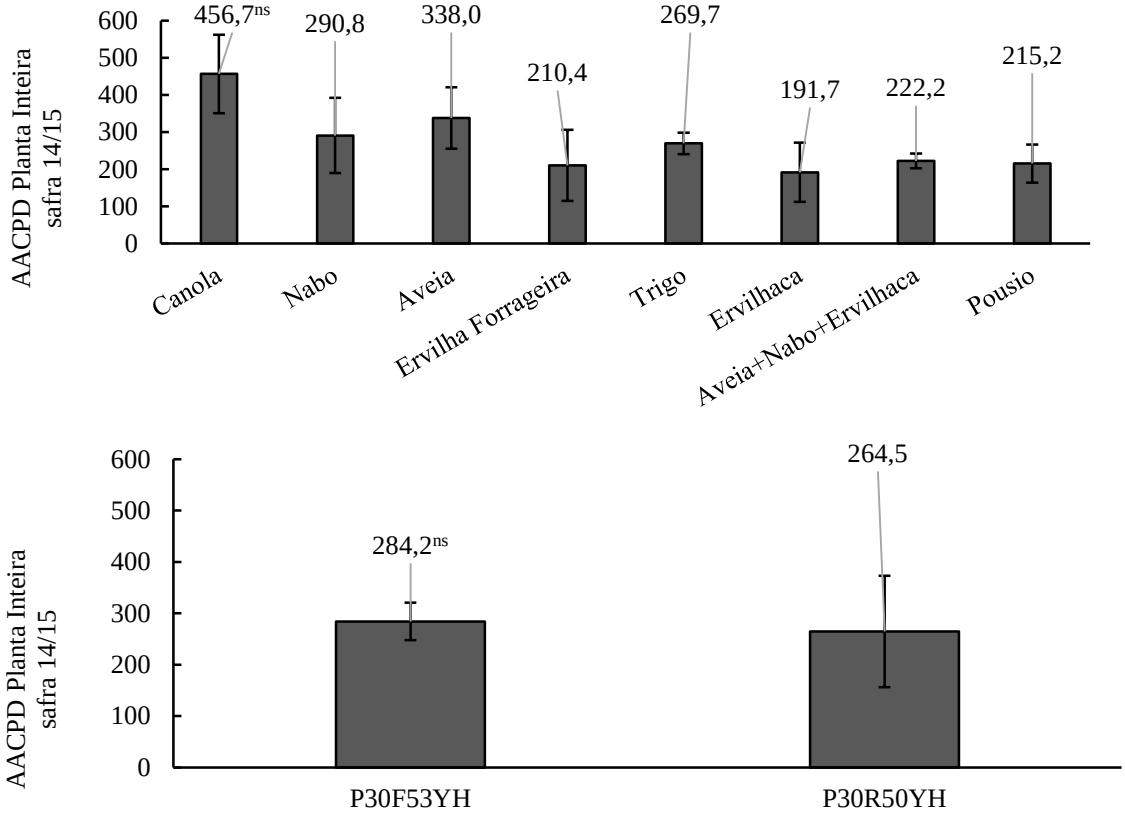



**Figura 60** - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* média na planta inteira da cultura do milho (*Zea mays*) na segunda safra (14/15), para cada cultura antecessora e híbrido, ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

**Tabela 24** - Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *P. maydis* na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Inferior | | Médio | | Superior | | Planta inteira | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Safra 14/15 | | Safra 14/15 | | Safra 14/15 | | Safra 14/15 | |
| | F | p | F | p | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 0,1264 | 0,9739 | 0,0506 | 0,9970 | 0,0026 | 1,0000 | 0,0130 | 0,9999 |
| ROTAÇÃO | 0,0005 | 0,9864 | 0,0012 | 0,9779 | 0,0018 | 0,9732 | 0,0013 | 0,9771 |
| HIBRIDO | 0,0192 | 0,9945 | 0,0043 | 0,9994 | 0,0011 | 0,9999 | 0,0017 | 0,9998 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 0,0090 | 1,0000 | 0,0027 | 1,0000 | 0,0003 | 1,0000 | 0,0006 | 1,0000 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,0201 | 1,0000 | 0,0032 | 1,0000 | 0,0010 | 1,0000 | 0,0014 | 1,0000 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,0036 | 0,9995 | 0,0007 | 1,0000 | 0,0011 | 0,9999 | 0,0006 | 1,0000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,0066 | 1,0000 | 0,0020 | 1,0000 | 0,0005 | 1,0000 | 0,0007 | 1,0000 |

* “p” o indicador de significância, “F” valor retornado da Anova.

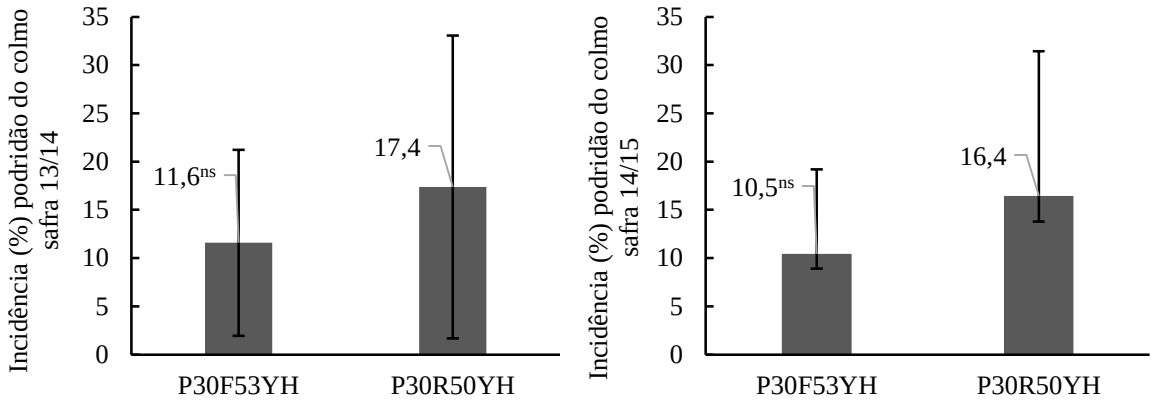



**Figura 61** - Incidência de podridão do colmo (%) na cultura do milho, para cada híbrido da primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

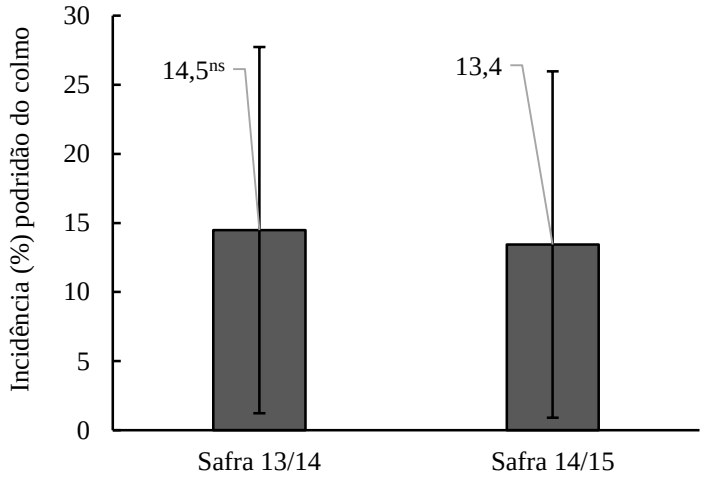



**Figura 62** - Análise conjunta da incidência de podridão do colmo na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

**Tabela 25** - Análise de variância para incidência de podridão do colmo na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|
| | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 0,056 | 0,996 | 0,058 | 0,996 |
| ROTAÇÃO | 7,292 | 0,000 | 2,272 | 0,041 |
| HIBRIDO | 0,001 | 1,000 | 0,001 | 1,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 0,021 | 1,000 | 0,021 | 1,000 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,006 | 1,000 | 0,005 | 1,000 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,003 | 1,000 | 0,003 | 1,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,006 | 1,000 | 0,006 | 1,000 |

* “p” o indicador de significância, “F” valor retornado da Anova.

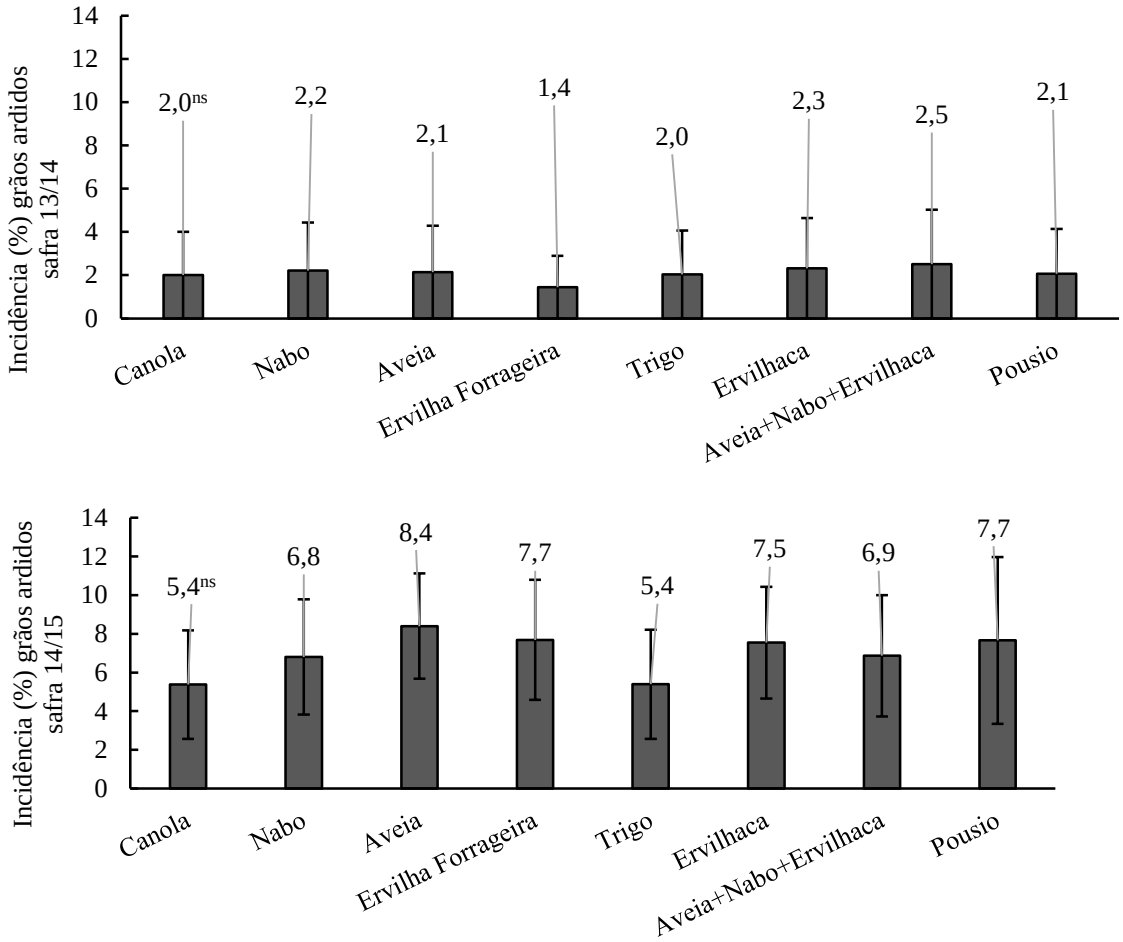



**Figura 63** - Porcentagem de grãos ardidos para cada cultura antecessora na cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15), ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

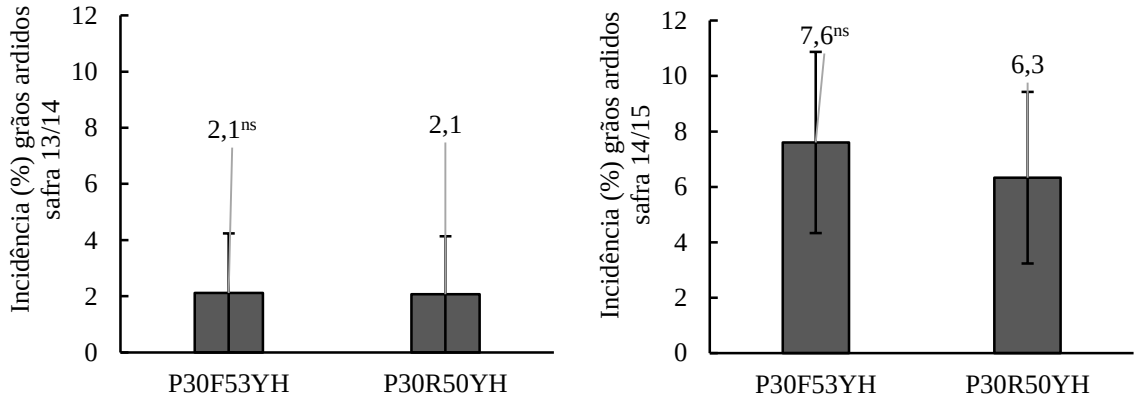



**Figura 64** - Porcentagem de grãos ardidos para cada híbrido na cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

**Tabela 26** - Análise de variância para incidência de grãos ardidos na cultura do milho das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|
| | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 56,382 | 0,000 | 0,527 | 0,591 |
| ROTAÇÃO | 0,278 | 0,962 | 0,395 | 0,904 |
| HIBRIDO | 0,012 | 0,913 | 1,064 | 0,304 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 0,310 | 0,992 | 0,149 | 1,000 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,009 | 0,991 | 0,094 | 0,911 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,240 | 0,975 | 0,099 | 0,998 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,407 | 0,971 | 0,113 | 1,000 |

* "p" o indicador de significância, "F" valor retornado da Anova.

**Tabela 27** - Análise de variância para incidência de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho pelo "blotter test" das safras 2013/14 e 2014/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|
| | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 82,170 | 0,000 | 29,557 | 0,000 |
| ROTAÇÃO | 2,502 | 0,014 | 2,333 | 0,023 |
| HIBRIDO | 0,280 | 0,596 | 0,067 | 0,795 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 4,616 | 0,000 | 0,677 | 0,797 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 1,239 | 0,289 | 0,464 | 0,628 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 1,493 | 0,165 | 0,372 | 0,918 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 1,353 | 0,169 | 0,529 | 0,916 |

* "p" o indicador de significância, "F" valor retornado da Anova.

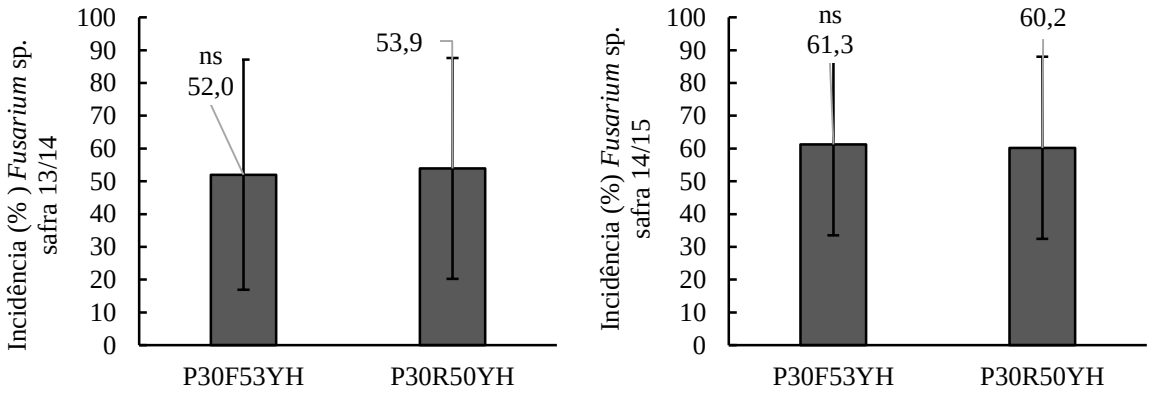



**Figura 65** - Incidência de *F. verticillioides* nos grãos de milho através do "blotter test" para cada híbrido na cultura do milho (*Zea mays*) na primeira safra (13/14) e segunda safra (14/15). ns – não significativo (α=0,05). Barras representam o desvio padrão da média. Piraí do Sul, 2015.

**Tabela 28** - Análise de variância para incidência de *Penicillium* sp. em sementes de milho pelo "blotter test" das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|
| | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 94,899 | 0,000 | 13,617 | 0,000 |
| ROTAÇÃO | 1,126 | 0,343 | 0,228 | 0,978 |
| HIBRIDO | 1,447 | 0,229 | 0,773 | 0,379 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 1,123 | 0,332 | 0,368 | 0,983 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,376 | 0,686 | 0,287 | 0,750 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 1,071 | 0,379 | 0,258 | 0,969 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 1,265 | 0,222 | 0,184 | 0,999 |

* "p" o indicador de significância, "F" valor retornado da Anova.

**Tabela 29** - Análise de variância para incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de milho pelo "blotter test" das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|
| | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 94,949 | 0,000 | 442,43 | 0,000 |
| ROTAÇÃO | 1,536 | 0,151 | 29,30 | 0,000 |
| HIBRIDO | 6,000 | 0,014 | 5,32 | 0,021 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 1,637 | 0,063 | 30,38 | 0,000 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 4,945 | 0,007 | 6,53 | 0,001 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 7,567 | 0,000 | 13,81 | 0,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 7,115 | 0,000 | 13,83 | 0,000 |

* "p" o indicador de significância, "F" valor retornado da Anova.

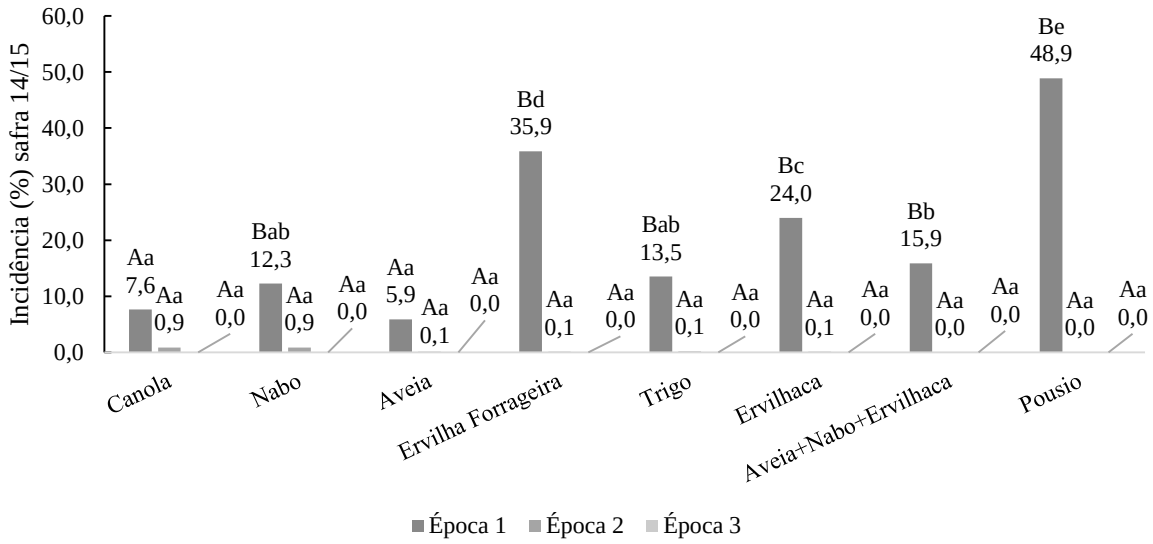



**Figura 66** - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. pelo blotter test em grãos de milho (*Zea mays*) da safra 14/15 em função da interação entre cultura antecessora e época de colheita. Letras maiúsculas diferentes para época de colheita e minúsculas diferentes para culturas antecessoras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com p<0,05. Piraí do Sul, 2015.

**Tabela 30** - Análise de variância para massa de mil grãos (MMG) das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

| Fonte de Variação | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|
| | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 0,120 | 0,887 | 14,820 | 0,000 |
| ROTAÇÃO | 0,017 | 1,000 | 11,885 | 0,000 |
| HIBRIDO | 0,000 | 0,985 | 33,997 | 0,000 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 0,004 | 1,000 | 0,661 | 0,809 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,001 | 0,999 | 0,794 | 0,454 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,025 | 1,000 | 1,507 | 0,169 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,004 | 1,000 | 0,479 | 0,941 |

* “p” o indicador de significância, “F” valor retornado da Anova.

**Tabela 31** - Análise de variância para Produtividade das safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – 2015.

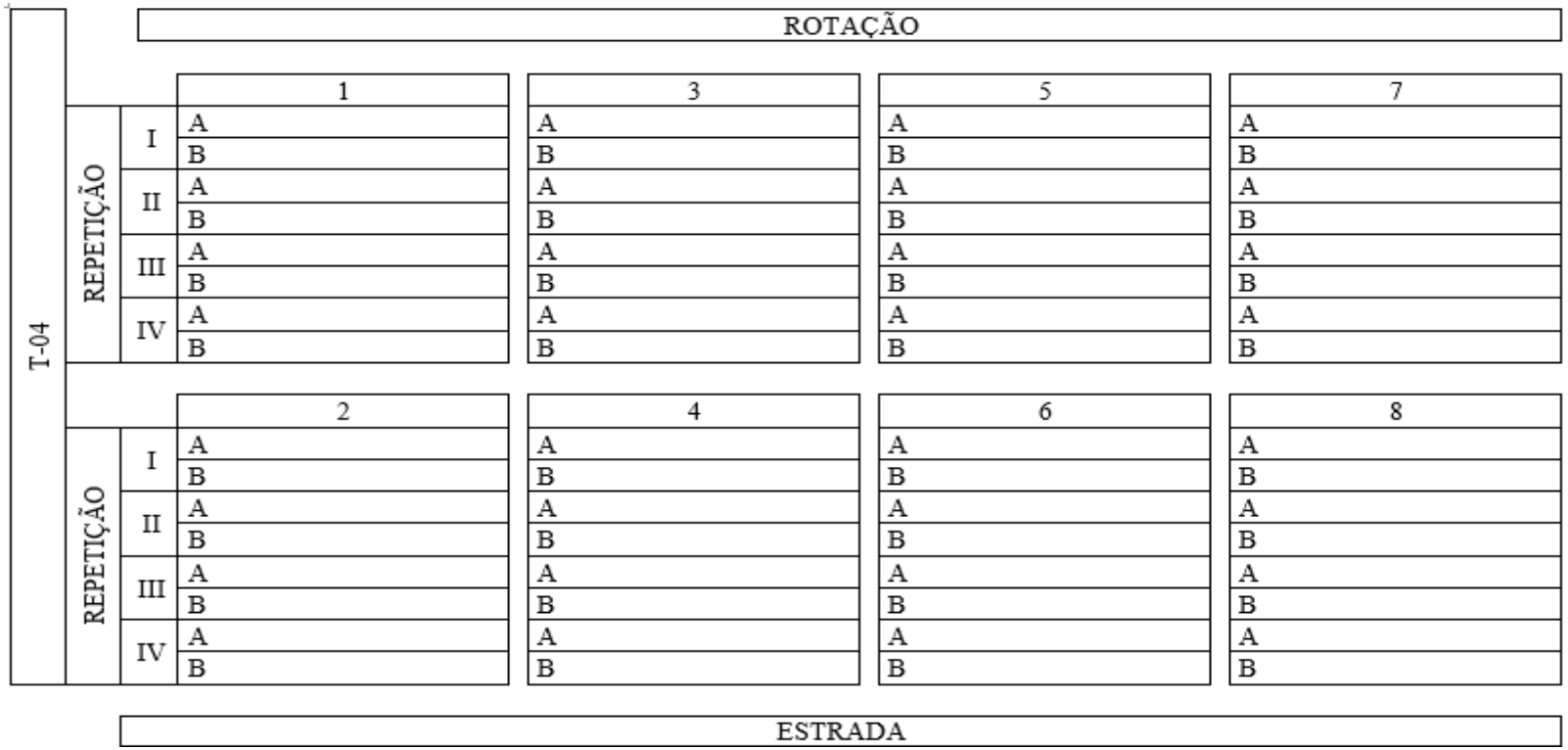
| Fonte de Variação | Safra 13/14 | | Safra 14/15 | |
|---|---|---|---|---|
| | F | p | F | p |
| ÉPOCA | 0,748 | 0,475 | 4,445 | 0,013 |
| ROTAÇÃO | 0,051 | 1,000 | 2,356 | 0,026 |
| HIBRIDO | 0,002 | 0,966 | 0,557 | 0,457 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO | 0,016 | 1,000 | 0,581 | 0,876 |
| ÉPOCA*HIBRIDO | 0,002 | 0,998 | 0,240 | 0,787 |
| ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,021 | 1,000 | 2,422 | 0,022 |
| ÉPOCA*ROTAÇÃO*HIBRIDO | 0,012 | 1,000 | 1,140 | 0,329 |

* “p” o indicador de significância, “F” valor retornado da Anova.

**Tabela 32** – Umidade (%) dos grãos de milho (*Zea mays*) nas respectivas épocas de colheitas, culturas antecessoras e híbridos nas safras 13/14 e 14/15. Piraí do Sul – PR, 2015.

| Cultura antecessora | Híbrido | Safra 13/14 | | | Safra 14/15 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1ª época de colheita Umidade (%) | 2ª época de colheita Umidade (%) | 3ª época de colheita Umidade (%) | 1ª época de colheita Umidade (%) | 2ª época de colheita Umidade (%) | 3ª época de colheita Umidade (%) |
| **Canola** | **P30F53YH** | 33,20 | 26,35 | 20,15 | 31,03 | 24,18 | 20,43 |
| | **P30R50YH** | 33,15 | 27,45 | 21,38 | 31,05 | 24,18 | 21,65 |
| **Nabo forrageiro** | **P30F53YH** | 35,63 | 26,13 | 19,75 | 32,90 | 25,08 | 16,68 |
| | **P30R50YH** | 31,73 | 27,03 | 20,40 | 33,90 | 26,30 | 22,35 |
| **Aveia preta** | **P30F53YH** | 35,00 | 27,08 | 23,10 | 31,83 | 24,98 | 20,68 |
| | **P30R50YH** | 39,50 | 27,35 | 20,68 | 31,75 | 26,83 | 22,33 |
| **Ervilha forrageira** | **P30F53YH** | 36,30 | 26,40 | 22,53 | 33,25 | 24,28 | 20,28 |
| | **P30R50YH** | 31,55 | 26,10 | 17,98 | 32,55 | 25,50 | 20,73 |
| **Trigo** | **P30F53YH** | 34,10 | 27,10 | 22,90 | 31,75 | 25,03 | 21,45 |
| | **P30R50YH** | 35,43 | 26,45 | 23,08 | 30,00 | 24,73 | 22,65 |
| **Ervilhaca** | **P30F53YH** | 36,25 | 28,50 | 21,75 | 34,53 | 25,10 | 20,73 |
| | **P30R50YH** | 34,13 | 27,20 | 23,48 | 34,20 | 25,63 | 21,68 |
| **Aveia+Nabo+Ervilhaca** | **P30F53YH** | 33,85 | 26,68 | 20,88 | 30,50 | 24,48 | 20,15 |
| | **P30R50YH** | 37,13 | 27,43 | 22,38 | 33,85 | 26,20 | 21,40 |
| **Pousio** | **P30F53YH** | 36,05 | 27,10 | 19,88 | 32,90 | 24,20 | 20,58 |
| | **P30R50YH** | 33,38 | 25,95 | 21,08 | 32,70 | 25,08 | 20,85 |
| **Média** | | 34,77 | 26,89 | 21,33 | 32,42 | 25,11 | 20,91 |

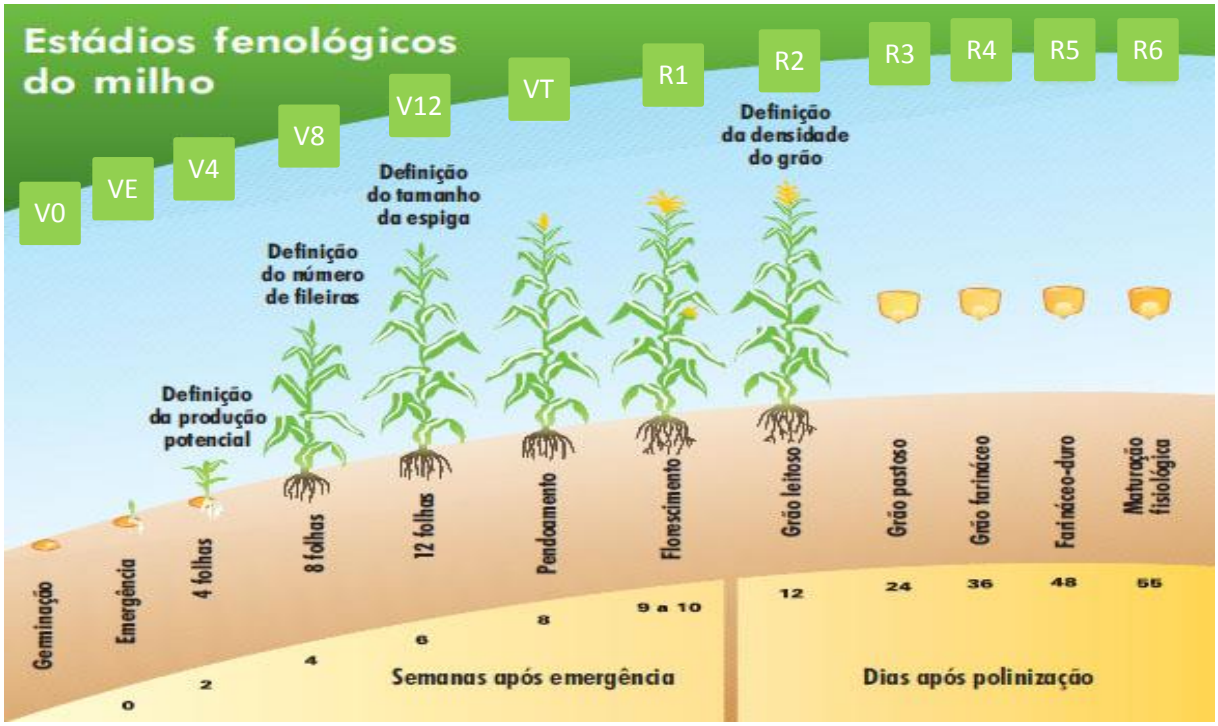
# ANEXO A – CROQUI




A = 30F53
B= 30R50
1 = CANOLA
2= NABO FORRAGEIRA
3= AVEIA PRETA
4=ERVILHA FORRAGEIRA
5=TRIGO
6=ERVILHACA
7=AVEIA+NABO+ERVILHACA
8=POUSIO

**Figura 67** – Ilustração representativa da disposição do experimento no campo. Piraí do Sul, 2015.

# ANEXO B – ESTÁDIOS FENOLÓGICOS E ESCALAS DIAGRAMÁTICAS




**Adaptado**: Dupont Pioneer (2015).
**Figura 68** – Estádios fenológicos da cultura do milho.

**Tabela 33** – Estádios fenológicos da cultura do milho.

| Estádio | Caracterização do estádio |
|---|---|
| Fase vegetativa | |
| V0 | Germinação |
| Ve | Emergência |
| V2 | Emissão da segunda folha |
| V4 | Emissão da quarta folha[1] |
| V6 | Emissão da sexta folha[2] |
| V8 | Emissão da oitava folha[3] |
| V12 | Emissão da 12ª folha[4] |
| V14 | Emissão da 14ª folha |
| Fase reprodutiva | |
| Vt | Emissão do pendão e abertura das flores masculinas |
| R1 | Florescimento pleno[5] |
| R2 | Grãos leitosos |
| R3 | Grãos pastosos |
| R4 | Grãos farináceos |
| R5 | Grãos farináceos duros |
| R6 | Maturidade fisiológica[6] |

[1] Início da definição do potencial produtivo;
[2] Início da definição do número de fileiras nas espigas;
[3] Início da definição da altura de plantas e da espessura do colmo;
[4] Início da definição do número e tamanho de espiga;
[5] Início da confirmação da produtividade;
[6] Máxima produtividade (máximo acúmulo de matéria seca) e máximo vigor da semente (aparecimento do ponto preto na base do grão).
**Adaptado**: Fancelli (1986)

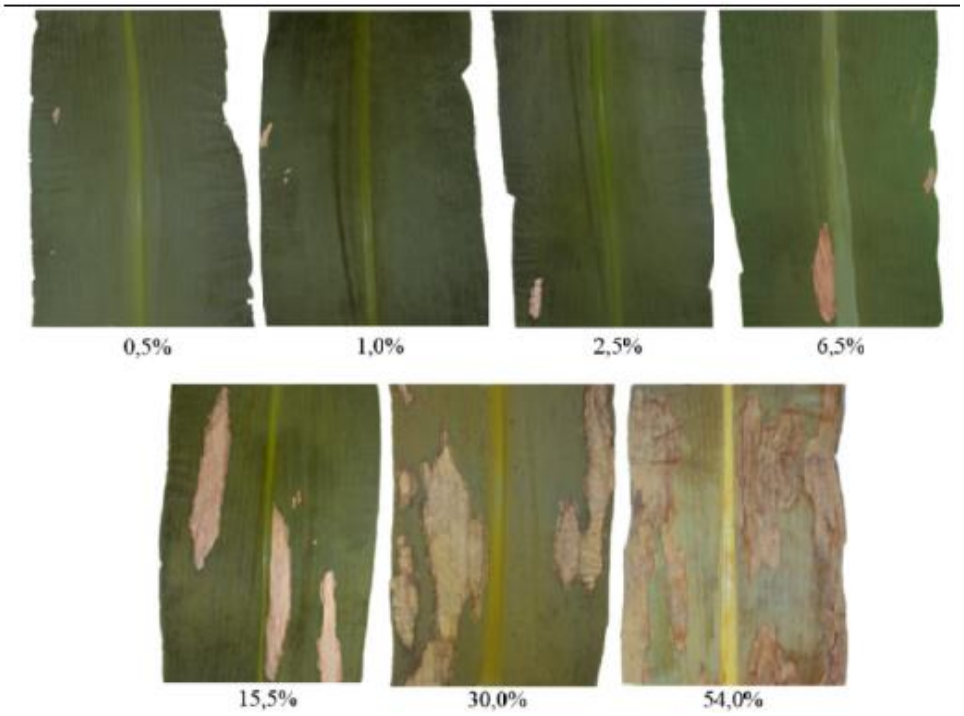



**Figura 69 -** Escala diagramática proposta por Lazaroto et al., (2012) para avaliação de *Exserohilum turcicum* na cultura do milho. Piraí do Sul, 2015.

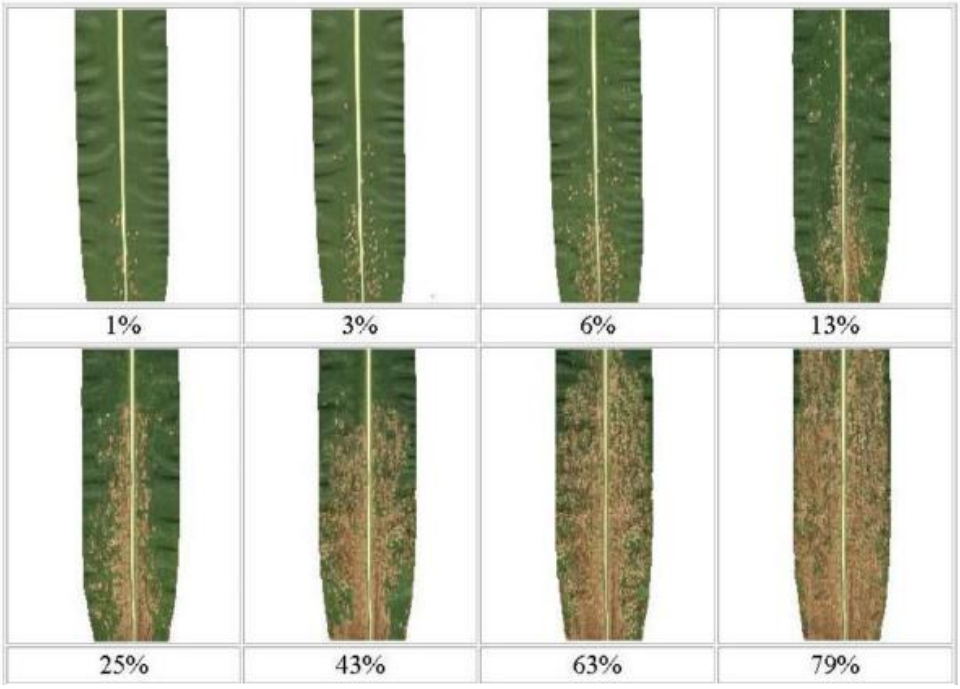



**Figura 70** – Escala diagramática proposta por Sachs et al. (2011) para avaliação de *Phaeosphaeria maydis* na cultura do milho. Piraí do Sul, 2015.