



Scientia Agropecuaria

Sitio en internet: www.sci-agropecu.unitru.edu.peFacultad de Ciencias
AgropecuariasUniversidad Nacional de
Trujillo

Comportamento de híbridos de milho segunda safra quanto à incidência de podridões na Região Oeste do Paraná

Behavior of hybrid corn crop as second rot incidence in West Region Paraná

Jean Sérgio Rosset^{1, *}; Leandro Rampim¹; Martios Ecco¹; Maria do Carmo Lana²; Marcos Vinicius Mansano Sarto¹; Odair José Kuhn²

¹ Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGA), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR. Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 1008, Centro, 85960-000.

² Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

Recibido 07 enero 2013; Aceptado 10 junio 2013.

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a incidência e a influência de podridões de colmo e de espigas no cultivo de híbridos de milho de segunda safra na Região Oeste do Paraná. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com seis híbridos de milho transgênicos (DKB 330PRO, P4285HX, P3646HX, 30F53HX, P3340HX e P3161HX) com quatro repetições em espaçamento de 0,90 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. As características agrônomicas avaliadas foram: número de plantas sintomatológicas e saudáveis, número de espigas saudáveis e sintomatológicas e número de espigas totais. Após a colheita, foram avaliados o comprimento de espigas saudáveis e sintomatológicas, massa de grãos de espigas saudáveis e sintomatológicas, além da massa de grãos por espiga ponderada, massa de mil grãos ponderada e a produtividade. O híbrido P3646HX apresentou 100% das plantas com sintomas de podridão da base do colmo (*Colletotrichum graminicola*) e podridão mole da espiga (*Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*) e 100% das espigas com sintomas de podridão mole, seguido dos híbridos 30F53HX, DKB 330PRO com 34,9 e 29,1% das espigas com sintomas de podridão mole respectivamente. O híbrido DKB330PRO apresentou espigas saudáveis e doentes com tamanho superior, repercutindo em menor interferência no rendimento final de grãos. O híbrido P3340 apresentou produtividade superior, com 7.952 kg ha⁻¹, seguido dos híbridos 30F53HX e DKB330PRO. Houve correlação positiva entre características agrônomicas e a produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Zea mays* L. *Colletotrichum graminicola*. Resistência. *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*. Acamamento.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the incidence and influence of stalk rot and ear in cultivation of hybrid corn second crop in west region Paraná. The experiment was conducted in randomized block design with six transgenic corn hybrids (DKB 330PRO, P4285HX, P3646HX, 30F53HX, P3340HX and P3161HX) with four replications at spacing of 0.90 m between rows and 0.20 m between plants. The characteristics evaluated were: number of healthy and symptomatic plants, number of ears healthy and symptomatic and total number of spikes. After harvest, we assessed the length of ears healthy and symptomatic, bulk grain ears healthy and symptomatic, thousand grain weight of ears healthy and symptomatic, and grain mass per spike weighted, thousand grain weight and weighted productivity. The hybrid P3646HX showed 100% of plants with stem base rot (*Colletotrichum graminicola*) and soft rot cob (*Erwinia chrysanthemi* pv. *Zea*) and 100% of ears with symptoms of soft rot, followed by hybrid 30F53HX, DKB 330PRO with 34.9 and 29.1% of ears with symptoms of soft rot respectively. The hybrid DKB330PRO showed healthy spikes and patients with superior size, resulting in less interference in the grain yield. The hybrid P3340 productivity was higher, with 7952 kg ha⁻¹, followed by hybrid 30F53HX and DKB330PRO. A positive correlation between agronomic characteristics and grain yield

Keywords: *Zea mays* L. *Colletotrichum graminicola*. Resistance. *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*. Lodging.

* Autor para correspondencia

Email: jsrosset@hotmail.com. (J. Rosset)

1. Introdução

Dentre as atividades agrícolas praticadas no Brasil, a produção de grãos tem papel de destaque, sendo a cultura do milho (*Zea mays* L.) uma das mais cultivadas (Garcia *et al.*, 2006). Nos últimos anos, a produção de milho no Brasil apresentou aumento expressivo decorrente da evolução do sistema de cultivo, disponibilidade de genótipos mais produtivos e adaptados às diferentes regiões, mecanização, aumento da área de plantio, inclusive de segunda safra (Costa *et al.*, 2010), atingindo produção de 78 milhões de toneladas na safra 2012/2013 (Conab, 2013). O Paraná se destaca como um dos maiores Estados produtores, fornecendo 18,7 milhões de toneladas, ao ponto que passou de 1.890 kg ha⁻¹ de grãos em 1970 para 8.164 kg ha⁻¹ na primeira safra e 5.383 kg ha⁻¹ na segunda safra (Seab, 2013).

A elevada variabilidade genética da cultura possibilita ampla distribuição geográfica de cultivo, ocupando diferentes condições edafoclimáticas, contudo a cultura está sujeita ao ataque de diversas doenças, as quais podem provocar perdas significativas na produtividade (Pozar *et al.*, 2009), especialmente no cultivo da segunda safra (Reis e Casa, 1996). Neste contexto, as podridões de colmo destacam-se entre as mais severas e, de fato têm preocupado devido aos danos causados (Brito *et al.*, 2011), que ocorrem principalmente no final do ciclo da cultura (Fontoura *et al.*, 2006). As podridões de colmo têm como agentes diferentes patógenos como fungos e bactérias. No Brasil, os principais fungos são: *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils., *Stenocarpella maydis* (Berk) Sacc, *Stenocarpella macrospora* Earle, *Fusarium graminearum* Schwabe, *F. moniliforme* Sheld e *F. moniliforme* var. *subglutinans* Wr. & Reink (Denti e Reis, 2003), além das podridões mole da espiga, causada pelo agente *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*.

As podridões promovem danos diretos, basicamente pela colonização dos tecidos vasculares do colmo, fato que favorece a

redução no enchimento dos grãos e morte prematura das plantas. Causam o tombamento das plantas, dificultando a colheita mecânica, expondo as espigas a outras podridões, basicamente relacionado ao contato das espigas com o solo (Casela *et al.*, 2006). Os patógenos causadores de podridões sobrevivem no solo, de fato, este complexo de doenças é favorecido pelos restos culturais, plantios sucessivos e sistema de plantio direto sem rotação de culturas (Costa *et al.*, 2010). As podridões da base do colmo são consideradas doenças importantes na cultura do milho (Reis e Casa, 1996). No Brasil, na década de 80 foram detectadas podridões da base do colmo com incidência entre 15 a 85% e com danos de 12 a 40% (Nazareno, 1989). Denti *et al.* (1999) citam a incidência de 4 a 72%, com danos variando de 0,67 a 50%, dependendo do ano, do local e do genótipo.

Sabe-se que a utilização de híbridos resistentes a essas doenças é o método mais eficiente, racional e econômico para evitar ou diminuir os danos. Como os programas de melhoramento de milho são dinâmicos, a cada ciclo de melhoramento são produzidos um número elevado de novos híbridos, sendo necessário avaliar o comportamento desses materiais em relação às doenças. Tal situação permite direcionar o futuro dos trabalhos de melhoramento com o intuito de obter híbridos resistentes, assim como verificar o comportamento desses patógenos em diferentes ambientes (Brito *et al.*, 2011).

Nos últimos anos, vários trabalhos da literatura avaliaram a influência, interferência e métodos de prevenção e controle de doenças como a Cercosporiose (Brito *et al.*, 2011), Mancha Branca (Sachs *et al.*, 2011), Ferrugem (Costa *et al.*, 2008), Helmintosporiose (Lazaroto *et al.*, 2012) e Mancha de Phaospheria (Lopes *et al.*, 2007) na cultura do milho, porém as informações são escassas a respeito de incidências de podridões de colmo e espigas. Desta forma, dependendo do híbrido, sistema de cultivo e manejo

utilizado, como espaçamento e utilização de produtos químicos, assim como as condições climáticas, a incidência destas doenças na cultura do milho é variável, influenciando a produção final.

A partir disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a incidência e a influência de podridões de colmo e espigas no cultivo de híbridos de milho de segunda safra na Região Oeste do Paraná em local de baixa altitude.

2. Material e métodos

O trabalho foi executado no município de Guaíra/PR, Oeste do Paraná, localizado entre as coordenadas 24° 51'S, 54° 12'W e altitude de 264 metros. A propriedade rural utiliza sistema de semeadura direta há 25 anos em sucessão de culturas, utilizando soja no verão e trigo/milho no inverno, em solo classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico de textura muito argilosa (Embrapa, 2006).

As características granulométricas do solo da propriedade são: 630 g kg⁻¹ de argila,

190 g kg⁻¹ de areia e 180 g kg⁻¹ de silte e o resultado da análise química apresenta os seguintes valores: pH em CaCl₂ = 5,30; C = 20,65 g dm⁻³; P = 10,00 mg dm⁻³; K⁺ = 0,43 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 8,49 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,67 cmol_c dm⁻³; H + Al = 4,61 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0 cmol_c dm⁻³; SB = 10,59 cmol_c dm⁻³; CTC = 15,20 cmol_c dm⁻³ e V = 69,67%. Neste local, a precipitação pluvial registrada durante a condução do experimento, no período compreendido entre a semeadura à colheita, foi de 962 mm (Figura 1) e segundo Koppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes (Ometto, 1981).

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com seis tratamentos (híbridos de milho) e quatro repetições. Foram utilizados seis híbridos de milho transgênicos (Tabela 1), os quais são recomendados para a região conforme o zoneamento agroclimático para o Estado do Paraná (Mapa, 2011), totalizando 24 parcelas experimentais.

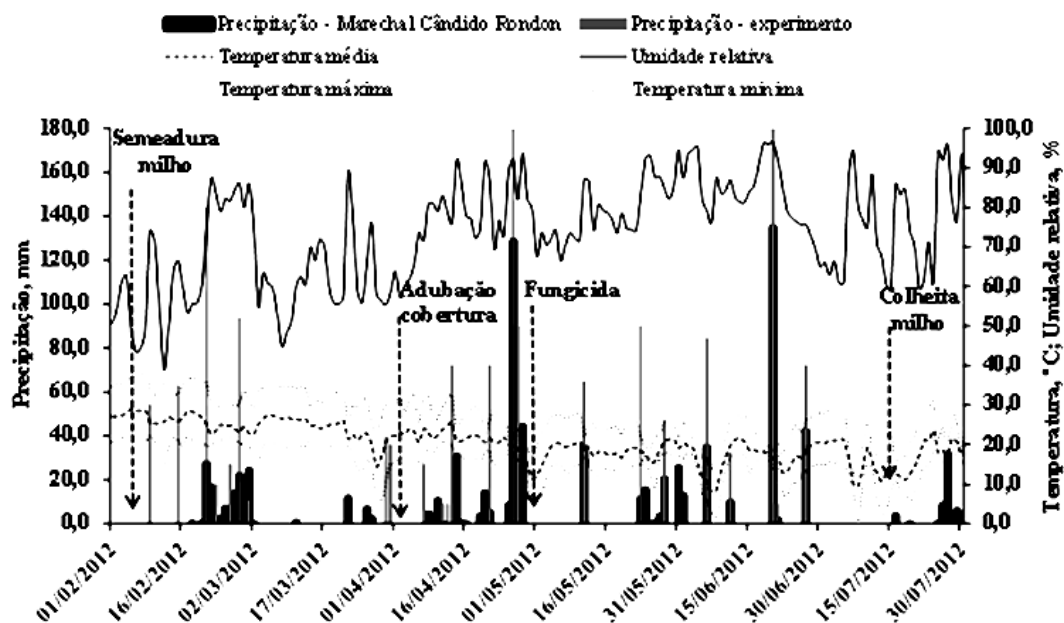


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) na área experimental no período de 13/02/2012 a 15/07/2012 e temperatura média (°C), temperatura mínima (°C), temperatura máxima (°C) e umidade relativa do ar (%) durante o período de 01/02/2012 a 30/07/2012 medidas na estação meteorológicas da cidade de Marechal Cândido Rondon/PR (Unioeste, 2012).

As parcelas avaliadas tinham sete linhas com seis metros de comprimento e espaçadas entre linhas por 0,90 m e média de 0,20 m entre plantas, perfazendo área total de 37,8 m². Por ocasião da coleta de dados foram consideradas as cinco linhas centrais com cinco metros de comprimento, totalizando área útil de 22,5 m².

Tabela 1

Descrição dos híbridos utilizados no experimento para avaliar o desempenho de híbridos de milho na segunda safra em 2012 em sistema de semeadura direta no Oeste do Paraná

| Híbrido | Trans- genia ⁽¹⁾ | Tipo de híbrido | Ciclo | Podridão de colmo |
|---------|--------------------------------|--------------------|-------|----------------------|
| DKB 330 | PRO | HS | SP | MR |
| P4285 | HX | HS | T | MS |
| P3646 | HX | HS | P | MS |
| 30F53 | HX | HS | P | MS |
| P3340 | HX | HS | SP | MS |
| P3161 | HX | HS | SP | MS |

⁽¹⁾ PRO:VT PRO Yieldgard; HX: presença do gene Herculex I; HS: híbrido simples; SP: superprecoce; P: precoce; T: tardio; MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente suscetível. Dekalb (2012); Pioneer (2012).

O experimento foi conduzido em sistema de semeadura direta, sendo a área ocupada anteriormente, durante o verão, pela cultura da soja. A implantação do experimento foi realizada em 13 de fevereiro de 2012, utilizando-se semeadora de precisão Marchesan Ultra Flex com 6 linhas de milho acoplada ao trator. A profundidade de semeadura foi em torno de 4 a 5 cm. A semeadura foi realizada com 5,0 sementes por metro linear, perfazendo 55 mil plantas ha⁻¹. As sementes foram previamente tratadas com 0,30 L ha⁻¹ do inseticida imidacloprido (15 g L⁻¹) + tiodicarbe (450 g L⁻¹).

A adubação de base utilizada foi de 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 08-16-16, sendo realizada no sulco de semeadura à aproximadamente 10 cm de profundidade. A adubação nitrogenada em cobertura consistiu na aplicação de 80 kg ha⁻¹ de Super N (45% de N, com inibidor de

urease), sendo efetuada quando as plantas encontravam-se no estágio com seis folhas completamente expandidas (V6). Foi realizada a aplicação de 4,0 L ha⁻¹ do herbicida pós-emergente atrazine (250 g L⁻¹) para o controle de plantas daninhas, além de uma aplicação de 1,0 L ha⁻¹ de inseticida beta-ciflutrina (12,5 g L⁻¹) + imidacloprido (100 g L⁻¹) para o controle de percevejo no estágio V4 e uma aplicação de 1,0 L ha⁻¹ de inseticida metomil (215 g L⁻¹) para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) no estágio V5, ambas com pulverizador de arrasto. No estágio VT (pendoamento), foi realizada a aplicação aérea de 0,8 L ha⁻¹ do fungicida piraclostrobina (133 g L⁻¹) + epoxiconazol (50 g L⁻¹) para o controle preventivo de doenças foliares.

As avaliações realizadas no período da colheita foram o número de plantas com sintomas de podridão da base do colmo (*Colletotrichum graminicola*) (NPD), número de plantas sadias (NPS), número de espigas sadias (NES), número de espigas com sintomas de podridão mole da espiga (*Erwinia chrysanthemi* pv. *zearae*) (NED) e número de espigas totais (NET) na área útil da parcela. A colheita foi realizada manualmente no dia 15 de julho de 2012, com umidade de grão inferior a 30% e posteriormente foi verificado o comprimento de espigas sadias (CES) e comprimento de espigas doentes (CED). Estas variáveis foram obtidas pela média de todas as plantas na área útil das parcelas. A avaliação das doenças foi realizada no momento de colheita, pelos sintomas visuais característicos: seca prematura das plantas, tombamento de plantas e podridão mole da espiga (Kimati *et al.*, 1997).

Para a obtenção dos grãos, as espigas foram debulhadas em trilhadora estacionária, e posteriormente determinadas à massa de grãos de espigas sadias (MGES), massa de grãos de espigas doentes (MGED), massa de mil grãos de espigas sadias (MMGS) e massa de mil grãos de espigas doentes (MMGD), sendo

que o cálculo foi ponderado para a determinação da massa de grãos por espiga total (MGE) e massa de mil grãos ponderada (MMG). As variáveis que avaliaram massa de mil grãos foram determinadas por meio de quatro subamostras de 100 grãos em gramas, tomadas ao acaso dos grãos após trilhar as espigas, corrigidos para 14% de umidade. De modo que a produtividade (PROD) foi avaliada com o rendimento de grãos da área útil das parcelas através da determinação da massa de grãos em balança semi-analítica, corrigindo-se para umidade de 14% e, posteriormente, extrapolando para kg ha^{-1} .

A análise estatística dos resultados foi realizada com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2006), de modo que os dados foram submetidos à análise de variância e, no caso de efeito significativo, utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para diferenciação dos grupos. Realizou-se ainda a correlação de Pearson entre os parâmetros agrônômicos avaliados.

3. Resultados e discussão

Os híbridos P4285HX e P3161HX não apresentaram plantas com sintomas de podridão da base do colmo e de espigas, fato evidenciado pela ausência de colmos e

espigas sintomáticas (Tabela 2), já o híbrido P3340HX apresentou menos de uma planta sintomática na média de cinco metros. Diferentemente do híbrido P3646HX, que apresentou 100% das plantas com sintomas da doença, seguido dos híbridos 30F53HX e DKB330PRO, representando 34,1 e 28,7% da população de plantas com sintomas de podridão da base do colmo, respectivamente. Em diferentes híbridos de milho, Costa *et al.* (2008), após três safras, observaram incidência de podridão do colmo causado por *C. graminicola* variando de 35 a 51%. Considerando as variáveis relacionadas ao número de espigas, os híbridos P3340HX e P3161HX apresentaram maior número de espigas totais, 26,0 e 24,2, das quais 24,8 e 24,2 estavam sadias, respectivamente, diferindo dos demais híbridos avaliados (Tabela 2).

Seguindo o mesmo padrão de plantas com sintomas de podridão da base do colmo, o híbrido P3646HX apresentou o maior número de espigas sintomáticas, seguido dos híbridos 30F53HX e DKB330PRO, com 100, 34,9 e 29,1% das espigas com sintomas de podridão mole, respectivamente, demonstrando que estes híbridos foram mais susceptíveis ao ataque da podridão do colmo e da podridão mole da espiga.

Tabela 2

Valores médios de número de plantas sadias (NPS), número de plantas com sintomas de podridão da base do colmo (NPD), número de espigas sadias (NES), número de espigas com sintomas de podridão mole da espiga (NED) e número de espigas total (NET) por linha de semeadura de híbridos de milho de segunda safra em 2012, Guaíra – PR

| Híbridos | NPS | NPD | NES | NED | NET |
|-----------|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| DKB330PRO | 15,50 b ⁽¹⁾ | 6,25 b | 15,25 c | 6,25 b | 21,50 b |
| P4285HX | 21,75 a | 0,00 c | 21,75 b | 0,00 c | 21,75 b |
| P3646HX | 00,00 c | 23,25 a | 00,00 d | 23,25 a | 23,25 b |
| 30F53HX | 14,50 b | 7,50 b | 14,00 c | 7,50 b | 21,50 b |
| P3340HX | 22,00 a | 0,75 c | 24,75 a | 1,25 c | 26,00 a |
| P3161HX | 23,75 a | 0,00 c | 24,25 a | 0,00 c | 24,25 a |
| CV(%) | 11,08* | 28,76* | 10,08* | 27,31* | 7,80* |

⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.*significativo a 5% pelo teste F.

Apesar de apresentar um número considerável de espigas sintomáticas, o híbrido DKB330PRO, juntamente com o híbrido P4285HX apresentaram maior comprimento de espigas sadias, 17,52 e 16,63 cm respectivamente, valores superiores aos demais híbridos avaliados (Tabela 3). Para o comprimento de espigas sintomáticas, os híbridos que apresentaram maior número de plantas com sintomas de doenças foram o DKB330PRO, P3646HX, P3340HX e 30F53HX. O híbrido DKB330PRO apresentou espigas com tamanho superior, fato que pode contribuir para manter o rendimento final deste híbrido, apesar de ter espigas com sintomas de doença (Tabela 2, 3 e 4).

Dentre os híbridos que apresentaram plantas com sintomas de podridão da base do colmo e podridão mole da espiga, houve uma redução no tamanho da espiga quando se compara espigas saudáveis com espigas sintomáticas de 3,48, 5,30 e 5,68% para os híbridos DKB330PRO, P3340HX e 30F53HX, respectivamente (Tabela 3). Tal fato evidencia que dependendo da incidência da doença podem ocorrer perdas significativas de produtividade final nas lavouras de milho cultivadas também na segunda safra.

Os híbridos DKB330PRO, P4285HX, P3340HX e 30F53HX apresentaram valores superiores para a massa de grãos

por espiga, formando um grupo diferenciado dos demais híbridos avaliados. Tendência semelhante foi observada para a massa de grãos por espiga com sintoma de podridão mole e saudáveis, com exceção dos híbridos P3340HX e P4285HX. A menor massa de grãos por espiga observada no híbrido P3646HX pode ter relação com a presença de plantas e espigas doentes (Tabela 2), contudo, para o híbrido P3161HX a menor massa de grãos por espiga em relação aos outros híbridos pode estar relacionado às características genéticas deste híbrido.

Não houve diferença de grupos para a característica de massa de mil grãos de espigas sadias, com exceção do híbrido P3646HX, que apresentou todas as plantas e espigas com sintomas de doenças (Tabela 4).

Para a massa de mil grãos de espigas doentes, dentre os híbridos que apresentaram plantas e espigas com sintomas de podridões, o híbrido P3646HX apresentou a menor massa, diferindo dos demais híbridos que apresentaram sintomas de doenças. Ao comparar a massa de mil grãos de espigas sadias com a massa de mil grãos de espigas doentes, é possível verificar perdas de massa na ordem de 3,71, 13,73 e 15,70% respectivamente, para os híbridos P3340HX, 30F53HX e DKB330PRO (Tabela 4).

Tabela 3

Valores médios de comprimento de espigas (CES), comprimento de espigas doentes (CED), massa de grãos por espiga sadia (MGES), massa de grãos por espiga doente (MGED) e massa de grãos por espiga ponderada (MGE) de híbridos de milho de segunda safra em 2012, Guaira – PR

| Híbridos | CES (cm) | CED (cm) | MGES (g) | MGED (g) | MGE (g) |
|-----------|------------------------|----------|----------|----------|---------|
| DKB330PRO | 17,52 a ⁽¹⁾ | 16,91 a | 163,1 a | 146,6 a | 156,8 a |
| P4285HX | 16,63 a | 00,00 c | 144,1 b | 00,00 b | 144,1 a |
| P3646HX | 00,00 c | 15,17 b | 00,00 c | 109,1 b | 112,1 b |
| 30F53HX | 15,50 b | 14,62 b | 174,2 a | 149,0 a | 165,1 a |
| P3340HX | 14,91 b | 14,12 b | 139,7 b | 112,0 b | 138,4 a |
| P3161HX | 15,39 b | 00,00 c | 124,8 b | 00,00 c | 124,8 b |
| CV(%) | 6,24* | 11,39* | 13,92* | 34,44* | 11,08* |

⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.*significativo a 5% pelo teste F.

Tabela 4

Valores médios de massa de mil grãos de espigas sadias (MMGS), massa de mil grãos de espigas doentes (MMGD), massa de mil grãos ponderada de espigas (MMG) e produtividade (PROD) de híbridos de milho de segunda safra em 2012, Guaíra – PR

| Híbridos | MMGS (g) | MMGD (g) | MMG (g) | PROD (kg ha ⁻¹) |
|-----------|------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| DKB330PRO | 324,6 a ⁽¹⁾ | 273,6 a | 310,3 | 7504 a |
| P4285HX | 309,9 a | 00,00 c | 309,9 | 6973 b |
| P3646HX | 00,00 b | 250,1 b | 250,1 | 5945 b |
| 30F53HX | 307,6 a | 265,2 a | 293,9 | 7817 a |
| P3340HX | 296,0 a | 285,0 a | 295,4 | 7952 a |
| P3161HX | 268,6 a | 00,00 c | 268,6 | 6701 b |
| CV(%) | 13,20* | 6,60* | 10,81 ^{ns} | 8,92* |

⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.*significativo a 5% pelo teste F, ^{ns} não significativo a 5% pelo teste F.

Na tabela 4 é possível observar a diferença de produtividade entre os híbridos avaliados, formando dois grupos distintos. O híbrido P3340HX se destacou, apresentando produtividade de 7,95 kg ha⁻¹, seguido dos híbridos 30F53HX e DKB330PRO, sendo os únicos híbridos a apresentarem produtividade acima dos 7,00 kg ha⁻¹, sendo considerado um grupo superior, produtividade esta, considerada elevada para a região. Os híbridos P4285HX e P3161HX e P3646HX formaram um grupo inferior quanto ao rendimento de grãos, contudo, apesar de não diferir dos híbridos P4285HX e P3161HX, o híbrido P3646HX foi o híbrido que apresentou menor produção, 5,945 kg ha⁻¹. Tal fato, provavelmente foi influenciado pela elevada incidência de doença neste híbrido, o qual apresentou 100% das plantas com sintomas de podridão de colmo e podridão mole da espiga. Fato esse detectado principalmente na menor MGE (Tabela 3) e MMGD (Tabela 4).

É importante salientar que, além da suscetibilidade de alguns híbridos a podridões de colmo e espiga, como observado com o híbrido P3646HX (Tabela 2), o aumento da densidade de plantas pode proporcionar incremento na incidência de podridão do colmo (*Colletotrichum graminicola* e *Fusarium graminearum*) e grãos ardidos (*F. verticillioides*, *F. graminearum* e

Penicillium spp) em cultivos de milho (Casa *et al.*, 2007), além de cultivos sucessivos (Trento *et al.*, 2002). A elevada densidade de plantas é fator relevante para ocorrência de podridões do colmo, pois altas populações impõem restrições à atividade fotossintética das folhas, ou seja, a limitação imposta às folhas induz o colmo a redirecionar fotoassimilados em maior quantidade ao enchimento de grãos (Denti *et al.*, 1999), fragilizando-os e predispondo a ocorrência de podridões (Sangoi *et al.*, 2000).

Os híbridos P3340HX, 30F53HX e DKB330PRO apesar da incidência de plantas doentes, obtiveram altas produtividades, não havendo elevada influência da podridão de colmo e de grãos na produtividade destes híbridos. Tal fato foi evidenciado com a elevação dos parâmetros comprimento de espigas (Tabela 3). Tais resultados também podem ter relação com a adaptabilidade destes híbridos às condições locais da região, como a baixa altitude, além das condições de fertilidade do solo da área estudada e das condições climáticas durante o período experimental (Figura 1).

A produtividade encontrada para cada híbrido, quando comparada a experimentos anteriores realizados no Estado do Paraná, mostram a evolução dos materiais genéticos introduzidos para cultivo na região. Ao avaliar o híbrido 30F53HX na safra de verão de 1999/2000 em Castro-

PR, Beleze *et al.* (2003) observaram produtividade de 8.190 kg ha⁻¹, valor próximo ao identificado na segunda safra neste trabalho com os híbridos DKB330PRO, P3340HX e 30F53HX (Tabela 4). Assim é possível verificar a evolução na busca por híbridos mais adaptados e mais produtivos, antes utilizados apenas para o cultivo na primeira safra de milho.

Uma preocupação dos produtores é de semear o milho de segunda safra na região até no máximo no início do mês de março, principalmente para reduzir os riscos com geadas que podem ocorrer principalmente no mês de junho. Assim, a maioria dos produtores opta por híbridos de ciclo precoce ou superprecoce, como os híbridos 30F53HX, P3340HX, e DKB330PRO (Tabela 1). Além de serem de ciclo rápido, possuem elevada produtividade, o que pode facilitar aos produtores a seleção por híbridos com elevado potencial produtivo, diversificando a semeadura, visto que o aparecimento de novas doenças ou pragas podem prejudicar mais facilmente produtores rurais que utilizam apenas um híbrido. De forma que, é possível implantar primeiro híbridos precoce como o 30F53HX e P3340HX, e posteriormente híbrido superprecoce como o

DKB330PRO, o qual apresenta elevada produtividade (Tabela 4).

Além disso, deve-se levar em consideração a resistência às doenças e tombamento de plantas pela ação do vento, principalmente no final de ciclo da cultura. O híbrido que se destacou, seguindo essas preocupações a campo, foi o híbrido P3161HX, principalmente em situação de elevada pressão de doença, elevado volume de chuvas durante o cultivo e ocorrência de ventos fortes no final do ciclo da cultura, como ocorreu na segunda safra de milho no ano de 2012 (Figura 1).

A análise dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas selecionadas são demonstradas na Tabela 5. Foi observada correlação positiva ($r = 0,83^*$) entre o CES e a MMG, evidenciando a relação entre essas características agronômicas, ou seja, com a elevação do CES (Tabela 3) houve aumento na MMG, levando à aumento na produtividade da maioria dos híbridos avaliados. A MMGS correlacionou-se positivamente ($r = 0,81^*$) com a PROD e, negativamente ($r = -0,89^*$) com a NED, evidenciando a influencia do maior número de plantas doentes e, consequentemente de espigas doentes na MMGS, característica que esta relacionada com a produtividade final de grãos.

Tabela 5

Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas no desempenho de híbridos de milho DKB330PRO, P4285HX, P3646HX, 30F53HX, P3340HX e P3161HX cultivados na segunda safra em 2012, Guará – PR

| | NPD ⁽¹⁾ | CES | NED | MMGS | MMG | MGES | MGE |
|------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|
| CES | -0,90* | | | | | | |
| NED | 0,99** | -0,91* | | | | | |
| MMGS | -0,88* | 0,99** | -0,89* | | | | |
| MMG | -0,64 ^{ns} | 0,83* | -0,65 ^{ns} | 0,86* | | | |
| MGES | 0,80 ^{ns} | 0,97** | -0,80 ^{ns} | 0,98** | 0,84* | | |
| MGE | -0,42 ^{ns} | 0,73 ^{ns} | -0,42 ^{ns} | 0,78 ^{ns} | 0,83* | 0,87* | |
| PROD | -0,59 ^{ns} | 0,75 ^{ns} | -0,59 ^{ns} | 0,81* | 0,75 ^{ns} | 0,85* | 0,82* |

⁽¹⁾ NPD: número de plantas doentes; CES: comprimento de espigas sadia; NED: número de espigas doentes; MMGS: massa de mil grãos sadios; MMG: massa de mil grãos; MGES: massa de grãos por espiga sadia; PROD: produtividade; MGE: massa de grãos por espiga; ^{ns}: não significativa a 5% pelo teste t.

A MGES correlacionou-se positivamente ($r = 0,84^*$) com a MMG, evidenciando a relação direta da MGES na MMG e, por fim com correlação positiva de ($r = 0,85^*$) e ($r = 0,82^*$), respectivamente na produtividade final, ou seja, a MGES foi diretamente relacionada com a produtividade final dos híbridos.

A correlação entre o CES e a PROD ($r = 0,75^{ns}$), apesar de não ser significativa, apresentou probabilidade de 8,76% de erro. Tal fato mostrou indício de que com o aumento do CES pode ocorrer aumento da PROD, contudo neste caso ao efetuar o teste t não houve efeito significativo, pois ultrapassou o limite de erro de 5%.

4. Conclusões

O híbrido P3646HX apresenta 100% das plantas com sintomas de podridão da base do colmo e podridão mole da espiga, sendo o híbrido mais sensível ao ataque da doença no cultivo de segunda safra. Há diminuição acentuada do comprimento de espigas, massa de grãos por espiga e massa de mil grãos ao comparar espigas saudáveis com espigas com sintomas de podridão mole da espiga. Existe uma diferenciação de dois grupos com relação à produtividade, sendo que os híbridos P3340HX, 30F53HX e DKB330PRO apresentam produtividade superior aos híbridos P4285HX, P3161HX e P3646HX. Houve correlações positivas entre MMGS, MGES e MGE e a produtividade final de grãos.

Agradecimentos

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA), pela concessão de bolsas de estudo.

Referências bibliográficas

Beleze, J.R.F.; Zeoula, L.M.; Cecato, U.; Dian, P.H.M.; Martins, E.N.; Falcão, J.S. 2003. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. Produtividade, características morfológicas e correlações. Revista Brasileira de Zootecnia 32: 529-537.

- Brito, A.H.; Pinho, R.G.V.; Santos, Á.O.; Santos, S. 2011. Reação de híbridos de milho e comparação de métodos para avaliação da Cercosporiose e Mancha Branca. Tropical Plant Pathology 36: 35-41.
- Casa, R.T.; Moreira, E.N.; Bogo, A.; Sangoi, L. 2007. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. Summa Phytopathologica 33: 353-357.
- Casela, C.R.; Ferreira, A.F.; Pinto, N.F.J.A. 2006. Doenças na cultura do milho. Circular Técnica, EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas, MG, p.14.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira: grãos, oitavo levantamento maio 2013/ Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília: Conab, 2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_05_09_11_56_07_boletim_2_mai_2013.pdf.
- Costa, F.M.; Barreto, M.; Koshikumo, E.S.M.; Almeida, F.A. 2008. Progresso da ferrugem tropical do milho (*Zea mays* L.), sob diferentes tratamentos fungicidas. Summa Phytopathologica 34: 248-252.
- Costa, R.V.; Silva, D.D.; Cota, L.V.; Parreira, D.F.; Ferreira, A.S.; Casela, C.R. 2010. Incidência de *Colletotrichum graminicola* em colmos de genótipos de milho. Summa Phytopathologica 36: 122-128.
- Cruz, C.D. 2006. Programa Genes: Análise Multivariada e Simulação. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Dekalb. 2012. Informações sobre híbridos de milho safrinha 2012. Disponível em: <http://www.dekalb.com.br/milho.aspx>.
- Denti, E.A.; Reis, E.M. 2003. Levantamento de fungos associados às podridões do colmo e quantificação de danos em lavouras de milho do Planalto Médio Gaúcho e dos Campos Gerais do Paraná. Fitopatologia Brasileira 28: 585-590.
- Denti, E.A, Trento, S.M.; Reis, E.M. 1999. Incidência, frequência e danos por fungos envolvidos com a podridão da base do colmo de milho em 1997/98, nas regiões do Planalto Médio Gaúcho (RS) e de Guarapuava (PR). Fitopatologia Brasileira 24: 279 (Resumo).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Embrapa Produção de Informação, 306p.
- Fontoura, D.; Stangarlin, J.R.; Trautmann, R.R.; Schirmer, R.; Schwantes, D.O.; Andreotti, M. 2006. Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. Acta Scientiarum Agronomy 28: 545-551.
- Garcia, J.C.; Mattoso, J.M.; Duarte, J.O.; Cruz, J.C. 2006. Aspectos econômicos da produção e utilização do milho. Circular Técnica, EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas, MG, n.74, 12p.
- Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. 1997. Manual de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda. Volume 2, 3. 705p.
- Lazaroto, A.; Santos, I.; Konflanz, V.A.; Malagi, G.; Camochena, R.C. 2012. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. Ciência Rural 42: 2131-2137.
- Lopes, M.T.G.; Lopes, R.; Brunelli, K.R.; Silva, H.P.; Matiello, R.R.; Camargo, L.E.A. 2007. Controle genético da resistência à mancha-de-*Phaeosphaeria* em milho. Ciência Rural 37: 605-611.

- Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação-Geral De Zoneamento Agropecuário 2011. Zoneamento Agrícola para a cultura de milho safrinha 2012 para o estado do Paraná. Portaria Nº 512, de 16 de julho de 2011.
- Nazareno, N.R.X. 1989. Avaliação de perdas por podridão do colmo em milho (*Zea mays* L.) no Estado do Paraná. Fitopatologia Brasileira 14: 82-84.
- Ometto, J.C. 1981. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda. 440p.
- Pioneer. Guia de Produtos Pioneer 2012. 2012. 82p. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/upload/download/files/DownloadFile_257.pdf.
- Pozar, G.; Butruille, D.; Diniz, H.S.; Viglioni, J.P. 2009. Mapping and validation of quantitative trait loci for resistance to *Cercospora* infection in tropical maize (*Zea mays* L.). Theoretical and Applied Genetics 118:553-564.
- Reis, E.M.; Casa, R.T. 1996. Manual de identificação e controle de doenças de milho. Passo Fundo: Aldeia Norte. 80p.
- Sachs, P.J.D.; Neves, C.S.V.J.; Canteri, M.G.; Sachs, L.G. 2011. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. Summa Phytopathologica 37: 202-204.
- Sangoi, L.; Ender, M.; Guidolin, A.F.; Bogo, A.; Kothe, D.M. 2000. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados em diferentes densidades de planta. Ciência Rural 30: 17-21.
- Seab – Secretaria da Agricultura e Abastecimento. 2013. Evolução da área colhida, produção, rendimento, participação e colocação Paraná/Brasil. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/ps.s.xls>.
- Trento, S.M.; Irgang, H.; Reis, E.M. 2002. Efeito de rotação de culturas, de monocultura e de densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. Fitopatologia Brasileira 27: 609-613.
- Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Dados da estação meteorológica presente na Fazenda Antônio Carlos Pessoa. Marechal Cândido Rondon/PR, 2012.