

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO – PR**

**DENSIDADE DE SEMEADURA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA DE COBERTURA EM HÍBRIDOS DE  
MILHO COM DIFERENTES ARQUITETURAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ANTONIELE DE FÁTIMA SERPA**

**GUARAPUAVA-PR**

**2016**

**ANTONIELE DE FÁTIMA SERPA**

**DENSIDADE DE SEMEADURA E ADUBAÇÃO NITROGENADA DE  
COBERTURA EM HÍBRIDOS DE MILHO COM DIFERENTES ARQUITETURAS**

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

Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes  
Orientador

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria  
Co-Orientador

GUARAPUAVA-PR

2016

Catálogo na Fonte  
Biblioteca da UNICENTRO

S486d	<p>SERPA, Antoniele de Fátima. Densidade de semeadura e adubação nitrogenada de cobertura em híbridos de milho com diferentes arquiteturas / Antoniele de Fátima Serpa. – Guarapuava, PR : [s.n], 2016. 85f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes Coorientador: Prof. Dr. Marcos Ventura Faria Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de concentração: Produção Vegetal. Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR.</p> <p>1. Agronomia – dissertação. 2. <i>Zea mays</i> (L.). 3. Híbrido de arquitetura moderna. 4. Doenças fúngicas – fungos. 5. Grãos – produção. I. Mendes, Marcelo Cruz. II. Faria, Marcos Ventura. III. UNICENTRO. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 633.15</p>
-------	---

**Antoniele de Fátima Serpa**

**DENSIDADE DE SEMEADURA E ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA EM  
HÍBRIDOS DE MILHO COM DIFERENTES ARQUITETURAS**

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

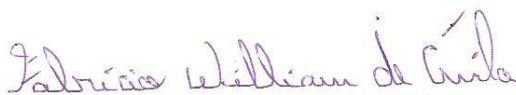
Aprovada em 28 de julho de 2016.



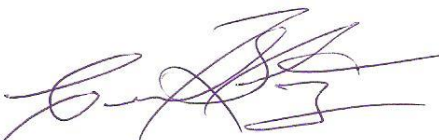
Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes  
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Marcos Ventura Faria  
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Fabricio William de Ávila  
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Carlos Juliano Brant Albuquerque  
(UFMG)

GUARAPUAVA-PR

2016

Ao meu filho Giovanni Antonio Serpa Abreu,  
razão da minha vida.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por estar sempre guiando e iluminando meus passos, colocando sempre as melhores pessoas em meu caminho.

Agradeço a toda minha família, em especial ao meu pai ANTONIO e a minha mãe FÁTIMA, pelas orações e por terem me oferecido tanto apoio e compreensão nos momentos mais difíceis. Agradeço, de forma muito carinhosa, a minha irmã ANA VITÓRIA, e as minhas primas irmãs ROSANA e TATIANE, por terem sido contínuo apoio em toda minha jornada. E agradeço de todo meu coração, ao meu filho GIOVANNI, por todo carinho, amor e entendimento. A vocês, minha profunda gratidão.

Agradeço ao meu noivo PETERSON, por estar ao meu lado em todos os momentos, por acreditar em mim, pela confiança depositada, pelo amor, pela paciência e companheirismo. Também a família TOSETTO, que contribuíram com muito incentivo e força. Agradeço-lhes, afetuosamente.

Aos colegas do grupo do milho: Omar, Evandrei, André, Diego, Carlos, Victor, Emanuel, Murilo, Jonatan, Jean, Isabella, Maria do Socorro, Cristhian, Jean Carlos, Jhonatan, Márcio, e em especial à Patrícia, Priscila, Kátia, Paulo Henrique, Elizandro e Alan. Agradeço de coração pela contribuição de cada um de vocês. Agradeço ainda à Janaina, uma pessoa admirável, competente e dedicada e ao Fabiano, um excelente profissional. Por toda paciência, ajuda e amizade, muito obrigada!

À ADAPAR, pela oportunidade concedida. Aos meus colegas de trabalho Edison, Rosmari, Alex e Aniceto, por todo apoio e compreensão.

No âmbito acadêmico, meu agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes, por todos os ensinamentos transmitidos, pelas inúmeras conversas que tivemos, pela compreensão, confiança, encorajamento e dedicação. Professor, muito obrigada por tudo. Agradeço ao meu co-orientador Prof. Dr. Marcos Ventura Faria, ao Prof. Dr. Fabrício William de Ávila e ao Prof. Dr. Luiz Henrique Ilkiu Vidal, por toda ajuda, correção, sugestões que tanto agregaram à minha dissertação, e acima de tudo, a amizade que tive o privilégio de compartilhar.

Ao Departamento de Agronomia da UNICENTRO (Universidade Estadual do Centro-oeste), bem como a todos os professores e funcionários, em especial, a Lucília, pela amizade e dedicação.

## SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1 Geral .....	3
2.2 Específicos .....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	4
3.1 Aspectos gerais da cultura do milho .....	4
3.2 Importância da produção de milho .....	5
3.3 Doenças foliares na cultura do milho .....	7
3.4 Arquitetura foliar dos híbridos de milho .....	11
3.5 Influência do espaçamento de plantas na cultura do milho .....	13
3.6 Influência da densidade de plantas na cultura do milho .....	15
3.7 Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho .....	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22
CAPÍTULO I - SEVERIDADE DE DOENÇAS FOLIARES ASSOCIADA A DENSIDADE DE PLANTAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO .....	30
RESUMO .....	30
ABSTRACT .....	31
4.1 INTRODUÇÃO .....	32
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	34
4.2.1 Local do experimento .....	34
4.2.2 Características dos híbridos de milho avaliados .....	35
4.2.3 Delineamento e detalhes experimentais .....	36
4.2.4 Severidade de doenças foliares .....	37
4.2.5 Doenças avaliadas .....	39
4.2.6 Análise estatística .....	39

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
4.3.1 Condições climáticas ocorridas .....	40
4.3.2 Avaliação de doenças foliares .....	40
4.3.2.1 AACPF da ferrugem comum ( <i>Puccinia sorghi</i> ).....	41
4.3.2.2 AACPD da mancha foliar de diplodia ( <i>Stenocarpella macrospora</i> ).....	44
4.3.2.3 AACPH da helmintosporiose ( <i>Exserohilum turcicum</i> ) .....	46
4.4 CONCLUSÕES .....	47
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
5. CAPÍTULO II - ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA SOBRE A MANIFESTAÇÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS NA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA.....	50
RESUMO .....	50
ABSTRACT .....	51
5.1 INTRODUÇÃO.....	52
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
5.2.1 Locais dos experimentos .....	54
5.2.2 Delineamento e detalhes experimentais .....	55
5.2.3 Características dos híbridos de milho estudados .....	57
5.2.4 Características avaliadas.....	58
5.2.5 Análises estatísticas .....	58
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
5.3.1 Condições climáticas ocorridas .....	59
5.3.2 Características agronômicas .....	60
5.3.3 Características da espiga.....	70
5.3.4 Contrastes .....	77
5.4 CONCLUSÕES .....	79
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	80
5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82



## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resultados da análise de solo (0 - 20 cm) realizada antes da instalação do experimento, em Guarapuava - PR.....	34
<b>Tabela 2.</b> Características dos híbridos de milho utilizados no experimento*.....	36
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância com os quadrados médios para a AACPD da ferrugem comum (FER), mancha foliar de diplodia (DIPLO) e helmintosporiose (HELM), associada a dois grupos: 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), em diferentes densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, no espaçamento entre linhas 0,45 m, em Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.....	41
<b>Tabela 4.</b> Médias da área abaixo da curva de progresso da ferrugem comum (AACPF) obtidos para os diferentes híbridos de milho associada à densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.....	42
<b>Tabela 5.</b> Médias da área abaixo da curva de progresso da mancha foliar de diplodia (AACPD) obtidos para os diferentes híbridos de milho associada à densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.....	44
<b>Tabela 6.</b> Médias da área abaixo da curva de progresso da helmintosporiose (AACPH) obtidos para os diferentes híbridos de milho associada à densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.....	46
<b>Tabela 7.</b> Resultados das análises de solo realizadas antes da instalação dos experimentos em Guarapuava e Laranjeiras do Sul.....	54
<b>Tabela 8.</b> Características dos híbridos de milho utilizados nos experimentos*.....	57
<b>Tabela 9.</b> Resumo da análise de variância para altura de inserção da primeira espiga (AE), altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de mil grãos (P1000) e produtividade (PROD), associada a dois grupos: Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), nas diferentes densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho em Guarapuava – PR.....	60

<b>Tabela 10.</b> Resumo da análise de variância, para altura de inserção da primeira espiga (AE), altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de mil grãos (P1000) e produtividade (PROD), associada a dois grupos: Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), nas diferentes densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, em Laranjeiras do Sul – PR.....	61
<b>Tabela 11.</b> Valores médios de altura inserção da primeira espiga (AE), altura de plantas (AP), e diâmetro de colmo (DC), obtidos para os diferentes híbridos de milho associados à adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR, e no espaçamento 0,90 m no município de Laranjeiras do Sul - PR. UNICENTRO, 2016.....	62
<b>Tabela 12.</b> Valores médios do peso de mil grãos (P1000) e da produtividade de grãos (PROD), obtidos para os diferentes híbridos de milho associados à adubação nitrogenada em cobertura, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas 0,90 m). UNICENTRO, 2016.....	66
<b>Tabela 13.</b> Valores médios para o diâmetro de colmo (DC) e para o peso de mil grãos (P1000), obtidos para os diferentes híbridos de milho associados à densidade de plantas, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m). UNICENTRO, 2016.....	68
<b>Tabela 14.</b> Resumo da análise de variância para diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras (NF) e número de grãos por fileira (NGF), associada a dois grupos: 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), nas diferentes densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, no espaçamento 0,45 m em Guarapuava – PR.....	71
<b>Tabela 15.</b> Resumo da análise de variância para diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras (NF) e número de grãos por fileira (NGF), associada a dois grupos: 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), nas diferentes densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, no espaçamento 0,90 m em Laranjeiras do Sul – PR (2016).....	72
<b>Tabela 16.</b> Valores médios para diâmetro de espiga (DE) obtidos para os diferentes grupos de híbridos de milho associados à densidade de plantas, no município de Guarapuava (com	

espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m). UNICENTRO, 2016.....73

**Tabela 17.** Valores médios de número de fileiras de grãos (NF) e número de grãos por fileiras (NGF) obtidos para os diferentes híbridos de milho associados à adubação nitrogenada em cobertura, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m). UNICENTRO, 2016.....75

**Tabela 18.** Probabilidade de significância dos contrastes para altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGF), peso de mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD), obtidos para os diferentes híbridos, níveis de adubação nitrogenada em cobertura e densidade de plantas, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m). UNICENTRO, 2016.....78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) por decêndio, no Município de Guarapuava (PR), no período de outubro a abril na safra agrícola 2012/2013.....	35
<b>Figura 2.</b> Escala diagramática para a avaliação das doenças foliares do milho (Agrocères, 1996).....	38
<b>Figura 3.</b> Dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) por decêndio, nos Municípios de Guarapuava (PR) e Laranjeiras do Sul (PR), no período de outubro a abril na safra agrícola 2012/2013.....	55

## RESUMO

**Antoniele de Fátima Serpa.** Densidade de semeadura e adubação nitrogenada de cobertura em híbridos de milho com diferentes arquiteturas.

Com a introdução de novos genótipos de milho no mercado, com arquitetura moderna de plantas caracterizada por porte mais baixo e folhas eretas, torna-se de suma importância a geração de novas pesquisas quanto às informações técnicas, como aumento de densidades de plantas, redução no espaçamento entre linhas e incremento de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a resposta de híbridos de milho comerciais, com arquitetura moderna e antiga, sob influência de níveis de adubação nitrogenada em cobertura associados a diferentes densidades de semeadura, nos municípios de Guarapuava e Laranjeiras do Sul, no Paraná. Os tratamentos foram avaliados individualmente, em dois locais: Guarapuava, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e Laranjeiras do Sul, com espaçamentos entre linhas de 0,90 m. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial (6x3x3), sendo seis híbridos simples de milho, divididos em 2 Grupos: 1 – híbridos de arquitetura moderna (AG8025Y, DKB 240Y, P1630H) e 2 – híbridos de arquitetura antiga (P30R50H, DKB 390Y e P32R48H), três populações (60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e três níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), utilizando como fonte a ureia, totalizando 162 parcelas, na safra agrícola 2012/2013. Foram avaliadas as severidades de doenças foliares: ferrugem comum (*Puccinia sorghi*); mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) em Guarapuava – PR, e as características agronômicas nos municípios de Guarapuava e Laranjeiras do Sul, PR. A severidade da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) foi influenciada pelo híbrido de milho, pela densidade de plantas e dosagem de adubação de cobertura utilizada. Houve maiores áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para a mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) nos híbridos de milho de arquitetura de plantas moderna. Os híbridos de arquitetura moderna obtiveram as menores alturas de inserção da primeira espiga, altura de planta e diâmetro de colmo, sendo este dependente do local do experimento, Guarapuava ou Laranjeiras do Sul, quando submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura e densidade de semeadura. As doses de nitrogênio em

cobertura e densidade de plantas influenciaram o peso de mil grãos dos híbridos de milho de arquitetura moderna e antiga. A produtividade de grãos foi influenciada positivamente pelo aumento na dosagem de adubação nitrogenada em cobertura e pela arquitetura de plantas, no experimento realizado em Guarapuava. A arquitetura antiga, com o aumento da densidade de plantas, influenciou negativamente o diâmetro de espiga em Guarapuava (reduzido) e positivamente em Laranjeiras do Sul (convencional). A adubação de nitrogênio em cobertura de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N reduziu o número de fileira de grãos do híbrido DKB 240Y e o número de grãos por fileira do híbrido de milho DKB 390Y, no experimento realizado em Guarapuava.

**Palavras-chave:** *Zea mays* (L.), híbridos de arquitetura moderna, doenças fúngicas, produtividade de grãos.

## ABSTRACT

**Antoniele de Fátima Serpa.** Seeding densities and nitrogen as topdressing in corn hybrids within different architectures.

With the introduction of new corn genotypes in the market, with modern architecture of plants, characterized by lower size and erect leaves, it becomes very important to generate new research on technical information, such as the increase of plant densities, spacing reduction and levels of nitrogen as topdressing. In this sense, the objective of this research was to evaluate the commercial corn hybrids response, with modern and old architecture, under the influence of nitrogen as topdressing associated to different plant populations in the municipalities of Guarapuava and Laranjeiras do Sul, cities within Parana State. The treatments were evaluated individually, in two different cities: Guarapuava city, with row spacing of 0.45 m as well as Laranjeiras do Sul city, with row spacing of 0.90 m. The experimental design was a randomized block, with three replications, in a factorial scheme (6x3x3), where six corn hybrids were divided into two different groups: First One - hybrids of modern architecture (AG8025Y, DKB 240Y, P1630H) and second one - hybrid of old architecture (P30R50H, DKB 390Y and P32R48H), three populations (60.000; 75.000; 90.000 plants ha<sup>-1</sup>) and three levels of nitrogen as topdressing (0; 90 and 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), using urea as a source, totaling 162 plots, during the 2012/2013 growing seasons. The leaf disease severity was evaluated: common rust (*Puccinia sorghi*); leaf spot diplodia (*Stenocarpella macrospora*) and helminthosporium (*Exserohilum turcicum*) in Guarapuava city, and agronomic characteristics in Guarapuava and Laranjeiras do Sul cities. The severity of common rust (*Puccinia sorghi*) was influenced by corn hybrid, plant density and topdressing dosage used. There were higher AUDPC for diplodia leaf spot (*Stenocarpella macrospora*) and helminthosporium (*Exserohilum turcicum*) in the corn hybrid of a modern plant architecture. The hybrid modern architecture scored lower insertion height of the first ear, plant height and stem diameter, that is dependent the experiment site, Guarapuava or Laranjeiras do Sul, when subjected to different doses of nitrogen as topdressign and seeding density. Nitrogen doses as topdressing and plant density influenced the weight of thousand grains of corn hybrids of modern and old architecture. The grain productivity was positively influenced by the increase as topdressing in fertilizer dosage and the plant architecture in

experiment conducted in Guarapuava. The old architecture with increasing plant density negatively affected the ear diameter in Guarapuava (reduced) and positively in Laranjeiras do Sul (conventional). Nitrogen as topdressing of 180 kg ha<sup>-1</sup> de N reduced the number of row of hybrid grains DKB 240Y and number of grains per row of DKB 390Y corn hybrid, in experiment conducted in Guarapuava.

**Keywords:** *Zea mays* (L.), hybrids with modern architecture, fungal diseases, grain productivity.



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Considerando a grande importância da cultura do milho para a economia mundial e brasileira, é importante destacar as características da cultivar, como potencial produtivo e resistência a praga e doenças, levando-se em consideração que o rendimento de uma lavoura de milho é resultado do sistema de produção e das condições edafoclimáticas do local de plantio.

Um fator limitante ao bom desempenho da cultura é a ocorrência de doenças foliares, que podem ser responsáveis por reduções de 40% na produtividade de grãos (CASA & REIS, 2003), como as doenças causadas por fungos, destacando-se dentre elas a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), a mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), que são algumas das principais doenças que acometem a cultura.

Dentre os fatores que podem ser alterados visando elevar a produtividade do milho, destaca-se o incremento na população de plantas. Entretanto, com densidades elevadas, há menor circulação de ar no interior do dossel que pode propiciar um microclima favorável a uma maior incidência de doenças foliares, de colmo e de espiga (CASA & REIS, 2003).

Entre as características da planta que vêm sofrendo modificações para influenciarem no rendimento da cultura, está a arquitetura foliar de plantas. A arquitetura foliar tem importância na maximização da interceptação da radiação solar pelo dossel, para potencializar o rendimento de grãos (SANGOI et al., 2002). Os melhoristas estão investindo em pesquisas nesta área, a fim de se obter plantas de menor porte e com folhas apresentando lâminas mais eretas e estreitas acima da espiga, permitindo uma semeadura mais adensada (FORNASIERI FILHO, 2007), fator chave para a alta produtividade do milho (LI et al., 2015), além de ciclo mais curto, maior precocidade, caracterizando assim os híbridos modernos de milho (SANGOI et al., 2002). Já os híbridos antigos de milho, normalmente apresentam ciclo mais longo, tardios, folhas mais numerosas, maiores e decumbentes (SANGOI et al., 2002), de porte alto, produzem muita massa e geralmente não se beneficiam de menores espaçamentos, devido ao grande desenvolvimento vegetativo logo no início do ciclo, podendo haver sombreamento do espaço entre as linhas (AMARAL FILHO, 2002).

Assim, avanços tecnológicos no cultivo de milho como a utilização de híbridos de melhor desempenho, alterações em espaçamento e densidade de semeadura, aliados a

melhorias na fertilidade do solo e práticas de adubação, vêm proporcionando incrementos significativos em produtividade (VON PINHO et al., 2009). A redução do espaçamento entre linhas de 0,90 para 0,45 m facilita as operações mecanizadas (GILO et al., 2011). Algumas pesquisas têm mostrado uma tendência de maiores produções de grãos em espaçamentos menores (MODOLO et al., 2010; VAZQUEZ et al., 2012; SILVA et al., 2014; TAKASU et al., 2014a).

Para que os rendimentos obtidos em uma lavoura de milho possam ser considerados altos, é de extrema importância a aplicação de fertilizantes nitrogenados, uma vez que dentre os nutrientes de maior exigência pela cultura, o nitrogênio (N) é assimilado em maiores quantidades e é o mais limitante para a produtividade de grãos (COELHO, 2006). Esse nutriente está diretamente relacionado com o crescimento vegetativo (FRANÇA et al., 2011), influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e no processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e no diâmetro de colmo (SILVA et al., 2005; FORNASIERI FILHO, 2007). Além disso, o N é o nutriente mais acumulado pelas plantas e exportado nos grãos na cultura do milho (DUARTE & CANTARELLA, 2014).

Segundo Coelho et al. (2010), devido à extrema complexidade da dinâmica do nitrogênio no solo, recomendam-se aplicar doses parceladas de nitrogênio para o cultivo de milho. Resultados de pesquisa também vêm demonstrando que o potencial produtivo da cultura está relacionado à aplicação de doses de N que variam de 90 kg ha<sup>-1</sup> a 180 kg ha<sup>-1</sup> de N (SILVA et al., 2005; GROSS et al., 2006; VELOSO et al., 2006; GOMES et al., 2007).

Diante disso, em virtude das modificações introduzidas nos genótipos de milho mais recentes e às diversidades climáticas das regiões de cultivo, torna-se importante a realização de pesquisas direcionadas que reavaliem as recomendações de práticas de manejo para esta cultura, dentre elas, o melhor nível de adubação nitrogenada em cobertura e arranjo espacial de plantas, permitindo que os híbridos possam expressar seu máximo potencial produtivo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar a resposta de híbridos comerciais de milho, com arquitetura moderna e antiga, sob influência de doses de nitrogênio em cobertura associados a diferentes densidades de semeadura, nos municípios de Guarapuava e Laranjeiras do Sul, no Estado do Paraná.

### 2.2 Específicos

Avaliar a severidade das doenças ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) em híbridos de milho de arquitetura moderna e antiga, cultivados em espaçamento reduzido (0,45m), por meio da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), nas condições de diferentes densidades de semeadura e níveis de adubações nitrogenadas em cobertura, no município de Guarapuava – PR, sem a utilização de fungicidas.

Estudar a influência de diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura associada a densidades de semeadura, sobre características agronômicas de diferentes híbridos de milho, com arquitetura moderna e antiga, através de dois experimentos independentes realizados no município de Guarapuava (utilizando espaçamento reduzido) e no município de Laranjeiras do Sul (utilizando espaçamento convencional).

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Aspectos gerais da cultura do milho

Com a evolução gradativa dos níveis tecnológicos disponíveis aos produtores para a produção de milho, é de grande importância entender as fases desta cultura e suas necessidades, visando maximizar o seu potencial produtivo, o qual pode ser acima de 15 t ha<sup>-1</sup> (MENDES et al., 2013).

Essa cultura anual, possui um ciclo que varia entre 100 e 180 dias, em função da caracterização dos genótipos (superprecoce, precoce e tardio). O ciclo dos genótipos precoces pode variar de 80 a 110 dias quando as temperaturas médias durante o período de crescimento forem superiores a 20° C, enquanto que o ciclo dos genótipos médios podem variar de 110 a 140 dias para atingir a fase de maturidade fisiológica. Quando as temperaturas médias são inferiores a 20° C, o ciclo aumenta de 10 a 20 dias para cada 0,5° C de diminuição de temperatura, dependendo do híbrido, ressaltando que a 15° C o ciclo da cultura do milho varia de 200 a 300 dias (KAPPES, 2010).

Rivera (2006) cita que o rendimento de grãos de milho aumenta geralmente de maneira linear até altos níveis de adubação nitrogenada (acima de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N), diferentemente de outras culturas. O nitrogênio (N) é necessário para a formação de proteínas estruturais e enzimáticas das folhas e dos grãos, também afetando o acúmulo de matéria seca, apresentando dois períodos de máxima absorção: fase de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, compreendido entre a emissão do pendão e o início da formação da espiga.

Segundo Müller, (2013), o ciclo da cultura do milho compreende as seguintes etapas de desenvolvimento:

- germinação e emergência: período compreendido desde a semeadura até o efetivo aparecimento da plântula, o qual em função da temperatura e umidade, pode apresentar 12 dias de duração;
- crescimento vegetativo: período compreendido entre a emissão da segunda folha e o início do florescimento; a duração desta etapa é variável;
- florescimento: período compreendido entre o início da polinização e o início do desenvolvimento do grão, cuja duração é de aproximadamente, dez dias;

- maturidade: período compreendido entre o final do desenvolvimento do grão e o aparecimento da “camada negra”, sendo este relativamente curto e indicativo do final do ciclo de vida da planta.

O milho tem seu potencial de produção definido por ocasião da emissão da 4ª folha, podendo se estender até a 6ª folha, dependendo principalmente, dos genótipos utilizados, ocorrendo a etapa de diferenciação floral. Nessa etapa já estará definida a área foliar potencial que a planta deverá apresentar. A confirmação do número de fileiras da espiga ocorrerá entre à emissão da 7ª e 9ª folha completamente expandida, devido às transformações ocorridas na gema axilar que dará origem à espiga (FANCELLI, 2000).

Segundo Cardoso et al. (2015), embora o número de fileiras de grãos já esteja definido, é em V12 (doze folhas) que se começa a definir o número de óvulos (grãos em potencial) e o tamanho das espigas. Contudo, o número final de grãos por fila estará completo somente uma semana antes do espigamento (em torno de R1). Neste período de formação de óvulos e espigas, estresse por água ou nutrientes reduzem seriamente o número de grãos e o tamanho das espigas na colheita.

O rendimento de grãos do milho é uma variável complexa e depende de fatores genéticos, ambientais e de manejo. Dessa forma, o potencial produtivo do milho pode ser melhor explorado pela adoção e implementação criteriosa de aspectos técnicos como: (i) escolha de genótipo melhor adaptado às condições de cultivo; (ii) época de semeadura preferencial para a região; (iii) emprego de espaçamento e densidade de semeadura que proporcionem populações de plantas compatíveis com a tecnologia empregada; (iv) controle eficiente de plantas daninhas; e (v) manejo adequado do solo (KAPPES, 2010).

Nos últimos dez anos, dentre os materiais genéticos disponíveis no mercado, os híbridos simples foram potencialmente os mais produtivos, porém, requerem a adoção de maior tecnologia. Conforme Rivera (2006), a evolução no uso de sementes de milho evidencia um avanço dos híbridos simples, o que demonstra o aumento do uso de tecnologia na produção de milho.

### **3.2 Importância da produção de milho**

O Estados Unidos é o maior produtor e consumidor de milho do mundo, respondendo por 37% da produção e 31% do consumo mundial. A produção na temporada 2014/15 foi a

maior da série histórica deste país. Na 2ª posição está a China, responsável por 22% da produção na safra 2014/15. Além de grandes produtores, os EUA e a China consomem juntos em média 53% do milho produzido no mundo. O Brasil contribui com 8% da produção mundial e consome 70% do total produzido no país. Entre o final dos anos 80 e os dias atuais, a demanda mundial passou de 462,0 milhões de toneladas para 933,4 milhões de toneladas, o que representa um incremento de 100% no período (YAGUSHI, 2015).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), a produção total de milho no Brasil na safra 2014/15 foi de 84,7 mil toneladas, com área semeada de 15,74 milhões de hectares e produtividade média total de 5.382 kg ha<sup>-1</sup>. Essa foi a maior produção nacional de milho, superando o recorde obtido no ano anterior, de 70,7 milhões de toneladas.

No cultivo de verão os estados que mais se destacam são PR, MG, RS, GO e SC, responsáveis por 71% da produção nacional. Em relação à segunda safra, o Paraná e o Mato Grosso são os estados mais importantes na produção do cereal, com aumento significativo na área plantada nos últimos anos. Juntos esses estados respondem por 65% da produção de milho segunda safra no Brasil (YAGUSHI, 2015).

No Paraná a área da primeira safra de 2014/2015 foi de 542,5 mil hectares, cerca de 18,4% menor do que a cultivada na safra anterior, e a produção em 4.689,9 mil toneladas – 13,6% inferior à colhida no ano anterior. A consolidação da produção brasileira do milho, reunindo as duas safras, aponta para 84,7 milhões de toneladas, um acréscimo e 5,8% em relação à produção passada, que atingiu 80 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

Nos últimos anos, tanto o Brasil como o Paraná conquistaram um importante papel no mercado internacional como exportadores de milho. Em média 20% da produção do Paraná são destinadas ao mercado externo. Em 2014, o Paraná exportou aproximadamente 3 milhões de toneladas. Esse valor representa 15% do volume total exportado pelo Brasil no ano de 2014. O cultivo de milho no Paraná registra um dos maiores índices de produtividade, situando-se em torno de 6.175 kg ha<sup>-1</sup> na última temporada, 8% superior que a média nacional (SEAB, 2014), sendo que a Região Centro-Sul caracteriza-se como uma grande produtora de milho, com uma característica climática ideal para produção desta cultura, possuindo o segundo maior índice de produtividades do mundo (MENDES et al., 2011).

Na região de Guarapuava- PR, a área plantada de milho (1ª safra) para a safra de 2014/2015 teve um decréscimo de 14,3% em comparação com a safra 2013/2014. Foram

cultivados 77.850 hectares, contra uma área de 90.860 hectares. Na região, foram colhidas 765.840 toneladas do cereal, numa produtividade média de 9.095 kg ha<sup>-1</sup>. Já na safra 2013/2014 foram colhidas 830.610 toneladas – resultado de uma produtividade de 9.142 kg ha<sup>-1</sup> (SEAB, 2016).

Devido à importância econômica da cultura, é importante ressaltar que aspectos relacionados às características da cultivar, tais como potencial produtivo, resistência a doenças, pragas e adequação ao sistema de produção em uso e às condições edafoclimáticas deverão ser levados em consideração, para que a lavoura se torne mais competitiva. A escolha de cada cultivar deve atender às necessidades específicas, pois não existe uma cultivar superior que consiga atender a todas as situações regionais. Como não existe uma cultivar superior, mesmo para um local definido, é interessante a utilização de um conjunto de cultivares, de forma a maximizar a possibilidade de sucesso (CRUZ et al., 2015).

### **3.3 Doenças foliares na cultura do milho**

O aumento da incidência e da severidade de algumas doenças fúngicas foliares foi observado principalmente a partir da década de 1990, causando reduções qualitativas e quantitativas na produção de milho, devido a vários fatores, como: cultivos sucessivos de milho (safra e segunda safra); monocultura; irrigação sem critérios técnicos; e sistema de plantio direto na ausência de rotação de cultura (COSTA et al., 2012).

As doenças foliares são responsáveis por causar redução da área foliar, bem como, servirem de fonte de inóculo para contaminação da podridão de colmos e espigas (SILVA & SCHIPANSKI, 2006). O período crítico para que ocorra redução da área foliar nas plantas de milho, que pode ocasionar queda significativa na produtividade e redução na qualidade de colmo e grãos, é justamente o período em que as plantas se encontram com o maior índice de área foliar, compreendido entre a fase de pendramento até a fase de “milho verde” ou grão pastoso (R3). As folhas que apresentam os maiores índices de área foliar são as folhas acima e abaixo da espiga e a folha da espiga (SILVA et al., 2007).

Algumas doenças foliares são responsáveis por reduções de 40% (CASA & REIS, 2003), podendo em casos mais severos, como na epidemia de cercosporiose ocorrida na região Sudoeste do estado de Goiás no ano de 2000, chegar a perdas superiores a 80% na produtividade de grãos (EMBRAPA, 2012). Assim, têm sido uma das principais

preocupações dos melhoristas e agricultores (PATERNIANI et al., 2002).

Basicamente, dois tipos de fungos têm sido reconhecidos e estudados: os biotróficos e os necrotróficos. Os fungos biotróficos obtêm nutrientes de células vivas, com pouco ou nenhum dano aparente para o hospedeiro. Já os fungos necrotróficos destroem a célula hospedeira e utilizam seus nutrientes (CASELA, 2004). Exemplo de doença causadas por fungos biotróficos é a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), e por fungos necrotróficos temos a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e a mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*), que são algumas das principais doenças que acometem a cultura. O desenvolvimento dos fungos causadores dessas doenças se dá quando há a interação entre o hospedeiro (plantas susceptíveis), ambiente favorável e o patógeno virulento, formando assim o chamado triângulo da doença (COSTA, 2007).

A ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) torna-se mais prejudicial quando surge no início da cultura, debilitando a planta e com isso, permitindo a ação de outros patógenos (BRANDÃO et al., 2003). Segundo Sangoi et al. (2002), isso se evidencia quando predominam temperaturas amenas, compreendidas entre 16 a 23°C, e alta umidade relativa durante o ciclo.

A mancha-de-macrospora (*Stenocarpella macrospora*) causa lesões foliares que diminuem a área fotossintetizante da planta. A disseminação do fungo ocorre via semente infectada, respingo de chuva e/ ou pelo vento a curtas distâncias pela remoção e dispersão dos conídios presentes nos restos culturais. Temperaturas entre 25 e 32 °C, com umidade relativa do ar acima de 50% são condições ideais para germinação dos conídios do fungo (PILETTI et al., 2014).

A helmintosporiose, causada pelo fungo *Exserohilum turcicum*, geralmente tem o processo de infecção iniciando-se nas folhas inferiores e progredindo posteriormente para as folhas superiores, apresentando lesões necróticas e elípticas (ZANATTA, 2013), chegando a perdas de até 50% da produção (CASELA et al., 2006).

Existem híbridos de excelente potencial de produtividade, porém que apresentam níveis insatisfatórios de resistência às doenças. Este problema se agrava devido à grande variabilidade de condições ambientais nas regiões produtoras de milho, deste modo existem genótipos que se destacam em alguns ambientes em detrimento de outros (JULIATTI, 2007).

O incremento na densidade de plantas aumenta a incidência de doenças foliares, de colmo e de espiga na cultura do milho (CASA & REIS, 2003). Com densidades elevadas, há



menor circulação de ar no interior do dossel, o que favorece um período mais prolongado de deposição de orvalho nas folhas, estimulando a germinação de esporos de fungos que ocasionam doenças foliares, principalmente daqueles que são exigentes em período de molhamento (SANGOI et al., 2007).

Altas densidades de plantas impõem restrições à atividade fotossintética das folhas. A limitação imposta às folhas induz o colmo a redirecionar fotoassimilados em maior quantidade ao enchimento de grãos, fragilizando-o e facilitando a ocorrência de podridões (SANGOI et al., 2000). Diversos patógenos responsáveis por podridões de colmo podem migrar para a espiga, favorecendo a ocorrência de grãos ardidos (RIBEIRO et al., 2005).

Compatibilizar características morfofisiológicas positivas para altas densidades com sanidade de plantas é um grande desafio aos melhoristas. Diversos atributos que aumentam a tolerância ao adensamento, tais como redução no número de folhas, na área foliar, na estatura de planta, na altura de inserção de espiga decorrem da ênfase à precocidade adotada pelos programas de melhoramento. Quanto mais precoce for a cultivar, mais compacto é o ideotipo de planta e maiores são as possibilidades de obter resposta positiva ao adensamento. Por outro lado, material muito precoce é também mais sensível a doenças e estresses ambientais. Assim, a utilização de práticas de manejo que previnam a incidência de doenças, tais como a rotação de culturas, a adequação do genótipo à região de cultivo e o tratamento de sementes, é fundamental para que se possa utilizar altas densidades como estratégia de manejo do arranjo de plantas que favoreça o incremento no rendimento de grãos do milho no Brasil (SANGOI et al., 2007).

Na maioria dos casos, a severidade de doenças fúngicas aumenta em condições de alta umidade relativa e temperatura diurna variando de moderada a alta, bem como em noites frias, com formação de orvalho e, principalmente, quando a temperatura se eleva logo após dias chuvosos. Essas condições predominam nas regiões com altitudes superiores a 600 m (SILVA, 2007).

Segundo Brito et al. (2011), o método mais eficiente e econômico para se evitar ou diminuir os danos causados pelas doenças, é a utilização de híbridos resistentes, sendo necessário avaliar o comportamento dos materiais em relação as doenças, não só para direcionar futuros trabalhos de melhoramento visando à obtenção de híbridos resistentes, como para verificar o comportamento dos patógenos frente a diferentes ambientes. Porém, existem alguns problemas que deverão ser superados, como por exemplo, o desenvolvimento

de uma metodologia de avaliação que seja comparável, eficiente e de fácil aplicação, considerando que alguns milhares de genótipos deverão ser avaliados.

Mendes et al. (2011), avaliaram dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura (90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), associados a duas densidades de semeadura (65.000 e 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>), no espaçamento de 0,80 m entre linhas, sobre a severidade da ferrugem comum do milho (*Puccinia sorghi*) e mancha foliar de diplodia (*S. macrospora*), realizando avaliações dos sintomas ocorridos naturalmente a partir do início do pendramento das plantas, em híbridos comerciais de milho recomendados para região Centro-sul do Paraná, concluíram que o híbrido P30R50 quando cultivado na densidade de 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, obteve menor AACPD para *Puccinia sorghi*, enquanto que a redução da adubação nitrogenada e a densidade de plantas não influenciaram a reação dos híbridos estudados para a *Stenocarpella macrospora*.

Santos et al. (2013), com o objetivo de avaliar a ocorrência e severidade de helmintosporiose (*Bipolaris* spp) e ferrugem (*Puccinia* spp.), dentre outras doenças, em resposta a doses crescentes de adubação nitrogenada, concluíram que, tanto para ferrugem, quanto para a helmintosporiose, a suplementação com elevadas doses de nitrogênio pode ocasionar em aumento da severidade das doenças.

Já Zanatta (2013), com o objetivo de avaliar, em duas safras agrícolas, o efeito de diferentes fungicidas triazóis e estrobilurinas, isolados e em associação, no controle de doenças foliares em quatro híbridos simples de milho (DKB240Y, P32R48H, P30F53H e BG7051H) com espaçamento reduzido, avaliando as principais doenças foliares (ferrugem comum, mancha foliar de diplodia e helmintosporiose), concluiu que houve redução na AACPD foliar, dependente do híbrido e da safra agrícola avaliada.

Piletti et al. (2014), avaliaram a reação de 25 híbridos de milho à mancha foliar de diplodia, em casa de vegetação, utilizando quatro isolados do fungo obtidos de restos culturais infectados, oriundos dos municípios de Lages e de Quilombo, Santa Catarina, e Campinas do Sul e Vacaria, do Rio Grande do Sul, verificaram que nenhum híbrido testado mostrou-se totalmente resistente ao fungo *S. macrospora*. Houve diferença significativa na severidade da doença entre híbridos e isolados do fungo. Alguns híbridos se comportaram de maneira distinta frente aos diferentes isolados, sugerindo que os isolados de *S. macrospora* provenientes de regiões diferentes de cultivo de milho apresentam variabilidade na agressividade, sendo geralmente mais agressivos em seus locais de origem. Houve híbridos com reação similar entre os isolados, sugerindo maior estabilidade em relação à mancha foliar

de diplodia.

### **3.4 Arquitetura foliar dos híbridos de milho**

A arquitetura foliar em uma planta de milho é representada pela interação do número de folhas, ângulo foliar, área foliar e distribuição ao longo do colmo. Sua importância está relacionada com a maximização da interceptação da radiação solar pelo dossel, passo essencial para a maximização do rendimento de grãos (SANGOI et al., 2002).

Segundo Fornasieri Filho (2007) a partir de 1970 melhoristas passaram a se preocupar com estudos sobre arquitetura de plantas, baseados no princípio de que plantas de menor porte e com folhas apresentando lâminas mais eretas e estreitas acima da espiga (responsáveis por cerca de 50 a 80% da matéria seca acumulada nos grãos), permitiriam uma semeadura mais adensada, com maior capacidade fotossintética e, conseqüentemente, maior rendimento de grãos.

De acordo com Li et al. (2015) a arquitetura da planta é um fator chave para a alta produtividade do milho. As folhas mais eretas são ideais para aumentar a captação de luz e servem como reservatórios de nitrogênio para o enchimento de grãos, e a melhor angulação foliar desses híbridos modernos de milho ainda permite uma melhor circulação de ar em condições de maiores densidades de plantas, reduzindo o nível de interferência de uma planta sobre a outra. Segundo Sangoi et al., 2000, é necessário a utilização de maior número de plantas por área, para gerar índice de área foliar capaz de potencializar a interceptação da radiação solar fazendo com que normalmente apresentem ciclo mais curto, maior precocidade, caracterizando assim, os híbridos modernos de milho.

Já os híbridos mais antigos de milho, que normalmente apresentam ciclo mais longo, tardios, geralmente apresentam folhas mais numerosas, maiores e decumbentes (SANGOI, 2002), de porte alto, produzem muita massa e geralmente não se beneficiam de menores espaçamentos pelo grande desenvolvimento vegetativo logo no início do ciclo, podendo haver sombreamento do espaço entre as linhas (AMARAL FILHO, 2005).

Trabalhos objetivando avaliar diferenças de rendimento de grãos entre híbridos modernos e antigos de milho já foram realizados no passado. Cardwell (1982) constatou que uma das características que influenciou nos ganhos de produtividade dos híbridos modernos,

esteve associada ao aumento da densidade de plantas, devido a maior tolerância ao estresse sob densidade mais altas (TOLLENAAR et al., 1997; SANGOI et al., 2000).

Inclusive já se percebia que os híbridos modernos de milho traziam outras vantagens, além da maior tolerância a altas densidades de plantas, como por exemplo, menor decréscimo do índice de colheita e menor acamamento de colmo (TOLLENAAR, 1992), maior tolerância a deficiência hídrica e a baixo nível de nitrogênio no solo (TOLLENAAR, 1989), menor redução da fotossíntese após ocorrência de baixas temperaturas noturnas durante o período de enchimento de grãos (TOLLENAAR, 1989), maior eficiência de uso de nitrogênio e de acumulação de massa seca durante o desenvolvimento inicial (McCULLOUGH et al., 1994a e b), maior tolerância à interferência de plantas daninhas (TOLLENAAR et al., 1997) e melhor equilíbrio entre fonte e dreno, pelo maior suprimento de assimilados para as raízes dos híbridos modernos durante o período de enchimento de grãos (RAJCAN & TOLLENAAR, 1999 a e b).

Outro trabalho desenvolvido há quase dez anos, por Sangoi et al. (2007), utilizando dois híbridos de milho: AG 303, híbrido duplo, de ciclo precoce (antigo, pouco adaptado a altas densidades) e Speed, híbrido simples, de ciclo precoce (moderno, adaptado a altas densidades), objetivando determinar o efeito do incremento na população de plantas sobre a área foliar durante o enchimento de grãos e o rendimento de grãos dos híbridos de milho, verificaram que o rendimento dos híbridos aumentou com o aumento da população e a área foliar reduziu à medida que se elevou a população, em ambos os híbridos. Concluíram que o híbrido Speed foi mais exigente em população de plantas para otimizar o rendimento e apresentou senescência foliar mais lenta durante a fase de enchimento de grãos.

Resultados obtidos recentemente, por Kappes et al. (2011), avaliando 5 híbridos de milho (um considerado de arquitetura moderna, com menor altura de plantas, folhas mais estreitas e eretas e os demais de maior estatura, com folhas largas e horizontais), mostraram que o híbrido de arquitetura moderna, AG 9010, foi o único dentre os avaliados que apresentou maior rendimento de grãos no menor espaçamento entre linhas e na maior densidade de plantas.

Analisando o rendimento de grãos proporcionado pelo híbrido 30K75, Stacciarini et al. (2010), verificaram que o menor espaçamento entre fileiras de plantas (0,45 m) e a maior população (90000 plantas ha<sup>-1</sup>) propiciaram a maior produtividade de grãos. Pode-se atribuir esse resultado ao fato de que o híbrido utilizado possui genótipo de arquitetura foliar ereta, o

que promove a otimização da interceptação de luz, resultando em efeito positivo sobre a produtividade em altas populações, desde que não haja limitação de água e nutrientes, conforme também observado por Palhares (2003). Plantas de menor porte e folhas eretas permitem semeadura mais adensada, com maior capacidade fotossintética e, assim, maior produtividade.

Assim, os diferentes arranjos espaciais de plantas (formas como as plantas estão distribuídas na área) com as possíveis alterações no espaçamento entre linhas, na densidade e na distribuição de plantas na linha, têm sido discutidos com frequência. São formas de se maximizar o rendimento de grãos pela otimização do uso de fatores de produção (ARGENTA et al., 2001; DEMÉTRIO, 2008).

Com isso, pode-se dizer, como afirmaram Novais (1970) e Pereira (1991), que densidades altas e espaçamentos entre linhas reduzidos fizeram e fazem parte da nova perspectiva do arranjo de plantas na cultura do milho, pois não há uma recomendação ideal de densidade de semeadura e espaçamento entre linhas que possa ser utilizada para todos os híbridos, pois isso irá depender de fatores ambientais, da região e época de semeadura, sistema de cultivo, disponibilidade hídrica, da escolha do genótipo, entre outros.

### **3.5 Influência do espaçamento de plantas na cultura do milho**

Avanços tecnológicos no cultivo de milho, como a utilização de híbridos de melhor desempenho, alterações em espaçamento e densidade de semeadura, aliados a melhorias na fertilidade do solo e práticas de adubação, vêm proporcionando incrementos significativos em produtividade (VON PINHO et al., 2009). Além disso, a utilização de espaçamentos reduzidos e o aumento da população de plantas em híbridos de milho de menor porte proporcionam aumento do número de espigas colhidas, e conseqüentemente, do rendimento de grãos (KAPPES, 2010).

A redução do espaçamento entre linhas, mantendo-se a densidade constante, promove a distribuição mais equidistante entre as plantas na área de cultivo. O arranjo mais favorável de plantas propiciado pela aproximação de linhas de semeadura pode estimular as taxas de crescimento da cultura no início do ciclo e diminuir a competição por luz, água e nutrientes, refletindo em um aumento na produtividade (SANGOI et al., 2011).

Ainda, a redução do espaçamento entre linhas de 0,90 para 0,45 m facilita as operações mecanizadas, uma vez que elimina o ajuste de implementos, tais como a semeadora e /ou cultivador-adubador em áreas de rotação com outras culturas, como são os casos da soja ou feijão (GILO et al., 2011).

Além disso, no espaçamento de 0,90 m entre as linhas, ocorre o sombreamento das plantas na mesma linha enquanto que grande quantidade de luz é perdida, uma vez que atinge o solo e não as plantas. Já no espaçamento reduzido, quando se utiliza plantas de arquitetura moderna, a luz atinge um maior número de plantas e não ocorre o sombreamento entre plantas da mesma linha de semeadura (KAPPES, 2010).

Algumas pesquisas têm mostrado uma tendência de maiores produções de grãos em espaçamentos mais estreitos. Silva et al. (2014), avaliando o efeito sobre o crescimento e a produtividade de dois híbridos de milho (AS 32, híbrido duplo de arquitetura antiga; ciclo precoce; porte médio e AS 1540: híbrido simples, arquitetura moderna, ciclo precoce, porte médio) em dois espaçamentos entrelinhas (0,45 m e 0,90 m), em sistema de cultivo convencional, concluíram que o espaçamento de 0,45 m entrelinhas promoveu aumento de produtividade de grãos de 17,2% em relação ao espaçamento de 0,90 m, sendo o comprimento da espiga e o número de grãos por fileira os principais responsáveis por esse aumento.

Resultados similares foram encontrados por Modolo et al. (2010), avaliando três híbridos simples, de arquitetura foliar semiereta e de ciclo precoce, médio e precoce, respectivamente (DKB 240 – arquitetura moderna, PIONEER 30R50 e SG 6010 – arquitetura antiga) em três espaçamentos entre linhas (0,45; 0,70 e 0,90 m), onde concluíram que a redução no espaçamento entre linhas promoveu aumento no número de espigas por planta e o incremento na produtividade de grãos na cultura do milho.

Vazquez et al. (2012) utilizando espaçamentos entre linhas (0,45; 0,70 e 0,80 m), avaliando o desempenho de três híbridos simples de milho (AG 7000, AG 8060 e DKB 390) e dois híbridos triplos de milho, (AG 7040, DKB 350), de ciclos precoces e em uma densidade populacional final próxima de 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>, concluíram que no espaçamento de 0,45 m, a produtividade de grãos foi 11% superior à obtida com 0,80 m entrelinhas, não diferindo de 0,70 m.

Utilizando os espaçamentos entre linhas 0,45 e 0,90 m e cinco densidades de semeadura 40, 55, 70, 85 e 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> para avaliar a produtividade do híbrido de milho DKB 390 YG<sup>®</sup> (híbrido simples de ciclo precoce), Takasu et al. (2014a) verificaram

que a redução do espaçamento entrelinhas de plantas proporcionou o aumento da altura de planta, da altura de inserção da espiga, do número de grãos por fileira, do número de grãos por espiga, da massa de cem grãos e da produtividade.

Por outro lado, existem autores que não obtiveram incrementos significativos na produtividade de grãos de milho com a redução do espaçamento entre linhas. Resultados de pesquisa realizado por Takasu et al. (2014b), avaliando as características agrônômicas e a produtividade do híbrido simples de ciclo precoce DKB 390 PRO, submetido a diferentes preparos do solo, espaçamentos entrelinhas e densidades populacionais, concluíram que a redução do espaçamento de 0,90 para 0,45 m proporcionou aumento no diâmetro do colmo e no número de espigas por planta e reduziu a altura de inserção da espiga, porém não interferiu na produtividade de grãos.

Em outro trabalho semelhante, Ubert et al. (2014), em experimento utilizando o híbrido de milho Pioneer 32R48 testado com diferentes densidades de semeadura (45, 60, 75, 90 e 105 mil plantas ha<sup>-1</sup>) no espaçamento de 40 cm, e a testemunha em espaçamento 80 cm e com densidade de 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, verificaram que a população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup> em espaçamento reduzido foi a que proporcionou a maior produtividade.

Já Torres et al. (2013), na avaliação de três híbridos: AG9040 (híbrido simples, ciclo superprecoce e arquitetura foliar ereta), P30F35 (híbrido simples, ciclo precoce e arquitetura foliar normal) e o P30K75Y (híbrido simples modificado, ciclo precoce e arquitetura foliar normal), em dois espaçamentos entre linhas (0,45 e 0,90 m), concluíram que o espaçamento de 0,90 m proporcionou os maiores valores de comprimento da espiga, número de grãos por espiga e produtividade para os híbridos avaliados, sendo que o híbrido P30F35 apresentou maior número de grãos por espiga, massa de cem grãos e produtividade.

Assim, Sangoi et al. (2012) afirmam que a escolha adequada da melhor interação entre espaçamento entre linhas e densidade de plantas melhora a interceptação da radiação solar incidente pela comunidade de plantas de milho, fazendo com que a produtividade seja crescente.

### **3.6 Influência da densidade de plantas na cultura do milho**

Há mais de uma década, conforme afirmaram Dourado Neto et al. (2003), que a evolução das práticas de manejo na cultura do milho, com o uso de híbridos de alto potencial

produtivo contribuem para o acréscimo da densidade de plantas. Nos programas de melhoramento de milho, já se buscavam genótipos com elevada resposta produtiva em elevadas densidades populacionais, de 80 mil a 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e sob espaçamentos entre linhas mais reduzidos, o que depende da disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, genótipo, época de semeadura e espaçamento entre as linhas (SANGOI et al., 2002).

De maneira geral, a densidade populacional ótima para um determinado híbrido corresponde a um determinado número de plantas por unidade de área que induz o maior rendimento de grãos. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por área (KAPPES, 2010).

Emygdio e Teixeira (2008) afirmam que o número de grãos por espiga e o peso dos grãos, não têm plasticidade suficiente para compensar possíveis reduções no número de plantas e, conseqüentemente, de espigas por área, provocadas por estandes inadequados de plantas. Assim, a escolha adequada do arranjo de plantas pode favorecer a interceptação da radiação solar recebida pela cultura.

Trabalhos conduzidos por Takasu et al. (2014b) no Estado do Mato Grosso do Sul, utilizando o híbrido simples, precoce, DKB 390 PRO (DEKALB®), verificaram que o aumento da densidade de 40.000 para 100.000 plantas ha<sup>-1</sup> proporcionaram aumento da produtividade de grãos, na altura de planta e de inserção da espiga e redução no diâmetro do colmo, comprimento de espiga, diâmetro da espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, prolificidade e na massa de 100 grãos, enquanto a redução do espaçamento entrelinhas de 0,90 para 0,45 m aumentou o diâmetro do colmo e a prolificidade, reduzindo a altura de inserção da espiga.

Outro trabalho semelhante realizado também no Estado do Mato Grosso do Sul, por Ferreira (2012), testando cinco populações (40.000; 55.000; 70.000; 85.000 e 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e dois espaçamentos entre linhas (0,45 e 0,90 m) utilizando híbrido simples de milho DKB 390 YG, constatou que em relação ao rendimento de grãos, não foi verificado diferença significativa pelo fator espaçamento entre linhas de 0,45 e 0,90 m. Contudo, houve maior rendimento na população de 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>, com produtividade 10.410 kg ha<sup>-1</sup>.

De acordo com Uate et al. (2014), em avaliação a quatro híbridos de milho no Estado de Minas Gerais, sendo dois desses, híbridos simples precoces (DOW 2B 587 e GNZ 2004) e dois híbridos triplos (CD 384 HX, precoce e o AG 4051, semiprecoce) em três densidades de plantas (55.000, 70.000 e 85.000 plantas ha<sup>-1</sup>), nos espaçamentos entre linhas de 0,80 e 0,55



m, observaram que o espaçamento entre linhas de 0,55 m e a densidade 85.000 plantas ha<sup>-1</sup> proporcionaram aumento na produtividade de grãos.

Analisando o rendimento de grãos do híbrido duplo AG 1051, no Estado de São Paulo, proporcionado por diferentes populações de plantas (45.000, 60.000 e 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>), combinadas em dois espaçamentos entre linhas (0,45 e 0,90 m), Calonego et al. (2011), verificaram que houve aumento da produtividade de grãos com o aumento da população de plantas de 45.000 para 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, mesmo havendo sintomas de competição intraespecífica apontados pelo maior crescimento das plantas em altura e pelo menor diâmetro de colmo.

Quando foram utilizados, no Estado do Mato Grosso, os híbridos AS 32 (híbrido duplo, ciclo precoce, porte médio) e AS 1540 (híbrido simples, arquitetura moderna, ciclo precoce, porte médio) nas densidades 40.000, 60.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, Silva et al. (2014), obtiveram incremento na produtividade de grãos de 12,5 e 13,6% para as densidades de 60.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente, quando comparadas à população de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O trabalho conduzido por Mendes et al. (2013) no Estado do Paraná, testando os híbridos DKB 240Y e P1630H, em duas densidades populacionais (75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>) com espaçamento de 0,45 m entre linhas, concluíram que a densidade de plantas influenciou a altura de plantas (AP); altura de inserção de espiga (AE); diâmetro do colmo (DC); peso de 1.000 grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD), sendo que o híbrido DKB240Y apresentou maior produtividade com 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, enquanto P1630H foi mais produtivo com 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, evidenciando resposta diferenciada ao adensamento populacional.

Resultados obtidos em um experimento conduzido por Lima et al. (2012), com o objetivo de avaliar o comportamento agrônomico de híbridos simples comerciais de milho, modernos (2B707 e 2B710), em três densidades (50.000, 55.000 e 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>), em espaçamento entre linhas de 0,50 m, no Estado do Maranhão, verificaram que com aumento da densidade ocorreu diminuição significativa do comprimento da espiga, número de grãos por fileira e peso médio de espiga. A população ideal foi a de 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>, onde o rendimento de grãos foi mais elevado. Ainda, ocorreram diferenças significativas entre híbridos, exceto para o número de fileiras de grãos. O híbrido 2B707 apresentou maior altura,

comprimento de espiga, número de grãos por fileira, peso médio de espiga e rendimento de grãos, onde o híbrido 2B710 supera o híbrido 2B707 no diâmetro da espiga e no peso de grão.

É importante ressaltar, que as diferenças na resposta à densidade entre cultivares precoces e tardias são mais acentuadas quando o nível de produtividade é elevado. Com tetos de produtividade baixos, há pouco efeito do ciclo do genótipo na definição da densidade de plantas ótimas (FERREIRA, 2012).

### **3.7 Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho**

Dentre os nutrientes de maior exigência pela cultura do milho, o nitrogênio (N) é assimilado em maiores quantidades e é o que mais limita sua produtividade de grãos (COELHO, 2006). Além disso, esse nutriente está diretamente relacionado com o crescimento (FRANÇA et al., 2011), visto que plantas deficientes de N podem apresentar redução de altura e menores áreas foliares, comprometendo a fotossíntese devido a menor interceptação da radiação solar.

O N atua no crescimento vegetativo, influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e no diâmetro de colmo (FORNASIERI FILHO, 2007). A eficiência de absorção do (N) pelas plantas normalmente é igual ou menor que 60% (BROCH & RANNO, 2008). Maiores doses de nitrogênio possibilitam também elevar o teor de nitrogênio foliar, que, por sua vez, é precursor da molécula de clorofila, que é o pigmento essencial para absorção de luz e a atividade fotossintética (AMARAL FILHO et al., 2005).

Além disso, o N é o nutriente mais acumulado pelas plantas e exportado nos grãos na cultura do milho. Seu manejo é bastante complexo pela dificuldade em avaliar sua oferta no solo, devido às múltiplas reações a que está sujeito, mediadas por microrganismos e afetadas por fatores climáticos de difícil previsão. A grande frequência e magnitude das perdas do nitrogênio por lixiviação no perfil do solo requer que as adubações nitrogenadas sejam parceladas em épocas que coincidam com a maior demanda pelas plantas. Considerando o índice de colheita dos grãos na massa seca total da parte aérea de no mínimo 45%, mais da metade do nitrogênio acumulado na planta é exportado nos grãos, em proporção muito superior ao potássio (26%) e inferior ao fósforo (80%) (DUARTE & CANTARELLA, 2014).

Fancelli (2010) recomenda aplicar de 35 a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura e o restante em cobertura, quando a planta de milho apresentar 4 folhas completamente desdobradas, sendo que o limite máximo para fazer a aplicação é quando a planta tiver 8 folhas completamente expostas. Quando a dose necessária, calculada a partir de uma análise de solo, for maior que 150 kg ha<sup>-1</sup> de N e na composição do solo haver mais de 35% de argila, a dosagem de N deve ser parcelada. Quando isto ocorrer, a primeira dose deve ser aplicada quando a planta tiver entre três e quatro folhas e o restante entre seis e oito folhas.

No estágio de quatro a seis folhas, ocorrem as diferenciações das várias partes da planta e a definição de sua produção potencial. Os componentes da produção, como número de fileiras de grãos por espiga e tamanho da espiga é definida nos estádios de quatro a seis folhas, necessitando nessa época de um suprimento adequado de N. Assim, a ocorrência de deficiência de N nesta fase reduz o número de óvulos nos primórdios da espiga (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000; SCHRÖDER et al., 2000).

Segundo Coelho et al. (2010), devido à extrema complexidade da dinâmica do nitrogênio no solo, a qual é fortemente influenciada pelas variáveis ambientais, os resultados de experimentos de campo não são consistentes o bastante para que se possa generalizar a recomendação dessa prática. Por outro lado, de acordo com estes autores, a aplicação de N em cobertura quase sempre assegura incrementos significativos no rendimento de milho, independentemente da precipitação pluvial ser normal ou excessiva, principalmente no período inicial de desenvolvimento da cultura.

Conforme Mendes et al. (2011), em experimento com aplicação de 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura utilizando como fonte a ureia convencional, em duas densidades de plantas (65.000 e 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>), observaram aumento significativo de produtividade de grãos com a aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na densidade 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>, apresentando incremento de produtividade de grãos acima de 1.500 kg ha<sup>-1</sup>.

Segundo Valderrama et al. (2011), em experimento com aplicação de 0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, utilizando como fontes a ureia convencional e a ureia revestida por polímeros, observaram aumento significativo de produtividade de grãos com a aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que representou aumento de 78,25% em relação ao tratamento controle sem N.

Também, muito se discute a respeito de quantidades de N aplicadas à cultura do milho, bem como a sua influência na produtividade. Conforme citado por Farinelli e Lemos,

(2010), a quantidade média de N empregada em lavouras comerciais do Brasil é de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo muito inferior às da China e dos Estados Unidos, que correspondem a 130 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

Nos sistemas que visam altas produtividades e em cultivos de sequeiro, as recomendações são de 60 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura e, em cultivos irrigados, de 120 a 160 kg ha<sup>-1</sup> de N (SOUZA et al., 2003; AMARAL FILHO et al., 2005; GROSS et al., 2006; PAVINATO et al., 2008). Resultados de pesquisa também vêm demonstrando que o potencial produtivo da cultura está relacionado à aplicação de doses de N que variam de 90 a 180 kg ha<sup>-1</sup> de N (SILVA et al., 2005a; GROSS et al., 2006; VELOSO et al., 2006; GOMES et al., 2007). Contudo, já se obtiveram respostas significativas com quantidades acima de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicadas em cobertura (PAVINATO et al., 2008).

Resultados obtidos em um experimento por Melo et al. (2011), utilizando cinco doses de nitrogênio na forma de ureia (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N), para avaliar dentre outras características, a influência das doses nos componentes de produção e no rendimento do híbrido simples BRS 1001, de ciclo médio, concluíram que os componentes de produção: número e massa de grãos por espiga e massa de grãos por planta, aumentaram com o acréscimo da dose de N, aumentando assim, o rendimento de grãos.

Outro resultado que corrobora com esta mesma linha de pesquisa foi realizado por Mota et al. (2015), avaliando o efeito de quatro doses de N em cobertura: (0, 70, 140 e 280 kg ha<sup>-1</sup>) sobre o rendimento de grãos de milho, utilizando o híbrido simples, precoce, P30R50H, semeado na densidade de 90.000 plantas ha<sup>-1</sup> e espaçamento entrelinhas de 70 cm, concluíram que o rendimento de grãos aumentou linearmente com a elevação das doses de N em cobertura.

É importante salientar que os diversos híbridos e variedades de milho requerem quantidades diferentes de N, de acordo com seu potencial produtivo, sendo que os híbridos são menos eficientes no uso do nitrogênio em altos níveis do suplemento nitrogenado. Além disso, a eficiência do uso de N diminui em relação ao aumento de doses aplicadas, em vista de o suprimento de N exceder as necessidades da cultura (FERNANDES et al., 2005).

Em trabalho conduzido por Mendes et al. (2013), com aplicação de 0, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura utilizando como fonte sulfato de amônio, constataram um aumento na produtividade de grãos quando utilizada a adubação de cobertura de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, independente da densidade de plantas e do híbrido de milho utilizado.

Segundo Kappes et al. (2014), avaliando a influência de duas fontes de N: ureia e sulfato de amônio, aplicados nas doses 0; 50; 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, realizadas nos estádios de desenvolvimento V5 e V8, sendo o híbrido utilizado o BG 7049, semeado no espaçamento de 0,90 m entrelinhas, concluíram que a produtividade foi um dos fatores analisados que aumentou linearmente com o incremento nas doses de nitrogênio.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 467-473, 2005.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.
- BRANDÃO, A. M.; JULIATTI, F. C.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; DO VALE, F. X. R.; HAMAWAKI, O. T. Fungicidas e épocas de aplicação no controle da ferrugem comum (*Puccinia sorghi* Schw.) em diferentes híbridos de milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 43-52, 2003.
- BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; SANTOS, A. O.; SANTOS, S. Reação de híbridos de milho e comparação de métodos para avaliação da Cercosporiose e Mancha Branca. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, p. 35-41, 2011.
- BROCH, D.L.; RANNO, S.K. **Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho**. In: BROCH, D.L. (Coord.) Tecnologia de Produção: Soja Milho. 2008/2009. n.5. Maracaju: Fundação MS, 2008. p.133-141.
- CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**. Dourados, v.4, n.12, p.84-90, 2011.
- CARDOSO, J. M.; CARVALHO, H. W. L.; BASTOS, E. A.; PACHECO, C. A. P.; ROCHA, L. M. P. Rendimento de grãos e eficiência do uso de água no cultivo de milho geneticamente modificado no município de Teresina - PI, Brasil, em condições climáticas contrastantes. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 08, p. 697-704, 2015.
- CARDWELL, V.B. Fifty years of Minnesota corn production sources of yield increase. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, p.984-990, 1982.
- CASA, R. T.; REIS, E. M. **Doenças na cultura do milho**. In: **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, v.4. p.1-18, 2003.
- CASELA, C. R. Manejo de Doenças do Milho Causadas por Fungos Necrotróficos. **XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. Mato Grosso. 2004.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. A. Doenças na cultura do milho. **Circular técnica 83**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 14p. dez. 2006.

COELHO, A. M. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas, Embrapa-CNPMS. 10p. (Circular Técnica, 78). 2006.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G. E. de; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. **Nutrição e adubação do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de Produção, 1. Versão Eletrônica – 6º edição. Set./2010.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, decimo primeiro levantamento**. Ago. 2015. Disponível em [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_11\\_08\\_55\\_08\\_boletim\\_graos\\_a\\_gosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_11_08_55_08_boletim_graos_a_gosto_2015.pdf) Acesso em: 18 ago. 2015.

COSTA, D. F.; VIEIRA, B. S.; LOPES, E. A.; MOREIRA, L. C. B. Aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 98-105, 2012.

COSTA, F.M. Análise da curva e progresso temporal de doenças foliares na cultura do milho Zea mays L., sob a aplicação da mistura fungicidas triazóis e estrobirulinas. 2007. 56p. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho, Jaboticabal.

CRUZ, J. C; PERREIRA FILHO, I. A.; QUEIROZ, L. R. **Milho: Cultivares para 2013/2014**. 2015. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php/> >. Acesso em: 18 ago. 2015.

DEMÉTRIO, C. S. Desempenho agrônômico de híbridos de milho em diferentes arranjos populacionais em Jaboticabal – SP. 2008. 53 f. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

DOURADO NETO, D.D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H. **Oferta harmônica**. Instituto Agrônômico (IAC). Fevereiro 2014 • [www.revistacultivar.com.br](http://www.revistacultivar.com.br), acesso em 27 mai. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2012. [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/cultivares.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/cultivares.htm). Acesso em: 20 ago. 2015.

EMYGDIO, B.M.; TEIXEIRA, M.C.C. Densidade de plantas e espaçamento entre linhas para o híbrido de milho BRS 1002. **Circular Técnica 68**. Outubro, 2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FANCELLI, A.L. **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute Brazil, 2010. p.1-24. (Informações Agronômicas, n. 131).

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade e eficiência agronômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 135-146, 2010.

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.195-204, 2005.

FERREIRA, J. P. Características agronômicas do milho sob diferentes arranjos espaciais e densidades de plantas em região de cerrado. 2012. 87f. **Dissertação** (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Ilha Solteira, 2012.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.  
FRANÇA, S.; MIELNICZUK, J.; ROSA, M. G.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. Nitrogênio disponível ao milho: crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol. 15 n° 11, Campina Grande. Nov.2011.

GILO, E. G.; SILVA JUNIOR, C. A.; TORRES, F. E.; NASCIMENTO, E. S.; LOURENÇÃO, A. S. Comportamento de híbridos de milho no Cerrado Sul-Matogrossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 908-914, Nov./Dec. 2011.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G. da; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 931-938, 2007.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, 30:387-393, 2006.

JULIATTI, F.C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; 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.

KAPPES, C. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. 2010. 125 f. **Dissertação** (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2010.

KAPPES, C; ANDRADE, J.A.C; ARF, O; OLIVEIRA, A.C; ARF, M.V; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.334-343, 2011.



KAPPES, C; ARF, O; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 201-217, 2014.

LI, C.; LI, Y.; SHI, Y.; SONG, Y.; ZHANG, D.; BUCKLER, E. S.; ZHANG, Z.; WANG, T.; LI, Y. Genetic Control of the Leaf Angle and Leaf Orientation Value as Revealed by Ultra-High Density Maps in Three Connected Maize Populations. **PLOS ONE**, Pennsylvania State University, UNITED STATES, 2015.

LIMA, C. F.; ARNHOLD, E.; ARAUJO, B. L.; OLIVEIRA, G. H. F.; JUNIOR, E. A. Avaliação de híbridos de milho sob três densidades populacionais em fronteira agrícola no Maranhão. **Comunicata Scientiae**, p. 30-34, 2012.

McCULLOUGH, D.E., AGUILERA, A., TOLLENAAR, M. Nuptake, N partitioning, and photosynthetic N-use efficiency of an old and new maize hybrid. **Canadian Journal of Plant Science**, Quebec, v.74, p.479-484, 1994b.

McCULLOUGH, D.E., GIRARDIN, P.H., MIHAJLOVIC, M., et al. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new maize hybrid. **Canadian Journal of Plant Science**, Quebec, v.74, p.471-477, 1994a.

MELO, F. D. B.; CORÁ, J. E.; CARDOSO, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 1, p. 27-31, 2011.

MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; FARIA, M. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; ROSÁRIO, J. G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no Centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 176–192, 2011.

MENDES, M.C; MATCHULA, P.H; ROSSI, E.S; OLIVEIRA, B.R; SILVA, C.A; SÉKULA, C.R. Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de híbridos de milho em espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 92-101, 2013.

MODOLO, A.J; CARNIELETTO, R; KOLLING, E.M; TROGELLO, E; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 435-441, jul-set, 2010.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39:512-522, 2015.

MÜLLER, T. M. Inoculação de *Azospirillum brasiliense* associada a níveis crescentes de adubação nitrogenada e o uso de bioestimulante vegetal na cultura do milho. **Dissertação** (Mestrado em Sistema de Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste - Unicentro, Guarapuava, 2013.

NOVAIS, R. F. Comportamento de dois híbridos duplos (*Zea mays* L.) AG206 e H6000 em três populações de plantas e três níveis de nitrogênio. 1970. 64 f. **Dissertação** (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1970.

PAES, J. M. V.; ZITO, R. K. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 54-64, 2006.

PALHARES, M. Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho. 2003. 90 f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; DUDIENAS, C.; SAWAZAKI, E.; LÜDERS, R.R. Variabilidade genética de híbridos triplos de milho para resistência à ferrugem tropical. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.1, p.63-69, 2002.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.

PEREIRA, R. S. B. Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 5, p. 745-751, 1991.

PILETTI, G.J.; CASA, R. T.; BAMPI, D.; PILETTI, L. M. M. S.; STOLTZ, J. C.; SANGOI, L.; MICHELUTTI, D. Reação de híbridos de milho à mancha-de-macrospora. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.1, p.24-28, 2014.

RAJCAN, I., TOLLENAAR, M. Source-sink ratio and leaf senescence in maize. I. Dry matter accumulation and partitioning during the grain-filling period. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.60, p.245-253, 1999a.

RAJCAN, I., TOLLENAAR, M. Source-sink ratio and leaf senescence in maize. I. Metabolism of nitrogen and soluble carbohydrates during the grain-filling period. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.60, p.255-265, 1999b.

RIBEIRO, N.A.; CASA, R.T.; BOGO, A.; SANGOI, L.; WILLE, L. 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, p. 1003-1009, 2005.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

RIVERA, A. A. C. R. Análise agrônômica e econômica de sistemas de produção de milho. 89 f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Lavras, Minas Gerais, 2006.

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

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.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; VIEIRA, J.; PICOLI JR., G. J.; SOUZA, C. A.; RICARDO CASA, R. T.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; MACHADO, G. C.; HORN, D. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p. 268-277, 2012.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 263-271, 2007.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SILVA, P. R. F.; SCHMITT, A.; VARGAS, V. P.; CASA, R. T.; SOUZA, C. A. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p.609-616, jun. 2011.

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 151-154, 2000.

SEAB, Secretária de estado de Agricultura e Abastecimento. **Estimativa de safra 2015/2016**. Departamento de Economia Rural (DERAL). Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em 01 mar. 2016.

SILVA, A.F.; SCHONINGER, E.L.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M.A.C. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 162-173, 2014.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 353-362, 2005.

SILVA, H.P. Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 2007, **Dourados. Anais**. Dourados, 2007. p.162-181. (Documentos, 89).

SILVA, O. C.; SCHIPANSKI, C. A. **Manual de identificação e manejo das doenças do milho**. Castro: Editora Fundação ABC, 2006. 97p.

SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ALVES SOBRINHO, T.; FEDATTO, E.; ZANON, G. D.; HASEGAWA, E. K. B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 55-62, 2003.

STACCIARINI, T. V.; CASTRO, P. H. C.; BORGES, M. A.; GUERIN, H. F.; MORAES, P. A. C.; GOTARDO, M. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.4, p. 516-519, 2010.

TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; HAGA, K. I.; ARF, O.; GITTI, D. C. Características agronômicas da cultura do milho em função do preparo de solo e arranjo espacial de plantas. **Revista Agrarian**. Dourados, v.7, n.26, p.485-495, 2014 b.

TAKASU, A.T.; RODRIGUES, R. A. F; GOES, R.J; ARF, O; HAGA, K.I. Desempenho agronômico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas. **Revista Agrarian**. Dourados, v.7, n.23, p.34-41, 2014 a.

TOLLENAAR, M. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. **Crop Science**, Madison, v.29, p.1365-1371, 1989.

TOLLENAAR, M. Is low plant density a stress in maize? **Maydica**, Bergamo, v. 37, n. 2, p. 305-311, 1992.

TOLLENAAR, M.; AGUILERA, A.; NISSANKA, S. P. Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 2, p. 239-246, 1997.

TORRES, F. E.; LANGHI, G.; TEODORO, P.E.; RIBEIRO, L.P.; CORRÊA, C. C. G.; OLIVEIRA, E. P. Desempenho de híbridos de milho cultivados em diferentes espaçamentos na região do cerrado brasileiro. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 36, n. 4, p 411-416, 2013.

UATE, J.V.; VON PINHO, R.G.; CANCELLIER, L.L. Efeito do espaçamento entre linhas e densidade de plantas na produção da cultura de milho. **Revista Científica da UEM**. vol. 1, p. 13-20, 2014.

UBERT, I. P; ALMEIDA, C. A. S; CHIODELLI, E; BRESOLIN, F; CASTANHO, M; SOLIGO, S; CAMILLO, M. F. Efeito de diferentes densidades na produtividade de grãos de milho (*zea mays* l.) em espaçamento reduzido. **RAMVI**, Getúlio Vargas, v. 1, 2014.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VAZQUEZ, G. H.; GARCIA, F. P.; ASSIS, A. V. DE. Influência do espaçamento na produtividade de híbridos de milho sob alta densidade populacional. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v.6 n.2, p. 79-88, 2012.

VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N.; DOURADO NETO, D.; MIRANDA, J. H.; SILVA, E. C.; SOUSA, V. F. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzea, sob sistema de drenagem subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n. 3, p. 382-394, 2006.

VON PINHO, R. G.; RIVERA, A. A. C.; BRITO, H. N.; LIMA, T. G. Avaliação agronômica do cultivo de milho em diferentes níveis de investimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 39-46, 2009.

YAGUSHI, J.T. Análise da Conjuntura Agropecuária – Safra 2014/2015: Milho. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho\\_2014\\_15.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_2014_15.pdf)> Acesso em janeiro 2015.

ZANATTA, P. Controle preventivo de doenças foliares em híbridos comerciais de milho com fungicidas em espaçamento reduzido. **Dissertação** (Mestrado em Sistema de Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste - Unicentro, Guarapuava, 2013, 64f.

# CAPÍTULO I - SEVERIDADE DE DOENÇAS FOLIARES ASSOCIADA A DENSIDADE DE PLANTAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO

## RESUMO

O uso de espaçamento reduzido para a cultura do milho requer variação na densidade de plantas e a aplicação de doses elevadas de nitrogênio, que podem influenciar a severidade de doenças foliares e reduzir a produtividade de grãos de híbridos de arquitetura moderna e antiga. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as respostas de híbridos de milho comerciais, com arquitetura moderna e antiga, sob a influência de doses crescentes de adubação nitrogenada em cobertura associadas a diferentes densidades de semeadura, em espaçamento reduzido (0,45 m), sobre a severidade da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), no município de Guarapuava – PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial (6x3x3), sendo seis híbridos simples de milho, divididos em 2 Grupos: 1 – híbridos de arquitetura moderna (AG8025Y, DKB 240Y, P1630H) e 2 – híbridos de arquitetura antiga (P30R50H, DKB 390Y e P32R48H); três populações (60.000; 75.000; 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e três níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), na safra agrícola 2012/2013. Houve maiores áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para a mancha foliar de diplodia e helmintosporiose nos híbridos de milho de arquitetura moderna, quando utilizado o espaçamento reduzido. Para a ferrugem comum, a AACPD foi maior nos híbridos de arquitetura antiga, sendo influenciada pelo híbrido de milho, pela densidade de plantas e dosagem de adubação de cobertura utilizada.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*).

## ABSTRACT

The use of reduced spacing for corn need variation within plant density and the application of high nitrogen levels, may influence the occurrence of diseases and will reduce the productivity of modern and old architecture of hybrid grains. This study was conducted with the main objective to evaluate the commercial corn hybrids responses, with modern and old architecture, under the influence of nitrogen as topdressing associated to different seeding densities, reduced spacing (0,45 m), on the severity of common rust (*Puccinia sorghi*), leaf spot diplodia (*Stenocarpella macrospora*) and helminthosporium (*Exserohilum turcicum*), within Guarapuava city. The experimental design was a randomized block, with three replications, in a factorial scheme (6x3x3), where six corn hybrids were divided into two different groups: First One - hybrids of modern architecture (AG8025Y, DKB 240Y, P1630H) and second one - hybrid of old architecture (P30R50H, DKB 390Y and P32R48H); three populations (60,000; 75,000; 90,000 plants ha<sup>-1</sup>) and three levels of nitrogen as topdressing (0; 90 and 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), using urea as a source, totaling 162 plots, during the 2012/2013 growing seasons. There were higher AUDPC for diplodia leaf spot and helminthosporium in the corn hybrid of a modern architecture when using the reduced spacing. For severity of common rust, the AUDPC was higher in the corn hybrid of old architecture, it is influenced by corn hybrid, plant density and topdressing dosage used in the reduced spacing.

**Keywords:** *Zea mays*, common rust (*Puccinia sorghi*), diplodia leaf spot (*Stenocarpella macrospora*) and helminthosporium (*Exserohilum turcicum*).

## 4.1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1990, observou-se severas perdas na produção de milho, tanto em qualidade quanto em quantidade, devido ao aumento da incidência e da severidade de algumas doenças fúngicas foliares na cultura, o que pode estar relacionado a vários fatores, tais como o manejo inadequado da cultura, cultivos sucessivos de milho (safra e safrinha) e irrigação sem critérios técnicos.

Dentre as doenças que vêm causando sensível redução qualitativa e quantitativa na produção de milho, apresentando importância econômica, estão a ferrugem comum, provocada pelo fungo *Puccinia sorghi*, a mancha foliar de diplodia, causada por *Stenocarpella macrospora*, e a helmintosporiose, causada por *Exserohilum turcicum* (ZANATTA, 2013). Isso se dá por causa do aumento do número de lesões e da área afetada por elas, que podem determinar a necrose e a morte prematura das folhas, limitando a interceptação da radiação solar e a translocação de fotossintatos necessários ao desenvolvimento de grãos (SANTOS et al., 2013).

Devido à grande importância da cultura do milho, tanto para o Brasil como para os demais países do mundo, é constante a demanda por novas tecnologias que proporcionem incrementos em produtividade (MENDES et al., 2013). Dessa forma, as regiões produtoras vêm intensificando algumas práticas, como o aumento da população de plantas, sobretudo em espaçamentos reduzidos, obtendo respostas diferenciadas dos diferentes híbridos a essas variações, inclusive em relação à severidade de doenças (FARIA et al., 2015).

A diversidade de atributos impostos aos híbridos de arquitetura moderna, para se aumentar a tolerância ao adensamento e dar ênfase a precocidade, tais como redução no número de folhas, na área foliar, na estatura de planta, na altura de inserção de espiga, fazendo com que a planta fique mais compacta, geralmente tem influência positiva, pois ocorre um aumento da eficiência de absorção de nutrientes e água, refletindo no rendimento de grãos. (SANGOI et al., 2002). Contudo, esses atributos podem influenciar de forma negativa quanto a tolerância dos híbridos às doenças foliares, resultando em plantas mais sensíveis a doenças e estresses ambientais (ZANATTA, 2013).

Da mesma forma, a fertilidade do solo e as práticas de adubação merecem atenção. Os nutrientes podem conferir diferentes níveis de tolerância das plantas aos patógenos. A nutrição mineral equilibrada, principalmente com relação ao nitrogênio, pode atenuar a



severidade de doenças, por esse nutriente ser um dos que participa dos mecanismos de defesa dos vegetais. Porém, quando em excesso, aumenta a severidade de determinadas doenças, pois as plantas adubadas com doses elevadas de N possuem maior quantidade de tecidos jovens, pouco lignificados, suscetíveis ao ataque de patógenos (TOMAZELA et al., 2006). Além disso, é importante salientar sobre as condições edafoclimáticas ocorridas nas diferentes safras agrícolas de cada região, merecendo muita atenção, pois exercem efeitos diferentes a cada ano, sendo que, a cada safra agrícola, ocorre uma maior e/ou menor pressão, fazendo com que algumas doenças foliares sejam responsáveis por reduções de 40% na produtividade dos grãos (SANTOS et al., 2013).

A Região Centro-Sul do Paraná caracteriza-se por apresentar temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar, com chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano, o que propicia o aparecimento de algumas doenças fúngicas foliares (ZANATTA, 2013).

Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar a severidade das doenças ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) em híbridos de milho de arquitetura moderna e antiga, cultivados em espaçamento reduzido (0,45m), por meio da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), nas condições de diferentes densidades de semeadura e níveis de adubações nitrogenadas em cobertura, no município de Guarapuava – PR, sem a utilização de fungicidas.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões do Grupo *MLCV*, no município de Guarapuava, na região Centro-Sul do Paraná (980 m de altitude, latitude 25°25' S e longitude 51°39' W), cujo solo é classificado como Latossolo Bruno Distroférrico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013), com temperatura média dos meses de outubro a março de 19° C (INPE, 2014).

O resultado da análise de solo da área experimental, antes da instalação, está apresentado na Tabela 1. As amostragens de solo foram realizadas na camada de 0 - 20 cm, correspondendo a uma amostragem composta, que foi na forma de plantio direto na palhada.

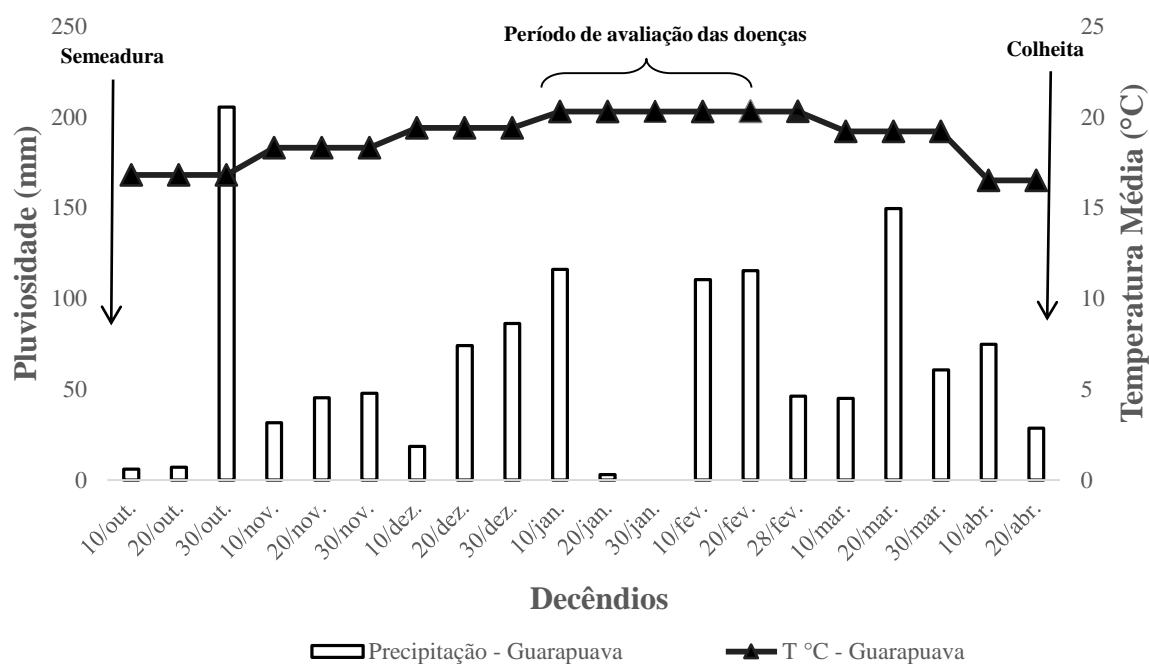
**Tabela 1.** Resultados da análise de solo (0 - 20 cm) realizada antes da instalação do experimento, em Guarapuava - PR.

Local	pH CaCl <sub>2</sub>	P Mehlich mg/dm <sup>3</sup>	K <sup>+</sup> .....cmol/dm <sup>3</sup> .....	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	T	V %	MO g/dm <sup>3</sup>
Guarapuava	5,0	2,6	0,18	3,9	2,3	0,00	5,1	11,51	55,2	42,9

\* Análise realizada no Laboratório de Análises Agronômicas – Tecsolo.

Legenda: pH – pH em cloreto de cálcio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de trocar cátions a pH 7,0; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica do solo.

O clima na região do município é classificado como subtropical, do tipo Cfb - subtropical mesotérmico úmido (PEEL et al., 2007), sem estação seca definida, com verões frescos e inverno moderado conforme a classificação de Köppen, em altitude de aproximadamente 1.100 m, com chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano, temperatura média mínima anual de 12,7° C, temperatura média máxima anual de 23,5° C e umidade relativa do ar de 77,9 %. Os valores das precipitações pluviométricas e das temperaturas médias do local de avaliação das doenças foliares estão expressos na Figura 1.



**Figura 1.** Dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) por decêndio, no Município de Guarapuava (PR), no período de outubro a abril na safra agrícola 2012/2013.

#### 4.2.2 Características dos híbridos de milho avaliados

Os genótipos avaliados no experimento são híbridos simples, precoces e superprecoces, com alto teto produtivo, provenientes de empresas privadas. A fim de que os resultados tenham representatividade para as lavouras comerciais, optou-se por seis diferentes híbridos simples de finalidade granífera, recomendados para o cultivo na região, divididos em dois grupos: Grupo 1: híbridos de arquitetura moderna (plantas de menor porte, folhas com lâminas mais eretas e estreitas) e Grupo 2: híbridos de arquitetura antiga (plantas de porte alto, folhas mais numerosas, maiores e decumbentes), cujas características estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características dos híbridos de milho utilizados no experimento\*.

	Híbrido	Ciclo	Arquitetura	Susceptibilidade			Densidade recomendada (mil plantas ha <sup>-1</sup> )
				F	D	H	
Grupo 1	AG 8025Y	P	Moderna	AT	-	MT	65-75
	DKB 240Y	P	Moderna	AT	-	T	70-80
	P1630H	SP	Moderna	MS	-	S	50-65
Grupo 2	P30R50H	P	Antiga	MS	-	MR	60-80
	DKB 390Y	P	Antiga	MS	-	MS	55-65
	P32R48H	SP	Antiga	S	-	MR	50-65

P = precoce; SP = superprecoce. F: ferrugem comum (*P. sorghi*); D: mancha foliar de diplódia (*S. Macrospora*) – sem informação; H: helmintosporiose (*E. turcicum*). AT: Altamente tolerante; T: Tolerante; MT - Medianamente tolerante; MS: Medianamente susceptível; S: Suceptível; MR: Medianamente resistente.

Grupo 1: Híbridos de Arquitetura Moderna; Grupo 2: Híbridos de Arquitetura Antiga.

\*Fonte: Informações fornecidas pelas empresas produtoras de sementes (Sementes Agroceres, Dekalb e Du Pont do Brasil S.A).

#### 4.2.3 Delineamento e detalhes experimentais

O experimento foi instalado no dia 06/10/2012. A área foi conduzida em sistema de plantio direto estabilizado, possuindo aveia (*Avena strigosa* Schreb) como cultura antecessora. A dessecação foi realizada 21 dias antes da semeadura, com herbicida a base de Glifosato na dosagem de 4,0 L ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, em esquema fatorial 6x3x3, sendo 54 tratamentos a campo. Foram utilizados seis híbridos de milho AG8025Y, DKB240Y, P1630H, P30R50H, DKB390Y, P32R48H, três densidades de plantas 60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup> e três níveis de adubação nitrogenada 0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>, totalizando 162 parcelas experimentais. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,45 m, sendo que cada parcela contou com uma área total de 13,5 m<sup>2</sup>, constituída de 6 linhas de 5 m de comprimento, sendo consideradas para avaliação as duas linhas centrais.

Para a realização da semeadura, primeiramente foram sulcadas e adubadas as linhas com semeadora para plantio direto. Em seguida, a semeadura foi realizada de forma manual, com a utilização de matracas, utilizando-se 45 sementes por metro linear, em profundidade média de 4 cm. Quando as plantas estavam no estágio fenológico de três folhas expandidas (V3), conforme escala proposta por Ritchie et al. (1993), foi realizado desbaste, com o objetivo de ajustar e assegurar as populações almeçadas em cada parcela, com a finalidade de

obter as densidades finais de: 60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, as quais foram mantidas até o ponto de colheita.

As sementes foram tratadas com inseticida do grupo químico dos neonicotinóides, na dose de 5 mL kg<sup>-1</sup> de sementes do produto comercial, objetivando evitar o ataque inicial de eventuais pragas de solo, especialmente lagarta elasm [ *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) ].

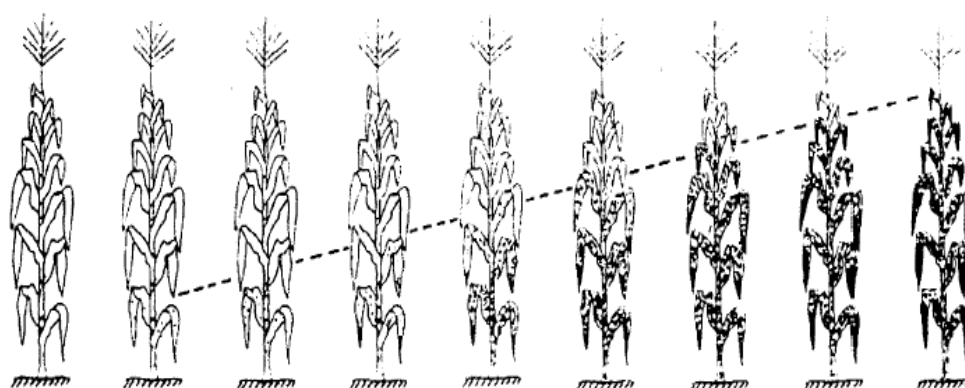
Para a adubação de base foi utilizado o fertilizante NPK de fórmula comercial 12-30-10 na dosagem de 350 kg ha<sup>-1</sup>, para todos os tratamentos, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CQFS-RS/SC, 2004).

Para a adubação nitrogenada de cobertura foi utilizado a ureia, em três níveis: 0; 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N. A adubação de cobertura para se atingir o nível de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de três a quatro folhas (V3-V4), com aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (45% N). Nos tratamentos com 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, foi realizada outra adubação de cobertura quando as plantas atingiram o estágio de seis a sete folhas (V6-V7), com aplicação de mais 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (45% N). A aplicação do fertilizante nitrogenado foi manual, em cobertura superficial à lanço (sem incorporação) e sob boas condições de umidade.

O controle das plantas daninhas, em pós-emergência, foi realizado com herbicida a base de Atrazina, 2,5 L ha<sup>-1</sup>, mais Benzoilciclohexanodiona, 240 mL ha<sup>-1</sup> e óleo mineral (1 L ha<sup>-1</sup>). Todos os outros tratamentos culturais utilizados foram os comumente empregados no cultivo do milho na região do Centro-Sul Paranaense, sendo a colheita realizada manualmente, após a maturação fisiológica das plantas, no dia 12 de abril de 2013.

#### **4.2.4 Severidade de doenças foliares**

Para a avaliação da severidade das doenças foliares nos híbridos avaliados, as plantas foram inicialmente marcadas com barbante, em número de seis plantas tomadas aleatoriamente, nas duas linhas centrais. As avaliações foram realizadas no período de 14 de janeiro a 18 de fevereiro de 2013, baseadas na utilização de notas para quantificar a severidade de doença em cada parcela, de acordo com a área foliar atingida, variando de 0 a 100%, obtidas com o auxílio da escala proposta pela Agrocere (1996) (Figura 2).



Escala								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
% de área foliar afetada								
0	0.5	10	30	50	70	80	90	100

**Figura 2.** Escala diagramática para a avaliação das doenças foliares do milho (Agrocères, 1996).

A partir das notas obtidas nas avaliações de plantas, foi determinada a evolução das doenças através do cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme SHANER e FINNEY, (1977).

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_{i+1} - Y_i) (T_{i+1} - T_i)}{2}$$

Onde:

Y<sub>i</sub>: severidade da doença na época da avaliação i=(i=1, n)

Y<sub>i+1</sub>: severidade da doença na época da avaliação

T<sub>i</sub>: época da avaliação

i: número de dias após a emergência das plântulas

T<sub>i+1</sub>: época da avaliação i+1

n: número total de avaliações

#### **4.2.5 Doenças avaliadas**

Durante o desenvolvimento da cultura, foi avaliada a severidade da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*). As avaliações iniciaram 100 dias após a semeadura e foram realizadas cinco avaliações, em intervalo de aproximadamente sete dias entre uma e outra.

#### **4.2.6 Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias pelo teste de Harley (RAMALHO et al., 2000). Posteriormente, foi realizada análise de variância. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

## 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.3.1 Condições climáticas ocorridas

Inicialmente, é importante ressaltar que a precipitação pluvial total constatada durante a condução do experimento foi considerada adequada (Figura 1), visto que ultrapassou 1000 mm e, segundo Fancelli, (2001), os máximos rendimentos de grãos são observados quando o consumo de água durante todo o ciclo está entre 500 e 800 mm. Na fase inicial da implantação da cultura, logo após a semeadura, meses de outubro a novembro, verificou-se bom volume pluviométrico.

Os dados de temperatura, fator que intervém em quase todas as funções da planta, foram adequados para o bom desenvolvimento da cultura, pois o milho produz melhor em temperaturas moderadas (KAPPES et al, 2013) e estiveram próximas a 20°C.

### 4.3.2 Avaliação de doenças foliares

Para a avaliação de doenças foliares, os valores de acúmulo pluviométrico e as temperaturas moderadas foram considerados suficientes para a obtenção de diferentes resultados nas avaliações, pois o clima, bem como a umidade relativa do ar, são fatores preponderantes para proporcionar o aparecimento de muitas doenças foliares na cultura, principalmente aquelas causadas por fungos (ZANATTA, 2013).

O resumo das análises de variâncias para a AACPD da ferrugem comum (*P. sorghi*), mancha foliar de diplodia (*S. macrospora*) e helmintosporiose (*E. turcicum*), estão apresentados na Tabela 3.



**Tabela 3.** Resumo da análise de variância com os quadrados médios para a AACPD da ferrugem comum (FER), mancha foliar de diplodia (DIPLO) e helmintosporiose (HELM), associada a dois grupos: 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), em diferentes densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, no espaçamento entre linhas 0,45 m, em Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.

FV	Quadrados Médios - Doenças			
	GL	FER	DIPLO	HELM
<b>HIB(GRUPO)</b>	4	282076,06**	55763,83**	3154066,21**
<b>ADUB</b>	2	11194,68	5319,89	66276,53*
<b>DENS</b>	2	3085,60	990,14	6264,14
<b>GRUPO</b>	1	1373794,94**	319720,06**	1334248,25**
<b>HIB*ADUB</b>	10	4126,20	2265,88	11129,43
<b>HIB*DENS</b>	10	10346,95	2933,01	16318,55
<b>GRUPO*ADUB</b>	2	1297,94	2298,00	6449,16
<b>GRUPO*DENS</b>	2	3910,01	849,33	39512,42
<b>HIB*ADUB*DENS</b>	20	13973,95**	1645,40	11766,35
<b>GRUPO*ADUB*DENS</b>	4	15678,19	1528,40	3854,15
<b>REP</b>	2	2966,30	17453,04	186596,69
<b>Erro</b>	102	6559,79	3199,71	14487,91
<b>Média</b>		384,99	170,33	545,79
<b>CV%</b>		21,04	33,21	22,05

\* P<0,05 e \*\* P<0,01

Pode-se observar que para a ferrugem comum (*P. sorghi*) houve diferença entre os tratamentos avaliados, sendo estes influenciados pelos híbridos de milho, pelas densidades de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, bem como pelas condições climáticas do ambiente, porém para as demais doenças foliares avaliadas mancha foliar de diplodia e helmintosporiose, houve efeito significativo para as fontes de variação híbrido e grupo.

#### 4.3.2.1 AACPF da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*)

Conforme Tabela 3, verificou-se que os resultados de AACPF para a ferrugem comum apresentaram efeito significativo da interação híbrido x adubação x densidade, evidenciando comportamento distinto entre os híbridos de arquitetura moderna e antiga, para as diferentes densidades de plantas e níveis de nitrogênio avaliados.

É importante salientar que as temperaturas no local do experimento estiveram próximas a 20°C (Figura 1), e segundo Sangoi et al. (2000), a severidade da ferrugem comum

se evidencia quando predominam temperaturas amenas, compreendidas entre 16 a 23°C. Ainda, prevaleceram temperaturas diurna moderadas, noites frias e uma precipitação pluvial que ultrapassou 1000 mm durante o ciclo da cultura (o que confere uma alta umidade relativa do ar), com formação de orvalho, e temperaturas que se elevavam após dias chuvosos, condições propícias para o aumento da severidade de doenças fúngicas (KAPPES et al., 2013).

A análise da severidade da doença é comumente utilizada para avaliar, por exemplo, o quanto uma doença foliar está sendo danosa a um determinado híbrido. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) tem sido uma ferramenta muito utilizada quando se trata de doenças foliares, por ser uma boa forma de avaliação do progresso das doenças, com base nos dados de severidade (ZANATTA, 2013).

Quando analisados os resultados em espaçamento reduzido, para a área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF), houve diferença significativa entre os Grupos 1 (híbridos de arquitetura moderna) e 2 (híbridos de arquitetura antiga), em que o Grupo 1 apresentou as menores (AACPF) independentemente da densidade e do nível de adubação nitrogenada em cobertura, conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Médias da área abaixo da curva de progresso da ferrugem comum (AACPF) obtidos para os diferentes híbridos de milho associada à densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.

HÍBRIDO	60000			75000			90000		
	0N	90N	180N	0N	90N	180N	0N	90N	180N
AG 8025Y	232,88 b	309,81 b	265,81 c	299,22 c	312,47 b	352,01 b	332,31 b	314,55 c	267,49 c
DKB 240Y	254,11 b	258,99 b	211,43 c	215,48 c	226,72 b	207,83 b	203,52 b	226,43 c	185,89 c
P 1630H	300,45 b	422,53 a	318,99 c	398,97 b	327,25 b	418,71 a	340,05 b	403,44 b	301,00 c
<b>Grupo 1*</b>	<b>262,48 bA</b>	<b>330,45 bA</b>	<b>265,41 bA</b>	<b>304,55 bA</b>	<b>288,81 bA</b>	<b>326,18 bA</b>	<b>291,96 bA</b>	<b>314,81 bA</b>	<b>251,46 bA</b>
P 30R50H	456,78 a	492,24 a	470,20 b	458,05 b	542,18 a	550,50 a	442,59 a	444,24 b	425,12 b
DKB 390Y	575,52 a	512,36 a	606,28 a	780,79 a	492,63 a	510,90 a	555,87 a	757,27 a	646,53 a
P 32R48H	367,40 b	431,41 a	290,21 c	377,48 b	326,9 b	240,98 b	316,62 b	395,96 b	410,08 a
<b>Grupo 2*</b>	<b>466,57 aA</b>	<b>478,67 aA</b>	<b>455,56 aA</b>	<b>538,77 aA</b>	<b>453,90 aB</b>	<b>434,13 aB</b>	<b>439,69 aA</b>	<b>532,49 aA</b>	<b>493,91 aA</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada tratamento de adubação de cobertura e letras maiúsculas na linha para os tratamentos com diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura em cada população de plantas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

\* Grupo 1: Híbridos considerados de arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados de arquitetura antiga.

Este resultado pode estar relacionado a arquitetura de plantas dos híbridos modernos. Por serem mais compactos, caracterizados pela presença de plantas baixas, com menor número de folhas e folhas eretas, além de serem mais adaptados ao espaçamento reduzido do

que os híbridos de arquitetura antiga, essas características melhoram a qualidade da luz no interior do dossel, diminuem a competição intraespecífica, resultando em maior absorção de nutrientes e maior eficiência do uso do nitrogênio (SANGOI et al., 2002), resultando em plantas mais resistentes.

Para os híbridos do Grupo 1, não foi possível verificar redução ou aumento de área foliar lesionada, pois os valores da AACPF foram semelhantes para as diferentes densidades de plantas e adubações nitrogenadas de cobertura. Estudos realizados por Kappes et al. (2013) demonstraram que utilizando maiores populações de plantas  $\text{ha}^{-1}$  houve redução linear na área foliar infectada pela ferrugem. Porém, neste estudo, observou-se que mesmo sob condições de elevada densidade populacional, em geral não houve aumento da severidade da doença (Tabela 4).

Analisando os híbridos do Grupo 2 na densidade de 75.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , observou-se diferença significativa entre os tratamentos com N em cobertura, em que a testemunha apresentou maior AACPF. Assim, com a remoção da adubação nitrogenada em cobertura, observou-se maior susceptibilidade das plantas ao patógeno. Isso pode ter sido influenciado pelo fato de que, uma planta com deficiência nutricional pode ser mais vulnerável a patógenos foliares, pois, o estado nutricional é componente primário para o controle de doenças, sendo o equilíbrio nutricional do vegetal considerado um dos principais fatores responsáveis por mecanismos de defesa frente aos fatores bióticos (SANTOS et al., 2013).

Houve diferença no comportamento dos híbridos no que concerne à AACPF. O híbrido DKB 390Y (arquitetura antiga) na densidade de 60.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , apresentou diferença significativa na adubação com 180  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, apresentando maior AACPF em relação aos demais híbridos de arquitetura moderna e antiga, avaliados. A susceptibilidade desse híbrido à ferrugem comum ficou evidente também nas densidades de 75.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , em que a testemunha apresentou maior AACPF (780,79) e na densidade de 90.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  e 90  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, onde o valor para a AACPF foi de 757,27 (Tabela 3). Da mesma forma, Santos et al. (2013), avaliando a ocorrência e severidade de ferrugem (*Puccinia* spp) em 9 genótipos de milho, em espaçamento de 0,7 m entre linhas, submetidos a quatro doses de nitrogênio (67, 112, 157 e 202  $\text{kg ha}^{-1}$ ), concluíram que os graus de severidade da doença variaram em resposta às doses de nitrogênio e entre os genótipos de milho avaliados.

Resultados de pesquisa realizados por Mendes et al. (2011), em espaçamento entre linhas de 0,80 m, demonstraram que o híbrido P30R50, de arquitetura antiga, quando

cultivado na densidade de 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, obteve menor AACPF em relação a densidade de 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>, na mesma região de estudo. Gralak et al. (2015), em trabalho realizado também no município de Guarapuava - PR, cujo objetivo foi avaliar as capacidades geral e específica de combinação de híbridos de milho, dentre eles o P30R50, para a severidade da ferrugem comum, obtiveram resultados médios para a AACPF inferiores aos encontrados nesta pesquisa, onde o espaçamento utilizado foi de 0,8 m e densidade de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

#### 4.3.2.2 AACPD da mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*)

Os resultados de AACPD, para a mancha foliar de diplodia (*S. macrospora*), em cada nível de adubação nitrogenada em cobertura, densidade de plantas, e híbridos de milho avaliados, encontram-se representados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Médias da área abaixo da curva de progresso da mancha foliar de diplodia (AACPD) obtidos para os diferentes híbridos de milho associada à densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.

HIBRIDOS	60000			75000			90000		
	0N	90N	180N	0N	90N	180N	0N	90N	180N
AG 8025Y	178,82 a	167,93 b	161,91 b	193,95 b	204,62 a	160,74 b	218,88 b	168,26 b	121,63 b
DKB 240Y	243,83 a	249,31 a	281,90 a	209,07 a	209,94 a	268,59 a	327,97 a	320,45 a	293,74 a
P 1630H	206,43 a	258,71 a	171,05 b	205,00 b	157,53 a	181,9 b	209,45 b	211,56 b	136,11 b
<b>Grupo 1*</b>	<b>209,70 aA</b>	<b>225,32 aA</b>	<b>204,95 aA</b>	<b>229,35 aA</b>	<b>190,70 aA</b>	<b>203,75 aA</b>	<b>251,76 aA</b>	<b>233,42 aA</b>	<b>183,83 aB</b>
P 30R50H	100,14 b	103,45 b	85,17 b	64,94 c	80,92 b	149,79 b	110,83 c	138,29 b	81,05 b
DKB 390Y	201,29 a	152,74 b	178,99 b	164,82 c	145,35 a	153,22 b	187,97 b	174,19 b	136,43 b
P 32R48H	109,15 b	120,53 b	113,0 b	139,42 b	92,17 b	119,26 b	83,38 c	128,82 b	84,06 b
<b>Grupo 2*</b>	<b>136,86 bA</b>	<b>125,57 bA</b>	<b>125,72 bA</b>	<b>123,06 bA</b>	<b>106,14 bA</b>	<b>140,76 bA</b>	<b>127,39 bA</b>	<b>147,10 bA</b>	<b>100,52 bA</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada tratamento de adubação de cobertura e letras maiúsculas na linha para os tratamentos com diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura em cada população de plantas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

\* Grupo 1: Híbridos considerados arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados arquitetura antiga.

Para a área abaixo da curva de progresso da diplodia (AACPD), verificou-se diferença significativa entre os Grupos 1 (híbridos de arquitetura moderna) e 2 (híbridos de arquitetura antiga). Os híbridos do Grupo 1 se mostraram mais susceptíveis à mancha foliar de diplódia em relação ao Grupo 2, apresentando os maiores valores de AACPD (Tabela 5). A mancha foliar de diplodia, causada pelo fungo necrotrófico *Stenocarpella macrospora*, causa lesões foliares que diminuem a área fotossintetizante da planta em híbridos susceptíveis (PILETTI et al., 2014).

Analisando o Grupo 1 na densidade de 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, houve diferença significativa entre os tratamentos com nitrogênio em cobertura, em que a adubação de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N apresentou menor AACPD (183,83). A adubação com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N e a testemunha para esta densidade, não diferiram entre si, sendo que ambas apresentaram os maiores valores para a AACPD. Isso demonstra que a nutrição mineral equilibrada, principalmente com relação ao nitrogênio, pode atenuar a severidade de doenças, devido ao nitrogênio participar dos mecanismos de defesa da planta (TOMAZELA et al., 2006). Diferente dos resultados encontrados, estudos realizados por Mendes et al. (2011), em espaçamento de 0,80 m entre linhas, na mesma região de cultivo deste estudo, avaliando dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura (90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N), associados a duas densidades de semeadura (65.000 e 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>), demonstraram que a redução da adubação nitrogenada e a densidade de plantas não influenciaram os híbridos estudados quanto à AACPD.

Em relação ao Grupo 2, foram observadas severidades semelhantes, mantendo praticamente o mesmo nível de resistência à *S. macrospora* independentemente da densidade de plantas e da dose de adubação nitrogenada em cobertura, apresentando comportamento estável. Segundo Romero e Wise (2015), híbridos com resistência completa para essa doença não são conhecidos, embora alguns híbridos mostram-se menos suscetíveis do que outros, como no presente estudo.

Estudos realizados por Piletti et al. (2014), avaliando a reação de 25 híbridos de milho à mancha foliar de diplodia, em casa de vegetação, utilizando quatro isolados do fungo obtidos de restos culturais infectados, oriundos dos municípios de Lages e de Quilombo (Santa Catarina) e Campinas do Sul e Vacaria (Rio Grande do Sul), verificaram que nenhum híbrido testado mostrou-se totalmente resistente ao fungo *S. macrospora* e que os isolados de *S. macrospora* provenientes de diferentes regiões de cultivo de milho apresentam variabilidade na agressividade, sendo geralmente mais agressivos em seus locais de origem.

Assim, para os híbridos de arquitetura moderna, na maior densidade de plantas (90.000 plantas ha<sup>-1</sup>), em espaçamento reduzido, a adubação nitrogenada em cobertura contribuiu para diminuir a AACPD da mancha foliar de diplódia, fato que foi observado também para a AACPDF.

#### 4.3.2.3 AACPH da helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*)

Para a avaliação da severidade de helmintosporiose (*E. turcicum*) dos híbridos de milho, nos diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura e para as três densidade de plantas avaliadas, os resultados de AACPH, encontram-se representados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Médias da área abaixo da curva de progresso da helmintosporiose (AACPH) obtidos para os diferentes híbridos de milho associada à densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.

HIBRIDOS	60000			75000			90000		
	0N	90N	180N	0N	90N	180N	0N	90N	180N
AG 8025Y	560,88 b	475,38 b	436,14 b	550,50 b	424,6 b	354,60 b	379,91 c	418,31 b	394,04 b
DKB 240Y	331,30 b	272,00 b	308,94 b	312,82 c	280,10 b	218,33 b	288,04 c	259,71 c	252,55 b
P 1630H	1230,22 a	1220,46 a	1166,70 a	1191,94 a	1192,85 a	1119,03 a	1287,90 a	1138,28 a	1121,16 a
<b>Grupo 1*</b>	<b>707,47 aA</b>	<b>655,95 aA</b>	<b>637,26 aA</b>	<b>685,09 aA</b>	<b>632,52 aA</b>	<b>563,95 aA</b>	<b>651,95 aA</b>	<b>605,44 aA</b>	<b>589,25 aA</b>
P 30R50H	399,78 b	489,41 b	318,11 b	434,84 c	359,60 b	493,95 b	436,20 c	546,91 b	383,57 b
DKB 390Y	496,38 b	435,68 b	534,14 b	629,00 b	458,46 b	414,26 b	586,19 b	449,43 b	415,24 b
P 32R48H	422,56 b	410,02 b	404,70 b	350,19 c	498,10 b	318,76 b	527,43 b	566,22 b	506,82 b
<b>Grupo 2*</b>	<b>439,57 bA</b>	<b>445,04 bA</b>	<b>418,99 bA</b>	<b>471,34 bA</b>	<b>438,72 bA</b>	<b>408,99 bA</b>	<b>516,61 bA</b>	<b>520,85 aA</b>	<b>435,21 bA</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada tratamento de adubação de cobertura e letras maiúsculas na linha para os tratamentos com diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura em cada população de plantas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

\* Grupo 1: Híbridos considerados arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados arquitetura antiga.

Quando analisados os resultados obtidos para a área abaixo da curva de progresso da helmintosporiose (AACPH), observou-se que o Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna) foi mais susceptível, diferindo estatisticamente do Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga). O híbrido P 1630H (arquitetura moderna) é considerado susceptível à doença, e apresentou os maiores valores de AACPH para todas as densidades de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura analisadas. Desta forma, verificou-se que a susceptibilidade do genótipo fez com que houvesse diferença significativa entre os grupos de híbridos. As condições climáticas no local do experimento foram favoráveis ao aparecimento da doença, com temperaturas moderadas e presença de orvalho.

Tanto para o Grupo 1 quanto para o Grupo 2, não houve alterações significativas na severidade da helmintosporiose, em resposta aos níveis de adubação nitrogenada em cobertura ou às densidades de plantas utilizadas. Santos et al. (2013) citam que um dos métodos de controle da helmintosporiose (*Bipolaris* spp) é justamente o uso de adubação nitrogenada, sem excesso. Esses autores comprovaram isso com o resultado encontrado na safra I, para

alguns dos genótipos de milho avaliados, que apresentaram maior severidade da doença nas doses mais elevadas de nitrogênio (157 e 202 kg ha<sup>-1</sup> de N). Porém, na safra II, os mesmos autores, encontraram resultados que corroboram com os encontrados neste trabalho, onde alguns genótipos de milho não apresentaram alterações significativas na severidade da helmintosporiose em resposta à adubação nitrogenada.

Nesta pesquisa, de modo geral, observou-se uma menor AACPD para a ferrugem comum nos híbridos do grupo 1 (arquitetura moderna), embora para as outras doenças mancha foliar de diplódia e helmintosporiose, os híbridos do grupo 2 (arquitetura antiga) apresentaram maior tolerância. Com base nesta observação, podemos inferir que os híbridos de arquitetura moderna, quando em espaçamento reduzido, foram mais influenciados pela ferrugem comum, doença biotrófica e reduzindo a severidade de doenças necrotróficas frente a arquitetura de plantas antiga.

#### 4.4 CONCLUSÕES

A severidade da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) em plantas de milho cultivadas em espaçamento reduzido foi influenciada pelos diferentes híbridos, pela densidade de plantas e dosagem de adubação em cobertura.

Houve maiores valores de AACPD para a mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) nos híbridos de milho de arquitetura de plantas moderna.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, D. F.; VIEIRA, B. S.; LOPES, E. A.; BORGES MOREIRA, L. C. B. Aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 98-105, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 306p.

FANCELLI, A. L. Ecofisiologia de plantas de lavouras. In: CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M.; CERETTA, C. A. **Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2001. p. 59-71.

FARIA, M. V.; MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; POSSATTO JUNIOR, O.; RIZZARDI, D. A.; GRALAK, E.; SILVA, C. A.; FARIA, C. M. D. R. Análise dialéctica da produtividade e do progresso da severidade de doenças foliares em híbridos de milho em duas densidades populacionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 123-134, jan./fev. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

INPE- **Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/index.php>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

GRALAK, E.; FARIA, M. V.; ROSSI, E. S.; POSSATO JÚNIOR, O.; GABRIEL, A.; MENDES, M. C.; SCAPIM, C. A.; NEUMANN, M. Capacidade combinatória de híbridos de milho para produção de grãos e severidade de doenças foliares em dialelo circulante. **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 116-129, 2015.

KAPPES, C; ANDRADE, J.A.C; ARF, O. Efeito dos arranjos espaciais de plantas na sanidade de híbridos de milho. **Scientia Agraria Paranaensis – SAP** v. 12, n.1, p.53-65, 2013.

MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; FARIA, M. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; ROSÁRIO, J. G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no Centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 176–192, 2011.

MENDES, M.C; MATCHULA, P.H; ROSSI, E.S; OLIVEIRA, B.R; SILVA, C.A; SÉKULA, C.R. Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de híbridos de milho em espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 92-101, 2013.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.



PILETTI, G.J.; CASA, R. T.; BAMPI, D.; PILETTI, L. M. M. S.; STOLTZ, J. C.; SANGOI, L.; MICHELUTTI, D. Reação de híbridos de milho à mancha-de-macrospora. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.1, p.24-28, 2014.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 326p. 2000.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

ROMERO, M. P.; WISE, K. A. Development of molecular assays for detection of *Stenocarpella maydis* and *Stenocarpella macrospora* in corn. **Plant Disease**. v. 99, p. 761-769, 2015.

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

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**, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.

SANTOS, G. R.; GAMA, F. R.; GONÇALVES, C. G.; RODRIGUES, A. C.; LEÃO, E. U.; CARDON, C. H.; BONIFACIO, A. Severidade de doenças foliares e produtividade de genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.4, p. 505-513, 2013.

TOMAZELA, A. L.; FAVARIN, J. L.; FANCELLI, A. L.; MARTIN, T. N.; DOURADO NETO, D.; REIS, A. R. Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.192-201, 2006.

ZANATTA, P. Controle preventivo de doenças foliares em híbridos comerciais de milho com fungicidas em espaçamento reduzido. **Dissertação** (Mestrado em Sistema de Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste - Unicentro, Guarapuava, 2013, 64f.

## **5. CAPÍTULO II - ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA SOBRE A MANIFESTAÇÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS NA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA**

### **RESUMO**

O objetivo do trabalho foi verificar as características da espiga e da planta de híbridos de milho comerciais com arquitetura moderna e antiga, sob influência de níveis de adubação nitrogenada de cobertura em diferentes densidades de semeadura. Dois experimentos independentes foram conduzidos, um no município de Guarapuava (em espaçamento reduzido - 0,45 m) e outro no município de Laranjeiras do Sul (em espaçamento convencional - 0,90 m), no Paraná. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial (6x3x3), sendo seis híbridos simples de milho (divididos em dois grupos: arquitetura moderna e arquitetura antiga), três populações (60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e três níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), na safra agrícola 2012/2013. Os híbridos de arquitetura moderna obtiveram as menores alturas de inserção da primeira espiga, altura de planta e diâmetro de colmo, sendo este dependente do local de realização do experimento, quando submetido a diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura e densidade de semeadura. As dosagens de nitrogênio em cobertura e densidade de plantas influenciaram o peso de mil grãos dos híbridos de milho de arquitetura moderna e antiga. A produtividade de grãos foi influenciada positivamente pelo aumento na dosagem de adubação nitrogenada em cobertura em ambos os locais de cultivo e pela arquitetura de plantas, no experimento realizado em Guarapuava - PR. A arquitetura antiga, com o aumento da densidade de plantas, influenciou negativamente o diâmetro de espiga em Guarapuava (reduzido) e positivamente em Laranjeiras do Sul (convencional).

**Palavras-chave:** arquitetura moderna; arquitetura antiga; produtividade de grãos, *Zea mays*.

## ABSTRACT

The main objective of the study was to establish the characteristics of the corn ear as well as the plant of commercial corn hybrid, with modern and old architecture, under the influence of nitrogen as topdressing with different plant populations. Two independent experiments were conducted, one in the municipality of Guarapuava city (in reduced spacing – 0.45 m) and another in the municipality of Laranjeiras do Sul city (in conventional spacing – 0.90 m), within Parana state. The experimental design was a randomized block, with three replications, in a factorial scheme (6x3x3), where six corn hybrids (divided into two different groups: modern architecture and old architecture), three populations (60,000, 75,000 and 90,000 plants ha<sup>-1</sup>) and three levels of nitrogen as topdressing (0; 90 and 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), in the 2012/2013 growing seasons. The hybrid modern architecture scored lower insertion height of the first ear, plant height and stem diameter, that is dependent on the location of the experiment, when subjected to different doses of nitrogen as topdressing and seeding density. Nitrogen dosages as topdressing and plant density influenced the weight of thousand grains of corn hybrids of modern and old architecture. The grain productivity was positively influenced by the increase of topdressing in fertilizer dosage in both cultivation sites and the plant architecture in the experiment conducted in Guarapuava - PR. The old architecture with increasing plant density negatively affected the ear diameter in Guarapuava (reduced) and positively in Laranjeiras do Sul (conventional).

**Keywords:** modern architecture; old architecture; grains productivity, *Zea mays*.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A evolução de práticas de manejo como o uso de híbridos de arquitetura moderna, de melhor desempenho, alterações em espaçamento e densidade de semeadura quando aliados ao manejo da adubação nitrogenada têm proporcionado incrementos significativos na produtividade do milho. O nitrogênio (N) é o nutriente mais responsivo em produção para a cultura do milho, e a ureia, uma das fontes de N mais utilizadas, devido seu custo e eficiência agrônômica, percebendo-se uma grande amplitude em recomendações, variando de 50 a 200 kg ha<sup>-1</sup>, aproximadamente.

A arquitetura foliar é um fator chave para a alta produtividade do milho, pois as folhas mais eretas são ideais para aumentar a captação de luz e servem como reservatórios de nitrogênio para o enchimento de grãos, e a melhor angulação foliar desses híbridos modernos ainda permite uma melhor circulação de ar em condições de maiores densidades de plantas, reduzindo o nível de interferência de uma planta sobre a outra (LI et al., 2015). Já os híbridos mais antigos de milho, que normalmente apresentam ciclo mais longo, tardios, geralmente apresentam folhas mais numerosas, maiores e decumbentes, de porte alto, produzem muita massa e geralmente não se beneficiam de menores espaçamentos pelo grande desenvolvimento vegetativo logo no início do ciclo, podendo haver sombreamento do espaço entre as linhas (SANGOI et al., 2002).

A redução do espaçamento entre linhas, mantendo-se a densidade constante, promove a distribuição mais equidistante entre as plantas na área de cultivo. O arranjo mais favorável de plantas propiciado pela aproximação de linhas de semeadura pode estimular as taxas de crescimento da cultura no início do ciclo e diminuir a competição por luz, água e nutrientes, refletindo em um aumento na produtividade (SANGOI et al., 2011). Além disso, a redução do espaçamento entre linhas de 0,90 para 0,45 m facilita as operações mecanizadas, uma vez que elimina o ajuste de implementos, tais como a semeadora e /ou cultivador-adubador em áreas de rotação com outras culturas, como são os casos da soja ou feijão (GILO et al., 2011).

Essa evolução das práticas de manejo na cultura do milho contribuem também para o acréscimo da densidade de plantas. Sangoi et al. (2002) já buscavam genótipos com elevada resposta produtiva em elevadas densidades populacionais, de 80 a 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e sob espaçamentos entre linhas mais reduzidos, visto que o número de grãos por espiga e o peso dos grãos não têm plasticidade suficiente para compensar possíveis reduções no número de

plantas e, conseqüentemente, de espigas por área, provocadas por estandes inadequados de plantas (EMYGDIO e TEIXEIRA, 2008).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da arquitetura foliar (híbridos de arquitetura moderna e antiga) associada a densidades de plantas (60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>) em diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), em dois municípios da região Centro-Sul do Paraná, Guarapuava (espaçamento entre linhas reduzido - 0,45 m) e Laranjeiras do Sul (espaçamento entre linhas convencional - 0,90 m).

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Locais dos experimentos

Foram conduzidos dois experimentos independentes na região Centro-Sul do Paraná, no período de outubro de 2012 a abril de 2013, sendo que o primeiro experimento de campo foi instalado em Guarapuava, na Fazenda Três Capões, do Grupo *MLCV* (980 m de altitude, latitude 25°25' S e longitude 51°39' W), em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013), com temperatura média dos meses de outubro a março de 19° C (INPE, 2014).

O segundo experimento foi instalado em Laranjeiras do Sul, na Fazenda Rio Almoço (700 m de altitude, latitude 25°33' S e longitude 52°24' W), em solo classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com temperatura média dos meses de outubro a março de 21°C (INPE, 2014).

Antes da implantação dos experimentos foram realizadas amostragens do solo das áreas, na camada de 0 a 20 cm, correspondendo a uma amostragem composta. É importante ressaltar que a área do experimento conduzido em Laranjeiras do Sul era o local destinado a pernoite de gado de corte, bem como onde ficava o sal mineral para os animais, fato que elevou o teor de matéria orgânica do solo. Os resultados das análises de solo estão apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7.** Resultados das análises de solo realizadas antes da instalação dos experimentos em Guarapuava e Laranjeiras do Sul.

Local	pH CaCl <sub>2</sub>	P Mehlich mg/dm <sup>3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	T	V	MO
			.....cmol/dm <sup>3</sup> .....						%	g/dm <sup>3</sup>
Laranjeiras do Sul	5,2	6,3	0,40	5,7	2,9	0,00	5,0	14,1	64,2	69,6
Guarapuava	5,0	2,6	0,18	3,9	2,3	0,00	5,1	11,51	55,2	42,9

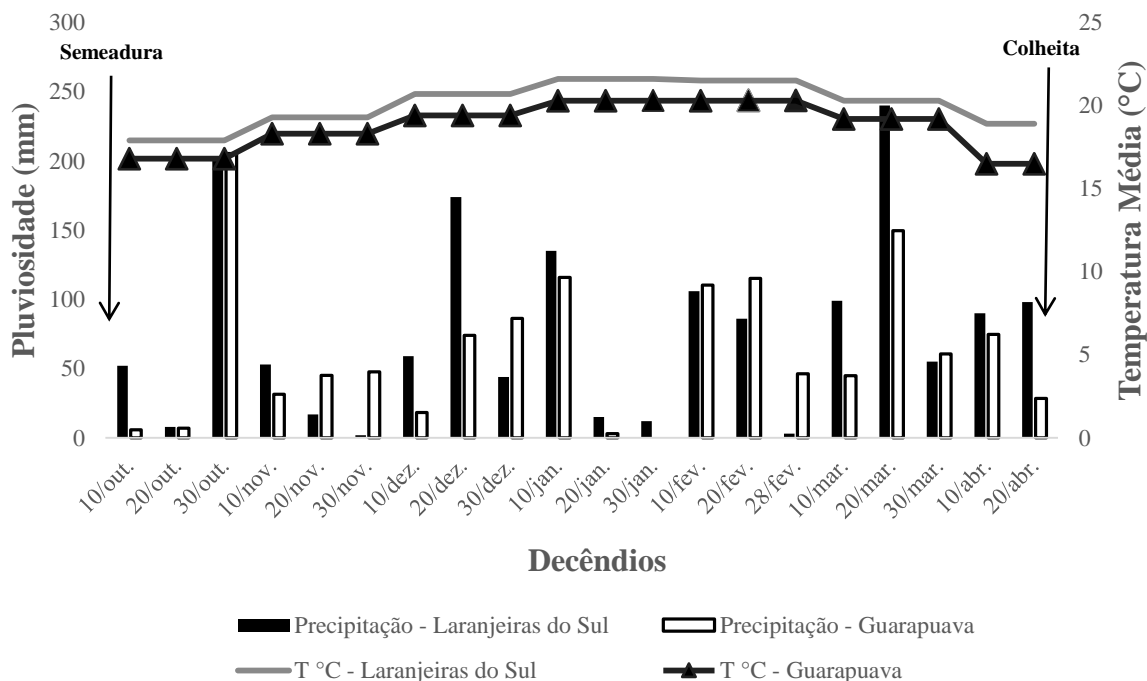
\* Análises realizadas nos Laboratórios Maravilha Ltda e Tecsolo, respectivamente.

Legenda: pH – pH em cloreto de cálcio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de trocar cátions a pH 7,0; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica do solo.

O clima na região dos municípios é classificado como subtropical do tipo Cfb (subtropical mesotérmico úmido) (PEEL et al., 2007), sem estação seca definida, com verões frescos e inverno moderado conforme a classificação de Köppen, em altitude de aproximadamente 1.100 m, com chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano,

temperatura média mínima anual de 12,7° C, temperatura média máxima anual de 23,5° C e umidade relativa do ar de 77,9 %.

Os valores das precipitações pluviométricas e das temperaturas médias dos dois locais de implantação dos experimentos estão expressos na Figura 3.



**Figura 3.** Dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) por decêndio, nos Municípios de Guarapuava (PR) e Laranjeiras do Sul (PR), no período de outubro a abril na safra agrícola 2012/2013.

### 5.2.2 Delineamento e detalhes experimentais

Os experimentos foram instalados nos dias 06/10/2012 e 20/10/2012 em Guarapuava e Laranjeiras do Sul, respectivamente. Ambas as áreas foram conduzidas em sistema de plantio direto estabilizado, possuindo aveia (*Avena strigosa* Schreb) como cultura antecessora.

A dessecação foi realizada 21 dias antes da semeadura, com herbicida a base de Glifosato na dosagem de 4,0 L ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, em esquema fatorial 6x3x3, sendo 54 tratamentos a campo. Foram utilizados seis híbridos de milho (AG8025Y, DKB240Y, P1630H, P30R50H, DKB390Y, P32R48H), três densidades de plantas (60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e três níveis de adubação nitrogenada em

cobertura (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>), totalizando 162 parcelas em cada local. O espaçamento entre linhas utilizado em Guarapuava foi de 0,45 m (espaçamento reduzido), sendo que cada parcela contou com uma área total de 13,5 m<sup>2</sup>, constituída de 6 linhas de 5 m de comprimento, sendo consideradas para avaliação as duas linhas centrais. O espaçamento utilizado para Laranjeiras do Sul foi de 0,90 m entre linhas (espaçamento convencional), sendo que cada parcela contou com uma área total de 18 m<sup>2</sup>, constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, onde também foram avaliadas as duas linhas centrais.

Para a realização da sementeira, primeiramente foram sulcadas as linhas com semeadora para plantio direto. Em seguida, a sementeira foi realizada de forma manual, com a utilização de matracas, utilizando-se 45 sementes por metro linear, em profundidade média de 4 cm. Quando as plantas estavam no estágio fenológico de três folhas expandidas (V3), conforme escala proposta por Ritchie et al. (1993), foi realizado desbaste deixando-se uma planta por cova, objetivando ajustar e assegurar as populações almeçadas em cada parcela, com a finalidade de se obter uma densidade final de 60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, as quais foram mantidas até o ponto de colheita.

As sementes foram tratadas com inseticida do grupo químico dos neonicotinóides, na dose de 50 mL kg<sup>-1</sup> de sementes do produto comercial, objetivando evitar o ataque inicial de eventuais pragas de solo, especialmente lagarta elasmó [ *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) ].

Para a adubação de base foi utilizado o fertilizante NPK de fórmula comercial 12-30-10 na dosagem de 350 kg ha<sup>-1</sup>, para todos os tratamentos, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CQFS-RS/SC 2004). Para a adubação nitrogenada de cobertura foi utilizado a ureia, em três níveis: 0; 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N. A primeira adubação foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de três a quatro folhas (V3-V4), com aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (45% N), atingindo-se assim, o nível de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N. Para os tratamentos de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, foi realizada uma segunda adubação de cobertura nitrogenada quando as plantas atingiram o estágio seis a sete folhas (V6-V7), com aplicação de mais 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (45% N). A aplicação do fertilizante nitrogenado de cobertura foi manual, superficial à lanço (sem incorporação) e sob boas condições de umidade.

O controle das plantas daninhas, em pós-emergência, foi realizado com herbicida a base de Atrazina, 2,5 L ha<sup>-1</sup>, mais Benzoilciclohexanodiona 240 mL ha<sup>-1</sup> e 1 L ha<sup>-1</sup> de óleo mineral.



Todos os outros tratamentos culturais utilizados foram os comumente empregados no cultivo do milho na região do Centro-Sul Paranaense. As colheitas feitas manualmente foram realizadas após a maturação fisiológica das plantas. O primeiro experimento a ser colhido foi o de Laranjeiras do Sul, no dia 03 de abril/2013, e o experimento de Guarapuava foi colhido no dia 12 de abril/2013.

### 5.2.3 Características dos híbridos de milho estudados

Os genótipos avaliados no experimento são híbridos simples, provenientes de empresas privadas, precoces e superprecoces, com alto teto produtivo. A fim de que os resultados tenham representatividade para as lavouras comerciais, optou-se por seis diferentes híbridos simples de finalidade granífera, divididos em dois grupos: Grupo 1: híbridos de arquitetura moderna (plantas de menor porte, folhas com lâminas mais eretas e estreitas) e Grupo 2: híbridos de arquitetura antiga (plantas de porte alto, folhas mais numerosas, maiores e decumbentes), recomendados para o cultivo na região, cujas características estão apresentadas na Tabela 8.

**Tabela 8.** Características dos híbridos de milho utilizados nos experimentos\*.

	Híbrido	Tipo	Ciclo <sup>1</sup>	Arquitetura	Densidade recomendada (mil plantas ha <sup>-1</sup> )
Grupo 1	AG 8025Y	HS	P	Moderna	65-75
	DKB 240Y	HS	P	Moderna	70-80
	P1630H	HS	SP	Moderna	50-65
Grupo 2	P30R50H	HS	P	Antiga	60-80
	DKB 390Y	HS	P	Antiga	55-65
	P32R48H	HS	SP	Antiga	50-65

HS = híbrido simples; P = precoce; SP = superprecoce.

\*Fonte: Informações fornecidas pelas empresas produtoras de sementes (Sementes Agrocere, Dekalb e Du Pont do Brasil S.A).

#### **5.2.4 Características avaliadas**

Em ambos os locais (Guarapuava e Laranjeiras do Sul) foram estudadas as características agronômicas relacionadas à planta, avaliando-se três plantas contínuas na linha de semeadura e representativas da área útil de cada parcela. Após a maturidade fisiológica do grão, foram avaliadas as seguintes características agronômicas: altura de inserção de espiga (AE) considerando a altura da primeira espiga; altura de plantas (AP), do solo até a inserção da folha bandeira; diâmetro do colmo (DC) com auxílio de paquímetro (mm), no segundo entrenó acima do solo, simultaneamente às determinações da AP e de AE; peso de 1000 grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD), corrigida para umidade padrão de 13%.

Além das características já citadas, após a colheita e antes da trilha dos grãos, foram coletadas aleatoriamente, em cada parcela colhida da área útil, cinco espigas despalhadas de milho, para avaliação das características de espiga: diâmetro da espiga (DE) medindo-se o ponto correspondente ao centro da espiga com auxílio de paquímetro (mm); comprimento da espiga (CE) medidas da base até o ápice com utilização de régua graduada; número de fileiras de grãos por espiga (NF) e número de grãos por fileira (NG), pela simples contagem.

#### **5.2.5 Análises estatísticas**

Inicialmente, todos os dados das características avaliadas foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias pelo teste de Harley (RAMALHO et al., 2000). Na sequência, as médias foram submetidas às análises de variância. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

Posteriormente, foram realizados sete contrastes ortogonais (G1 vs G2; 0 vs 90; 0 vs 180; 90 vs 180; 60 vs 75, 60 vs 90 e 75 vs 90), visando comparar os diferentes grupos de híbridos, níveis de adubação nitrogenada em cobertura e densidade de plantas em relação às características agronômicas avaliadas, para cada local.

## 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.3.1 Condições climáticas ocorridas

A princípio, é importante ressaltar que a precipitação pluvial total constatada durante a condução dos experimentos, em ambos os locais, foi considerada adequada, visto que ultrapassou 1000 mm e, segundo Fancelli, (2001), os máximos rendimentos de grãos são observados quando o consumo de água durante todo o ciclo está entre 500 e 800 mm. Na fase inicial da implantação da cultura, logo após a semeadura, meses de outubro a novembro, verificou-se bom volume pluviométrico no experimento realizado em Guarapuava, garantindo um bom desenvolvimento inicial das plantas. Entretanto, no experimento realizado em Laranjeiras do Sul, no período de 10 a 30 de novembro, o volume de chuva na região foi considerado baixo, podendo ter afetado o rendimento da cultura, pois nesse período as plantas encontravam-se no estágio de oito folhas (V8), sendo de grande importância para a definição do potencial produtivo.

Os dados de temperatura do ar (Figura 3), fator que intervém nas funções fisiológicas da planta, foram adequados para o bom desenvolvimento da cultura, pois o milho produz melhor em temperaturas moderadas, 10 a 30° C (KAPPES et al, 2014) e estiveram próximas a 20°C. Guarapuava apresentou condições de clima favoráveis ao desenvolvimento da cultura, apresentando as menores temperaturas médias durante o período.

Com isso percebe-se que os locais de cultivo diferem em fertilidade do solo (Tabela 7), na pluviosidade e na temperatura (Figura 3), além de diferirem na altitude (980 m - Guarapuava e 700 m – Laranjeiras do Sul) e conseqüentemente, na luminosidade, fatores que podem favorecer a expressão potencial de alguns genótipos sobre outros. Assim, mostra-se a importância de se avaliar os diferentes híbridos em mais de um local, para conhecer o comportamento dos mesmos quando essas condições são alteradas e direcionar o cultivo com mais segurança.

### 5.3.2 Características agronômicas

O resumo da análise de variância das características agronômicas para o experimento realizado em Guarapuava (em espaçamento entre linhas reduzido - 0,45 m), está apresentado na Tabela 9. Foram observados efeitos significativos entre híbridos, entre adubações exceto para o diâmetro de colmo, entre grupos, e entre as densidades para diâmetro de colmo e peso de mil grãos.

**Tabela 9** Resumo da análise de variância para altura de inserção da primeira espiga (AE), altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de mil grãos (P1000) e produtividade (PROD), associada a dois grupos: Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), nas diferentes densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho em Guarapuava – PR.

FV	Quadrados Médios - Características Agronômicas					
	GL	AE	AP	DC	P1000	PROD
<b>HIB(GRUPO)</b>	4	0,28**	0,24**	17,24**	37332,52**	9053932.25**
<b>ADUB</b>	2	0,02*	0,04**	5,86	4358,91*	7614896.71**
<b>DENS</b>	2	0,01	0,009	42,09**	11728,26**	1156049.10
<b>GRUPO</b>	1	0,93**	0,08**	13,45*	54574,74**	3517436.06*
<b>HIB*ADUB</b>	10	0,00	0,005	3,65	842,14	388067.05
<b>HIB*DENS</b>	10	0,01	0,007	1,02	2302,26	1018374.91
<b>GRUPO*ADUB</b>	2	0,00	0,004	6,52	1384,75*	911103.19
<b>GRUPO*DENS</b>	2	0,02*	0,009	0,35	4935,34	1407276.20
<b>HIB*ADUB*DENS</b>	20	0,01	0,005	3,04	1374,79	653574.21
<b>GRUPO*ADUB*DENS</b>	4	0,01	0,001	5,75	564,46	119763.67
<b>REP</b>	2	0,05	0,07	0,34	5223,97	9712208,55
<b>Erro</b>	102	0.006	0,005	2,78	1240,32	626222,21
<b>Média</b>		1,44	2,54	24,39	377,82	6571,06
<b>CV%</b>		5.31	2,67	6,84	9,32	12,04

\* P<0,05 e \*\* P<0,01

O resumo da análise de variância das características agronômicas para o experimento realizado em Laranjeiras do Sul (em espaçamento convencional - 0,90 m), está apresentado na Tabela 10. Ocorreram efeitos significativos entre híbridos, entre adubações exceto para o diâmetro de colmo, entre os grupos exceto para altura de plantas e produtividade, e diferenças significativas entre as densidades para diâmetro de colmo e peso de mil grãos.

**Tabela 10.** Resumo da análise de variância, para altura de inserção da primeira espiga (AE), altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), peso de mil grãos (P1000) e produtividade (PROD), associada a dois grupos: Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), nas diferentes densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, em Laranjeiras do Sul – PR.

FV	Quadrados Médios - Características Agronômicas					
	GL	AE	AP	DC	P1000	PROD
<b>HIB(GRUPO)</b>	4	0,41**	0,22**	16,69**	24912,47**	2407313,94*
<b>ADUB</b>	2	0,06*	0,09*	4,69	5088,62*	33067249,91**
<b>DENS</b>	2	0,01	0,018	41,9**	4232,67*	1297805,18
<b>GRUPO</b>	1	0,53**	0,005	85,94**	83280,51**	877890,53
<b>HIB*ADUB</b>	10	0,02	0,023	2,77	1202,22	742913,11
<b>HIB*DENS</b>	10	0,01	0,022	2,71	855,5	778884,72
<b>GRUPO*ADUB</b>	2	0,02	0,032	3,73	296,32	534110,86
<b>GRUPO*DENS</b>	2	0,00	0,003	0,73	384,92	56585,81
<b>HIB*ADUB*DENS</b>	20	0,01	0,019	3,06	1064,95	891430,12
<b>GRUPO*ADUB*DENS</b>	4	0,013	0,011	3,38	2336,94	894692,12
<b>REP</b>	2	0,05	0,088	2,1	1789,82	1586906,99
<b>Erro</b>	102	0,014	0,02	2,84	1105,39	718701,52
<b>Média</b>		1,07	2,08	18,73	335,78	5395,18
<b>CV%</b>		11,27	6,92	9,00	9,90	15,71

\* P<0,05 e \*\* P<0,01.

De acordo com as Tabelas 9 e 10, para as características altura de inserção da primeira espiga (AE), altura de planta (AP) e diâmetro de colmo (DC), verificou-se efeito significativo do híbrido, da adubação e do grupo para os dois locais de cultivo. Este fato evidencia haver comportamento distinto dos grupos de arquitetura moderna e antiga, para as doses de adubações nitrogenadas em cobertura avaliadas.

Os resultados médios para essas características, para o Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna) e para o Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga), nos níveis de adubação nitrogenada em cobertura, para o experimento realizado em Guarapuava – espaçamento reduzido – 0,45 m) e para o experimento realizado em Laranjeiras do Sul – espaçamento convencional – 0,90 m, encontram-se na Tabela 11.

**Tabela 11** Valores médios de altura inserção da primeira espiga (AE), altura de plantas (AP), e diâmetro de colmo (DC), obtidos para os diferentes híbridos de milho associados à adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR, e no espaçamento 0,90 m no município de Laranjeiras do Sul - PR. UNICENTRO, 2016.

GUARAPUAVA – 0,45 m									
HÍBRIDOS	AE (m)			AP (m)			DC (cm)		
	0N	90N	180N	0N	90N	180N	0N	90N	180N
AG 8025Y	1,40 cA	1,41 cA	1,45 cA	2,47 cA	2,51 cA	2,53 bA	25,33 aA	23,28 bB	25,14 aA
DKB 240Y	1,34 cA	1,39 cA	1,38 cA	2,45 cA	2,49 cA	2,51 bA	24,45 aA	24,52 aA	25,34 aA
P 1630H	1,25 dA	1,33 cA	1,28 dA	2,53 bA	2,60 bA	2,57 bA	23,28 bA	22,89 bA	22,66 bA
<b>Grupo 1*</b>	<b>1,33 bB</b>	<b>1,38 bA</b>	<b>1,37 bA</b>	<b>2,49 bB</b>	<b>2,53 aA</b>	<b>2,54 bA</b>	<b>24,36 aA</b>	<b>23,56 bA</b>	<b>24,38 aA</b>
P 30R50H	1,60 aA	1,66 aA	1,64 aA	2,65 aB	2,71 aA	2,75 aA	23,58 bA	24,37 aA	25,15 aA
DKB 390Y	1,50 bA	1,55 bA	1,51 bA	2,51 bA	2,54 cA	2,54 bA	25,10 aA	25,49 aA	25,22 aA
P 32R48H	1,38 cA	1,35 cA	1,40 cA	2,46 cA	2,42 dA	2,50 bA	23,80 bA	24,30 aA	25,07 aA
<b>Grupo 2*</b>	<b>1,49 aA</b>	<b>1,52 aA</b>	<b>1,52 aA</b>	<b>2,54 aB</b>	<b>2,56 aB</b>	<b>2,60 aA</b>	<b>24,16 aA</b>	<b>24,72 aA</b>	<b>25,15 aA</b>

LARANJEIRAS DO SUL – 0,90 m									
HÍBRIDOS	AE (m)			AP (m)			DC (cm)		
	0N	90N	180N	0N	90N	180N	0N	90N	180N
AG 8025Y	1,00 bB	1,08 bB	1,18 aA	1,99 bB	2,08 aB	2,21 aA	17,64 bB	18,63 aB	19,80 aA
DKB 240Y	0,98 bB	1,10 bA	1,10 aA	2,00 bA	2,10 aA	2,13 aA	17,98 bA	18,70 aA	18,47 bA
P 1630H	0,89 bA	0,92 cA	0,91 bA	2,08 aA	2,09 aA	2,11 aA	16,52 bA	17,29 bA	16,94 bA
<b>Grupo 1*</b>	<b>0,96 bB</b>	<b>1,03 bA</b>	<b>1,06 bA</b>	<b>2,02 aB</b>	<b>2,09 aA</b>	<b>2,15 aA</b>	<b>17,38 bB</b>	<b>18,21 bA</b>	<b>18,40 bA</b>
P 30R50H	1,19 aA	1,16 bA	1,24 aA	2,11 aA	2,13 aA	2,19 aA	18,90 aA	19,20 aA	19,08 aA
DKB 390Y	1,22 aA	1,28 aA	1,20 aA	2,18 aA	2,18 aA	2,11 aA	19,69 aA	20,11 aA	20,56 aA
P 32R48H	0,95 bA	0,93 cA	1,02 bA	1,91 bA	1,88 bA	2,00 aA	19,58 aA	19,50 aA	18,46 bA
<b>Grupo 2*</b>	<b>1,12 aA</b>	<b>1,12 aA</b>	<b>1,15 aA</b>	<b>2,07 aA</b>	<b>2,06 aA</b>	<b>2,10 aA</b>	<b>19,39 aA</b>	<b>19,60 aA</b>	<b>19,37 aA</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada híbrido, dentro de cada tratamento de adubação de cobertura e letras maiúsculas na linha para os tratamentos com diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

\* Grupo 1: Híbridos considerados de arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados de arquitetura antiga.

Para a altura de inserção da primeira espiga (AE), o Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga) diferiu estatisticamente do Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna), apresentando os maiores valores para a (AE) para os diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura analisadas (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), conforme Tabela 11, tanto no experimento realizado em Guarapuava, quanto em Laranjeiras do Sul. Este fato era esperado, visto que os híbridos de arquitetura moderna tiveram os valores da AE reduzidos através do melhoramento genético, para permitir que o centro de gravidade da planta ficasse mais equilibrado, diminuindo o acamamento e a quebra de colmos (SANGOI et al., 2002).

Para os níveis de adubação nitrogenada em cobertura, as doses 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionaram maiores AE para o Grupo 1, porém não diferiram entre si, no experimento realizado em Guarapuava e Laranjeiras do Sul (Tabela 11). Resultados similares foram encontrados por Mendes et al. (2013), que verificaram que os níveis de adubação nitrogenada em cobertura não influenciaram significativamente a altura de inserção da primeira espiga dos

híbridos de arquitetura moderna DKB 240Y e P 1630H em espaçamento 0,45 m, na mesma região de cultivo. Sangoi et al. (2002) destacaram que os híbridos de arquitetura moderna apresentam maior estabilidade quando submetidos a maiores níveis de adubação nitrogenada. Por outro lado, Caires e Milla (2016) observaram aumento linear na altura de inserção da primeira espiga com a adição de doses de N, para o híbrido de milho de arquitetura moderna P1630.

Em trabalho realizado por Torres et al. (2014) com espaçamento 0,90 m, os autores observaram por meio de análise de regressão que a AE atingiu o valor máximo com 66,83 kg ha<sup>-1</sup> de N, usando o híbrido simples DKB 350, cultivado na safrinha. Porém, em trabalhos de Valderrama et al. (2011) e Schiavinatti et al. (2011) utilizando híbridos simples de arquitetura antiga, DKB 390 e Dow 2B710, respectivamente, observaram que não houve efeito significativo da aplicação de N na altura de inserção da primeira espiga, na região do cerrado, sob irrigação.

Os híbridos do Grupo 2 apresentaram as maiores alturas de plantas nas doses 0 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, diferindo-se estatisticamente do Grupo 1 (Tabela 11), em Guarapuava. Já em Laranjeiras do Sul, não houve diferença estatística entre os Grupos 1 e 2. Esta característica é intrínseca de cada híbrido, sendo um fator genético e pode ser influenciada pelo ambiente (VAZQUEZ et al., 2012), porém, deve ser preferencialmente de média à baixa, como constatado nos híbridos de arquitetura moderna em Guarapuava (com espaçamento reduzido), com o objetivo de obter maior eficiência na colheita mecânica e evitar problemas de quebra e acamamento (BRACHTVOGEL et al., 2012).

Para o Grupo 1, tanto em Guarapuava quanto em Laranjeiras do Sul, os tratamentos com adubação nitrogenada em cobertura de 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N não diferiram entre si, contudo, proporcionaram significativamente maior AP frente à testemunha, confirmando o ocorrido para altura de inserção da primeira espiga (Tabela 11). Isso demonstra uma tendência de menor crescimento das plantas quando cultivadas sem adubação nitrogenada em cobertura, justificando-se pela limitação nutricional imposta pela restrição da aplicação de N (MENDES et al., 2011). Resultados similares foram encontrados por Mendes et al. (2013), para o híbrido P1630H no espaçamento 0,45 m, nos tratamentos com adubação nitrogenada em cobertura de 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N. Resultados diferentes foram encontrados por Caires e Milla (2016), que observaram aumento linear no porte das plantas à medida que se aumentou a dose de adubação nitrogenada em cobertura de 0 para 360 kg ha<sup>-1</sup> de N no híbrido P1630. Resultados

obtidos por Kappes et al. (2014), em espaçamento convencional, verificaram que a altura de plantas teve aumento linear com o incremento nas doses de nitrogênio para o híbrido triplo BG 7049.

No experimento realizado em Guarapuava, o Grupo 2 apresentou a maior altura de plantas na dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, diferindo-se estatisticamente das demais. A adubação nitrogenada em cobertura pode ter melhorado a eficiência fotossintética, proporcionando aumento dos teores de clorofila e da interceptação da radiação solar pelas plantas, aumentando a altura das plantas (GOES, 2013). Já no experimento realizado em Laranjeiras do Sul, as doses de N em cobertura não tiveram influência sobre a AP para o Grupo 2, provavelmente indicando que a necessidade de N foi atendida pela quantidade aplicada na semeadura (42 kg ha<sup>-1</sup>). Resultados similares foram encontrados por Farinelli e Lemos (2010), que não observaram efeito significativo das doses de N sobre a AP para o híbrido triplo DKB 466, em espaçamento convencional. Segundo Kappes et al. (2014), até determinadas doses de N, a planta continua a crescer. Depois que tais doses são atingidas, o autossombreamento das plantas, assim como o sombreamento mútuo entre plantas, deve contribuir para a redução do crescimento.

Nas medidas de diâmetro de colmo no experimento de Guarapuava, quando na comparação das médias entre os grupos, observaram-se diferenças significativas, proporcionando ao Grupo 2, à dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, maior diâmetro de colmo (24,76 mm) em relação ao Grupo 1 (Tabela 11). Entretanto, os Grupos 1 e 2 não apresentaram diferenças significativas quando submetidos aos diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura. Da mesma forma, Mendes et al. (2011) constataram que doses de N em adubação de cobertura não influenciaram o diâmetro de colmo de híbridos de milho cultivados em espaçamento reduzido. Esses resultados são desejáveis, demonstrando estabilidade dos híbridos utilizados às diferentes dosagens de adubação nitrogenada, não comprometendo a estrutura da planta, pois quanto maior o seu diâmetro, maior dificuldade de acamamento ou quebramento e maior a capacidade da planta em armazenar fotoassimilados que contribuirão com o enchimento dos grãos (KAPPES et al., 2011).

No experimento de Laranjeiras do Sul, para o diâmetro de colmo (DC), o Grupo 1, assim como para altura de inserção da primeira espiga, diferiu estatisticamente do Grupo 2, apresentando os menores valores para os três níveis de adubação nitrogenada em cobertura analisadas (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N). Ainda, a remoção da aplicação de N em cobertura



(testemunha), proporcionou menor diâmetro de colmo para o Grupo 1. Entretanto, os tratamentos com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N apresentaram maiores diâmetros de colmo, não diferindo entre si (Tabela 11). Este resultado demonstra que maiores doses de nitrogênio podem contribuir para melhorar a estrutura dos híbridos de arquitetura moderna, em espaçamento convencional, podendo ser resultado de um melhor aproveitamento do nutriente. Kappes et al. (2014) constataram que doses crescentes de nitrogênio resultaram em maior diâmetro de colmo, utilizando o híbrido BG 7049, o que também foi verificado por Torres et al. (2014), na cultura do milho safrinha, utilizando o híbrido simples DKB 350. Resultados diferentes foram obtidos por Valderrama et al. (2011) que não observaram efeito significativo da aplicação de N para o DC, para o híbrido simples de arquitetura antiga DKB 390 e Schiavinatti et al. (2011), que constataram que as maiores doses de N fornecidas em cobertura resultaram em colmos mais finos, uma vez que o nitrogênio atua no crescimento vegetativo, influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o processo fotossintético, podendo promover acréscimo no DC (GOES et al., 2013).

Conforme Tabela 9 e 10, para as características peso de mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD), verificou-se efeito significativo do híbrido, da adubação e do grupo para o experimento realizado em Guarapuava. Para o experimento realizado em Laranjeiras do Sul, houve efeito significativo do híbrido e da adubação, tanto para o P1000 quanto para a PROD, porém houve efeito de grupo somente para o P1000.

Os valores médios para essas características (P1000 e PROD), para o Grupos 1 (híbridos de arquitetura moderna) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga), nos níveis de adubação nitrogenada em cobertura, para o experimento de Guarapuava (espaçamento reduzido – 0,45 m) e de Laranjeiras do Sul (espaçamento convencional – 0,90 m), encontram-se na Tabela 12.

**Tabela 12.** Valores médios do peso de mil grãos (P1000) e da produtividade de grãos (PROD), obtidos para os diferentes híbridos de milho associados à adubação nitrogenada em cobertura, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas 0,90 m). UNICENTRO, 2016.

GUARAPUAVA – 0,45 m						
HÍBRIDOS	P1000 (g)			PROD (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0N	90N	180N	0N	90N	180N
AG 8025Y	394,81 aA	395,55 aA	409,63 aA	13275 aA	13932 aA	14196 aA
DKB 240Y	337,04 bA	358,15 bA	348,15 bA	12511 aB	14108 aA	14095 bA
P 1630H	311,85 bA	342,96 bA	337,04 bA	10073 bB	11506 bA	11931 aA
<b>Grupo 1*</b>	<b>347,90 bA</b>	<b>365,55 bA</b>	<b>364,94 bA</b>	<b>11953 aB</b>	<b>13182 aA</b>	<b>13407 bA</b>
P 30R50H	411,11 aA	402,22 aA	425,19 aA	13423 aA	14373 aA	15057 aA
DKB 390Y	338,89 bA	358,52 bA	360,00 bA	12359 aA	12684 bA	13570 aA
P 32R48H	418,52 aA	411,11 aA	440,00 aA	12602 aB	12465 bB	14399 aA
<b>Grupo 2*</b>	<b>389,51 aA</b>	<b>390,62 aA</b>	<b>408,40 aA</b>	<b>12795 aB</b>	<b>13173 aB</b>	<b>14342 aA</b>
LARANJEIRAS DO SUL – 0,90 m						
HÍBRIDOS	P1000 (g)			PROD (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0N	90N	180N	0N	90N	180N
AG 8025Y	345,57 aA	362,75 aA	363,40 aA	4406 aB	5986 aA	6399 aA
DKB 240Y	313,79 bA	305,70 bA	309,17 bA	5122 aB	5843 aA	6167 aA
P 1630H	249,80 cB	272,19 cB	295,59 bA	4199 aB	5642 aA	5455 bA
<b>Grupo 1*</b>	<b>303,05 bA</b>	<b>313,55 bA</b>	<b>322,72 bA</b>	<b>4576 aB</b>	<b>5824 aA</b>	<b>6007 aA</b>
P 30R50H	344,64 aA	345,28 aA	366,37 aA	4080 aC	5173 aB	6121 aA
DKB 390Y	363,74 aA	342,73 aA	368,21 aA	4800 aB	5661 aA	6423 aA
P 32R48H	346,78 aA	372,59 aA	375,72 aA	4505 aB	5555 aA	5575 bA
<b>Grupo 2*</b>	<b>351,72 aA</b>	<b>353,54 aA</b>	<b>370,10 aA</b>	<b>4462 aC</b>	<b>5463 aB</b>	<b>6040 aA</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada tratamento de adubação em cobertura e letras maiúsculas na linha para os tratamentos com diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

\* Grupo 1: Híbridos considerados de arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados de arquitetura antiga.

No que se refere ao peso de mil grãos (P1000), tanto no experimento de Guarapuava quanto no de Laranjeiras do Sul, verificou-se diferença estatística entre os Grupos. O Grupo 2 apresentou valores superiores para o P1000, diferindo estatisticamente do Grupo 1, nos três níveis de adubação nitrogenada em cobertura analisadas (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), conforme Tabela 12. Segundo Farinelli e Lemos (2012), o P1000 é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante a fase de enchimento de grãos. Quando analisados os Grupos 1 e 2 separadamente, não foram observadas diferenças significativas para os diferentes tratamentos com adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 12). Resultados diferentes foram encontrados, na mesma região de cultivo desse experimento, por Caires e Milla (2016), que trabalhando em espaçamento 0,50 m com o híbrido de milho de arquitetura moderna P1630, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, observaram aumento linear do P1000. Da mesma forma, em

espaçamento 0,90 m entrelinhas, Kappes et al. (2014) e Farinelli e Lemos (2012) verificaram que o P1000 teve aumento linear com o incremento nas doses de nitrogênio, para os híbridos triplos BG 7049 e DKB 466, respectivamente.

Para a variável produtividade de grãos (PROD) no experimento de Guarapuava, o Grupo 2 apresentou maior rendimento em relação ao Grupo 1 (14.342 Kg ha<sup>-1</sup>), na dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 12). Analisando cada Grupo separadamente, verificou-se influência das doses de nitrogênio para os Grupos 1 e 2, tanto no experimento de Guarapuava quanto no de Laranjeiras do Sul (Tabela 12). O Grupo 1 apresentou o mesmo comportamento nos dois locais de cultivo. As adubações com 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N para este Grupo não diferiram entre si com as maiores produtividades frente à testemunha (Tabela 12). Outros trabalhos realizados em espaçamento reduzido demonstraram que maiores doses de nitrogênio em cobertura resultam em maiores rendimentos de grãos para a cultura do milho (MENDES et al., 2013; CAIRES & MILLA, 2016).

Já o Grupo 2, apesar de ter apresentado a maior produtividade com a dose 180 kg ha<sup>-1</sup> de N nos dois locais de cultivo, apresentou comportamento distinto para as doses de 0 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N. No experimento de Guarapuava, a produtividade não variou entre as doses de 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N. Já no experimento de Laranjeiras do Sul, observou-se aumento da PROD com o aumento das doses de N em cobertura, apresentando diferenças de 20 e 30% entre a testemunha e as doses de 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, podendo estar relacionado à arquitetura de plantas dos híbridos, que por possuírem maiores plantas e folhas, o maior espaçamento pode ter proporcionado uma distribuição equidistante das plantas, capazes de aproveitar melhor a luz e os nutrientes (BRACHTVOGEL et al., 2012), como no caso, o N, resultando em melhor resposta em produtividades. Outros trabalhos realizados em espaçamento 0,90 m entre linhas, demonstraram que maiores doses de N em cobertura resultam em maiores rendimentos de grãos para a cultura do milho (KAPPES et al., 2014; LANA et al., 2014 e MELO et al., 2011).

No entanto, a diferença de produtividade entre os dois locais de cultivo (Guarapuava e Laranjeiras do Sul) pode ser inferida à deficiência hídrica que ocorreu em Laranjeiras do Sul no início do desenvolvimento da cultura, fase em que as plantas encontravam-se no estágio de oito folhas (V8), podendo ter interferido no potencial produtivo dos híbridos avaliados.

Conforme Tabela 9 e 10, para as características diâmetro de colmo (DC) e peso de mil grãos (P1000), verificou-se efeito significativo do híbrido, densidade e do grupo tanto para o experimento realizado em Guarapuava quanto para o de Laranjeiras do Sul, evidenciando haver comportamento distinto dos grupos de arquitetura moderna e antiga, para as diferentes densidades de plantas avaliadas.

Os valores médios para essas características, para o Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga), nas diferentes densidades de plantas, para o experimento de Guarapuava (espaçamento reduzido – 0,45 m) e de Laranjeiras do Sul (espaçamento convencional – 0,90 m), encontram-se na Tabela 13.

**Tabela 13.** Valores médios para o diâmetro de colmo (DC) e para o peso de mil grãos (P1000), obtidos para os diferentes híbridos de milho associados à densidade de plantas, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m). UNICENTRO, 2016.

GUARAPUAVA – 0,45 m						
HIBRIDOS	DC (mm)			P1000 (g)		
	60000	75000	90000	60000	75000	90000
AG 8025Y	25,49 aA	24,28 aA	23,99 aA	412,59 aA	390,37 bA	397,04 aA
DKB 240Y	25,70 aA	24,61 aA	24,00 aA	352,59 bA	333,33 cA	357,41 bA
P 1630H	23,96 aA	22,42 bA	22,45 aA	348,89 bA	324,44 cA	318,52 bA
<b>Grupo 1*</b>	<b>25,05 aA</b>	<b>23,77 aB</b>	<b>23,48 aB</b>	<b>371,36 bA</b>	<b>349,38 bA</b>	<b>357,65 aA</b>
P 30R50H	25,36 aA	24,19 aA	23,56 aA	442,22 aA	405,93 bB	390,37 aB
DKB 390Y	26,23 aA	24,59 aA	24,99 aA	377,04 bA	344,44 cB	335,93 bB
P 32R48H	25,52 aA	24,59 aA	23,07 aB	430,37 aA	448,15 aA	391,11 aB
<b>Grupo 2*</b>	<b>25,70 aA</b>	<b>24,45 aB</b>	<b>23,87 aB</b>	<b>416,54 aA</b>	<b>399,51 aA</b>	<b>372,47 aB</b>
LARANJEIRAS DO SUL – 0,90 m						
HIBRIDOS	DC (mm)			P1000 (g)		
	60000	75000	90000	60000	75000	90000
AG 8025Y	20,33 aA	18,02 bB	17,73 bB	382,11 aA	354,04 aB	335,56 aB
DKB 240Y	19,32 aA	18,67 aA	17,16 bB	310,37 bA	314,64 bA	303,66 bA
P 1630H	17,44 bA	17,07 bA	16,23 bA	274,20 cA	272,98 cA	270,40 cA
<b>Grupo 1*</b>	<b>19,03 bA</b>	<b>17,92 bB</b>	<b>17,04 bB</b>	<b>322,22 bA</b>	<b>313,89 bA</b>	<b>303,21 bA</b>
P 30R50H	19,49 aA	18,78 aA	18,93 aA	354,64 aA	365,22 aA	336,44 aA
DKB 390Y	20,64 aA	20,26 aA	19,46 aA	364,60 aA	365,67 aA	344,42 aA
P 32R48H	20,59 aA	19,19 aA	17,75 bB	368,00 aA	363,34 aA	363,75 aA
<b>Grupo 2*</b>	<b>20,24 aA</b>	<b>19,41 aB</b>	<b>18,72 aB</b>	<b>362,41 aA</b>	<b>364,74 aA</b>	<b>348,20 aA</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada população de plantas e letras maiúsculas na linha em cada população de plantas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

\* Grupo 1: Híbridos considerados de arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados de arquitetura antiga.

Quando analisados os resultados para a característica diâmetro de colmo (DC), observou-se que no espaçamento reduzido (0,45 m) não houve diferença estatística entre os

Grupos 1 (híbridos de arquitetura moderna) e 2 (híbridos de arquitetura antiga) analisados. Entretanto, os mesmos diferiram significativamente entre si, no experimento de Laranjeiras do Sul (Tabela 13), com o Grupo 2 apresentando maior DC nas três densidades de plantas analisadas (60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>) em relação ao Grupo 1. Desta forma, inferiu-se que a arquitetura de planta dos híbridos antigos os favorece em maiores espaçamentos, por serem plantas mais altas e possuírem folhas maiores e em maior número (SÁ et al., 2002), possivelmente resultando em maior eficiência de uso da radiação solar para o aumento do DC.

Tanto no experimento de Guarapuava quanto no de Laranjeiras do Sul, ao analisar os Grupos 1 e 2 dentro de cada densidade de plantas, observou-se que com o aumento da densidade de 60.000 para 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, houve redução significativa no DC, sendo que na densidade de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup> obteve-se o maior DC, porém, não houve diferença significativa para o DC nas densidades de 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Isso demonstra que populações mais adensadas podem diminuir o DC, independente do espaçamento entre linhas utilizado e da arquitetura de plantas dos híbridos de milho.

Segundo Takasu et al. (2014), com o incremento da densidade em populações altas, há redução no diâmetro de colmo, bem como da área foliar, porque as plantas têm necessidade de crescer acima do dossel para evitarem o sombreamento, dispondo recursos para um maior crescimento. Outros trabalhos constataram que o maior número de plantas ha<sup>-1</sup> promoveu redução do DC (SILVA et al., 2014; CALONEGO et al., 2011; KAPPES et al., 2011, TAKASU et al., 2014b). Mendes et al. (2013) também constataram diminuição significativa do DC com o aumento da densidade de plantas de 75.000 para 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, para o híbrido simples de arquitetura moderna DKB 240Y, na mesma região de cultivo deste experimento.

Para peso de mil grãos (P1000) no experimento de Guarapuava, o Grupo 1 apresentou os menores valores para o P1000 nas densidades de 60.000 e 75.000 plantas ha<sup>-1</sup> em relação ao Grupo 2, diferindo estatisticamente. No experimento de Laranjeiras do Sul, o Grupo 2 apresentou os valores superiores a 10% em relação ao Grupo 1 para o P1000, nas três densidades avaliadas, podendo estar relacionado com a arquitetura de planta dos híbridos antigos, que pode ter contribuído para que a presença de maior área foliar aumentasse a atividade fotossintética da cultura e a eficiência de conversão dos fotoassimilados em maior enchimento de grãos.

Analisando os Grupos 1 e 2 isoladamente, observou-se que o Grupo 1 não teve o P1000 influenciado pela densidade de plantas, tanto no experimento de Guarapuava, quanto no de Laranjeiras do Sul. Entretanto, para o Grupo 2, quando na comparação das médias das densidades no espaçamento reduzido, observaram-se diferenças significativas, caracterizando a densidade de 90.000 plantas o menor P1000 grãos (Tabela 13). Esse tipo de arquitetura é menos favorável para incrementar a interceptação de radiação solar em estandes adensados, resultando em maior sombreamento intra-específico e menor penetração de radiação solar (SANGOI et al., 2007). Silva et al. (2014), verificaram que a densidade de 80.000 plantas ha<sup>-1</sup> provocou redução de 4,7% no peso dos grãos em relação à densidade de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram obtidos por Ubert et al. (2014) que verificaram decréscimo no P1000 proporcional ao aumento da população. Já Uate et al. (2014), quando avaliaram os híbridos Dow 2B587, AG 4051, CD 384 HX e GNZ 2004, concluíram que não houve diferença estatística para o P1000 com o aumento da densidade populacional.

### **5.3.3 Características da espiga**

O resumo das análises de variâncias das características agronômicas relacionadas a espiga para o experimento de Guarapuava (em espaçamento reduzido - 0,45 m), está apresentado na Tabela 14, onde não foram observados efeitos significativos entre as fontes de variações analisadas.

**Tabela 14.** Resumo da análise de variância para diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras (NF) e número de grãos por fileira (NGF), associada a dois grupos: 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), nas diferentes densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, no espaçamento 0,45 m em Guarapuava – PR.

FV	Quadrados Médios - Características de Espiga				
	GL	DE	CE	NF	NGF
<b>HIB(GRUPO)</b>	4	7,46	1,15	1,26	2,05
<b>ADUB</b>	2	32,09	5,38	6,22	1,75
<b>DENS</b>	2	22,67	10,84	6,22	20,64
<b>GRUPO</b>	1	8,63	1,46	10,89	93,39
<b>HIB*ADUB</b>	10	26,73	3,7	5,63	37,92
<b>HIB*DENS</b>	10	12,67	6,24	3,05	37,1
<b>GRUPO*ADUB</b>	2	50,57	2,74	10,96	15,17
<b>GRUPO*DENS</b>	2	46,46	3,04	2,07	8,46
<b>HIB*ADUB*DENS</b>	20	10,88	3,11	6,19	29,99
<b>GRUPO*ADUB*DENS</b>	4	11,27	3,25	10,26	55,63
<b>REP</b>	2	87,37	2,2	1,41	6,84
<b>Erro</b>	102	17,63	3,79	6,04	24,46
<b>Média</b>		48,33	16,34	15,74	35,23
<b>CV%</b>		8,69	11,92	15,61	14,04

\* P<0,05 e \*\* P<0,01.

O resumo da análise de variância das características agrônômicas relacionadas a espiga, para o experimento de Laranjeiras do Sul (em espaçamento convencional - 0,90 m), está apresentado na Tabela 15.

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância para diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras (NF) e número de grãos por fileira (NGF), associada a dois grupos: 1 (híbridos de arquitetura moderna – 3 híbridos) e 2 (híbridos de arquitetura antiga – 3 híbridos), nas diferentes densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, no espaçamento 0,90 m em Laranjeiras do Sul – PR (2016).

FV	Quadrados Médios - Características de Espiga				
	GL	DE	CE	NF	NGF
<b>HIB(GRUPO)</b>	4	7,26	7,93	4,12	21,8
<b>ADUB</b>	2	16,13	4,13	21,95*	28,17
<b>DENS</b>	2	75,43*	7,59	4,77	24,67
<b>GRUPO</b>	1	6,84	22,87*	64,22**	77,43
<b>HIB*ADUB</b>	10	11,30	5,45	6,93	15,17
<b>HIB*DENS</b>	10	27,57	4,32	4,05	38,58
<b>GRUPO*ADUB</b>	2	5,30	0,57	8,07	3,73
<b>GRUPO*DENS</b>	2	52,10*	13,81	4,67	61,71
<b>HIB*ADUB*DENS</b>	20	16,17	4,53	6,13	20,35
<b>GRUPO*ADUB*DENS</b>	4	12,17	2,45	0,52	14,65
<b>REP</b>	2	49,00	16,66	6,62	70,23
<b>Erro</b>	102	16,50	5,64	5,76	22,64
<b>Média</b>		48,85	16,82	15,91	35,62
<b>CV%</b>		8,32	14,13	15,08	13,36

\* P<0,05 e \*\* P<0,01.

Foram observados efeitos significativos entre adubações, para o número de fileiras de grãos por espiga (NF), entre as densidades para o diâmetro de espiga (DE) e entre grupos para comprimento de espiga (CE) e número de grãos por fileira (NGF).

Os valores médios para o Grupos 1 (híbridos de arquitetura moderna) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga), da característica relacionada a espiga, diâmetro de espiga (DE), em cada densidade de plantas avaliada (60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>), para o experimento de Guarapuava (em espaçamento reduzido - 0,45 m) e de Laranjeiras do Sul (em espaçamento convencional - 0,90 m), encontram-se na Tabela 16.



**Tabela 16.** Valores médios para diâmetro de espiga (DE) obtidos para os diferentes grupos de híbridos de milho associados à densidade de plantas, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m). UNICENTRO, 2016.

<b>GUARAPUAVA – 0,45 m</b>			
<b>GRUPOS</b>	<b>DE (mm)</b>		
	<b>60000</b>	<b>75000</b>	<b>90000</b>
<b>Grupo 1*</b>	<b>47,73 bA</b>	<b>48,65 aA</b>	<b>47,92 aA</b>
<b>Grupo 2*</b>	<b>50,32 aA</b>	<b>47,81 aB</b>	<b>47,56 aB</b>
<b>LARANJEIRAS DO SUL – 0,90 m</b>			
<b>GRUPOS</b>	<b>DE (mm)</b>		
	<b>60000</b>	<b>75000</b>	<b>90000</b>
<b>Grupo 1*</b>	<b>48,67 aA</b>	<b>49,20 aA</b>	<b>48,06 aA</b>
<b>Grupo 2*</b>	<b>46,83 aB</b>	<b>51,00 aA</b>	<b>49,33 aA</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada densidade de plantas e letras maiúsculas na linha para cada grupo em cada população de plantas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

\* Grupo 1: Híbridos considerados de arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados de arquitetura antiga.

Para os valores médios obtidos nas diferentes densidades de plantas, no experimento de Guarapuava para o diâmetro de espiga (DE), foi verificada diferença significativa entre o Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga). O Grupo 2, na densidade de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup> apresentou maior diâmetro de espiga (50,32 mm), diferindo estatisticamente do Grupo 1 (Tabela 16), confirmando o ocorrido para o P1000 na mesma densidade de plantas (Tabela 13).

Analisando separadamente cada Grupo, observou-se que houve redução do DE em função da densidade de plantas para o Grupo 2, em que a densidade de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup> apresentou maior DE, porém nas densidades de 75.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup> não houve diferença significativa, confirmando o ocorrido para o DC e P1000 (Tabela 13). Resultados encontrados por Takasu et al. (2014) observaram redução linear do diâmetro de espiga em função do aumento das densidades de plantas, como também verificado por Brachtvogel et al. (2009) e Kappes et al. (2011). Em relação a estabilidade do DE observada no Grupo 1 quando submetido as diferentes densidades de plantas avaliadas, pode-se inferir que a arquitetura dos híbridos modernos, que apresentam menor porte e folhas mais eretas, ocasiona uma melhor distribuição das plantas em espaçamento reduzido, diminuindo a competição intraespecífica e propiciando adequado aproveitamento de fatores abióticos, melhorando a translocação e enchimento de grãos (SÁ et al., 2002).

No experimento de Laranjeiras do Sul, conforme Tabela 16, não houve diferença estatística para a característica diâmetro de espiga (DE) entre o Grupos 1 (híbridos de

arquitetura moderna) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga) avaliados. Analisando cada grupo separadamente, observou-se que o DE do Grupo 1 não foi influenciado pela densidade de plantas, como observado no espaçamento reduzido, onde a arquitetura de plantas dos híbridos modernos contribuem para maior tolerância a maiores densidades. Já o Grupo 2 apresentou o menor DE na menor densidade de plantas avaliada (60.000 plantas ha<sup>-1</sup>), diferindo estatisticamente das demais. Isso pode estar relacionado ao fato de os híbridos mais antigos de milho normalmente apresentarem folhas mais numerosas, maiores e decumbentes (SANGOI et al, 2002), com maior desenvolvimento vegetativo, características que podem ser benéficas em maiores espaçamentos. Semelhante a esse resultado, Silva et al. (2014) constataram menores valores de diâmetro de espiga na menor população de plantas utilizada (40.000 plantas ha<sup>-1</sup>), porém, para um híbrido de arquitetura moderna (AS 1540). Diferente disso, em trabalho realizado por Kappes et al. (2011), avaliando 5 híbridos de milho, em 5 diferentes densidades de plantas, observaram que o aumento da população provocou diminuição linear do diâmetro de espiga para todos os híbridos analisados.

Na Tabela 17, encontram-se os valores médios para o número de fileiras (NF) e número de grãos por fileiras (NGF) nos níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), para os Grupos 1 e 2, para os experimentos realizados em Guarapuava e Laranjeiras do Sul.

**Tabela 17.** Valores médios de número de fileiras de grãos (NF) e número de grãos por fileiras (NGF) obtidos para os diferentes híbridos de milho associados à adubação nitrogenada em cobertura, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m). UNICENTRO, 2016.

<b>GUARAPUAVA – 0,45 m</b>						
<b>HÍBRIDOS</b>	<b>NF</b>			<b>NGF</b>		
	<b>0N</b>	<b>90N</b>	<b>180N</b>	<b>0N</b>	<b>90N</b>	<b>180N</b>
<b>AG 8025Y</b>	15,56 aA	15,78 aA	14,89 aA	33,33 bA	35,33 aA	34,78 aA
<b>DKB 240Y</b>	14,00 aB	17,11 aA	14,67 aB	34,33 bA	33,22 aA	35,67 aA
<b>P 1630H</b>	16,00 aA	16,22 aA	15,11 aA	35,33 bA	33,89 aA	34,33 aA
<b>Grupo 1*</b>	<b>15,18 aA</b>	<b>16,37 aA</b>	<b>14,89 aA</b>	<b>34,33 aA</b>	<b>34,15 aA</b>	<b>34,93 aA</b>
<b>P 30R50H</b>	16,00 aA	16,22 aA	16,67 aA	33,78 bA	37,78 aA	36,78 aA
<b>DKB 390Y</b>	16,67 aA	15,78 aA	15,56 aA	39,89 aA	36,33 aA	32,67 aB
<b>P 32R48H</b>	15,78 aA	16,00 aA	15,78 aA	35,89 bA	34,56 aA	36,22 aA
<b>Grupo 2*</b>	<b>16,15 aA</b>	<b>15,85 aA</b>	<b>16,00 aA</b>	<b>36,52 aA</b>	<b>36,22 aA</b>	<b>35,22 aA</b>
<b>LARANJEIRAS DO SUL – 0,90 m</b>						
<b>HÍBRIDOS</b>	<b>NF</b>			<b>NGF</b>		
	<b>0N</b>	<b>90N</b>	<b>180N</b>	<b>0N</b>	<b>90N</b>	<b>180N</b>
<b>AG 8025Y</b>	16,00 aA	14,89 aA	15,56 aA	36,78 aA	37,00 aA	35,44 aA
<b>DKB 240Y</b>	16,44 aA	16,00 aA	14,44 aA	36,44 aA	35,00 aA	35,78 aA
<b>P 1630H</b>	14,22 bA	15,11 aA	14,89 aA	35,44 aA	39,56 aA	35,33 aA
<b>Grupo 1*</b>	<b>36,22 aA</b>	<b>37,19 aA</b>	<b>35,52 aA</b>	<b>36,22 aA</b>	<b>37,19 aA</b>	<b>35,52 aA</b>
<b>P 30R50H</b>	18,67 aA	15,11 aB	16,44 aB	34,00 aA	34,45 aA	32,33 aA
<b>DKB 390Y</b>	15,11 aA	16,22 aA	15,33 aA	33,78 aA	36,33 aA	36,89 aA
<b>P 32R48H</b>	17,33 aA	16,89 aA	15,78 aA	35,33 aA	36,33 aA	34,89 aA
<b>Grupo 2*</b>	<b>34,37 aA</b>	<b>35,70 aA</b>	<b>34,70 aA</b>	<b>34,37 aA</b>	<b>35,70 aA</b>	<b>34,70 aA</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada tratamento de adubação nitrogenada em cobertura e letras maiúsculas na linha para os tratamentos com diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

\* Grupo 1: Híbridos considerados de arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados de arquitetura antiga.

No que se refere ao número de fileiras (NF) de grãos por espigas e ao número de grãos por fileiras (NGF), tanto no experimento de Guarapuava, quanto no de Laranjeiras do Sul, não foi verificada diferença significativa para os diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura, entre os Grupos avaliados (Tabela 17). Isso pode ter ocorrido devido essa característica ser definida nos estádios de quatro a seis folhas, necessitando nessa época de um suprimento adequado de N (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000; SCHRÖDER et al. 2000), o que de fato ocorreu, visto que as adubações nitrogenadas de cobertura foram realizadas nessa fase. Já Farinelli e Lemos (2010) atribuíram esse resultado ao fato de ser uma característica agrônômica influenciada principalmente pelo genótipo, seguido da disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante a fase de enchimento de grãos. Caires e Milla (2016) também não observaram alteração no NF por espiga com

diferentes doses de N analisadas (0, 90, 180, 270 e 360 kg de N ha<sup>-1</sup>), na mesma região de cultivo deste experimento, para o híbrido de milho P1630 (arquitetura moderna), em espaçamento reduzido. Já Torres et al. (2014) e Souza et al. (2011), no espaçamento 0,90 m, observaram que o NF e o NGF ajustaram-se à regressão linear positiva e quadrática, respectivamente, trabalhando com doses de N na cultura do milho safrinha. Goes et al. (2013), obtiveram ajuste quadrático no NGF em função das doses de N avaliadas para o híbrido simples 2B707Hx.

Entretanto, no presente estudo, observaram-se diferenças no comportamento dos híbridos analisados, para os dois locais de cultivo, onde em Guarapuava (utilizando espaçamento reduzido), o híbrido de arquitetura moderna DKB 240Y apresentou maior NF com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N frente a testemunha e à dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 17), evidenciando que para esse híbrido a deficiência e o suprimento além do necessário de N pode ter reduzido o número de óvulos nos primórdios da espiga (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000; SCHRÖDER et al. 2000). Para o número de grãos por fileiras (NGF), o híbrido de arquitetura antiga DKB 390Y teve o seu NGF reduzido (32,67) com a maior dose de N (180 kg ha<sup>-1</sup> de N).

É importante salientar que os diversos híbridos e variedades de milho requerem quantidades diferentes de N, de acordo com seu potencial produtivo, sendo que os híbridos são menos eficientes no uso do N em altos níveis do suplemento nitrogenado. Além disto, a eficiência do uso de N diminui, em relação ao aumento de doses aplicadas, em vista de a maior quantidade de N exceder as necessidades da cultura (FARINELLI & LEMOS, 2012). Diferente dos resultados encontrados, Gazola et al. (2014) verificaram que o nitrogênio aplicado na cultura proporcionou incrementos lineares positivos no NGF. Os autores encontraram que as maiores doses (120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N) proporcionaram aumento de 9 e 9,8%, respectivamente, no número de grãos por fileira. Em trabalho realizado por Souza et al. (2011) nessa mesma linha de pesquisa, verificaram que a elevação das doses de N aumentou o número de grãos na fileira da espiga até a dose de 142 kg ha<sup>-1</sup> de N.

No experimento de Laranjeiras do Sul (utilizando espaçamento convencional), o híbrido de arquitetura moderna P 1630H apresentou o menor NF (14,22) com a remoção do N em cobertura, diferindo-se estatisticamente dos demais híbridos analisados (Tabela 17), e o híbrido de arquitetura antiga P 30R50 apresentou o maior NF (18,67) com a remoção do N em cobertura, corroborando com a afirmação de Farinelli e Lemos (2012), que os híbridos de

milho em geral, são menos eficientes no uso do nitrogênio em altos níveis de suplemento do nutriente e que a eficiência do uso de N diminuiu, em relação ao aumento de doses aplicadas, em vista de o suprimento de N exceder as necessidades da cultura. Ainda, com este estudo, verifica-se a influência da arquitetura da planta e das diferentes doses de N, na resposta de cada híbrido de acordo com seu potencial produtivo. Diferentemente dos resultados obtidos neste estudo, Goes et al. (2013) obtiveram ajuste quadrático no NF de grãos em função das doses de N avaliadas para o híbrido simples 2B707Hx, cultivado na safrinha, em espaçamento convencional.

Apesar do número de grãos por fileiras (NGF) ser um caractere que está diretamente relacionado com o rendimento de grãos, pois, quanto maior o NGF, maior o peso de espiga, e conseqüentemente, maior rendimento de grãos (Lima et al., 2012), não observou-se influencia dessa característica sobre a produtividade de grãos (Tabela 12) nos experimentos avaliados.

#### **5.3.4 Contrastes**

Uma maneira simples de analisar dados experimentais para a obtenção de resultados relativos a efeitos principais e efeitos de comparação entre os grupos de tratamentos avaliados é a utilização de contrastes (Nogueira, 2004).

Na Tabela 18, encontram-se os sete contrastes ortogonais realizados (G1 vs G2; 0 vs 90; 0 vs 180; 90 vs 180; 60 vs 75, 60 vs 90 e 75 vs 90), comparando os diferentes grupos de híbridos Grupo 1 (híbridos de arquitetura moderna) e Grupo 2 (híbridos de arquitetura antiga), níveis de adubação nitrogenada em cobertura e densidade de plantas, em relação às características agrônômicas, para o município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m).

**Tabela 18.** Probabilidade de significância dos contrastes para altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGF), peso de mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD), obtidos para os diferentes híbridos, níveis de adubação nitrogenada em cobertura e densidade de plantas, no município de Guarapuava (com espaçamento entre linhas de 0,45 m) e no município de Laranjeiras do Sul (com espaçamento entre linhas de 0,90 m). UNICENTRO, 2016.

<b>GUARAPUAVA – 0,45m</b>									
<b>CONTRASTES<sup>1</sup></b>	<b>CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS</b>								
	<b>AP</b>	<b>AE</b>	<b>DC</b>	<b>DE</b>	<b>CE</b>	<b>NF</b>	<b>NGF</b>	<b>P1000</b>	<b>PROD</b>
<b>G1 X G2</b>	0,01	0,01	0,03	0,49	0,54	0,19	0,05	0,01	0,02
<b>0 vs 90</b>	0,01	0,02	0,72	0,11	0,44	0,36	0,80	0,17	0,01
<b>0 vs 180</b>	0,01	0,05	0,13	0,95	0,09	0,65	0,71	0,01	0,01
<b>90 vs 180</b>	0,11	0,71	0,06	0,12	0,38	0,17	0,91	0,21	0,02
<b>60 vs 75</b>	0,13	0,48	0,01	0,34	0,56	0,65	0,89	0,01	0,06
<b>60 vs 90</b>	0,07	0,12	0,01	0,13	0,09	0,17	0,24	0,01	0,49
<b>75 vs 90</b>	0,74	0,39	0,19	0,56	0,02	0,36	0,29	0,17	0,22

<b>LARANJEIRAS DO SUL – 0,90m</b>									
<b>CONTRASTES<sup>1</sup></b>	<b>CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS</b>								
	<b>AP</b>	<b>AE</b>	<b>DC</b>	<b>DE</b>	<b>CE</b>	<b>NF</b>	<b>NGF</b>	<b>P1000</b>	<b>PROD</b>
<b>G1 X G2</b>	0,62	0,01	0,01	0,53	0,05	0,01	0,07	0,01	0,27
<b>0 vs 90</b>	0,24	0,01	0,11	0,2	0,94	0,04	0,22	0,35	0,01
<b>0 vs 180</b>	0,01	0,01	0,12	0,88	0,28	0,01	0,84	0,01	0,01
<b>90 vs 180</b>	0,08	0,22	0,96	0,28	0,31	0,51	0,15	0,05	0,02
<b>60 vs 75</b>	0,32	0,48	0,01	0,01	0,18	0,19	0,83	0,65	0,45
<b>60 vs 90</b>	0,79	0,56	0,01	0,24	0,14	0,57	0,18	0,01	0,06
<b>75 vs 90</b>	0,21	0,19	0,02	0,08	0,87	0,46	0,27	0,04	0,26

<sup>1</sup>G1 (grupo 1 - híbridos de arquitetura moderna); G2 (grupo 2 - híbridos de arquitetura antiga); 0 (0 kg ha<sup>-1</sup> de N); 90 (90 kg ha<sup>-1</sup> de N); 180 (180 kg ha<sup>-1</sup> de N); 60 (60.000 plantas ha<sup>-1</sup>); 75 (75.000 plantas ha<sup>-1</sup>); 90 (90.000 plantas ha<sup>-1</sup>).

Nos contrastes envolvendo as características agronômicas avaliadas (Tabela 18), fica evidenciada, mais uma vez, a resposta dos híbridos de milho avaliados quanto a arquitetura de plantas, para o contraste G1 vs G2, o que já era esperado, em virtude das modificações genéticas das cultivares. A maioria das características agronômicas avaliadas foram significativas para este contraste, nos dois municípios (Guarapuava e Laranjeiras do Sul). O mesmo fato não ocorreu para os demais contrastes, embora tenha havido significância para alguma característica agronômica para todos os contrastes, nos dois municípios.

Quando analisados os contrastes entre os níveis de adubação nitrogenada em cobertura 0 vs 90, 0 vs 180 e 90 vs 180, observou-se significância com mais de 95% de probabilidade para a característica produtividade de grãos (PROD). Resultados similares foram encontrados por Mota et al., 2015, que verificaram que o rendimento de grãos apresentou um incremento linear em resposta à elevação das doses de N aplicadas em cobertura. Esse resultado evidencia a contribuição no rendimento dos grãos para os tratamentos com nitrogênio em cobertura para

os híbridos de milho avaliados, justificando-se a utilização de adubação nitrogenada de cobertura na cultura.

## 5.4 CONCLUSÕES

Os híbridos de arquitetura moderna obtiveram as menores alturas de inserção da primeira espiga, altura de planta e diâmetro de colmo, sendo este dependente do local de cultivo quando submetido a diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura e densidade de semeadura.

As dosagens de nitrogênio em cobertura e a densidade de plantas influenciaram o peso de mil grão dos híbridos de milho de arquitetura moderna e antiga.

A produtividade de grãos foi influenciada positivamente pelo aumento na dosagem de adubação em cobertura e pela arquitetura de plantas.

A arquitetura antiga, com o aumento da densidade de plantas, influenciou negativamente o diâmetro de espiga em Guarapuava (reduzido) e positivamente em Laranjeiras do Sul (convencional).

A adubação nitrogenada em cobertura de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N reduziu o número de fileira de grãos do híbrido DKB 240Y e o número de grãos por fileira do híbrido de milho DKB 390Y, em Guarapuava.

## 5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região Centro-Sul do Paraná possui um clima favorável para a produção de milho, com chuvas geralmente bem distribuídas, ultrapassando 1000 mm durante o ciclo e temperaturas médias próximas a 20°C, faixa ideal para o bom desenvolvimento da cultura, e estabelecimento da cultura a campo, o que pode refletir em ganhos de rendimentos para os híbridos de milho cultivados na região, quando comparados a outras regiões produtoras do Brasil.

A utilização de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho, associada a adoção de maiores densidades de plantas e espaçamentos reduzidos, que variam de 40 a 50 cm entre linhas, vêm aumentando a cada ano agrícola na região, principalmente por parte de agricultores que cultivam, em áreas extensas, híbridos de baixa altura de planta e com arquitetura foliar ereta e que utilizam alta tecnologia em termos de manejo fitossanitário da cultura.

No entanto, antes de optar por novas alternativas de manejo para a cultura, os agricultores devem buscar, quando possível, amparo em resultados de pesquisas realizadas na região de atuação, para assim, fazerem a escolha do melhor sistema de produção que se adapte à sua propriedade. Neste sentido, ressaltamos a necessidade de geração de pesquisas regionais, com híbridos mais modernos, lançados no mercado, para a região Centro Sul do Paraná. Estes híbridos modernos, possuem arquitetura de planta diferentes, como: menor porte, folhas com lâminas mais eretas, menores e em menor número, com menor massa e diferem comparativamente dos híbridos mais antigos de milho, que possuem: maior porte, folhas maiores e decumbentes, que produzem muita massa, associados a diferentes espaçamentos, densidades de plantas, adubações nitrogenadas em cobertura e resistência desses às doenças foliares.

No presente estudo, com a separação dos híbridos de milho analisados, em dois grupos (híbridos modernos e antigos), observou-se diferenças entre esses na maioria dos caracteres mensurados, principalmente em relação à resistência dos híbridos às doenças foliares e às características agronômicas relacionadas a planta.

Ficou evidente que os híbridos modernos de milho são mais resistentes a ferrugem comum, doença de grande importância na região, em espaçamento reduzido, independente da densidade de plantas a que foram submetidos, sendo o híbrido antigo DKB 390 Y o mais



susceptível a doença. Já para as doenças mancha foliar de diplódia (*Stenocarpella macrospora*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), os híbridos antigos de milho foram mais resistentes, em espaçamento reduzido. Para a doença foliar helmintosporiose, o híbrido moderno P 1630H se destacou dos demais como o mais susceptível a doença.

Em geral, o incremento na população de plantas não foi o fator que influenciou o rendimento de grãos dos híbridos, e sim a adubação nitrogenada em cobertura. Nos dois municípios analisados (Guarapuava – espaçamento reduzido e Laranjeiras do Sul – espaçamento convencional), os híbridos antigos de milho apresentaram maior peso de mil grãos (P1000) e maior produtividade (PROD), ficando evidente que para os híbridos antigos, a dose de adubação nitrogenada em cobertura a ser utilizada para uma maior produtividade de grãos é a de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, apresentando diferença significativa nos dois municípios.

É oportuno ressaltar que, para a condução dos experimentos não foi utilizado fungicidas para o controle das doenças foliares, e que mesmo assim a produtividade no município de Guarapuava foi considerada alta, sendo que chegou a patamares de 10.000 a 15.000 kg ha<sup>-1</sup>, confirmando as condições edafoclimáticas ideais para a produção de milho do município, diferente dos resultados obtidos no município de Laranjeiras do Sul, que a produtividade dos grãos foi considerada baixa, podendo ser resultado da pressão das doenças foliares.

Ressalto ainda, a importância da manutenção desta linha de pesquisa na cultura do milho, que possa elucidar os benefícios e entraves de novas formas de manejo para a região Centro Sul do Paraná, bem como, em outras regiões agrícolas do Estado.

## 5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRACHTVOGEL, E. L. PEREIRA, F. R. S.; CRUZ, S. C. S.; ABREU, M. L.; BICUDO, S. J. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. **Revista Tropicã – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n.1, p.75-83, 2012.
- BRACHTVOGEL, E. L. PEREIRA, F. R. S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p. 2334-2339, 2009.
- CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 1, p.87-95, 2016.
- CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**. Dourados, v.4, n.12, p.84-90, 2011.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS RS/SC. 2004. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 401p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2012. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/cultivares.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/cultivares.htm). Acesso em: 20.agos.2015.
- EMYGDIO, B.M.; TEIXEIRA, M.C.C. Densidade de plantas e espaçamento entre linhas para o híbrido de milho BRS 1002. **Circular Técnica 68**. Outubro, 2008.
- FANCELLI, A. L. Ecofisiologia de plantas de lavouras. In: CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M.; CERETTA, C. A. **Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2001. p. 59-71.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 63-70, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. C. B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.700–707, 2014.

GILO, E. G.; SILVA JUNIOR, C. A.; TORRES, F. E.; NASCIMENTO, E. S.; LOURENÇÃO, A. S. Comportamento de híbridos de milho no Cerrado Sul-Matogrossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 908-914, 2011.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; TAKASU, A. T.; ARF, O. Características agronômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 250-259, 2013.

INPE- **Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/index.php>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

KAPPES, C; ANDRADE, J.A.C; ARF, O; OLIVEIRA, A.C; ARF, M.V; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.334-343, 2011.

KAPPES, C; ARF, O; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 201-217, 2014.

LANA, M. C.; RAMPIM, L.; OHLAND, T.; FÁVERO, F. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.3, p. 424-433, 2014.

LI, C.; LI, Y.; SHI, Y.; SONG, Y.; ZHANG, D.; BUCKLER, E. S.; ZHANG, Z.; WANG, T.; LI, Y. Genetic Control of the Leaf Angle and Leaf Orientation Value as Revealed by Ultra-High Density Maps in Three Connected Maize Populations. **PLOS ONE**, Pennsylvania State University, UNITED STATES, p. 1-13, 2015.

LIMA, C. F.; ARNHOLD, E.; ARAUJO, B. L.; OLIVEIRA, G. H. F.; JUNIOR, E. A. Avaliação de híbridos de milho sob três densidades populacionais em fronteira agrícola no Maranhão. **Comunicata Scientiae**, São Luís, Maranhão, p. 30-34, 2012.

MELO, F. D. B.; CORÁ, J. E.; CARDOSO, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 1, p. 27-31, 2011.

MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; FARIA, M. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; ROSÁRIO, J. G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no Centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 176–192, 2011.

MENDES, M.C; MATCHULA, P.H; ROSSI, E.S; OLIVEIRA, B.R; SILVA, C.A; SÉKULA, C.R. Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de

híbridos de milho em espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 92-101, 2013.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 512-522, 2015.

NOGUEIRA, M.C.S. Orthogonal contrasts: definitions and concepts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.1, p.118-124, 2004.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 326p. 2000.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

SÁ, M DE; RAMALHO, M. A. P, SOUZA SOBRINHO, F DE. Aspectos morfológicos e fisiológicos de cultivares modernas e antigas de milho. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras. V.26, n.5, p.1082-1091, 2002.

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

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SILVA, P. R. F.; SCHMITT, A.; VARGAS, V. P.; CASA, R. T.; SOUZA, C. A. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p.609-616, 2011.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 263-271, 2007.

SCHIAVINATTI, A. F.; ANDREOTTI, M.; BENETT, C. G. S.; PARIZ, C. M.; LODO, B. N.; BUZETTI, S. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado. **Bragantia**, v.70, n.4, p.925-930, 2011.

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 151-154, 2000.

SILVA, A.F.; SCHONINGER, E.L.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M.A.C. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em

sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 162-173, 2014.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M. E.; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, v.70, n.2, p.447-454, 2011.

TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; HAGA, K. I.; ARF, O.; GITTI, D. C. Características agrônômicas da cultura do milho em função do preparo de solo e arranjo espacial de plantas. **Revista Agrarian**. Dourados, v.7, n.26, p.485-495, 2014.

TORRES, F. E.; SOUZA, L. C. F.; ANDRADE, L. H. L.; PEDROSO, F. F.; MATOSO, A. O.; TORRES, L. D.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Influência da cobertura do solo e doses de nitrogênio na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v.9, n.1, p.36-41, 2014.

UATE, J.V.; VON PINHO, R.G.; CANCELLIER, L.L. Efeito do espaçamento entre linhas e densidade de plantas na produção da cultura de milho. **Revista Científica da UEM**. vol. 1, n. 1, p. 13-20, 2014.

UBERT, I. P.; ALMEIDA, C. A. S.; CHIODELLI, E.; BRESOLIN, F.; CASTANHO, M.; SOLIGO, S.; CAMILLO, M. F. Efeito de diferentes densidades na produtividade de grãos de milho (*Zea mays* L.) em espaçamento reduzido. **RAMVI**, Getúlio Vargas, v. 01, n. 01, p.1-20, 2014.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.254-263, 2011.

VAZQUEZ, G. H.; GARCIA, F. P.; ASSIS, A. V. DE. Influência do espaçamento na produtividade de híbridos de milho sob alta densidade populacional. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v.6 n.2, p. 79-88, 2012.