

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELO DE ANDRADE VIEIRA

**CULTIVARES E POPULAÇÃO DE PLANTAS NA PRODUÇÃO DE
MILHO-VERDE**

**CURITIBA
2007**

MARCELO DE ANDRADE VIEIRA

**CULTIVARES E POPULAÇÃO DE PLANTAS NA PRODUÇÃO DE
MILHO-VERDE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros
Co-orientador: Prof. Dr. Jeferson Zagonel

**CURITIBA
2007**

Às minhas três fontes de inspiração,
Melissa, Cauynê e Eduardo.

A adversidade desperta em nós capacidades que, em condições favoráveis, teriam ficado adormecidas.

Horácio

A dúvida é um dos nomes da inteligência.

Jorge Luis Borges

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por mais esta oportunidade de aprendizagem e crescimento espiritual.

Aos professores Dr. Edelclaiton Daros e Dr. Jeferson Zagonel por aceitarem o desafio e por lutarem para que tudo desse certo.

Ao prof. Dr. José Raulindo Gardingo por ter me ensinado os caminhos da ciência.

À Engenheira Agrônoma Mariana Krusquevis Camargo, aos professores Dr. Dorivaldo da Silva Raupp e Dr. André Belmont Pereira pela amizade e ajuda na condução dessa pesquisa.

Aos funcionários da Fazenda Escola Capão-da-Onça pelo apoio técnico.

À Coordenação do Curso de Pós-graduação em Agronomia da UFPR, pela confiança depositada nesse trabalho.

Aos meus pais, Armando e Margarida, pelo exemplo de amor e dedicação durante todos estes anos.

Às minhas avós Branca e Célia e à minha tia Alcione, pelo apoio incondicional ao longo dessa jornada.

À toda a minha família, que sempre esteve presente nos momentos difíceis.

Aos amigos Carlos Alberto, Christian, Ericson, Flávio e Kléber por todo o apoio psicológico e logístico.

Aos ex-colegas de UEPG, João Acir Batista Lopes, Gabriel Barth, Angie Carneiro Remuska, Ângela Fuentes Fagundes, Eduardo Garcia Cardoso, Reni Pedro Kunz e Fernando Garbuio.

Às amigas Luzia Vanessa Marceniuk, Paola Spandre e Priscila Cristina Niesing pela paciência, amizade e cumplicidade.

Aos professores Dr. Henrique Soares Koehler e Dr. Átila Francisco Mógor pela amizade e sugestões.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Nascido em Ponta Grossa, Paraná, filho de Armando Madalosso Vieira e Margarida de Fátima de Andrade Vieira, graduou-se no ano de 2002 em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, onde estagiou na área de Melhoramento Genético de Plantas e desenvolveu trabalhos com as culturas do feijão, triticale, milho, milho-verde e milho-doce. Organizou encontros de pesquisa e a 1ª Semana Acadêmica de Agronomia da UEPG (Semanagro). Ingressou no curso de Mestrado em Produção Vegetal da UFPR no ano de 2007.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 – ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO (CAMADA DE 0 A 20 cm) DA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA ESCOLA “CAPÃO-DA-ONÇA”, PONTA GROSSA, PR. 2005..... | 15 |
| TABELA 2 – ANÁLISE FÍSICA DO SOLO (CAMADA 0 A 20 cm) DA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA ESCOLA “CAPÃO-DA-ONÇA”, PONTA GROSSA, PR. 2005..... | 16 |
| TABELA 3 – CICLO DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO ENTRE A EMERGÊNCIA E O PENDOAMENTO (V_E-V_T) E PENDOAMENTO E ESPIGAMENTO (V_T-R_1). PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 23 |
| TABELA 4 – CICLO DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO ENTRE ESPIGAMENTO E GRÃOS LEITOSOS (R_1-R_3) EMERGÊNCIA E GRÃOS LEITOSOS (V_E-R_3). PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 23 |
| TABELA 5 – PERÍODO DE COLHEITA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS. PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 24 |
| TABELA 6 – ALTURA DE PLANTA (m) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 25 |
| TABELA 7 – ALTURA DE INSERÇÃO DE ESPIGA (m) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 27 |
| TABELA 8 – DIÂMETRO DE COLMO (cm) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 28 |
| TABELA 9 – POPULAÇÃO FINAL (plantas m^{-2}) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 29 |
| TABELA 10 – NÚMERO DE FOLHAS VERDES NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 31 |

| | |
|---|----|
| TABELA 11 – NÚMERO DE FOLHAS VERDES ACIMA DA ESPIGA NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 32 |
| TABELA 12 – ÁREA FOLIAR (cm^2) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 34 |
| TABELA 13 – ÁREA FOLIAR (cm^2) DA FOLHA BANDEIRA, DA 1ª, 3ª E 4ª FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 35 |
| TABELA 14 – ÁREA FOLIAR (cm^2) DA 2ª FOLHA ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 35 |
| TABELA 15 – ÁREA FOLIAR (cm^2) DA 5ª, 6ª E 7ª FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 36 |
| TABELA 16 – ÁREA FOLIAR (cm^2) DA 8ª, 9ª, 10ª E 11ª FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 36 |
| TABELA 17 – ÁREA FOLIAR (cm^2) DA 12ª, 13ª, 14ª E 15ª FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 37 |
| TABELA 18 – RELAÇÃO ENTRE A ÁREA FOLIAR (cm^2) DA FOLHA BANDEIRA E DA 1ª À 15ª FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) DE QUATRO CULTIVARES NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 38 |
| TABELA 19 – COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (r) ENTRE ÁREA FOLIAR E ÁREA FOLIAR DAS FOLHAS BANDEIRA A 15ª FOLHA ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA E VALOR DE p..... | 39 |
| TABELA 20 – ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 40 |

| | |
|--|----|
| TABELA 21 – COMPRIMENTO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 42 |
| TABELA 22 – COMPRIMENTO ESPIGA DESPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 43 |
| TABELA 23 – COMPRIMENTO DE GRANAÇÃO (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 45 |
| TABELA 24 – DIÂMETRO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 48 |
| TABELA 25 – DIÂMETRO ESPIGA DESPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 50 |
| TABELA 26 – MASSA FRESCA DE ESPIGA EMPALHADA (g) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 51 |
| TABELA 27 – MASSA FRESCA DE ESPIGA DESPALHADA (g) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 52 |
| TABELA 28 – NÚMERO DE FILEIRAS POR ESPIGA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 54 |
| TABELA 29 – GRÃOS POR FILEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 55 |
| TABELA 30 – GRÃOS POR ESPIGA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA – PR. 2005/2006. | 57 |

| | |
|---|----|
| TABELA 31 – PROFUNDIDADE DE GRÃOS (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 60 |
| TABELA 32 – NÚMERO DE BRÁCTEAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 61 |
| TABELA 33 – ÍNDICE DE ESPIGAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 64 |
| TABELA 34 – PORCENTAGEM DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 66 |
| TABELA 35 – NÚMERO DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS ha ⁻¹ DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 67 |
| TABELA 36 – PRODUTIVIDADE DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS (kg ha ⁻¹) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006..... | 68 |
| TABELA 37 – CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS, COMERCIAIS E PRODUTIVAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO NAS POPULAÇÕES DE 35.000 E 50.000 plantas ha ⁻¹ NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 71 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – DADOS MÉDIOS DE TEMPERATURAS DO AR MÁXIMAS (TMAX), MÉDIAS (TMED) E MÍNIMAS (TMIN) OBSERVADOS NO PERÍODO DE NOVEMBRO/2005 A FEVEREIRO/2006..... | 14 |
| FIGURA 2 – DADOS MÉDIOS DE VELOCIDADE DO VENTO OBSERVADOS NO PERÍODO DE NOVEMBRO/2005 A FEVEREIRO/2006.. | 14 |
| FIGURA 3 – DADOS MÉDIOS DE PRECIPITAÇÃO E UMIDADE RELATIVA DO AR (UR) OBSERVADOS NO PERÍODO DE NOVEMBRO/2005 A FEVEREIRO/2006..... | 15 |
| FIGURA 4 – DADOS DE INSOLAÇÃO E RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL OBSERVADOS NO PERÍODO DE NOVEMBRO/2005 A FEVEREIRO/2006. | 16 |
| FIGURA 5 – RELAÇÃO ENTRE A ALTURA DE PLANTA (m) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 26 |
| FIGURA 6 – RELAÇÃO ENTRE A ALTURA DE INSERÇÃO DE ESPIGA (m) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 27 |
| FIGURA 7 – RELAÇÃO ENTRE O DIÂMETRO DE COLMO (cm) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 29 |
| FIGURA 8 – RELAÇÃO ENTRE A POPULAÇÃO FINAL (plantas m^{-2}) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 30 |
| FIGURA 9 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE FOLHAS VERDES NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 32 |
| FIGURA 10 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE FOLHAS VERDES ACIMA DA ESPIGA NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 33 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 11 – RELAÇÃO ENTRE A ÁREA FOLIAR (cm ²) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 34 |
| FIGURA 12 – RELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 41 |
| FIGURA 13 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 43 |
| FIGURA 14 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO ESPIGA DESPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 44 |
| FIGURA 15 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DE GRANAÇÃO (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 46 |
| FIGURA 16 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) E O COMPRIMENTO DE GRANAÇÃO (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 47 |
| FIGURA 17 – RELAÇÃO ENTRE O DIÂMETRO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 49 |
| FIGURA 18 – DIÂMETRO ESPIGA DESPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 50 |
| FIGURA 19 – RELAÇÃO ENTRE A MASSA FRESCA DE ESPIGA EMPALHADA (g) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 52 |
| FIGURA 20 – RELAÇÃO ENTRE A MASSA FRESCA DE ESPIGA DESPALHADA (g) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 53 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 21 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE FILEIRAS POR ESPIGA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 55 |
| FIGURA 22 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE GRÃOS POR FILEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 56 |
| FIGURA 23 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 58 |
| FIGURA 24 – RELAÇÃO ENTRE A PROFUNDIDADE DE GRÃOS (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 60 |
| FIGURA 25 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE BRÁCTEAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 62 |
| FIGURA 26 – RELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE ESPIGAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 64 |
| FIGURA 27 – RELAÇÃO ENTRE A PORCENTAGEM DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 66 |
| FIGURA 28 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS ha ⁻¹ DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 67 |
| FIGURA 29 – RELAÇÃO ENTRE A PRODUTIVIDADE DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS (kg ha ⁻¹) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m ⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006. | 69 |

RESUMO

Quatro cultivares de milho foram avaliadas quanto à aptidão para a produção de milho-verde e sua resposta à população de plantas na região de Ponta Grossa, estado do Paraná. As cultivares avaliadas foram: 30P34, DKB 214, Penta e SWB 551; as populações de plantas: 35.000, 50.000, 65.000, 80.000 e 95.000 plantas ha⁻¹. O delineamento estatístico adotado foi de blocos ao acaso em esquema de parcelas sub-divididas. Foram consideradas características fenológicas (6), morfológicas (22), comerciais (14) e produtivas (5) perfazendo um total de 47 características avaliadas. A cultivar SWB 551 foi a mais tardia e apresentou atraso no florescimento feminino com o aumento da densidade de plantas. A área foliar e o número de folhas sofreram redução com o aumento na população de plantas. Houve supressão do desenvolvimento da espiga pela competição intra-específica revelado pela redução do comprimento, diâmetro e massa fresca das espigas. Acima de 50.000 plantas ha⁻¹ houve redução do número de espigas comerciais. As cultivares 30P34, DKB 214 e SWB 551 mostram-se aptas à produção de espigas verdes. A cultivar Penta apresentou limitações para seu uso na produção de milho-verde como a forma da espiga, baixa massa fresca de espiga, baixo número de espigas comerciais ha⁻¹ e baixa produtividade. O aumento da população de plantas influencia as características morfológicas, comerciais e produtivas de todas as cultivares testadas. As maiores produtividades, tanto em número de espigas ha⁻¹ quanto em kg ha⁻¹, são obtidas nas populações de 35.000 e 50.000 plantas ha⁻¹.

Palavras-chave: *Zea mays* L., espigas verdes, densidade de semeadura.

GREEN CORN CULTIVARS AND PLANT POPULATION YIELD

ABSTRACT

Four maize cultivars were evaluated about their aptitude to yield green corn and their response to increase in plant population in Ponta Grossa region, state of Paraná. The evaluated cultivars were: 30P34, DKB 214, Penta, and SWB 551; plant populations: 35000, 50000, 65000, 80000, and 95000 plants ha⁻¹. The statistical design adopted was randomized blocks with split-plot. Phenological (6), morphological (22), marketable (14), and yield (5) characteristics were considered, totaling 47 evaluated characteristics. SWB 551 was the most long season cultivar and its silking had a delay due to the increasing in plant population. Leaf area and number of leaves decreased due to higher plant density. Suppression in ear development due to intra-specific competition was revealed by its decrease of length, diameter and fresh weight. There was reduction in the number of marketable husked ears and yield of marketable ears in plant populations higher than 50000 plants ha⁻¹. 30P34, DKB 214, and SWB 551 cultivars are suitable to yield green ears. Penta cultivar has limitations to its use in green corn yield as ear shape, low ear fresh weight, low number of marketable ears ha⁻¹ and low yield. The increasing in plant population influences morphological, marketable, and yield characteristics in all tested cultivars. Higher yields, in number of marketable ears ha⁻¹ and kg ha⁻¹, are obtained in plant populations with 35000 and 50000 plants ha⁻¹.

Key-words: *Zea mays* L., green ears, seedling density.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| AGRADECIMENTOS..... | v |
| BIOGRAFIA DO AUTOR..... | vi |
| LISTA DE TABELAS..... | vii |
| LISTA DE FIGURAS..... | xi |
| RESUMO..... | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1 O MILHO-VERDE | 3 |
| 2.2 CULTIVARES E CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS | 4 |
| 2.3 FISIOLOGIA E FENOLOGIA DA CULTURA | 4 |
| 2.3.1 Germinação e emergência | 5 |
| 2.3.2 Desenvolvimento vegetativo..... | 6 |
| 2.3.3 Desenvolvimento reprodutivo..... | 6 |
| 2.4 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E PRODUÇÃO..... | 8 |
| 2.5 POPULAÇÃO DE PLANTAS..... | 10 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 3.1 LOCAL..... | 13 |
| 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL..... | 16 |
| 3.3 CULTIVARES E POPULAÇÕES DE PLANTAS..... | 17 |
| 3.4 INSTALAÇÃO..... | 17 |
| 3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS | 18 |
| 3.5.1 Características fenológicas | 18 |
| 3.5.2 Características morfológicas e produtivas..... | 19 |
| 3.5.3 Características comerciais | 20 |
| 3.6 ANÁLISE DOS DADOS | 21 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 4.1 FENOLOGIA DA CULTURA..... | 22 |
| 4.2 MORFOLOGIA DA CULTURA | 25 |
| 4.2.1 Altura de plantas, altura de inserção de espigas, diâmetro do colmo e população final..... | 25 |
| 4.2.2 Número de folhas verdes e número de folhas acima da espiga..... | 30 |
| 4.2.3 Área foliar | 33 |
| 4.2.4 Índice de área foliar (IAF) | 39 |
| 4.3 CARACTERÍSTICAS COMERCIAIS | 41 |
| 4.3.1 Comprimento de espiga empalhada e despalhada, comprimento de granação e forma da espiga | 41 |
| 4.3.2 Diâmetro de espiga empalhada e despalhada | 48 |
| 4.3.3 Massa fresca de espiga empalhada e despalhada | 51 |
| 4.3.4 Número de fileiras, grãos por fileira e grãos por espiga | 53 |
| 4.3.5 Profundidade de grãos e número de brácteas | 59 |
| 4.4 CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS..... | 63 |
| 4.4.1 Índice de espigas..... | 63 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4.2 Porcentagem de espigas comerciais, número de espigas comerciais e produtividade de espigas comerciais | 65 |
| 4.5 CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS, COMERCIAIS E PRODUTIVAS DAS QUATRO CULTIVARES DE MILHO | 70 |
| 5 CONCLUSÕES | 72 |
| 6 REFERÊNCIAS..... | 73 |

1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais cultivados no Brasil, que mostra constante crescimento em termos de produção e produtividade no país. Segundo dados da FAO (2006), o Brasil ocupa a terceira posição na produção deste cereal, superado pela produção estadunidense e pela chinesa.

Os maiores produtores mundiais de milho-verde são os Estados Unidos da América, seguidos da Nigéria e da França, sendo esta a detentora das maiores produtividades de milho-verde.

Embora os números relativos à produção de milho-verde sejam bem mais modestos do que os relativos à produção de grãos, seu cultivo no Brasil cresce a cada ano devido ao valor agregado ao produto e seus derivados.

Dados sobre produção, produtividade e área nacional cultivada com milho visando a produção de espigas verdes ainda são escassos, sendo apenas levantados a cada cinco anos em Censos Agropecuários. Os dados mais recentes são do Censo 1995/1996 e mostram que a produção brasileira era de 232.138 toneladas de espigas, sendo a área cultivada no país de 102.325 ha e a produtividade média de 2.855 kg ha⁻¹ de espigas verdes (IBGE, 2006). Os grandes produtores nacionais foram os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Paraná.

O milho-verde é muito apreciado na culinária brasileira, sendo utilizado nas mais diversas maneiras. Seja na forma de espigas cozidas ou assadas ou até mesmo no preparo de pamonha, curau, bolos, pizzas etc., o milho-verde representa papel importante na alimentação do brasileiro. Devido a essa versatilidade culinária, a sua demanda encontra-se em fase de crescimento, principalmente nos grandes centros urbanos. Segundo dados do CEASA-PR (2007), o volume comercializado na unidade de Curitiba cresceu 41% entre os anos 2003 e 2006.

Visando atender a essa demanda crescente, o produtor de milho-verde deve buscar cada vez mais a profissionalização da sua produção, fornecendo produtos de alta qualidade e em quantidade suficiente para suprir os mercados mais exigentes. Para se alcançar esse objetivo devem ser adotadas técnicas de manejo que proporcionem altas produtividades, sem que as características comerciais sejam afetadas negativamente.

Dentre essas técnicas de manejo encontram-se a escolha de cultivares adaptadas às condições edafo-climáticas da Região e que tenham boa aceitação nos mercados consumidores, a época de semeadura adequada ao cultivo, a realização dos manejos fitossanitário e de solo adequados, além da população de plantas necessária para se alcançar os padrões de comercialização de espigas e obter altas produtividades. Dessa maneira é possível atingir altos rendimentos econômicos associados a um melhor aproveitamento da área de cultivo.

Na escolha da cultivar deve-se levar em conta vários fatores que vão desde o meio em que ela será introduzida até suas características comerciais, para que assim a produção não seja afetada por fatores climáticos e apresente os padrões de comercialização da região. A escolha de uma cultivar inadequada pode levar à perda da produtividade ou até mesmo à perda de toda a produção por não se enquadrar nas características físicas e/ou organolépticas exigidas pelo mercado consumidor.

Tendo-se como hipótese que as cultivares podem possuir diferentes características morfológicas, fenológicas e comerciais, assume-se que nem todas se apresentam aptas à produção visando à comercialização de espigas verdes, uma vez que espigas fora dos padrões de aceitação pelo mercado consumidor não conseguirão ser vendidas.

Atualmente discute-se sobre a elevação da população de plantas como uma das maneiras de se maximizar a produção de grãos pela otimização do uso de fatores de produção como luz, água e nutrientes. Contudo, pouco se sabe sobre a adoção dessa técnica e suas implicações na qualidade da espiga em cultivos de milho-verde.

Adotando-se a afirmativa de que o aumento na população de plantas pode aumentar a competição intraespecífica, afetando o desenvolvimento da planta, então a produtividade também pode ser afetada pela redução no número de espigas comercializáveis por ocorrerem perdas na qualidade comercial das espigas.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivos avaliar o desempenho de quatro cultivares de milho para a produção de milho-verde e o efeito da população de plantas sobre características comerciais e produtivas de suas espigas no estágio de grão leitoso, bem como as alterações na morfologia das plantas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O MILHO-VERDE

O milho já era cultivado pelos ameríndios há séculos nas formas de milho doce, pipoca, duro e dentado. A seleção das melhores sementes promovida pelos nativos visando o replantio anual desenvolveu estas variedades (WHITE; JOHNSON, 2003). Assim, na época do descobrimento da América, a especialização promovida pelos indígenas era tamanha que o milho já não mais apresentava aptidão para reproduzir-se sem o auxílio do homem (JUGENHEIMER, 1981). Segundo Duncan (1975) nenhuma variedade de milho conhecida seria capaz de gerar mais de duas ou três gerações senão pelo seu cultivo.

Representante da família Poaceae, gênero *Zea*, botanicamente denominado *Zea mays* L., sendo, portanto, da mesma espécie do milho cultivado para a produção de grãos, o milho-verde atinge seu ponto de colheita quando seus grãos apresentam-se no estado leitoso, com 70 a 80% de umidade (PEREIRA FILHO, 2003).

Quando consumido na forma de espigas cozidas, cada 100 g de milho-verde possui 6,2 g de proteína, 6 g de cálcio, 0,5 mg de ferro, 103 mg de fósforo, 45 U.I. de vitamina A, 150 µg de tiamina, 203 µg de riboflavina, 2,1 µg de niacina e 1 mg de vitamina C (FILGUEIRA, 2000).

Os vários tipos de milho apresentam diferentes conteúdos de açúcares, teores e qualidade de proteína e também no tipo, forma e concentração de amido (MAGALHÃES; DURÃES; CARNEIRO, 2002). Enquanto o milho-verde comum apresenta 3% de teor de açúcar e 60 a 70% de teor de amido, o milho doce apresenta de 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido. No caso de superdoce o teor de açúcar sobe para 25% e o de amido reduz para 15 a 20% (SILVA, 1994).

2.2 CULTIVARES E CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS

O milho-verde pode ser proveniente de variedades dentadas, semi-dentadas ou doces, sendo distintas do milho comum (FILGUEIRA, 1981). As cultivares utilizadas produzem espigas verde-claras, com grãos amarelados, sendo uma ótima opção na rotação com outras hortaliças (FILGUEIRA, 2000). No Brasil existem poucos programas de melhoramento genético voltados para o desenvolvimento de cultivares de milho-verde. A EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) é o órgão responsável pelo programa de desenvolvimento de cultivares dentro da iniciativa pública. Na iniciativa privada pode-se citar os programas das multinacionais DowAgroscience, Monsanto e Syngenta.

O ideótipo do milho-verde para o consumo *in natura* deve apresentar características como espigas bem granadas (no mínimo 14 fileiras de grãos), um padrão de espigas grandes (mínimo de 22 cm quando empalhada e mínimo de 17 cm quando despalhada) e cilíndricas, sabugo claro e fino, pouca palha (no máximo 12 brácteas), grãos dentados amarelo intenso ou alaranjado, saborosos e adocicados, profundos e macios, além de longevidade de colheita (5 a 8 dias) e livre de danos provocados principalmente pela lagarta da espiga [*Helicoverpa zea* (BODDIE)(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)] (FORNASIERI FILHO; CASTELLANE; CIPOLLI, 1988; PEREIRA FILHO, 2003; SAWAZAKI; POMMER; ISHIMURA, 1979; SILVA; BARRETO; SANTOS, 1997).

Além desses atributos da espiga, a planta deve possuir ainda porte médio, resistência ao acamamento e quebramento e índice de espiga (ou número de espigas por planta) igual a 1 (PEREIRA FILHO, 2003).

2.3 FISIOLOGIA E FENOLOGIA DA CULTURA

Para uma eficiente realização de práticas culturais é fundamental o conhecimento das diferentes fases de desenvolvimento do milho com suas diferentes demandas (MAGALHÃES; DURÃES; CARNEIRO, 2002). Desta maneira

é possível adequar o período de realização destas práticas ao período de desenvolvimento mais indicado.

Visando essa adequação emprega-se o sistema de identificação de estádios fenológicos, que divide o desenvolvimento da planta em vegetativo (V) e reprodutivo (R). Subdivisões em estádios vegetativos são representadas numericamente de acordo com o número de folhas emitidas (V_1 , V_2 , V_3 , seguindo dessa forma até a última folha emitida antes do pendoamento V_n) até o pendoamento (V_T), sendo a emergência representada como V_E e as subdivisões na fase reprodutiva indicadas numericamente de acordo com o desenvolvimento do grão (R_1 – embonecamento; R_2 – bolha d'água; R_3 – leitoso; R_4 – pastoso; R_5 – formação de dente; R_6 – maturidade fisiológica) (MAGALHÃES; DURÃES; CARNEIRO, 2002).

Uma vez que a planta de milho é utilizada tanto para a produção de grãos quanto para a produção de espigas verdes e por existirem poucos estudos relativos à fisiologia da planta com este propósito comercial, nessa revisão serão feitas inferências em relação à fisiologia associada à produção utilizando-se dados referentes à produção de grãos.

2.3.1 Germinação e emergência

A germinação da semente, o crescimento e o desenvolvimento da planta de milho dependem da ocorrência de condições climáticas adequadas. Para que estas condições ocorram, fatores como temperatura adequada aos processos metabólicos, oxigênio para a respiração, reservas nutritivas e água para solubilizar estas reservas são de extrema importância (AVELAR, 1983). Uma vez que não existam mecanismos de inibição da germinação, esta pode ocorrer a partir do momento em que as sementes atingem a maturidade fisiológica (DUNCAN, 1975).

Dentre os fatores já citados, o crescimento e o desenvolvimento da planta de milho se correlacionam mais com a temperatura do que com qualquer outro fator. Independente das condições de luz, a planta de milho paralisa seu desenvolvimento se a temperatura atingir o mínimo de 8°C ou o máximo de 40°C (AVELAR, 1983; BARBOSA, 1983).

2.3.2 Desenvolvimento vegetativo

Quando a planta deixa de ser dependente das reservas do endosperma e passa a sintetizar carboidratos por meio da fotossíntese, passando de um estágio heterotrófico para um estágio autotrófico, a radiação solar possui extrema importância, pois esta é a fase na qual ocorre a síntese da clorofila e, portanto, o esverdeamento das folhas (BARBOSA, 1983).

Aproximadamente duas semanas após a semeadura a planta apresenta três folhas completamente desenvolvidas (V_3) e as folhas, espigas e pendão que a planta produzirá iniciam sua formação neste estágio, podendo-se afirmar que o rendimento potencial começa a ser definido nesta fase do desenvolvimento (MAGALHÃES *et al.*, 1994).

No estágio V_8 define-se o número de fileiras de grãos e nesta fase constata-se a maior tolerância ao excesso de chuvas, desde que não se prolongue por mais de cinco dias (PEREIRA FILHO, 2003). Após a abertura da oitava à décima folha ocorre a diferenciação da gema floral feminina, o crescimento da planta torna-se rápido e contínuo principalmente nos órgãos florais. A demanda por água e nutrientes passa a ser grande, portanto a falta de água neste período promove a paralisação do mesmo e com isso redução no rendimento (AVELAR, 1983; BARBOSA, 1983; PEREIRA FILHO, 2003).

Segundo Medeiros, Westphalen e Matzenauer (1991), o subperíodo fenológico mais sensível à deficiência hídrica ocorre entre dez dias antes do pendoamento e vai até 10 dias após o espigamento, sendo os efeitos sobre o rendimento acentuados e irreversíveis.

2.3.3 Desenvolvimento reprodutivo

Uma vez fertilizados os óvulos, não há segurança de que estes crescerão normalmente, pois vários fatores podem interferir no seu desenvolvimento (MAGALHÃES; DURÃES; CARNEIRO, 2002), uma vez que o número final de grãos por unidade de área está diretamente associado com a taxa de desenvolvimento da

cultura no período de quatro semanas após o espigamento (CIRILO; ANDRADE, 1994).

O número de grãos polinizados e desenvolvidos e a quantidade de fotoassimilados disponíveis para este desenvolvimento estão intimamente ligados à produtividade (MAGALHÃES; DURÃES; CARNEIRO, 2002), e esta, à taxa de crescimento da planta e à partição da massa seca entre órgãos vegetativos e reprodutivos (ANDRADE *et al.*, 1999). A taxa de crescimento da planta e a partição da massa seca no período imediatamente antes e após o pendoamento, são os fatores que definem o número de drenos reprodutivos que serão estabelecidos pela planta (ANDRADE *et al.*, 1999).

A formação desses drenos é fortemente influenciada pela temperatura pela regulação da taxa e do período de divisão celular do endosperma. Além desses fatores, a capacidade ou poder de dreno do endosperma é determinado pelo número e tamanho dos grânulos de amido formados (JONES; ROESSLER; OUATTAR, 1985).

A eficiência do uso da radiação interceptada, as condições de temperatura e o estado fisiológico da cultura nesse período determinarão essa taxa de crescimento, o número potencial de grãos e, conseqüentemente, o potencial produtivo da planta (ANDRADE; UHART; FRUGONE, 1993; ANDRADE; UHART; CIRILO, 1993; OTEGUI; BONHOMME, 1998).

Há evidência de uma relação inversa entre o número de fileiras de grãos por espiga e o número de grãos viáveis por fileira, o mesmo ocorrendo quanto à tendência à prolificidade da planta, sendo menor o número de grãos por espiga em plantas prolíficas (MAGALHÃES, 2002). Aparentemente, primeiro ocorre o enchimento dos grãos da base ao ápice da primeira espiga, após isso ocorre então o enchimento dos grãos da base da segunda espiga (DUNCAN, 1975). Segundo Hawkins e Cooper (1981) o primeiro objetivo da planta é produzir um número mínimo de sementes viáveis, demonstrando assim a estratégia ecológica da determinação do número de grãos.

Após a fertilização da inflorescência feminina, o crescimento se concentra na espiga e nos grãos. Os primórdios da espiga, sabugo, folhas da espiga e grãos apresentam crescimento intenso nas primeiras duas semanas. O início do desenvolvimento dos grãos e seu aumento de massa seca se dão à custa de assimilados acumulados no colmo (BARBOSA, 1983). A ocorrência de período

nublado ou de baixa intensidade luminosa neste período acarreta em diminuição da fotossíntese, bem como o aumento do nível de estresse da planta, implicando na redução da taxa de acúmulo de massa seca no grão. Caso ocorram 15 dias após o florescimento, acarretarão em redução da sua densidade (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

A concentração de açúcares no endosperma atinge o seu valor máximo pouco antes do final da formação das células e o acúmulo de amido inicia-se à custa destes açúcares (MAGALHÃES; DURÃES; CARNEIRO, 2002). Com o acúmulo de amido no grão iniciado, o ganho de massa seca é rápido. Os grãos apresentam teor de umidade de 85% (PEREIRA FILHO, 2003).

O estágio de grão leitoso (R_3) ocorre 12 a 15 dias após o início da polinização, sendo caracterizado pela coloração amarelada do grão e no seu interior conter um fluido de cor leitosa (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000; PEREIRA FILHO, 2003). O grão passa a apresentar teor de umidade de 80% e as divisões celulares no endosperma apresentam-se completas. O crescimento do grão se dá devido à expansão e ao enchimento das células do endosperma com amido (PEREIRA FILHO, 2003).

É neste estágio que ocorre a colheita do milho-verde e o tempo de permanência no campo apto para a comercialização, bem como o ciclo, varia conforme o genótipo utilizado e as condições climáticas durante todo o desenvolvimento da cultura (PEREIRA FILHO, 2003). A faixa ótima de umidade dos grãos para a utilização como milho-verde varia de 70% a 80%, (COELHO; PARENTONI, 1988) sendo que este período ocorre entre 19 e 23 dias após a polinização (SAWAZAKI; POMMER; ISHIMURA, 1979).

2.4 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E PRODUÇÃO

A absorção da radiação solar pelas plantas se dá em grande parte na fração fotossinteticamente ativa (PAR), com exceção da cor verde (JONES, 1983). Fazem parte dessa fração somente as radiações compreendidas entre 400 e 700 nm (McCREE, 1981). Segundo Jones (1983), a radiação PAR representa somente 50%

da radiação de onda curta incidente, apesar disso, segundo Taiz e Zeiger (2002), aproximadamente 85% a 90% desta é absorvida pelas folhas.

É a partir da radiação solar que se tem a origem da produção de biomassa vegetal (ANDRIOLO, 1999) e é por meio do efeito térmico, da fotossíntese, da fotomorfogênese e da mutagênese que essa influencia o desenvolvimento vegetal (JONES, 1983).

A quantidade de radiação solar interceptada pelas folhas sofre influência da arquitetura foliar, da densidade foliar da comunidade vegetal e da radiação solar incidente (ALMEIDA, 1999). A densidade foliar é comumente caracterizada pelo índice de área foliar (IAF), sendo conceituado como a razão entre a área foliar e a unidade de área de solo (CHANG, 1968). Para que 95% da radiação PAR sejam interceptados pelas folhas de uma cultura, é necessário IAF entre 3 e 4 (RAMOS; RALLO, 1992).

O IAF de uma comunidade vegetal pode ser modificado por práticas culturais como o arranjo e a população de plantas, otimizando-se a utilização da radiação solar incidente pelo aumento de sua interceptação (RAMOS; RALLO, 1992). Estudos mostram que o aumento na interceptação da radiação PAR pela planta de milho no período do florescimento resulta em aumento quadrático do número de grãos por planta e do número de grãos na primeira espiga (ANDRADE; OTEGUI; VEGA, 2000).

O IAF, a interceptação da radiação e a taxa de crescimento da cultura são função da comunidade vegetal como um todo. Dentro da comunidade vegetal, as plantas estão próximas umas das outras e ocorrem fortes interações entre elas. Devido ao seu pequeno porte enquanto plântulas, essas interações são pequenas ou inexistentes, mas à medida que crescem as interações promovem modificações morfológicas nas plantas (LOOMIS; CONNOR, 1992).

Maddonni e Otegui (1996) observaram em seus trabalhos que com o aumento do IAF a taxa de desenvolvimento na cultura do milho aumenta até atingir um máximo e após isso decresce.

Apesar do aumento do IAF proporcionar aumento na interceptação da radiação solar (MADDONNI; OTEGUI, 1996), a produção de grãos decresce ao se alcançarem níveis de IAF excessivos (TETIO-KAGHO; GARDNER, 1988b). Isso ocorre porque o sombreamento entre as folhas de uma mesma planta ou de plantas vizinhas proporciona níveis de radiação solar abaixo do ponto de compensação

fotossintética nas folhas baixas, tornando-as consumidoras de fotoassimilados e competindo por estes com os demais órgãos da planta (TAIZ; ZEIGER, 2002).

Mesmo em níveis de IAF abaixo de 1 inicia-se a competição pela radiação solar dentro da comunidade vegetal. Devido à percepção da mudança na razão entre os comprimentos de onda vermelho/vermelho-longo pelas plantas, ocorrem modificações fotomorfológicas em resposta ao estímulo promovido pelo IAF. Em determinados níveis de IAF, a qualidade da radiação solar promove a senescência das folhas, bem como alterações no dossel (MADDONNI; OTEGUI; CIRILO, 2001).

O aumento no IAF pelo aumento na população de plantas promove ainda redução na taxa fotossintética foliar (COX, 1996). Esse efeito também é observado na taxa potencial fotossintética, sendo mais evidente em híbridos mais antigos (DWYER; TOLLENAAR; STEWART, 1991).

O IAF apresenta íntima ligação com a evapotranspiração (OLIVEIRA; SILVA; CAMPOS, 1993), sendo o consumo de água crescente com o aumento da população de plantas pelo aumento na transpiração do dossel (ESPINOZA, 1979). Assim, o aumento do IAF promove maior suscetibilidade da cultura a períodos de deficiência hídrica além de acentuar seus efeitos na produtividade.

2.5 POPULAÇÃO DE PLANTAS

A população de plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para maximizar a interceptação da radiação solar, otimizar o seu uso e potencializar o rendimento de grãos (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001).

O objetivo, quando se estuda a população de plantas, é obter plantas suficientemente próximas para utilizar todos os recursos eficientemente sem que haja morte de plantas e plantas improdutivas ou estéreis. Assim, as plantas produzem, individualmente, menos do que em condições de espaço ilimitado, mas a produção da comunidade é otimizada (LOOMIS; CONNOR, 1992).

O tamanho das plantas e seu grau de plasticidade morfológica também são importantes na ocupação espacial da área. Além desses fatores, a densidade ótima de uma cultura é influenciada pelo nível dos recursos disponíveis e a duração da estação de crescimento (LOOMIS; CONNOR, 1992).

O rendimento de uma cultura de milho eleva-se com o aumento da população de plantas até que se atinja uma população ótima, determinada pelo genótipo, pelas condições edafoclimáticas e pelo manejo da cultura. A partir deste pico, o aumento na população de plantas tende a reduzir a produção (PEREIRA FILHO, 2003). No caso de cultivos que visem a produção de espigas verdes, a população ideal é a que proporcione a produção do maior número de espigas de tamanho comercial (COELHO; PARENTONI, 1988).

Segundo Hashemi; Herbert e Putnam (2005), a competição entre plantas tem maior intensidade quando ocorre entre os estádios V_5 e V_T e entre V_T e o início do enchimento de grãos, resultando em redução da produção.

De maneira geral, cultivares mais precoces expressam melhor seu potencial produtivo quando cultivados em densidades de plantas maiores. Já cultivares tardias necessitam de densidade de plantas mais baixas para que alcancem sua máxima produtividade. Isso ocorre porque cultivares de ciclo curto geralmente possuem porte mais baixo e menor massa vegetativa, determinando um menor sombreamento no dossel e possibilitando o uso de menores espaçamentos entre as plantas (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001; PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002). Sangoi; Lech e Rampazzo (2002) complementam ainda que híbridos hiperprecoces possuem maior equilíbrio entre fonte e dreno, resultado da atividade mitótica intensa logo após a fertilização, alocando maior quantidade de massa seca nos grãos.

Características como número de espigas por planta, tamanho da espiga, (PEREIRA FILHO, 2003) número de grãos por espiga (COX, 1996; PEREIRA FILHO, 2003), diâmetro de colmo, altura de planta (DUNCAN, 1975) e de inserção da espiga (PENARIOL *et al.*, 2003; PALHARES, 2003), número de fileiras de grãos e o peso de grãos (COX, 1996) são afetados pela população de plantas.

Segundo Almeida *et al.* (2000), para a produção de grãos em locais com menor estação estival de crescimento, o uso de densidades de plantas entre 65.000 e 80.000 plantas ha^{-1} em cultivares de menor porte mostra-se vantajoso quando comparado ao de densidades menores, desde que essas sejam resistentes ao acamamento e as condições climáticas sejam favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

Diversos autores relataram incrementos na produtividade de grãos com o aumento na população de plantas (PRIOR; RUSSELL, 1975; MEROTTO JÚNIOR; GUIDOLIN; ALMEIDA, 1999; SILVA; ARGENTA; REZERA, 1999; ECHARTE;

LUQUE; ANDRADE, 2000; FARNHAM, 2001; BRUNS; ABBAS, 2005), entretanto poucos trabalhos foram desenvolvidos levando-se em consideração a produção de espigas verdes. Pereira Filho; Oliveira e Cruz (1998) observaram resposta quadrática para o rendimento de espigas verdes comerciais e para a porcentagem de espigas comerciais, sendo as populações de 47.000 plantas ha⁻¹ e a de 25.500 plantas ha⁻¹ as que proporcionaram o maior rendimento e maior porcentagem de espigas comerciais, respectivamente.

Visando aumentos de produtividade, a população final de plantas é de fundamental importância. Cultivares modernas vêm sendo desenvolvidas para incrementos na produtividade com o aumento na população de plantas.

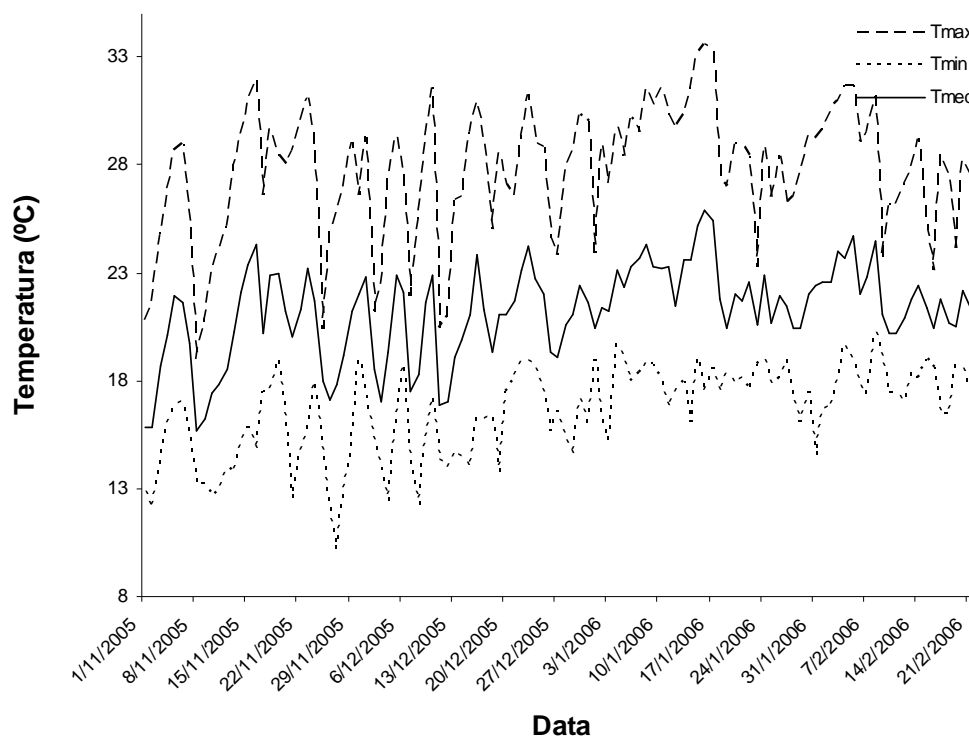
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL

O experimento foi instalado na Fazenda Escola “Capão-da-Onça” da Universidade Estadual de Ponta Grossa, município de Ponta Grossa, PR, latitude 25° 5' 35,7”S e longitude 50° 3' 19”W, a 1041 m de altitude. O clima da região é classificado como Cfb. A temperatura média do mês mais frio está abaixo de 18°C (mesotérmico), possui verões frescos e a temperatura média do mês mais quente está abaixo de 22°C e não possui estação seca definida. Os históricos sobre a precipitação e a temperatura média anual da região registram 1700 mm e 20°C, respectivamente (IAPAR, 2007).

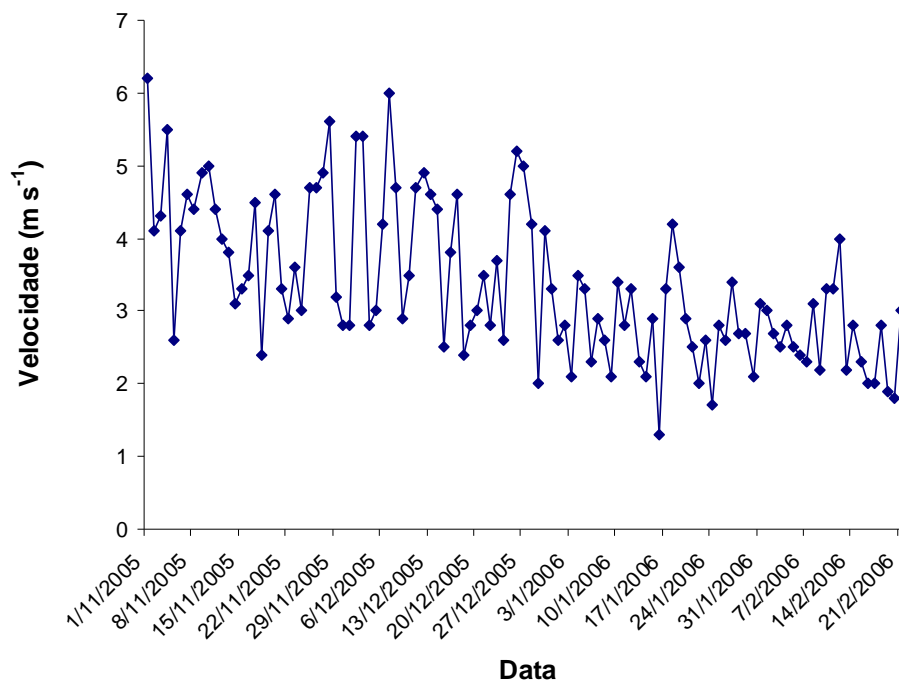
A temperatura média durante o ciclo da cultura foi de 21,2°C (FIGURA 1), estando abaixo da faixa indicada por Andrade (1996) (de 26°C a 32°C), na qual a fotossíntese líquida da cultura encontra seu ponto máximo. As temperaturas médias só se elevaram na 9ª e 10ª semanas após a semeadura, quando a cultura já se apresentava próxima ao início e em pleno florescimento masculino, respectivamente. Os valores máximo e mínimo observados para a temperatura foram de 33,6°C e de 10,2°C. Não se observou ocorrência de ventos fortes (FIGURA 2), sendo velocidade média dos ventos de 3,32 m s⁻¹, a máxima de 6 m s⁻¹ e a mínima de 1,3 m s⁻¹.

Segundo Valente (1996), a precipitação necessária para cultura durante todo o ciclo em lavouras para a produção de grãos é de 540 a 571 mm. Considerando-se um ciclo de 145 dias seriam necessários, em média, 26,1 a 27,6 mm semana⁻¹. Extrapolando-se para a produção de milho-verde seriam necessários de 332 a 374 mm, embora se devam levar em consideração também as exigências hídricas de cada estágio fenológico. A precipitação observada durante o ciclo até a colheita foi de 303 mm (FIGURA 3), pouco abaixo dos valores extrapolados. Isso mostra que não houve deficiência hídrica grave durante o desenvolvimento da cultura, embora estejam abaixo da média histórica divulgada pelo IAPAR (2007) para o período e dos valores observados para a mesma cultura por Vieira (2002).



FONTE: Estação Experimental Fundação ABC de Ponta Grossa.

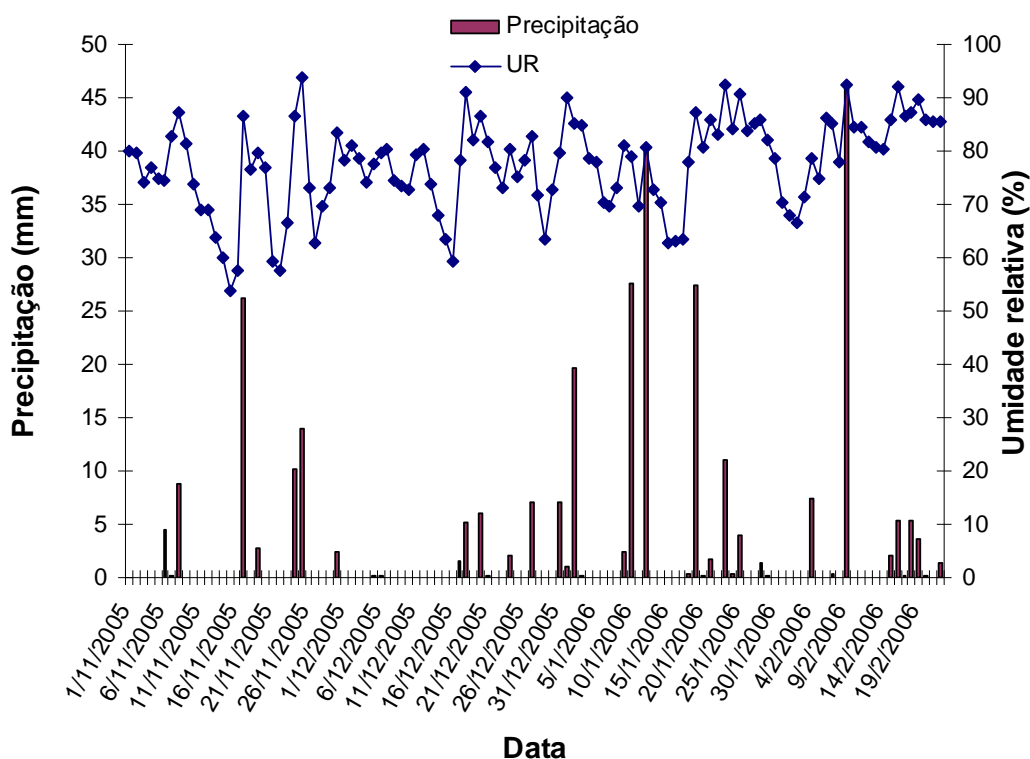
FIGURA 1 – DADOS MÉDIOS DE TEMPERATURAS DO AR MÁXIMAS (Tmax), MÉDIAS (Tmed) E MÍNIMAS (Tmin) OBSERVADOS NO PERÍODO DE NOVEMBRO/2005 A FEVEREIRO/2006.



FONTE: Estação Experimental Fundação ABC de Ponta Grossa.

FIGURA 2 – DADOS MÉDIOS DE VELOCIDADE DO VENTO OBSERVADOS NO PERÍODO DE NOVEMBRO/2005 A FEVEREIRO/2006.

Durante o período de fertilização das espigas não se observou ocorrência de baixa umidade relativa do ar (78,7% a 92,5%), não afetando os mecanismos de polinização, bem como a formação dos drenos reprodutivos (FIGURA 3). A disponibilidade média de radiação solar global foi de 22,36 MJ dia⁻¹, sendo a insolação média de 7,52 h dia⁻¹ (FIGURA 4) estando ambos dentro dos padrões descritos por Loomis e Connor (1992) para a época de cultivo e latitude da região.



FONTE: Estação Experimental Fundação ABC de Ponta Grossa.

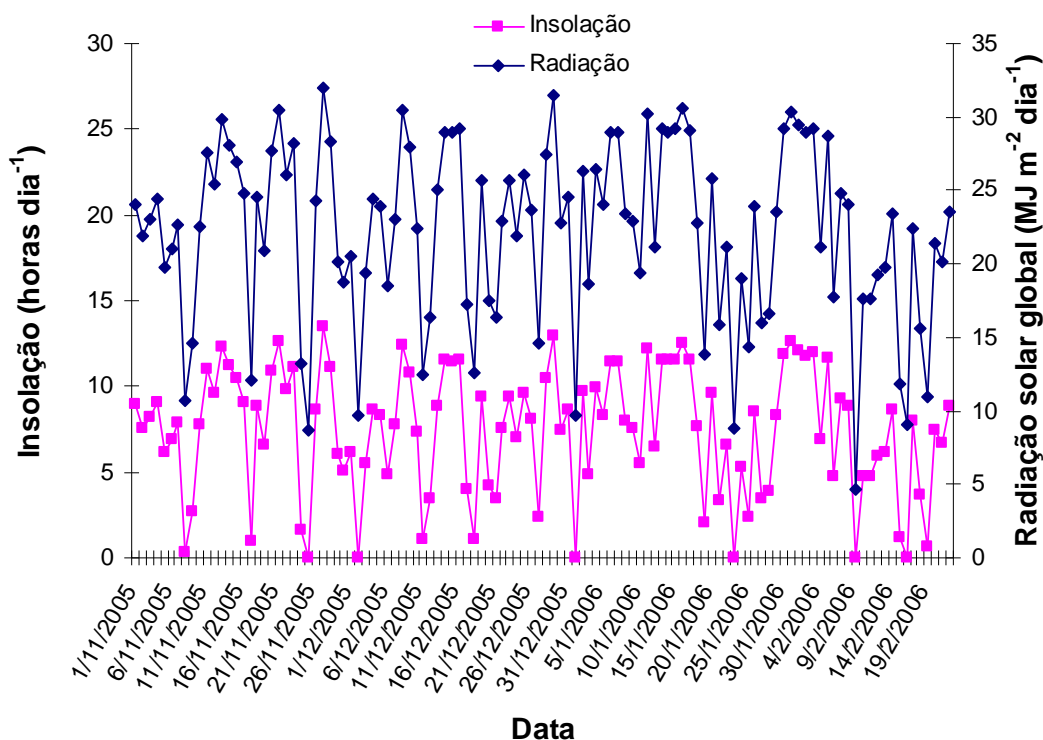
FIGURA 3 – DADOS MÉDIOS DE PRECIPITAÇÃO E UMIDADE RELATIVA DO AR OBSERVADOS NO PERÍODO DE NOVEMBRO/2005 A FEVEREIRO/2006.

O solo foi classificado como CAMBISSOLO DISTRÓFICO textura argilosa, segundo a classificação da EMBRAPA (EMBRAPA, 1999). Os resultados das análises química e física estão descritos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

TABELA 1 – ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO (CAMADA DE 0 A 20 cm) DA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA ESCOLA “CAPÃO-DA-ONÇA”, PONTA GROSSA, PR. 2005.

| pH (CaCl ₂) | H+Al | Al | Mg | Ca | K | P (Mehlich-1) | C | CTC | V | Ca/Mg | Ca+Mg /K |
|----------------------------|------------------------|-----|-----|-----|------|---------------------|--------------------|------------------------|------|-------|-------------|
| | cmolc dm ⁻³ | | | | | Mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | cmolc dm ⁻³ | % | | |
| 4,9 | 6,69 | 0,2 | 2,0 | 3,0 | 0,36 | 12,0 | 34 | 12,05 | 44,5 | 1,5 | 13,9 |

Laboratório de Fertilidade do Solo. UEPG. 2005.



FONTE: Estação Experimental Fundação ABC de Ponta Grossa.

FIGURA 4 – DADOS DE INSOLAÇÃO E RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL OBSERVADOS NO PERÍODO DE NOVEMBRO/2005 A FEVEREIRO/2006.

TABELA 2 – ANÁLISE FÍSICA DO SOLO (CAMADA 0 A 20 cm) DA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA ESCOLA “CAPÃO-DA-ONÇA”, PONTA GROSSA, PR. 2005.

| | g kg ⁻¹ |
|--------|--------------------|
| Areia | 442 |
| Silte | 198 |
| Argila | 360 |

Laboratório de Física do Solo. UEPG. 2005.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas para quatro tratamentos principais e cinco tratamentos secundários, contando com quatro repetições. O fator cultivar foi utilizado como tratamento principal (parcelas), enquanto o fator população de plantas foi utilizado como tratamento secundário (sub-parcelas).

As parcelas possuíam 36,75 m de comprimento e 4,80 m de largura. Cada sub-parcela possuía 7,35 m de comprimento e contava com seis linhas de cultivo espaçadas de 0,80 m (4,80 m de largura), sendo sua área útil cinco metros lineares do centro das quatro linhas centrais.

3.3 CULTIVARES E POPULAÇÕES DE PLANTAS

As cultivares utilizadas foram:

- Penta (Syngenta Seeds): híbrido simples; ciclo precoce; 870 U.C. (unidades de calor) (florescimento); altura de inserção de espiga: 1,18 m; altura de planta: 2,07 m; grão duro alaranjado; indicado para produção de grãos; população de plantas de 55.000 a 65.000 plantas ha⁻¹;

- 30P34 (Pioneer): híbrido triplo; ciclo precoce; grão semi-duro; indicado para produção de grãos e silagem; população de plantas de 60.000 a 70.000 plantas ha⁻¹;

- DKB 214 (Dekalb): híbrido simples; ciclo precoce; 810 U.C. (florescimento); altura de inserção de espiga: 1,15 a 1,25 m; altura de planta: 2,20 a 2,30 m; folhas semi-eretas; grão semi-duro amarelo-alaranjado; indicado para produção de grãos; população de plantas de 55.000 a 65.000 plantas ha⁻¹;

- SWB 551 (Dow AgroSciences): híbrido simples; ciclo precoce; altura de inserção de espiga: 1,40 m; altura de planta: 2,50 m; grão doce alaranjado; indicado para conserva e consumo *in natura*; população de plantas de 45.000 a 55.000 plantas ha⁻¹;

As populações de plantas avaliadas foram 35.000, 50.000, 65.000, 80.000 e 95.000 plantas ha⁻¹ (2,8; 4,0; 5,2; 6,4; e 7,6 plantas por metro linear, respectivamente).

3.4 INSTALAÇÃO

Anteriormente à instalação do experimento, a área encontrava-se em pousio de inverno, sendo feijão a cultura antecessora a este. Efetuou-se a dessecação da

área com glyphosate ($1,2 \text{ l ha}^{-1}$) 12 dias antes da semeadura, realizada no dia 09/11/2005 com uma semeadora/adubadora tratorizada regulada para população de 95.000 plantas ha^{-1} e a adubação de base foi 300 kg ha^{-1} da fórmula 8:30:20 (N:P₂O₅:K₂O).

No dia 22/11/2005, quando as plantas encontravam-se no estágio V₂/V₃ (escala de RITCHIE; HANWAY (1989)¹ citada por PEREIRA FILHO, 2003), efetuou-se o raleio das plantas objetivando a população final desejada para cada tratamento.

A adubação nitrogenada foi realizada em 25/11/2005 (V₃) na dose de 150 kg ha^{-1} de N na forma de uréia.

O controle de plantas daninhas e de pragas foi realizado quimicamente (atrazine – 2 l ha^{-1} ; mesotriona – $0,13 \text{ l ha}^{-1}$; lufenuron – $0,30 \text{ l ha}^{-1}$), de acordo com a necessidade da cultura.

A colheita ocorreu de 10/2/2006 a 16/2/2006, de acordo com o ciclo de cada cultivar.

3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.5.1 Características fenológicas

Avaliaram-se as seguintes características fenológicas: ciclo da emergência até o florescimento masculino (V_E-V_T), ciclo entre o florescimento masculino e feminino (V_T-R₁), ciclo entre florescimento feminino e o ponto de colheita (R₁-R₃), ciclo da emergência até o ponto de colheita (V_E-R₃) e período de colheita.

Considerou-se como pleno florescimento masculino quando 50% das plantas da sub-parcela apresentavam a inflorescência masculina emitida, sendo o mesmo critério adotado para o florescimento feminino.

Monitorou-se o desenvolvimento dos grãos a partir do final do estágio R₂ por meio de coleta diária de espigas e de observação visual do endosperma de seus grãos até que atingissem o estágio R₄. O ponto de colheita adotado foi quando os grãos do terço médio apresentavam-se no estágio de R₃. As espigas coletadas

¹ RITCHIE, S; HANWAY, J.J. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology/Cooperative Extension Service, 1989, 21p. (Special Report, 48).

pertenciam a plantas presentes nos primeiros dois metros lineares da área útil de cada sub-parcela.

O período de colheita foi determinado contando-se os dias a partir da data em que os grãos atingiram o estágio de R_3 até a data em que os grãos adquiriram consistência firme.

3.5.2 Características morfológicas e produtivas

As características morfológicas referentes às alturas de planta, de inserção de espiga e diâmetro de colmo foram avaliadas quando a cultura encontrava-se em pleno florescimento masculino (V_T), sendo amostradas aleatoriamente cinco plantas contíguas por sub-parcela.

Nesse mesmo momento foram avaliadas também as características referentes ao número de folhas verdes, número de folhas verdes acima da espiga, área foliar, área foliar de cada folha individualmente (iniciando-se na folha bandeira até a 15ª folha abaixo da folha bandeira), e índice de área foliar (IAF). Foram amostradas aleatoriamente duas plantas contíguas dos primeiros dois metros lineares da área útil de cada sub-parcela.

A população final foi obtida pela contagem do número de plantas na área útil da sub-parcela no período do florescimento masculino.

Por meio de contagem também, se obteve o índice de espigas quando a cultura atingiu o ponto de colheita para milho-verde.

As medidas das alturas de planta e de inserção da espiga foram realizadas com uma régua desenvolvida para tal finalidade, sendo considerada como altura de planta a distância entre o solo e a lígula da folha bandeira e como altura de inserção de espiga a distância entre o solo e o nó em que se insere a espiga.

O diâmetro de colmo foi determinado fazendo-se uso de um paquímetro no primeiro entrenó acima da superfície do solo, tomando-se duas medidas por planta.

Os dados de área foliar foram obtidos com o auxílio de um determinador fotoelétrico de área modelo LI-COR 3100 (Lincoln®) e a partir desses calculou-se o IAF por meio da fórmula:

$$IAF = \frac{AF}{S}$$

onde,

AF – área foliar (cm²)

S – área ocupada por uma planta no campo (cm²)

Não houve acamamento de plantas, impedindo assim a avaliação de porcentagem de plantas acamadas.

3.5.3 Características comerciais

Ao atingir o ponto de colheita foram avaliadas as características de massa fresca de espiga empalhada, comprimento de espiga empalhada, diâmetro de espiga empalhada, massa fresca de espiga despalhada, comprimento de espiga despalhada, comprimento de granação, forma da espiga, diâmetro de espiga despalhada, número de fileiras, número de grãos fileira⁻¹, número de grãos espiga⁻¹, profundidade de grãos (distância entre o sabugo e a parte mais externa do grão), número de brácteas, porcentagem de espigas comerciais despalhadas, número de espigas comerciais despalhadas e produtividade de espigas comerciais despalhadas.

Como amostra, foram colhidas as espigas de 3 m lineares de duas linhas (totalizando 6 m lineares) da área útil de cada sub-parcela e retiradas aleatoriamente dez espigas como sub-amostra para a caracterização comercial. Consideraram-se espigas comerciais aquelas que apresentaram comprimento de granação superior a 17 cm livre de danos de insetos (SILVA; BARRETO; SANTOS 1997) ou, se danificadas, seu comprimento livre de dano fosse superior a 15 cm.

Para efetuarem-se as medidas de massa fresca, comprimento, diâmetro e profundidade de grãos utilizaram-se respectivamente uma balança analítica, uma régua graduada em centímetros e um paquímetro.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados referentes à forma da espiga e à fenologia não foram analisados estatisticamente. Os demais foram submetidos, pelo programa MINITAB 14, à análise de variância e as diferenças entre as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5%. As tendências das respostas para o fator população de plantas foram obtidas por meio de análise de regressão, adotando-se as equações que apresentaram-se significativas no teste de F a 5% de probabilidade e possuíam os maiores coeficientes de determinação. Utilizando-se o mesmo programa, obteve-se o coeficiente de correlação entre as variáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FENOLOGIA DA CULTURA

Segundo Duncan (1975), uma vez que a taxa de desenvolvimento do milho desde a semeadura até a antese é função da temperatura ao invés da taxa fotossintética, plantas em diferentes populações atingem a fase do pendoamento praticamente ao mesmo tempo, embora possuam massas diferentes devido ao sombreamento mútuo.

O ciclo das cultivares de V_E a V_T variou de 68 a 71 dias, sendo a mais precoce a cultivar DKB 214 e a mais tardia a SWB 551 (TABELA 3). Entre os estádios V_E e R_3 , o ciclo variou entre as cultivares de 89 (Penta) a 95 dias (SWB 551) (TABELA 4). Silva e Silva (1991) observaram que em cultivares mais precoces os pendões emergiram entre 49 e 51 dias após a semeadura e a colheita ocorreu aos 75 dias após a mesma. Nas cultivares mais tardias, os autores afirmam que o pendoamento ocorreu aos 58 dias após a semeadura e aos 75 dias após a semeadura, 70% da produção havia atingido o ponto de colheita. Vieira (2002) obteve, na região de Ponta Grossa, ciclos entre 72 e 81 dias (V_E a V_T) e 94,5 a 102 dias (V_E a R_3), dependendo da cultivar, quando a semeadura ocorreu em época semelhante ao presente trabalho. A ocorrência de ciclo mais longo no presente trabalho (TABELAS 3 e 4) e nos dados de Vieira (2002) em relação ao observado por Silva e Silva (1991) tem sua base na diferença climática entre as regiões, além das características genotípicas.

Apenas a cultivar SWB 551 sofreu influência da população de plantas quanto à duração do período entre V_T e R_1 , apresentando atraso de quatro dias no aparecimento dos estilo-estigmas nas populações de 80.000 e 95.000 plantas ha^{-1} (TABELA 4). Esse fato já havia sido reportado por Woolley; Baracco e Russell (1962)², citados por Silva; Paterniani, (1986). Esses autores afirmam que em elevadas populações ocorre a ampliação do intervalo entre o início da liberação do pólen e a emergência dos estilo-estigmas. Segundo Otegui (1997), a população de plantas afeta o desenvolvimento da espiga, retardando-o em altas populações. Duncan

² WOLLEY, D.G.; BARACCO, N.P.; RUSSELL, W.A. Performance of four corn inbreds in single-cross hybrids as influenced by plant density and spacing patterns. *Crop Science*, Madison, v.2, p. 441-444, 1962.

(1975) afirma que isso pode ocorrer devido ao sombreamento mútuo, levando à menor penetração da radiação, com isso diminui-se a fotodegradação das auxinas produzidas pelo pendão e suprime-se o desenvolvimento da espiga. Esse atraso na emissão dos estilo-estigmas pode levar a uma polinização deficiente da espiga, acarretando em diminuição do número de grãos por espiga.

TABELA 3 – CICLO DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO ENTRE A EMERGÊNCIA E O PENDOAMENTO (V_E-V_T) E PENDOAMENTO E ESPIGAMENTO (V_T-R_1). PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | Ciclo (dias) | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | V_E-V_T | | | | | V_T-R_1 | | | | |
| | População (plantas m ⁻²) | | | | | População (plantas m ⁻²) | | | | |
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 30P34 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| DKB 214 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| SWB 551 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 3 | 3 | 3 | 7 | 7 |

TABELA 4 – CICLO DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO ENTRE ESPIGAMENTO E GRÃOS LEITOSOS (R_1-R_3) E EMERGÊNCIA E GRÃOS LEITOSOS (V_E-R_3). PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | Ciclo (dias) | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | R_1-R_3 | | | | | V_E-R_3 | | | | |
| | População (plantas m ⁻²) | | | | | População (plantas m ⁻²) | | | | |
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |
| 30P34 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |
| DKB 214 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |
| SWB 551 | 21 | 21 | 21 | 17 | 17 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |

Outro fator que pode ter atrasado a emissão dos estilo-estigmas na cultivar SWB 551 seria porque, segundo Tetio-Kagho e Gardner (1988b), a planta de milho, em baixa pressão populacional, atinge a maturidade mais precocemente do que em altas populações.

Segundo Dourado Neto e Fancelli (2000), a espiga atinge o estágio de R_3 de 12 a 15 dias após o início da polinização, diferindo dos dados obtidos no presente trabalho, no qual este período variou de 20 a 26 dias (TABELAS 3 e 4).

Apesar do período entre V_T e R_1 aumentar em altas populações, o número de dias entre V_E e R_3 não apresentou alteração com o aumento da população de plantas em nenhuma das cultivares testadas (TABELAS 3 e 4).

O período de colheita é uma característica relevante para a escolha da cultivar a ser utilizada para a produção de milho-verde. Ele desempenha um papel importante na hora da comercialização, sendo chave no momento da decisão de iniciar a colheita. Cultivares com este período curto necessitam de agilidade na colheita e escalonamento de produção muito rigoroso. Isso leva a alta uniformidade de maturação das espigas, facilitando a identificação do ponto de colheita. Em cultivares com período de colheita amplo, a comercialização de espigas pode estender-se por mais de uma semana. Segundo Silva e Paterniani (1986) o período de colheita varia de cinco a oito dias, de acordo com a cultivar e com as condições climáticas.

Pode ser observado, pelos dados da TABELA 5, que as cultivares utilizadas podem ser divididas em dois grupos quanto ao período de colheita. No primeiro, esse período é bastante curto, apenas três dias, sendo menor do que o indicado por Silva e Paterniani (1986), e engloba as cultivares Penta e DKB 214. O outro grupo é formado pelas cultivares 30P34 e SWB 551 e apresenta espigas aptas à comercialização por até seis dias.

TABELA 5 – PERÍODO DE COLHEITA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS. PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | Período de colheita (dias) | | | | |
|---------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | População (plantas m ⁻²) | | | | |
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 30P34 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| DKB 214 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| SWB 551 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Pensando-se em escalonamento da produção, a utilização da cultivar Penta poderia trazer de cinco a seis dias de precocidade na colheita de espigas verdes. Por seu período apto à comercialização ser demasiadamente curto, as cultivares 30P34 e DKB 214 não atingiriam R₃ antes do final deste estágio na cultivar Penta, tendo um período de dois dias sem espigas aptas à comercialização. Esses dias sem produção podem ser compensados pelo armazenamento de espigas por meio do uso de filmes plásticos especiais e refrigeração a 10°C (MARCOS et al., 1999), prolongando o tempo de prateleira e garantindo a continuidade do fornecimento de mercadoria.

4.2 MORFOLOGIA DA CULTURA

4.2.1 Altura de plantas, altura de inserção de espigas, diâmetro do colmo e população final

As cultivares apresentaram diferenças estatísticas para altura de plantas e de inserção de espigas, porém a análise de variância não revelou interação entre os fatores (TABELAS 6 e 7). As maiores alturas de planta e de inserção de espiga foram observadas na cultivar SWB-551, seguida pela 30P34. As cultivares Penta e DKB-214 mostraram-se as de menor porte, diferindo entre si somente quanto à altura de inserção de espiga, sendo esta maior na segunda cultivar.

TABELA 6 – ALTURA DE PLANTA (m) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|------|------|------|------|--------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 2,13 | 2,01 | 2,05 | 2,02 | 2,12 | 2,07 c |
| 30P34 | 2,29 | 2,25 | 2,36 | 2,25 | 2,27 | 2,28 b |
| DKB 214 | 2,12 | 2,11 | 2,09 | 2,09 | 2,10 | 2,10 c |
| SWB 551 | 2,49 | 2,44 | 2,35 | 2,37 | 2,36 | 2,40 a |
| Média | 2,26 ^{ns} | 2,2 | 2,21 | 2,18 | 2,21 | |
| CV cultivar | 3,29% | | | | | |
| CV população | 4,65% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{ns} não significativo

CV coeficiente de variação

A altura de plantas não sofreu influência da população de plantas (FIGURA 5), apesar disso houve incremento na altura de inserção de espiga com a elevação da população de 35.000 para 95.000 plantas ha⁻¹ (TABELA 6; FIGURA 6).

Os resultados obtidos para a altura de plantas contrastam com os obtidos por Merotto Junior; Almeida e Fuchs (1997), Palhares (2003) e Kunz (2005), porém concordam com os obtidos por Silva e Argenta (2002). Dentre os fatores que possivelmente promoveram essa diferença entre os resultados de outros autores e o presente trabalho estariam, segundo DUNCAN (1975), as temperaturas médias pouco abaixo da ideal para o desenvolvimento da cultura, reduzindo assim a taxa

metabólica das plantas, e a precipitação pouco abaixo da necessidade da cultura. No entanto essas limitações não afetaram a resposta das cultivares quanto à altura de inserção de espiga, sendo a resposta para esta variável semelhante à obtida por Penariol *et al.* (2003). Dessa forma, para as cultivares avaliadas, a altura de inserção de espiga demonstra sofrer maior influência da população de plantas do que a altura de planta.

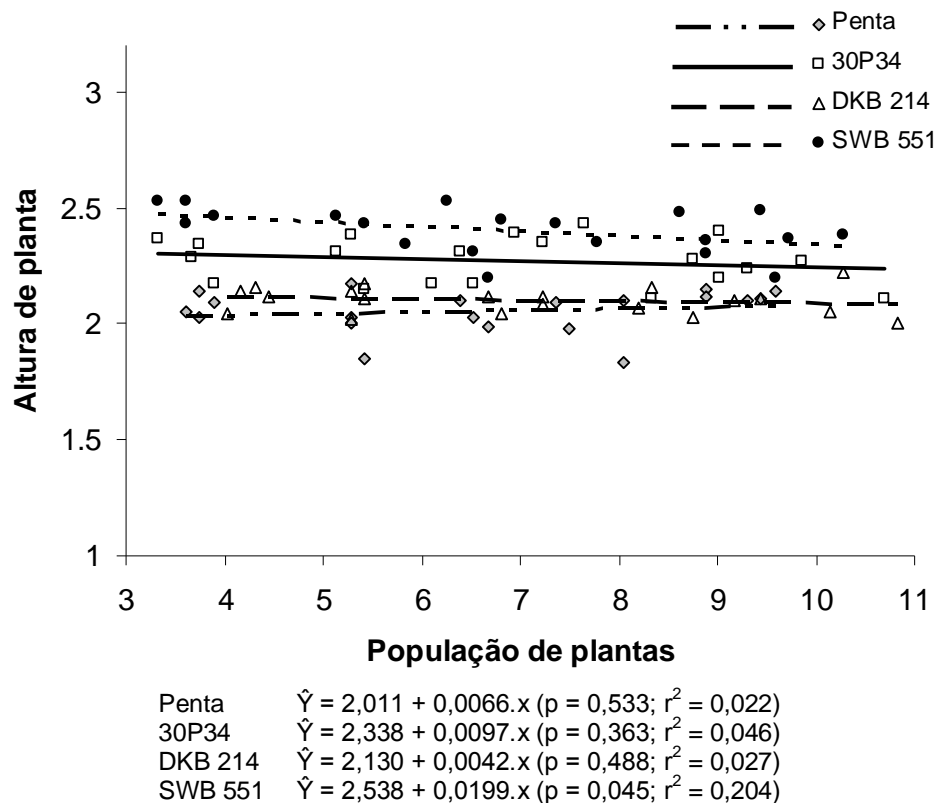


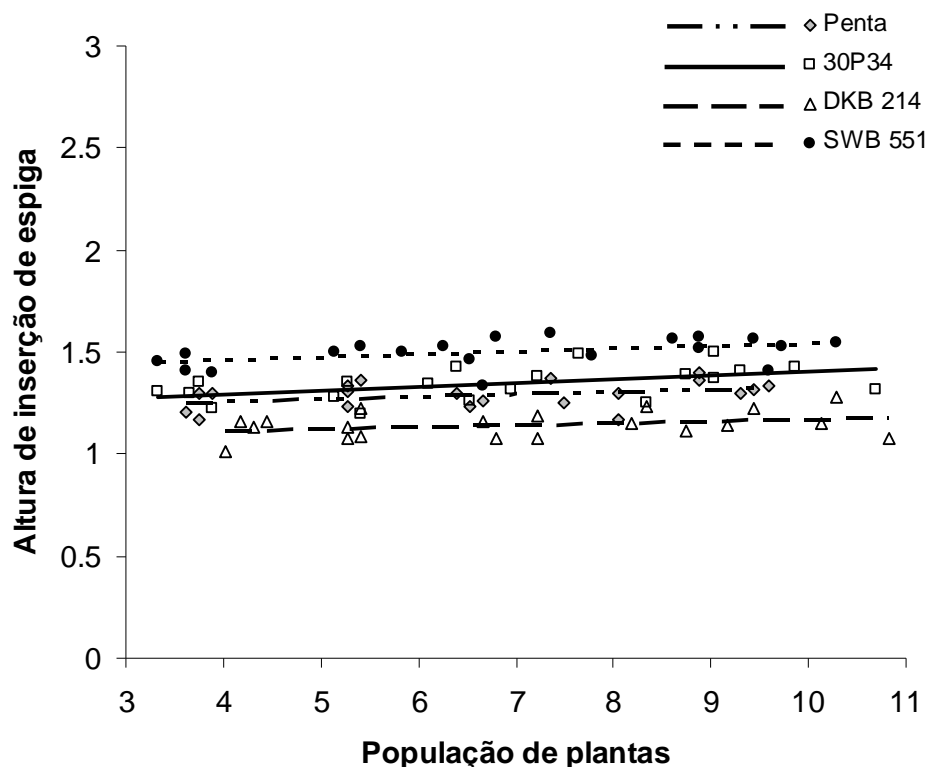
FIGURA 5 – RELAÇÃO ENTRE A ALTURA DE PLANTA (m) DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Além de servir de suporte para as folhas e grãos, o colmo do milho funciona também como órgão de reserva de sólidos solúveis, principalmente a sacarose, podendo contribuir para a produção de grãos. A quantidade destes sólidos solúveis que pode ser armazenada no colmo depende do volume ocupado por estes fluidos e da capacidade cúbica do colmo (DUNCAN, 1975). Dessa forma, a capacidade de armazenar sólidos solúveis do colmo pode sofrer redução pela diminuição no diâmetro de colmo, e com isso pode afetar a formação e produção dos grãos.

TABELA 7 – ALTURA DE INSERÇÃO DE ESPIGA (m) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 1,25 | 1,31 | 1,29 | 1,27 | 1,34 | 1,29 c |
| 30P34 | 1,30 | 1,29 | 1,35 | 1,38 | 1,41 | 1,35 b |
| DKB 214 | 1,12 | 1,13 | 1,13 | 1,16 | 1,18 | 1,14 d |
| SWB 551 | 1,44 | 1,52 | 1,49 | 1,53 | 1,51 | 1,50 a |
| Média | 1,27 B | 1,31 AB | 1,31 AB | 1,34 AB | 1,36 A | |
| CV cultivar | 4,00% | | | | | |
| CV população | 5,49% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação



| | |
|---------|--|
| Penta | $\hat{Y} = 1,211 + 0,0120.x$ ($p = 0,097$; $r^2 = 0,145$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 1,223 + 0,0179.x$ ($p = 0,030$; $r^2 = 0,236$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 1,074 + 0,0097.x$ ($p = 0,149$; $r^2 = 0,112$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 1,406 + 0,0132.x$ ($p = 0,058$; $r^2 = 0,185$) |

FIGURA 6 – RELAÇÃO ENTRE A ALTURA DE INSERÇÃO DE ESPIGA (m) DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Penariol *et al.* (2003) observaram redução do diâmetro de colmo com o aumento na população de plantas. A mesma tendência foi observada no presente

trabalho, sendo esta redução linear com o aumento na população de plantas para todas as cultivares testadas (FIGURA 7). Devido ao sombreamento mútuo há o comprometimento do diâmetro de colmo (TAIZ; ZEIGER, 2002), tornando-o mais frágil e suscetível ao acamamento (DUNCAN, 1975). Embora esse efeito sobre o diâmetro do colmo tenha ocorrido, não houve acamamento de plantas, impossibilitando inclusive a sua avaliação. Dentre as cultivares testadas, a cultivar Penta mostrou os maiores valores para o diâmetro de colmo, não diferindo estatisticamente das cultivares DKB 214 e SWB 551 (TABELA 8).

TABELA 8 – DIÂMETRO DE COLMO (cm) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m^{-2}) | | | | | Média |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 3.12 | 2.82 | 2.66 | 2.44 | 2.34 | 2.68 a |
| 30P34 | 3.04 | 2.76 | 2.62 | 2.36 | 2.37 | 2.63 ab |
| DKB 214 | 3.00 | 2.76 | 2.61 | 2.33 | 2.30 | 2.60 ab |
| SWB 551 | 3.02 | 2.81 | 2.47 | 2.27 | 2.10 | 2.53 b |
| Média | 3.04 A | 2.79 B | 2.59 C | 2.35 D | 2.28 D | |
| CV cultivar | 4,99% | | | | | |
| CV população | 4,03% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

As cultivares apresentaram pequena variação na população final, sendo a maior observada na cultivar DKB 214, não diferindo estatisticamente das cultivares 30P34 e Penta (TABELA 9). A população final apresentou aumento linear com o aumento da população de plantas, havendo diferença estatística entre todas as populações avaliadas (TABELA 9; FIGURA 8).

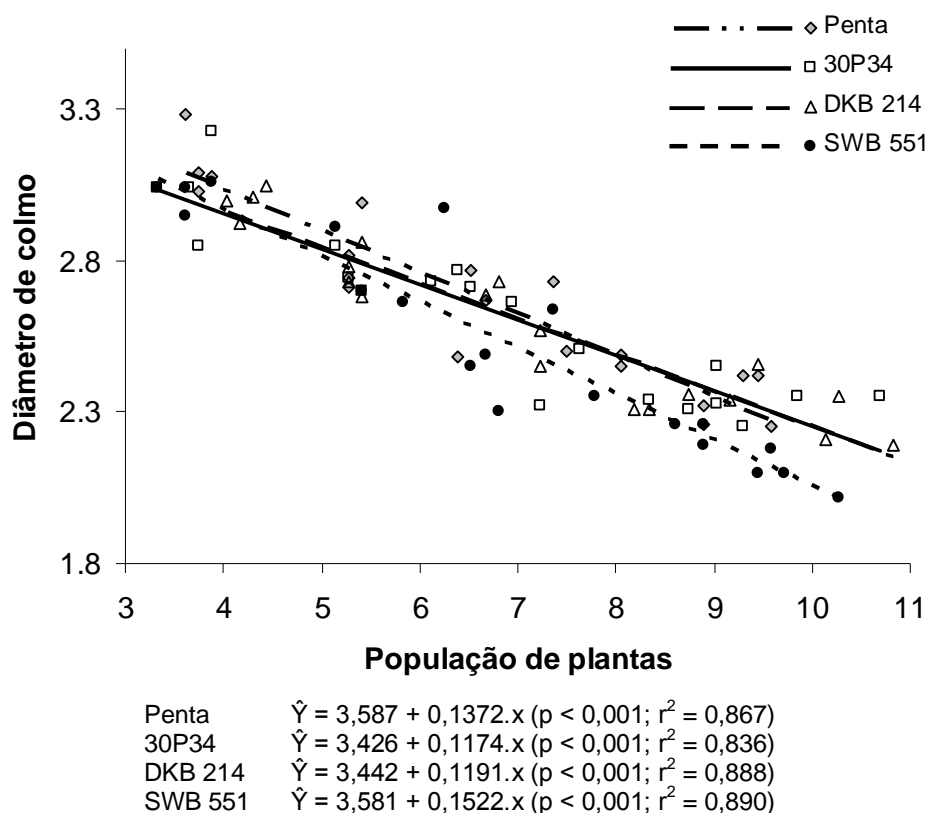


FIGURA 7 – RELAÇÃO ENTRE O DIÂMETRO DE COLMO (cm) DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

TABELA 9 – POPULAÇÃO FINAL (plantas m⁻²) NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 37,500 | 53,125 | 67,361 | 81,250 | 93,056 | 6,6458 b |
| 30P34 | 36,574 | 54,861 | 67,708 | 85,764 | 95,833 | 6,8148 ab |
| DKB 214 | 42,361 | 53,473 | 69,792 | 86,111 | 101,736 | 7,0695 a |
| SWB 551 | 3,6111 | 5,6597 | 6,8403 | 8,5417 | 9,7569 | 6,8819 ab |
| Média | 3,8137 E | 5,4514 D | 6,8316 C | 8,4636 B | 9,7049 A | |
| CV cultivar | 4,80% | | | | | |
| CV população | 6,78% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

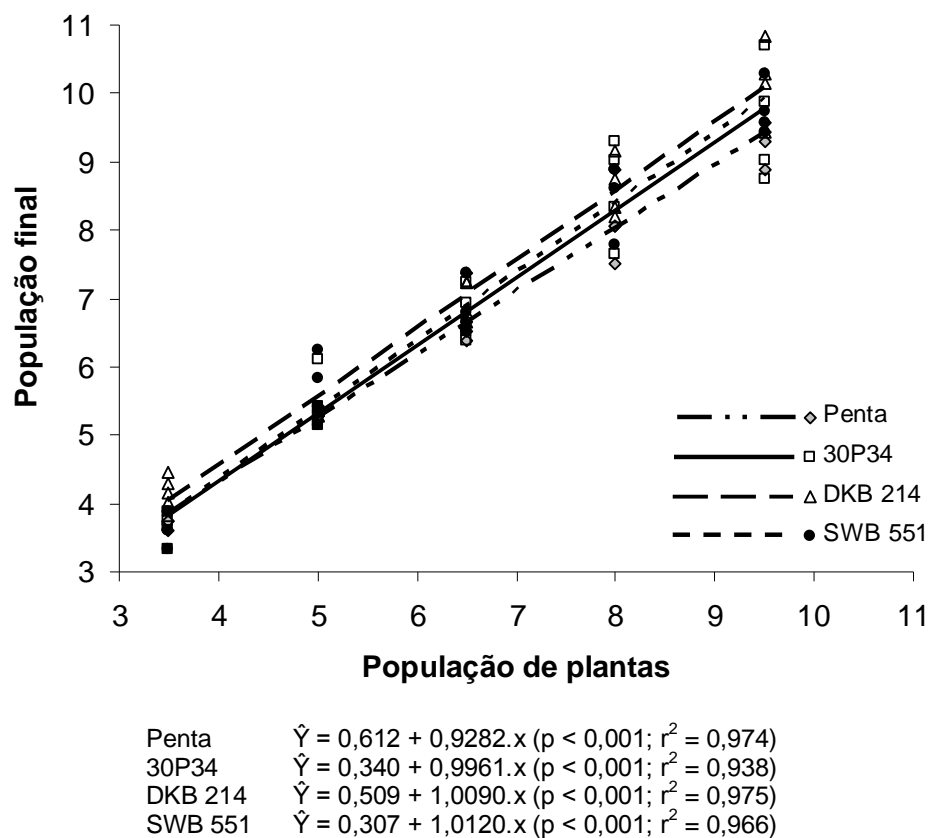


FIGURA 8 – RELAÇÃO ENTRE POPULAÇÃO FINAL (plantas m⁻²) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

4.2.2 Número de folhas verdes e número de folhas acima da espiga

As cultivares SWB 551 e Penta apresentaram o maior número de folhas verdes (TABELA 10), sendo, os resultados desta cultivar, semelhantes aos obtidos por Kunz (2005). Com o aumento da população ocorreu a redução do número de folhas verdes (TABELA 10; FIGURA 9), apresentando correlação altamente significativa com a população final ($r = -0,397$; $p < 0,001$). Conforme Otegui (1997), o número final de folhas emitidas por planta não sofre alteração pelo efeito da população de plantas. Duncan (1975) complementa essa idéia dizendo que sob altas populações as folhas inferiores morrem provavelmente por não interceptarem radiação suficiente para sua manutenção.

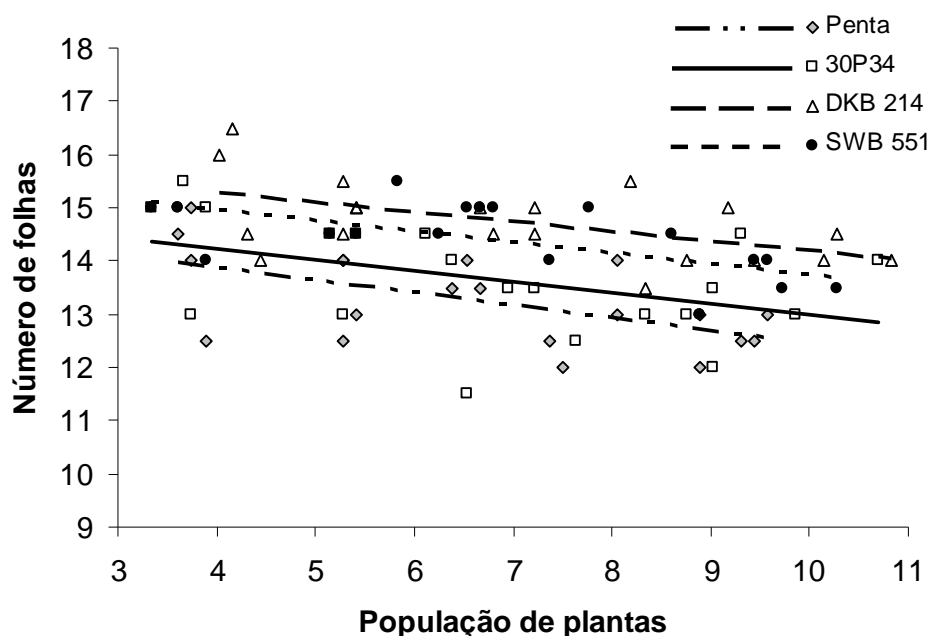
A radiação solar é capturada principalmente pelas folhas acima da espiga, pelas folhas mais jovens e mais eficientes na produção de fotoassimilados (TETIO-KAGHO; GARDNER, 1988a). Segundo Allison e Watson (1966), a eficiência foliar na produção de massa seca declina das folhas do topo para as da base do colmo. Assim, a radiação solar interceptada pelas folhas acima da espiga pode apresentar grande influência na produção de fotoassimilados. Portanto, a cultivar DKB 214, por possuir o maior número de folhas acima da espiga, apresenta a condição mais adequada para se obter maior eficiência na produção de fotoassimilados.

TABELA 10 – NÚMERO DE FOLHAS VERDES NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m^{-2}) | | | | | Média |
|--------------|-------------------------------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 15,25 | 15,00 | 14,75 | 14,50 | 14,13 | 14,73 a |
| 30P34 | 14,00 | 13,38 | 13,38 | 13,00 | 12,50 | 13,25 c |
| DKB 214 | 14,63 | 14,13 | 13,13 | 13,38 | 13,00 | 13,65 bc |
| SWB 551 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 13,88 | 13,75 | 14,38 ab |
| Média | 14,66 A | 14,31 AB | 14,00 ABC | 13,69 BC | 13,34 C | |
| CV cultivar | 5,24% | | | | | |
| CV população | 5,63% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
CV coeficiente de variação

Na TABELA 11 observa-se que a cultivar Penta apresentou o menor número de folhas acima da espiga. O número de folhas acima da espiga não apresentou diferença estatística para a população de plantas, não sendo possível observar a tendência dos dados (FIGURA 10) e não apresentando correlação significativa com a população final ($r = -0,164$; $p = 0,147$).



| | |
|---------|--|
| Penta | $\hat{Y} = 14,83 - 0,2377.x$ ($p = 0,008$; $r^2 = 0,327$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 15,08 - 0,2102.x$ ($p = 0,048$; $r^2 = 0,200$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 16,02 - 0,1826.x$ ($p = 0,014$; $r^2 = 0,292$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 15,79 - 0,0534.x$ ($p = 0,003$; $r^2 = 0,405$) |

FIGURA 9 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE FOLHAS DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

TABELA 11 – NÚMERO DE FOLHAS VERDES ACIMA DA ESPIGA NO ESTÁDIO V_T DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m^{-2}) | | | | | Média |
|--------------|-------------------------------|------|------|------|------|--------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 6,75 | 6,63 | 6,88 | 6,13 | 6,88 | 6,65 c |
| 30P34 | 7,63 | 7,38 | 7,50 | 7,00 | 7,13 | 7,33 b |
| DKB 214 | 7,88 | 7,50 | 7,50 | 7,63 | 8,00 | 7,70 a |
| SWB 551 | 7,25 | 7,25 | 7,25 | 7,13 | 6,88 | 7,15 b |
| Média | 7,38 ^{ns} | 7,19 | 7,28 | 6,97 | 7,22 | |
| CV cultivar | 3,95% | | | | | |
| CV população | 5,60% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{ns} não significativo

CV coeficiente de variação

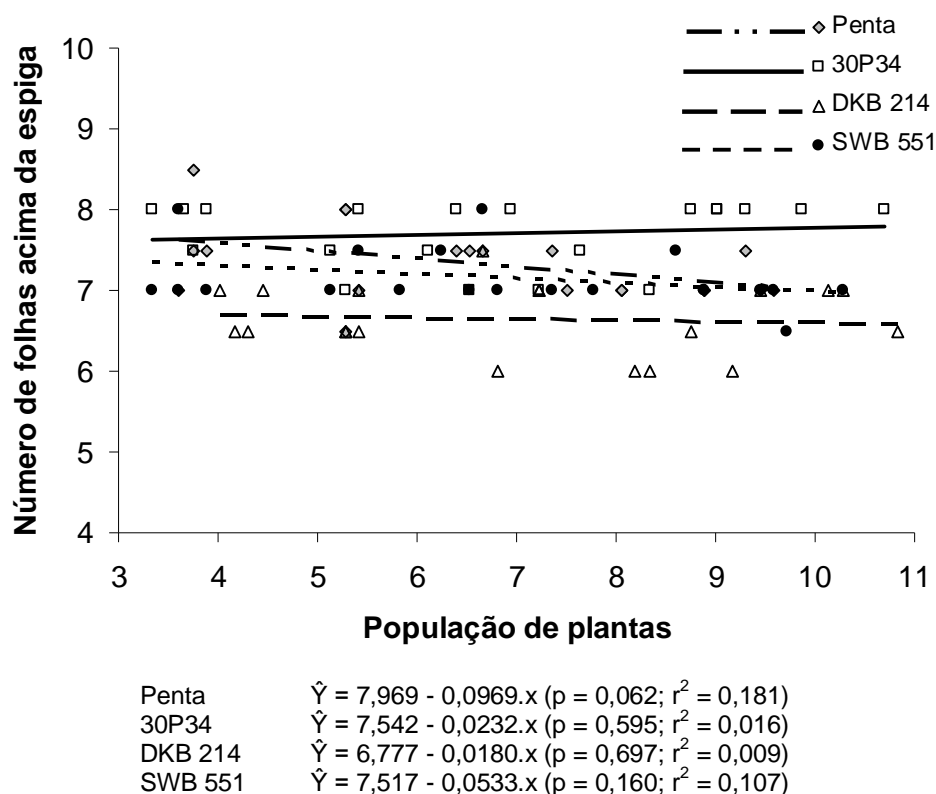


FIGURA 10 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE FOLHAS VERDES ACIMA DA ESPIGA DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

4.2.3 Área foliar

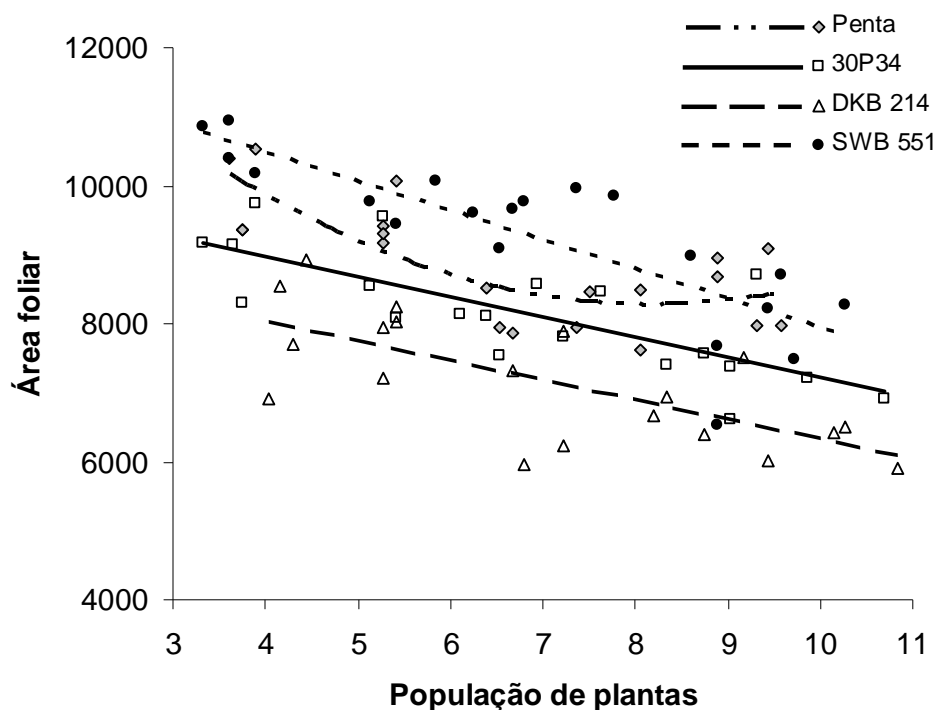
A cultivar DKB 214 apresentou a menor área foliar e as cultivares Penta e SWB 551 as maiores áreas foliares (TABELA 12). Uma vez que essas duas cultivares apresentaram também o maior número de folhas verdes, acarretando em maior área foliar, esperava-se que a cultivar DKB 214 apresentasse área foliar intermediária por ter sido intermediária dentre as cultivares para o número de folhas verdes. No entanto isso não ocorreu, demonstrando que suas folhas possuem menor área que as da cultivar 30P34.

Observou-se decréscimo da área foliar com o aumento da população a partir de 65.000 plantas ha⁻¹, sendo a redução linear com o aumento da população para as cultivares 30P34, DKB 214 e SWB 551 e quadrática para a cultivar Penta (FIGURA 11).

TABELA 12 – ÁREA FOLIAR (cm²) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 9.069 | 8.577 | 8.006 | 7.798 | 7.271 | 8.857 a |
| 30P34 | 8.018 | 7.858 | 6.848 | 6.879 | 6.219 | 8.148 b |
| DKB 214 | 9.921 | 9.487 | 8.063 | 8.381 | 8.432 | 7.164 c |
| SWB 551 | 10.583 | 9.723 | 9.618 | 8.266 | 8.165 | 9.271 a |
| Média | 9.397 A | 8.911 A | 8.133 B | 7.831 B | 7.522 B | |
| CV cultivar | 6,09% | | | | | |
| CV população | 7,79% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação



| | |
|---------|--|
| Penta | $\hat{Y} = 14335 - 1480.x + 90,52.x^2$ ($p = 0,031$; $r^2 = 0,605$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 10136 - 291,7.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,578$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 9192 - 286,7.x$ ($p = 0,001$; $r^2 = 0,496$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 12204 - 426,2.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,685$) |

FIGURA 11 – RELAÇÃO ENTRE A ÁREA FOLIAR (cm²) DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Comparando os dados da TABELA 8 para a cultivar Penta com dados de literatura observa-se que no presente trabalho a área foliar desta cultivar mostrou-se superior ao obtido por Kunz (2005). Os fatores que foram responsáveis por essa

diferença são a época de semeadura adotada e a utilização de método de estimativa da área foliar, por meio de medidas de comprimento e largura das folhas, utilizado por esse autor.

A influência da população de plantas sobre a área foliar de cada folha é visualizada nas TABELAS 13 a 17, onde se observa a redução da área foliar causada pela competição intra-específica. Otegui (1997) cita que a população afeta o desenvolvimento foliar, reduzindo a área foliar quando o efeito deletério da competição intra-específica ocorre antes do espigamento. Esse efeito é comprovado no presente trabalho pelos dados referentes às áreas foliares das folhas inferiores à espiga.

TABELA 13 – ÁREA FOLIAR (cm²) DA FOLHA BANDEIRA, DA 1ª, 3ª E 4ª FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | AF folha bandeira | AF 1ª folha | AF 3ª folha | AF 4ª folha |
|--------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Penta | 198,18 a | 319,24 a | 590,14 ab | 706,97 a |
| 30P34 | 147,82 c | 284,63 b | 546,82 b | 668,27 a |
| DKB 214 | 174,11 b | 287,02 b | 484,19 c | 563,33 b |
| SWB 551 | 179,89 ab | 321,93 a | 601,34 a | 719,95 a |
| CV cultivar | 13,52% | 8,56% | 9,59% | 9,06% |
| 3,5 | 209,62 A | 357,02 A | 633,93 A | 739,28 A |
| 5,0 | 194,16 A | 329,96 AB | 585,73 AB | 695,93 AB |
| 6,5 | 160,64 B | 287,19 BC | 538,47 BC | 644,39 BC |
| 8,0 | 157,71 B | 270,98 C | 509,43 C | 624,34 C |
| 9,5 | 152,89 B | 270,87 C | 510,55 C | 619,20 C |
| CV população | 19,1% | 14,5% | 10,08% | 9,3% |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CV coeficiente de variação

TABELA 14 – ÁREA FOLIAR (cm²) DA 2ª FOLHA ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | |
|--------------|--------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 520,2 abA | 479,4 aAB | 404,2 abB | 410,0 aB | 481,6 aAB |
| 30P34 | 479,8 abA | 419,6 aAB | 392,6 abAB | 404,9 aAB | 369,1 bB |
| DKB 214 | 436,5 bA | 427,9 aA | 376,3 bAB | 362,0 aAB | 312,6 bB |
| SWB 551 | 559,7 aA | 506,8 aA | 467,3 aAB | 358,2 aC | 392,3 abBC |
| CV cultivar | 9,96% | | | | |
| CV população | 11,54% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CV coeficiente de variação

TABELA 15 – ÁREA FOLIAR (cm²) DA 5^a, 6^a E 7^a FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | AF 5 ^a folha | AF 6 ^a folha | AF 7 ^a folha |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Penta | 800,65 ab | 879,78 a | 898,92 a |
| 30P34 | 771,54 b | 863,38 a | 897,16 a |
| DKB 214 | 636,96 c | 694,60 b | 739,46 b |
| SWB 551 | 831,71 a | 905,30 a | 943,42 a |
| CV cultivar | 6,14% | 5,59% | 5,41% |
| 3,5 | 829,17 A | 903,18 A | 948,48 A |
| 5,0 | 791,71 AB | 872,52 AB | 905,62 AB |
| 6,5 | 750,26 BC | 820,65 BC | 850,07 BC |
| 8,0 | 719,01 C | 797,44 C | 833,04 C |
| 9,5 | 710,92 C | 785,03 C | 811,49 C |
| CV população | 8,6% | 7,35% | 6,76% |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CV coeficiente de variação

Os dados da TABELA 13 mostram também o efeito da senescência mais precoce das folhas baixas em altas populações, demonstrado principalmente pela não existência da 15^a folha abaixo da folha bandeira na população mais elevada.

TABELA 16 – ÁREA FOLIAR (cm²) DA 8^a, 9^a, 10^a E 11^a FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | AF 8 ^a folha | AF 9 ^a folha | AF 10 ^a folha | AF 11 ^a folha |
|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Penta | 874,97 b | 801,52 b | 702,27 b | 580,92 b |
| 30P34 | 891,99 b | 821,91 b | 714,27 b | 570,02 b |
| DKB 214 | 746,86 c | 712,15 c | 636,73 c | 535,26 b |
| SWB 551 | 934,23 a | 869,63 a | 780,24 a | 655,50 a |
| CV cultivar | 3,76% | 5,69% | 5,6% | 8,61% |
| 3,5 | 951,36 A | 883,27 A | 794,35 A | 636,78 A |
| 5,0 | 902,07 A | 845,88 A | 741,09 AB | 624,39 AB |
| 6,5 | 835,20 B | 775,13 B | 673,48 BC | 558,31 AB |
| 8,0 | 828,83 B | 761,26 B | 681,68 BC | 560,37 AB |
| 9,5 | 792,60 B | 740,97 B | 651,28 C | 547,27 B |
| CV população | 6,72% | 8,6% | 10,12% | 14,66% |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CV coeficiente de variação

TABELA 17 – ÁREA FOLIAR (cm²) DA 12^a, 13^a, 14^a E 15^a FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | AF 12 ^a folha | AF 13 ^a folha | AF 14 ^a folha | AF 15 ^a folha |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Penta | 462,59 ab | 348,35 a | 171,74 ^{ns} | 49,82 a |
| 30P34 | 365,09 c | 147,35 b | 57,55 | 7,08 b |
| DKB 214 | 393,70 bc | 186,59 b | 65,42 | 6,23 b |
| SWB 551 | 526,81 a | 366,72 a | 165,60 | 18,73 ab |
| CV cultivar | 21,44% | 37,51% | 134,67% | 208,93% |
| 3,5 | 511,68 A | 358,07 A | 200,78 A | 28,79 ^{ns} |
| 5,0 | 484,66 AB | 317,87 AB | 136,70 A | 24,80 |
| 6,5 | 428,53 AB | 273,79 ABC | 112,05 AB | 14,97 |
| 8,0 | 390,78 AB | 212,96 BC | 104,36 AB | 33,76 |
| 9,5 | 369,59 B | 148,58 C | 21,48 B | 0,00 |
| CV população | 30,16% | 51,75% | 89,56% | 227,66% |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CV coeficiente de variação

Segundo Andrade (1995), o milho apresenta baixa estabilidade na porcentagem de interceptação de radiação devida à baixa porcentagem de perfilhamento e por não apresentar plasticidade na expansão foliar. No presente trabalho, o aumento de 24,9% na área foliar da planta para uma redução de 39,3% na população final demonstra essa característica de baixa plasticidade na expansão das folhas.

Kunz (2005) observou diminuição linear da largura e do comprimento das folhas devido ao efeito do aumento da população, sendo esse efeito atribuído à competição entre plantas. É provável que a redução de ambos, largura e comprimento das folhas, tenham sido os responsáveis pela redução da área foliar no presente trabalho, uma vez que a redução da área foliar é observada na maioria das folhas em função da população (TABELAS 13 a 18) e que não houve correlação significativa entre as variáveis área foliar e número de folhas ($r = 0,12$; $p = 0,29$). Enquanto o número de folhas sofreu redução de 9% com o aumento da população, a área foliar individual sofreu redução média de 12%, demonstrando que o efeito sobre a área foliar parece ser maior sobre a área individual das folhas do que sobre a senescência de folhas baixas. O efeito combinado da redução do número de folhas e da área foliar individual resultou em área foliar 20% menor por planta.

TABELA 18 – RELAÇÃO ENTRE A ÁREA FOLIAR (cm²) DA FOLHA BANDEIRA E DA 1ª À 15ª FOLHAS ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) DE QUATRO CULTIVARES NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | Regressão | p | r ² | s |
|----------------|-----------------------------|--------|----------------|--------|
| folha bandeira | $\hat{Y} = 250 - 10,9.x$ | <0,001 | 0,281 | 37,94 |
| 1ª | $\hat{Y} = 417 - 16,6.x$ | <0,001 | 0,376 | 46,23 |
| 2ª (Penta) | $\hat{Y} = 537,1 - 11,74.x$ | ns | 0,189 | 51,17 |
| 2ª (30P34) | $\hat{Y} = 523,0 - 16,12.x$ | 0,017 | 0,276 | 59,95 |
| 2ª (DKB 214) | $\hat{Y} = 530,8 - 20,9.x$ | 0,001 | 0,487 | 49,02 |
| 2ª (SWB 551) | $\hat{Y} = 681,9 - 32,70.x$ | <0,001 | 0,731 | 45,63 |
| 3ª | $\hat{Y} = 719 - 23,8.x$ | <0,001 | 0,344 | 71,16 |
| 4ª | $\hat{Y} = 827 - 23,6.x$ | <0,001 | 0,268 | 84,45 |
| 5ª | $\hat{Y} = 923 - 23,7.x$ | <0,001 | 0,229 | 94,35 |
| 6ª | $\hat{Y} = 998 - 23,6.x$ | <0,001 | 0,21 | 99,15 |
| 7ª | $\hat{Y} = 1044 - 25,4.x$ | <0,001 | 0,259 | 93,02 |
| 8ª | $\hat{Y} = 1049 - 27,2.x$ | <0,001 | 0,309 | 88,22 |
| 9ª | $\hat{Y} = 972 - 24,9.x$ | <0,001 | 0,280 | 86,47 |
| 10ª | $\hat{Y} = 863 - 22,5.x$ | <0,001 | 0,245 | 85,64 |
| 11ª | $\hat{Y} = 693 - 15,7.x$ | 0,002 | 0,114 | 95,19 |
| 12ª | $\hat{Y} = 603 - 24,3.x$ | 0,001 | 0,131 | 135,25 |
| 13ª | $\hat{Y} = 500 - 34,7.x$ | <0,001 | 0,188 | 156,30 |
| 14ª | $\hat{Y} = 300 - 27,0.x$ | <0,001 | 0,198 | 117,46 |
| 15ª | $\hat{Y} = 39,91 - 2,94.x$ | ns | 0,015 | 49,94 |

^{ns} não significativo

Os maiores coeficientes de correlação com a área foliar foram obtidos da 3ª folha à 9ª folha abaixo da folha bandeira (TABELA 19), mostrando uma grande dependência da área foliar da planta com as áreas foliares dessas folhas. Segundo Allison e Watson (1966), a eficiência fotossintética do limbo das folhas do topo, terço médio e base são de, dependendo do método de cálculo, 100%, 55%, 8% ou 100%, 68% e 34%, respectivamente. Essa diferença na eficiência se deve ao auto-sombreamento ocasionado pela disposição das folhas.

Embora menos eficiente, o limbo das folhas do terço médio é maior do que o das folhas do topo e sua contribuição absoluta de fotoassimilados é similar à das folhas do topo. Já as folhas da base representam apenas de 6% a 24% da contribuição total de fotoassimilados (ALLISON; WATSON, 1966). Sendo assim, as folhas que se encontram até aproximadamente a 9ª folha abaixo da folha bandeira, incluindo a folha bandeira, são as mais importantes em termos de contribuição de fotoassimilados para o desenvolvimento da espiga e enchimento de grãos. Complementando essa afirmativa, Tetio-Kagho e Gardner (1988a) citam que as folhas próximas à espiga são mais longas e largas que as demais, além de serem

relativamente jovens e o percurso de translocação de assimilados até os grãos é menor.

TABELA 19 – COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (r) ENTRE ÁREA FOLIAR E ÁREA FOLIAR DAS FOLHAS BANDEIRA A 15ª FOLHA ABAIXO DA FOLHA BANDEIRA E VALOR DE p.

| Folha | r | p |
|-----------------|-------|--------|
| Bandeira | 0,592 | <0,001 |
| 1 ^a | 0,722 | <0,001 |
| 2 ^a | 0,818 | <0,001 |
| 3 ^a | 0,869 | <0,001 |
| 4 ^a | 0,872 | <0,001 |
| 5 ^a | 0,862 | <0,001 |
| 6 ^a | 0,862 | <0,001 |
| 7 ^a | 0,881 | <0,001 |
| 8 ^a | 0,886 | <0,001 |
| 9 ^a | 0,866 | <0,001 |
| 10 ^a | 0,806 | <0,001 |
| 11 ^a | 0,723 | <0,001 |
| 12 ^a | 0,675 | <0,001 |
| 13 ^a | 0,751 | <0,001 |
| 14 ^a | 0,609 | <0,001 |
| 15 ^a | 0,235 | 0,036 |

4.2.4 Índice de área foliar (IAF)

Dentre as cultivares, os maiores valores de IAF foram obtidos na cultivar SWB 551, seguida pela Penta, sendo a DKB 214 a com menor IAF (TABELA 20). Apesar de se assemelharem em área foliar e população final, as cultivares Penta e SWB 551 diferiram estatisticamente em valores de IAF.

Assim como para área foliar, Kunz (2005) obteve menores valores de IAF para a cultivar Penta mesmo quando a cultura desenvolveu-se em espaçamento entre linhas reduzido (45 cm).

Apesar da redução na área foliar, o IAF apresentou aumento linear com o aumento da população de plantas (FIGURA 12). Hunter; Kannenberg e Gamble (1970) também obtiveram aumento médio no IAF com o aumento na população de plantas de 48.000 para 72.000 plantas ha⁻¹, embora seus dados de IAF tenham sido inferiores aos obtidos no presente trabalho. Tetio-Kagho e Gardner (1988a),

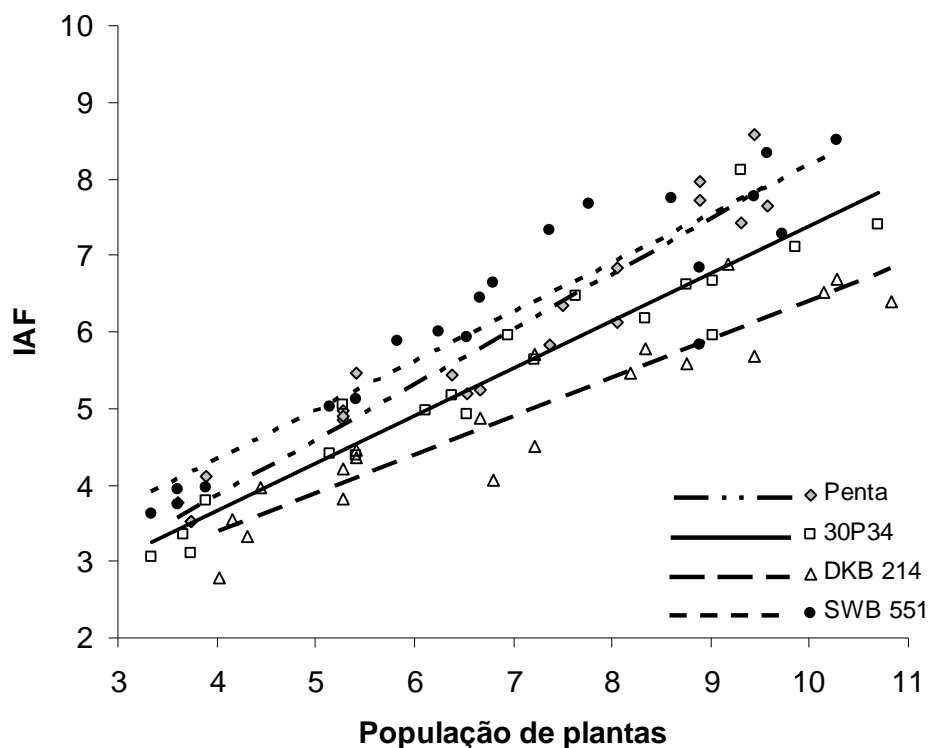
obtiveram os máximos valores de IAF de 1,7, 2,6 e 4 nas populações de 19.000, 35.000 e 63.000 plantas ha⁻¹, respectivamente. Para a população de 35.000 plantas ha⁻¹ o IAF é de aproximadamente 3,6, sendo superior ao relatado pelos autores. A diferença entre os resultados obtidos por meio da regressão e os obtidos pelos autores citados deve ser, afora as condições climáticas, em grande parte na genética das plantas utilizadas, uma vez que os trabalhos foram desenvolvidos em outras regiões do globo e em anos diferentes.

TABELA 20 – ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 3,721 | 5,042 | 5,426 | 6,821 | 7,843 | 5,771 b |
| 30P34 | 3,326 | 4,695 | 5,423 | 6,677 | 6,951 | 5,414 c |
| DKB 214 | 3,405 | 4,204 | 4,782 | 5,932 | 6,326 | 4,930 d |
| SWB 551 | 3,817 | 5,504 | 6,587 | 7,011 | 7,966 | 6,177 a |
| Média | 3,567 E | 4,861 D | 5,554 C | 6,610 B | 7,271 A | |
| CV cultivar | 5,92% | | | | | |
| CV população | 10,35% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

O aumento no IAF, até determinados níveis, promove aumento na interceptação da radiação solar. Maddonni e Otegui (1996) obtiveram a máxima interceptação da radiação solar quando o IAF foi 4, chegando a interceptar 90% da radiação solar incidente, isso representaria uma população de 41.948, 45.004, 52.357, 34.783 plantas ha⁻¹ para as cultivares Penta, 30P34, DKB 214 e SWB 551, respectivamente, segundo as equações de regressão. Segundo Tetio-Kagho e Gardner (1988a), a máxima interceptação da radiação ocorre entre os estádios R₃ e R₄, sendo que em R₁ a interceptação é de 95%.



| | |
|---------|--|
| Penta | $\hat{Y} = 0,970 + 0,7223.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,933$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 1,195 + 0,6192.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,914$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 1,345 + 0,5071.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,875$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 1,775 + 0,6397.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,856$) |

FIGURA 12 – RELAÇÃO ENTRE O IAF DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

4.3 CARACTERÍSTICAS COMERCIAIS

4.3.1 Comprimento de espiga empalhada e despalhada, comprimento de granação e forma da espiga

O conhecimento do comprimento de espiga empalhada é um item importante na escolha de cultivares a serem adotadas e nas técnicas de manejo a serem empregadas no cultivo do milho-verde, uma vez que no momento da

comercialização esta será uma das primeiras características indicativas da qualidade da espiga.

Houve interação entre as cultivares e as populações de plantas testadas quanto ao comprimento de espiga empalhada (TABELA 21). De maneira geral, a cultivar DKB 214 apresentou espigas empalhadas mais compridas que as demais cultivares, não diferindo estatisticamente da SWB 551 nas populações com 35.000, 50.000 e 80.000 plantas ha⁻¹. Da mesma forma, as cultivares Penta e 30P34 apresentaram os menores comprimentos de espiga empalhada.

Os dados da TABELA 21 assemelham-se aos obtidos por Vieira (2002) na mesma região, com comprimento de espigas empalhadas ao redor de 30 cm para a cultivar DKB 214.

O aumento da população resultou em diminuição linear do comprimento das espigas empalhadas em todas as cultivares testadas (FIGURA 13), sendo de 18,1% para a Penta, 21,7% para a 30P34, 7,5% para a DKB 214 e 17,8% para a SWB 551.

TABELA 21 – COMPRIMENTO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

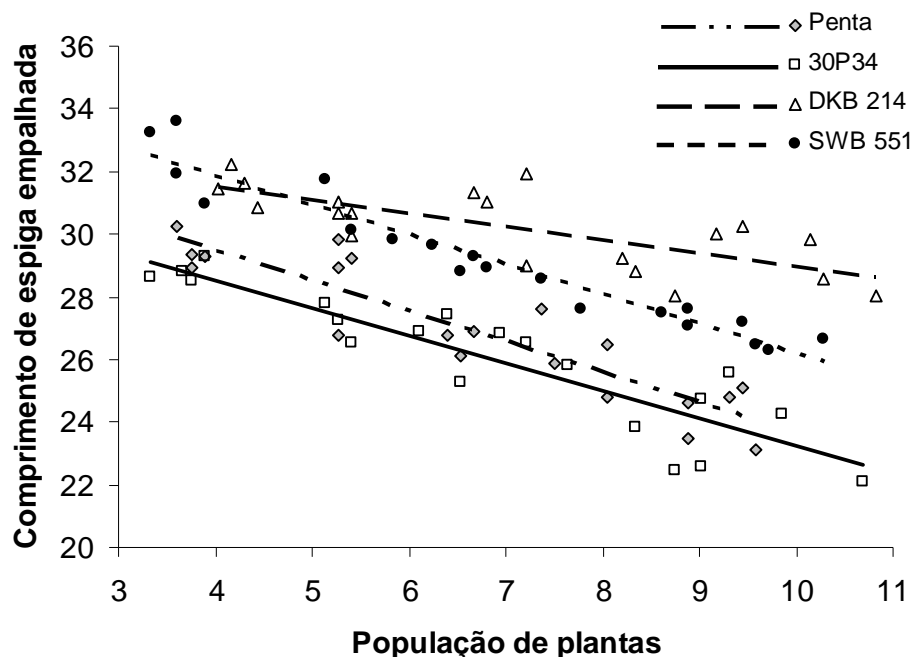
| | População (plantas m ⁻²) | | | | |
|--------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 29,46 bA | 28,69 bA | 26,85 cB | 25,45 bBC | 24,13 cC |
| 30P34 | 28,80 bA | 27,13 bB | 26,53 cB | 24,99 bC | 22,85 cD |
| DKB 214 | 31,53 aA | 30,56 aAB | 30,84 aA | 29,03 aC | 29,18 aBC |
| SWB 551 | 32,44 aA | 30,35 aB | 28,90 bBC | 27,44 aCD | 26,65 bD |
| CV cultivar | 4,19% | | | | |
| CV população | 2,66% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

Adotando-se o comprimento mínimo comercial indicado por Silva; Barreto e Santos (1997), todas as cultivares e populações de plantas produziram espigas dentro da faixa de comercialização, uma vez que atingiram comprimento médio superior a 22 cm. Embora sob a ótica desses autores não houvessem impedimentos para a comercialização, deve-se levar em consideração principalmente o comprimento de granação das espigas no momento da escolha da cultivar e do manejo a serem adotados.

O comprimento de espiga despalhada ou comprimento do sabugo, embora não seja fator decisivo na comercialização, demonstra o desenvolvimento da espiga

e, juntamente com o comprimento de granação, a capacidade de fornecimento de fotoassimilados para o desenvolvimento da espiga e para o enchimento de grãos.



| | |
|---------|--|
| Penta | $\hat{Y} = 33,39 - 0,9749.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,831$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 32,06 - 0,8804.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,818$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 33,20 - 0,4211.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,545$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 35,75 - 0,9577.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,929$) |

FIGURA 13 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

TABELA 22 – COMPRIMENTO DE ESPIGA DESPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | |
|--------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 19,69 cA | 19,51 cAB | 18,94 cBC | 18,34 bCD | 17,70 cD |
| 30P34 | 21,73 bA | 20,91 bB | 20,08 bC | 18,99 bD | 17,80 cE |
| DKB 214 | 22,85 aA | 21,84 aB | 21,55 aB | 20,20 aC | 20,63 aC |
| SWB 551 | 22,86 aA | 21,50 abB | 20,79 bB | 19,75 aC | 19,14 bC |
| CV cultivar | 2,51% | | | | |
| CV população | 1,77% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
CV coeficiente de variação

Assim como para o comprimento de espigas empalhadas, houve interação entre os fatores cultivar e população de plantas para o comprimento de espigas

despalhadas, sendo que a cultivar DKB 214 apresentou resposta quadrática para esta característica (FIGURA 14). A cultivar DKB 214 e a SWB 551 apresentaram os maiores comprimentos de espiga despalhada, diferindo estatisticamente entre si apenas nas populações de 65.000 e 95.000 plantas ha^{-1} (TABELA 22).

Andrade (1995) cita que em populações acima da ótima, o milho apresenta baixa estabilidade de produção devido à forte supressão do desenvolvimento da espiga. Essa supressão é observada pela redução do comprimento das espigas empalhadas e despalhadas.

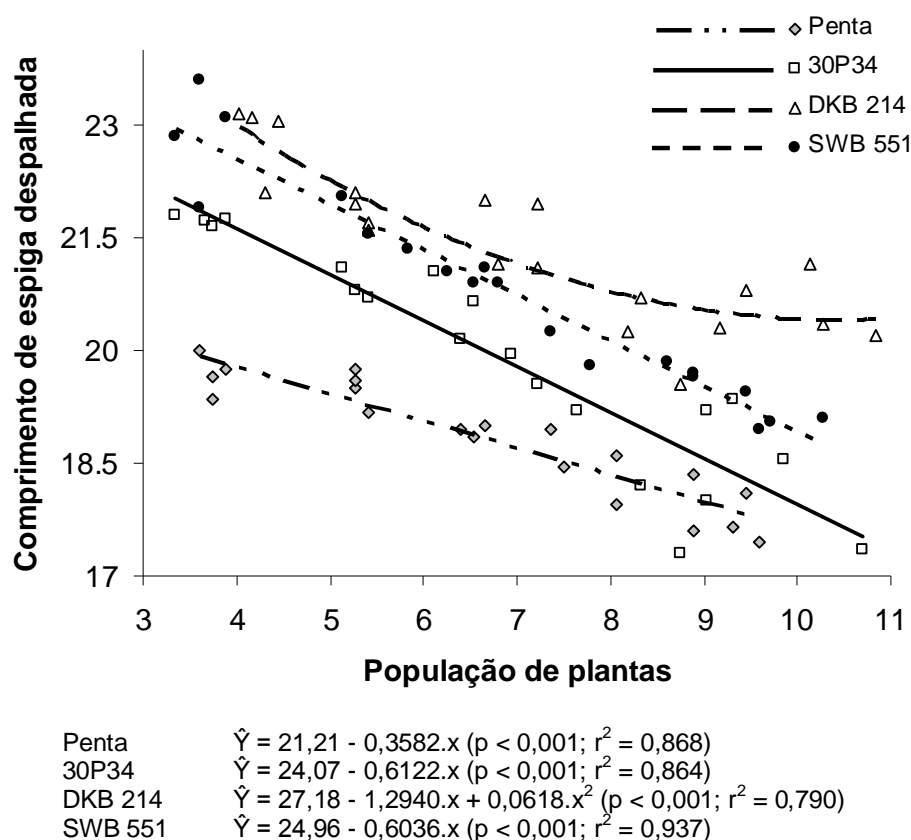


FIGURA 14 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DE ESPIGA DESPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA – PR. 2005/2006.

Denominado por diversos autores como comprimento de espiga despalhada, o comprimento de granação é uma das características mais importantes para a comercialização de milho-verde. Espigas com maiores comprimentos de granação

são mais atrativas ao consumidor, uma vez que os grãos serão os objetos de seu consumo.

O comprimento de granação, diferentemente do comprimento de espiga empalhada e despalhada, não apresentou interação entre cultivares e população de plantas (TABELA 23). Dentre as cultivares, a DKB 214 apresentou o maior comprimento de granação e as demais não diferiram estatisticamente entre si.

Autores citam que diferenças genotípicas no comprimento da espiga podem ser explicadas pela diferença no número de folhas acima da espiga (MADDONNI; OTEGUI, 1996; DWYER *et al.*³, 1992, citados por OTEGUI, 1997). Essa afirmativa pode ser confirmada pelos dados das TABELAS 11, 21, 22 e 23, onde se verifica que a cultivar Penta apresentou o menor e a DKB 214 o maior número de folhas acima da espiga e, respectivamente, e os menores e maiores comprimentos de espiga. Nas cultivares 30P34 e SWB 551 observaram-se números intermediários de folhas acima da espiga e comprimentos de espiga quando comparadas com as demais cultivares.

TABELA 23 – COMPRIMENTO DE GRANAÇÃO (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 17,69 | 16,89 | 16,08 | 15,03 | 14,20 | 15,98 b |
| 30P34 | 18,80 | 17,61 | 16,49 | 15,10 | 14,34 | 16,47 b |
| DKB 214 | 20,35 | 18,89 | 17,76 | 15,81 | 15,39 | 17,64 a |
| SWB 551 | 19,68 | 17,35 | 16,39 | 15,01 | 13,80 | 16,45 b |
| Média | 19,13 A | 17,68 B | 16,68 C | 15,24 D | 14,43 E | |
| CV cultivar | 3,41% | | | | | |
| CV população | 3,67% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

Pereira Filho (2003) cita que o tamanho da espiga é afetado pela população de plantas. Confirmando essa afirmativa, o aumento da população reduziu linearmente o comprimento de granação (FIGURA 15). Adotando-se o comprimento de granação mínimo de 17 cm para a produção de espigas verdes, observa-se por meio das equações de regressão que a população de plantas em que sua média atingiria este padrão seria de 49.680, 60.502, 78.154 e 62.785 plantas ha⁻¹ para as cultivares Penta, 30P34, DKB 214 e SWB 551, respectivamente.

³ DWYER, L.M.; STEWART, D.W.; HAMILTON, R.I.; HOUWING, L. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. *Agronomy Journal*, v. 84, p. 430-438, 1992.

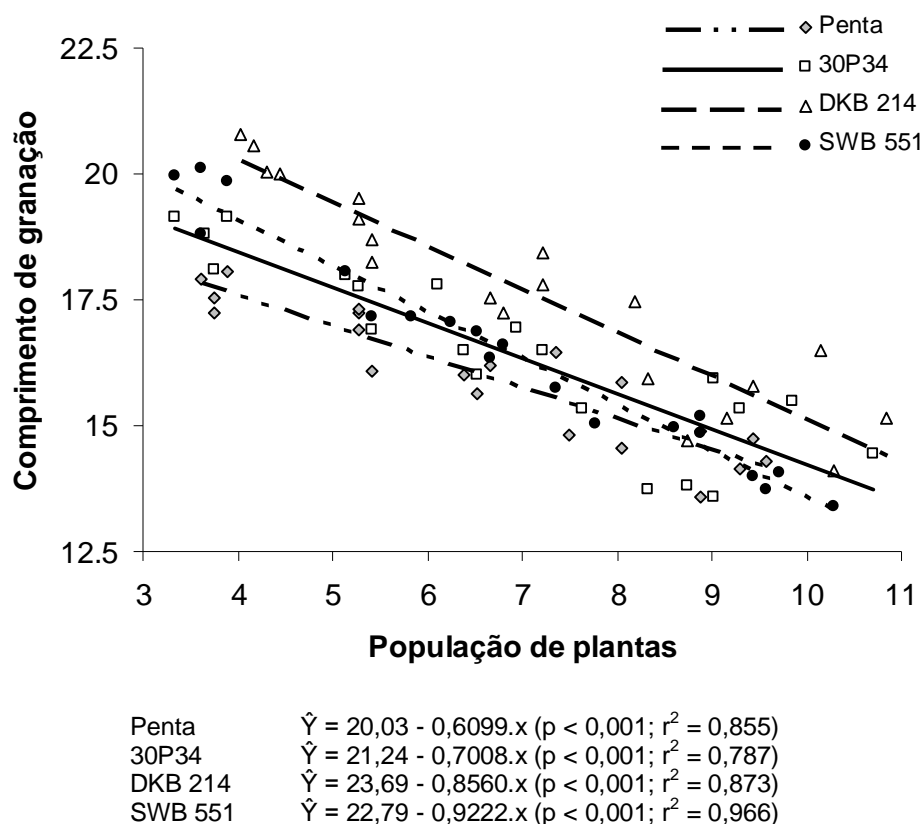


FIGURA 15 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DE GRANAÇÃO (cm) DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Vieira (2002) obteve comprimentos de granação superiores aos obtidos no presente trabalho para a cultivar DKB 214, embora tenha utilizado população de 45.000 plantas ha^{-1} . Um dos fatores que pode ser responsável por essa diferença é a maior precipitação observada no trabalho desse autor, no qual houve alta disponibilidade hídrica para a cultura.

A partir dos dados de comprimento de granação pode-se calcular o comprimento de espiga empalhada mínimo para a sua comercialização sem haver perda na qualidade da espiga despalhada. Respeitando-se as diferenças entre as cultivares testadas as equações de regressão são vislumbradas na FIGURA 16.

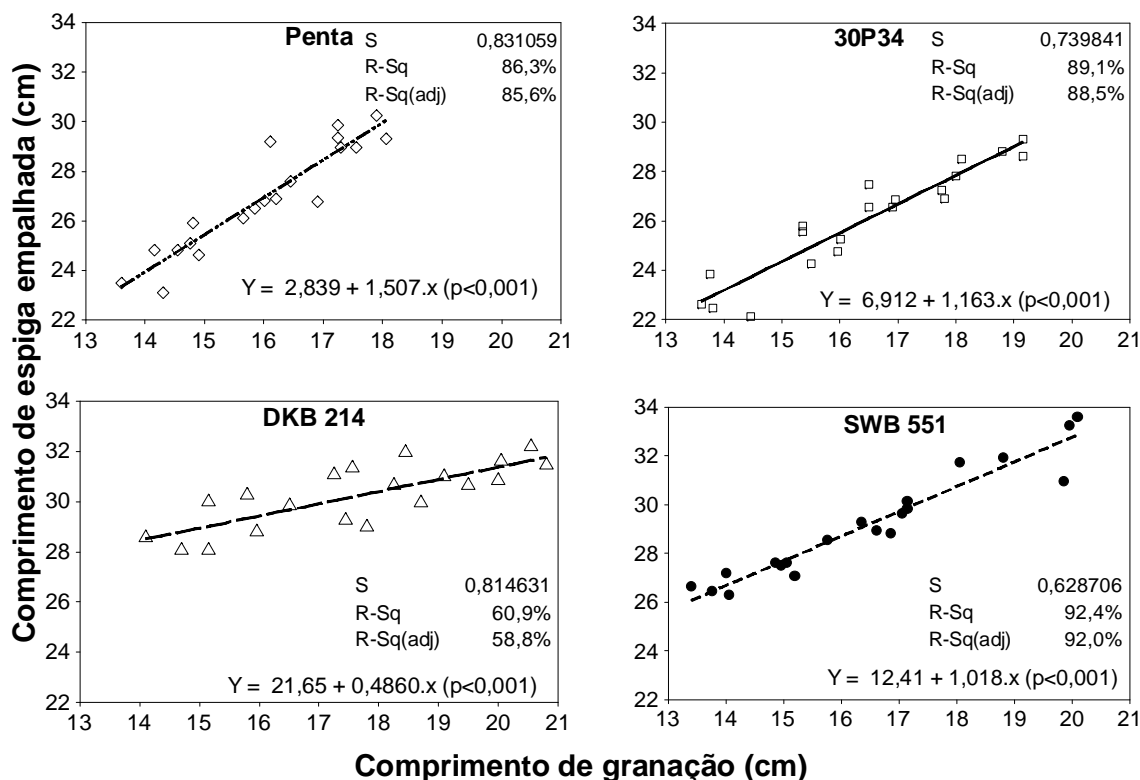


FIGURA 16 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) E O COMPRIMENTO DE GRANAÇÃO (cm) DE QUATRO CULTIVARES NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Dessa forma, os comprimentos mínimos de espiga empalhada para a comercialização seriam de 28,5 cm para a cultivar Penta, 26,7 cm para a cultivar 30P34, 29,9 cm para a cultivar DKB 214 e 29,7 cm para a cultivar SWB 551.

Os valores calculados para a classificação de espigas comerciais empalhadas encontram-se acima do proposto por Silva; Barreto e Santos (1997). Embora se deva levar em consideração características regionais de produção e comercialização, a utilização do padrão proposto pelos autores levaria à classificação de espigas com comprimento de granação inferiores a 15 cm como espigas comerciais.

O IAF apresentou correlação altamente significativa com os comprimentos de espiga empalhada ($r = -0,653$; $p < 0,001$), de espiga despalhada ($r = -0,698$; $p < 0,001$) e comprimento de granação ($r = -0,870$; $p < 0,001$), sendo seus coeficientes de correlação maiores do que os observados para a área foliar e os mesmos, demonstrando apresentar maior relação com desenvolvimento da espiga

(comprimentos de espiga empalhada: $r = 0,254$; $p = 0,023$; comprimento de espiga despalhada: $r = 0,201$; $p = 0,073$; comprimento de granação: $r = 0,315$; $p = 0,04$).

A alta correlação observada entre o comprimento de granação e o IAF pode ter ocorrido devido à diminuição do suprimento de radiação para as folhas pelo sombreamento mútuo em condições de IAF alto, diminuindo assim a eficiência na conversão da radiação em fotoassimilados e com isso resultando em abortamento dos grãos da ponta da espiga.

Observou-se também que as espigas diferiam quanto à forma, sendo que as cultivares 30P34, DKB 214 e SWB 551 possuíam forma cilíndrica, enquanto a cultivar Penta possuía espiga curva. Esse aspecto de curvatura da espiga da cultivar Penta pode trazer grandes restrições à sua comercialização, uma vez que o mercado exige espigas cilíndricas como as obtidas nas demais cultivares.

4.3.2 Diâmetro de espiga empalhada e despalhada

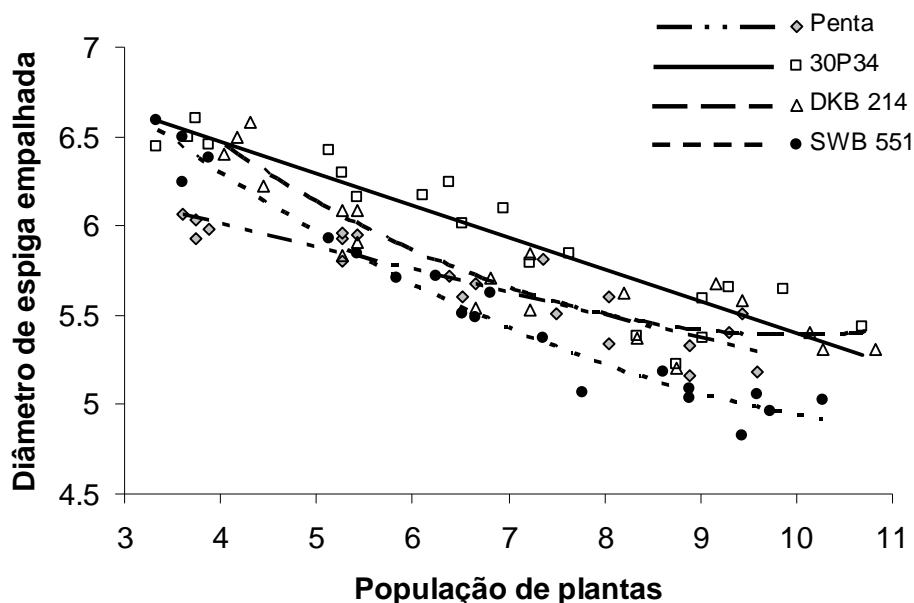
O diâmetro de espigas empalhadas sofreu interação entre os tratamentos principais e secundários, sendo a cultivar 30P34 superior às demais cultivares nas populações de 50.000 e 65.000 plantas ha^{-1} (FIGURA 17). Na população 35.000 plantas ha^{-1} a cultivar Penta apresentou os menores valores de diâmetro de espigas empalhadas, o mesmo acontecendo na cultivar SWB 551 nas populações de 80.000 e 95.000 plantas ha^{-1} (TABELA 24).

TABELA 24 – DIÂMETRO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m^{-2}) | | | | |
|--------------|-------------------------------|----------|---------|----------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 6,00 bA | 5,91 bAB | 5,70 bB | 5,45 aC | 5,31 aC |
| 30P34 | 6,50 aA | 6,26 aB | 6,04 aC | 5,62 aD | 5,42 aD |
| DKB 214 | 6,43 aA | 5,98 bB | 5,66 bC | 5,47 aCD | 5,40 aD |
| SWB 551 | 6,43 aA | 5,80 bB | 5,50 bC | 5,10 bD | 4,97 bD |
| CV cultivar | 4,03% | | | | |
| CV população | 1,97% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

Da mesma maneira que o diâmetro de espigas empalhadas, o diâmetro de espigas despalhadas apresentou interação entre cultivares e populações (TABELA 25). Os maiores valores foram observados na cultivar 30P34. A cultivar SWB 551 apresentou menor diâmetro de espiga despalhada em populações acima de 50.000 plantas ha⁻¹.



| | |
|---------|---|
| Penta | $\hat{Y} = 6,531 - 0,1288.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,836$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 7,180 - 0,1782.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,849$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 8,386 - 0,6007.x + 0,0301.x^2$ ($p = 0,004$; $r^2 = 0,866$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 8,043 - 0,5211.x + 0,0211.x^2$ ($p = 0,001$; $r^2 = 0,970$) |

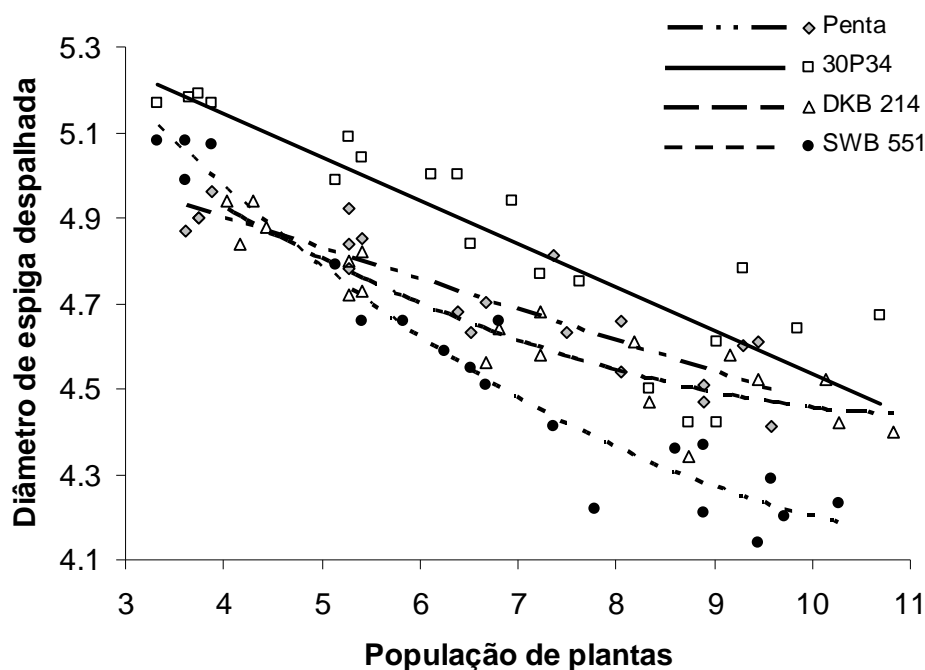
FIGURA 17 – RELAÇÃO ENTRE O DIÂMETRO DE ESPIGA EMPALHADA (cm) DE CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Os dados obtidos por Vieira (2002) para os diâmetros de espiga empalhada e despalhada são, em sua maioria, inferiores aos obtidos no presente trabalho, apesar da alta precipitação e da população de plantas utilizada (45.000 plantas ha⁻¹).

TABELA 25 – DIÂMETRO ESPIGA DESPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | |
|--------------|--------------------------------------|----------|----------|-----------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 4,91 bA | 4,85 bAB | 4,71 bBC | 4,59 abCD | 4,52 aD |
| 30P34 | 5,18 aA | 5,03 aAB | 4,89 aB | 4,66 aC | 4,54 aC |
| DKB 214 | 4,90 bA | 4,77 bcA | 4,62 bcB | 4,50 bB | 4,47 aB |
| SWB 551 | 5,06 abA | 4,68 cB | 4,53 cB | 4,29 cC | 4,22 bC |
| CV cultivar | 2,41% | | | | |
| CV população | 1,62% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação



Penta $\hat{Y} = 5,193 - 0,0721.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,811$)
 30P34 $\hat{Y} = 5,548 - 0,1210.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,785$)
 DKB 214 $\hat{Y} = 5,820 - 1,9830.x + 0,0086.x^2$ ($p = 0,048$; $r^2 = 0,865$)
 SWB 551 $\hat{Y} = 5,971 - 0,2971.x + 0,0120.x^2$ ($p = 0,009$; $r^2 = 0,947$)

FIGURA 18 – RELAÇÃO ENTRE O DIÂMETRO DE ESPIGA DESPALHADA (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

O aumento da população resultou em redução do diâmetro de espigas empalhadas e despalhadas em todas as cultivares (FIGURAS 17 e 18). As cultivares Penta e 30P34 apresentaram redução linear dos diâmetros de espiga empalhada e despalhada, enquanto as cultivares DKB 214 e SWB 551 apresentaram resposta quadrática para essas variáveis. Essa semelhança no comportamento entre essas

variáveis em relação ao estresse populacional se revela na correlação altamente significativa com alto índice de correlação ($r = 0,955$; $p < 0,001$) encontrado entre ambas.

4.3.3 Massa fresca de espiga empalhada e despalhada

A massa fresca de espiga é um importante fator quando a comercialização se dá em bandejas envolvidas com filmes plásticos, sendo o preço definido em R\$ kg^{-1} ou peso mínimo por bandeja (ex. 800g bandeja⁻¹). Assim, a massa fresca pode ser considerada fator determinante da quantidade a ser adquirida pelo consumidor ou do rendimento em bandejas.

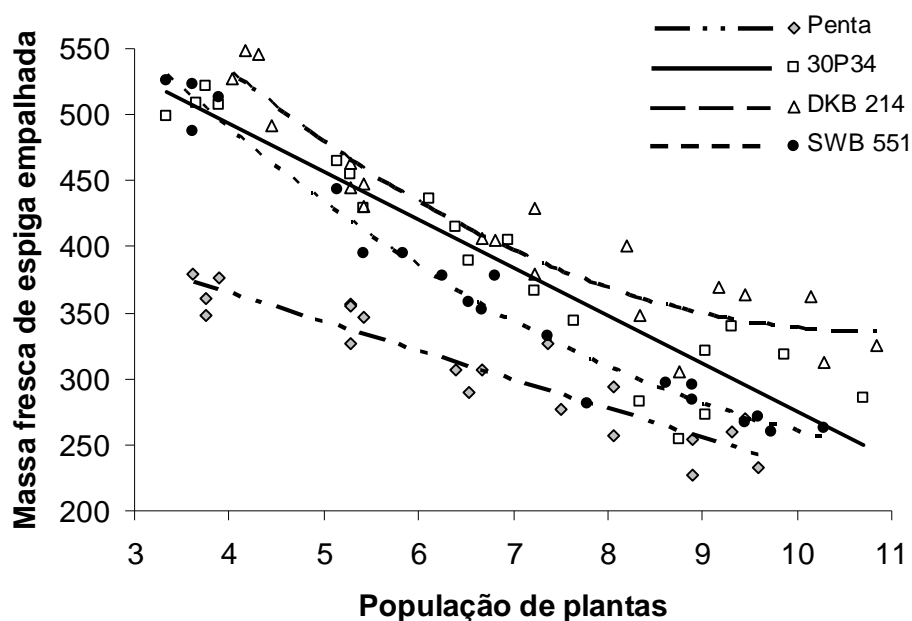
TABELA 26 – MASSA FRESCA DE ESPIGA EMPALHADA (g) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m^{-2}) | | | | |
|--------------|---------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 366,15 bA | 345,97 cA | 307,41 cB | 270,17 cC | 246,96 bC |
| 30P34 | 508,68 aA | 446,16 aB | 393,88 abC | 321,61 abD | 282,35 bE |
| DKB 214 | 528,68 aA | 446,50 aB | 405,14 aC | 356,05 aD | 340,62 aD |
| SWB 551 | 512,34 aA | 402,81 bB | 354,92 bC | 289,42 bcD | 264,91 bD |
| CV cultivar | 8,55% | | | | |
| CV população | 4,94% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

Tanto a massa fresca de espiga empalhada quanto a massa fresca de espiga despalhada sofreram interação entre os fatores (TABELAS 26 e 27). Em linhas gerais, as maiores massas frescas de espiga, empalhada e despalhada, foram obtidos nas cultivares DKB 214 e 30P34 e os menores na cultivar Penta.

As cultivares Penta e 30P34 sofreram redução linear da massa fresca de espiga empalhada, enquanto as cultivares DKB 214 e SWB 551 apresentaram redução quadrática (FIGURA 19). Para massa fresca de espiga despalhada as cultivares apresentaram o mesmo padrão de resposta, exceto a 30P34, que apresentou redução quadrática (FIGURA 20).



| | |
|---------|---|
| Penta | $\hat{Y} = 453,0 - 21,92.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,868$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 637,9 - 36,30.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,890$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 835,8 - 92,85.x + 4,316.x^2$ ($p = 0,009$; $r^2 = 0,873$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 780,1 - 86,62.x + 3,471.x^2$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,976$) |

FIGURA 19 – RELAÇÃO ENTRE A MASSA FRESCA DE ESPIGA EMPALHADA (g) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

TABELA 27 – MASSA FRESCA DE ESPIGA DESPALHADA (g) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | |
|--------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 226,28 bA | 213,73 bAB | 195,26 bBC | 174,28 cCD | 166,58 bD |
| 30P34 | 298,90 aA | 262,08 aB | 233,98 aC | 203,01 abD | 183,77 bD |
| DKB 214 | 301,52 aA | 267,14 aB | 243,44 aC | 217,69 aD | 216,68 aD |
| SWB 551 | 307,65 aA | 251,33 aB | 227,69 aC | 188,20 bcD | 174,26 bD |
| CV cultivar | 5,67% | | | | |
| CV população | 4,79% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
CV coeficiente de variação

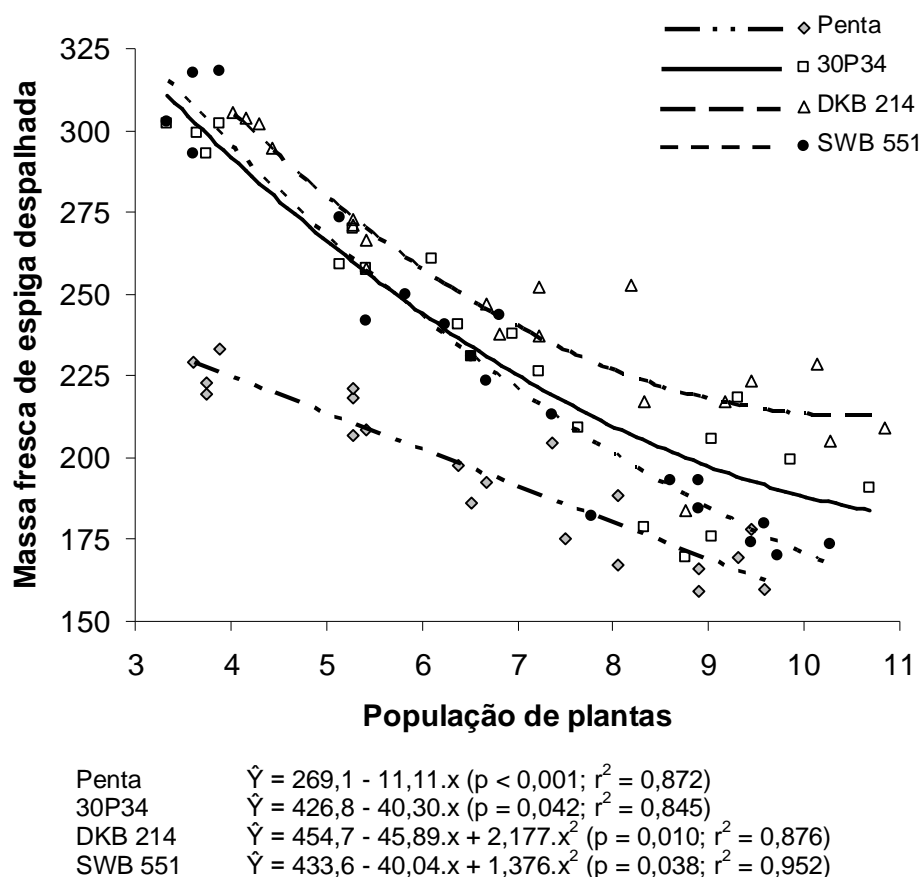


FIGURA 20 – RELAÇÃO ENTRE A MASSA FRESCA DE ESPIGA DESPALHADA (g) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

4.3.4 Número de fileiras, grãos por fileira e grãos por espiga

O número de fileiras foi superior nas cultivares Penta e 30P34 e não apresentou variação entre as populações de plantas (TABELA 28; FIGURA 21). Tetio-Kagho e Gardner (1988b) obtiveram decréscimo linear a uma taxa de 0,14 fileiras para cada unidade de acréscimo na população em plantas m⁻². Embora tenham constatado esse comportamento, os autores sugerem que o número de fileiras é relativamente estável, o que também foi observado por Otegui (1997) e no presente trabalho.

Todas as cultivares atingiram médias superiores a 14 fileiras de grãos, não sendo essa variável, portanto, limitante na aceitação destas no mercado consumidor.

TABELA 28 – NÚMERO DE FILEIRAS POR ESPIGA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 15,00 | 14,80 | 15,20 | 14,30 | 15,00 | 14,86 a |
| 30P34 | 15,33 | 15,30 | 15,00 | 15,00 | 14,90 | 15,11 a |
| DKB 214 | 14,18 | 14,10 | 13,98 | 14,03 | 14,60 | 14,18 b |
| SWB 551 | 14,70 | 13,78 | 14,10 | 14,10 | 14,30 | 14,20 b |
| Média | 14,80 ^{ns} | 14,49 | 14,57 | 14,36 | 14,70 | |
| CV cultivar | 4,40% | | | | | |
| CV população | 4,71% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

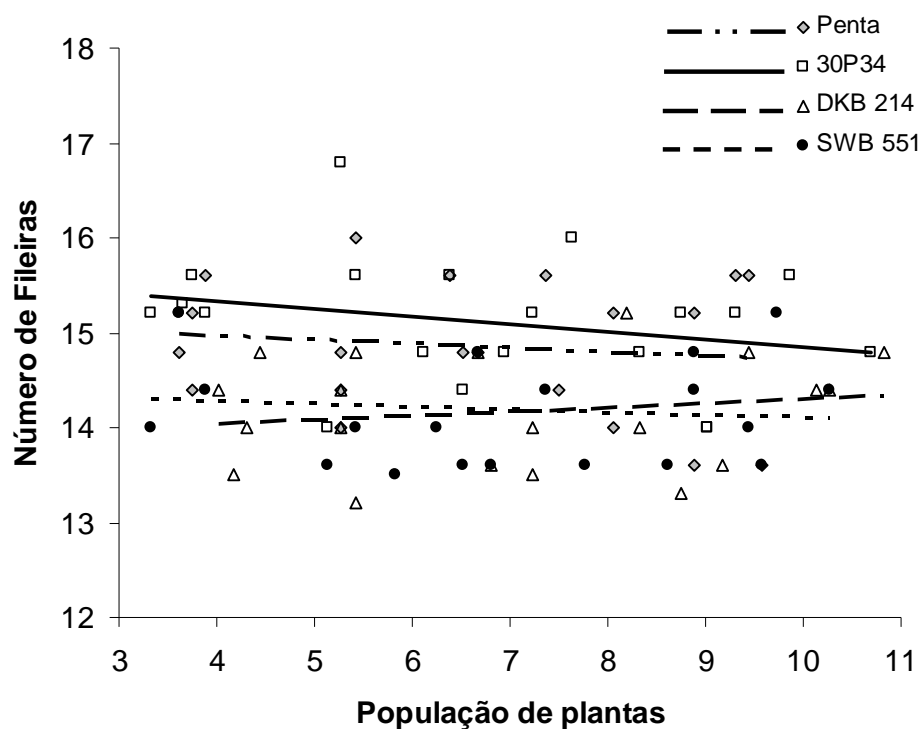
^{ns} não significativo

CV coeficiente de variação

Houve interação entre os fatores cultivar e população de plantas para a variável grãos por fileira. As cultivares DKB 214 e SWB 551 apresentaram os maiores valores para o número de grãos por fileira na população de 35.000 plantas ha⁻¹, nas demais populações as cultivares DKB 214 e 30P34 foram as que apresentaram os maiores valores (TABELA 29).

Essa variável sofreu redução linear com o aumento da população (FIGURA 22), sendo as cultivares que apresentam espigas mais longas em baixas populações (DKB 214 e SWB 551) as mais afetadas pelo efeito da competição intraespecífica. Verifica-se uma redução de 0,9397 grãos fileira⁻¹ na cultivar Penta, 0,7503 grãos fileira⁻¹ na 30P34, 1,455 grãos fileira⁻¹ na DKB 214 e 1,969 grãos fileira⁻¹ na SWB 551 para cada unidade de acréscimo no número de plantas m⁻².

Segundo Tetio-Kagho e Gardner (1988b), o número de grãos por fileira permanece constante (42 a 45 grãos por fileira) até a população de 35.000 plantas ha⁻¹, decrescendo com posterior aumento na população. Apesar de não testadas populações inferiores à população limite indicada pelos autores, no presente trabalho observou-se esse comportamento para o número de grãos por fileira.



Penta $\hat{Y} = 15,15 - 0,0444.x$ ($p = 0,593$; $r^2 = 0,016$)
 30P34 $\hat{Y} = 15,67 - 0,0825.x$ ($p = 0,260$; $r^2 = 0,070$)
 DKB 214 $\hat{Y} = 13,88 + 0,0413.x$ ($p = 0,512$; $r^2 = 0,024$)
 SWB 551 $\hat{Y} = 14,38 - 0,0272.x$ ($p = 0,667$; $r^2 = 0,011$)

FIGURA 21 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE FILEIRAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

TABELA 29 – GRÃOS POR FILEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | |
|--------------|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 37,55 cA | 37,00 cA | 36,35 bA | 34,20 bcAB | 31,95 bcB |
| 30P34 | 39,88 bcA | 40,65 abA | 38,80 abA | 37,80 aAB | 34,75 abB |
| DKB 214 | 43,50 aA | 42,38 aAB | 39,79 aBC | 36,58 abCD | 35,30 aD |
| SWB 551 | 41,85 abA | 38,11 bcB | 35,85 bBC | 32,35 cCD | 29,90 cD |
| CV cultivar | 3,85% | | | | |
| CV população | 4,74% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

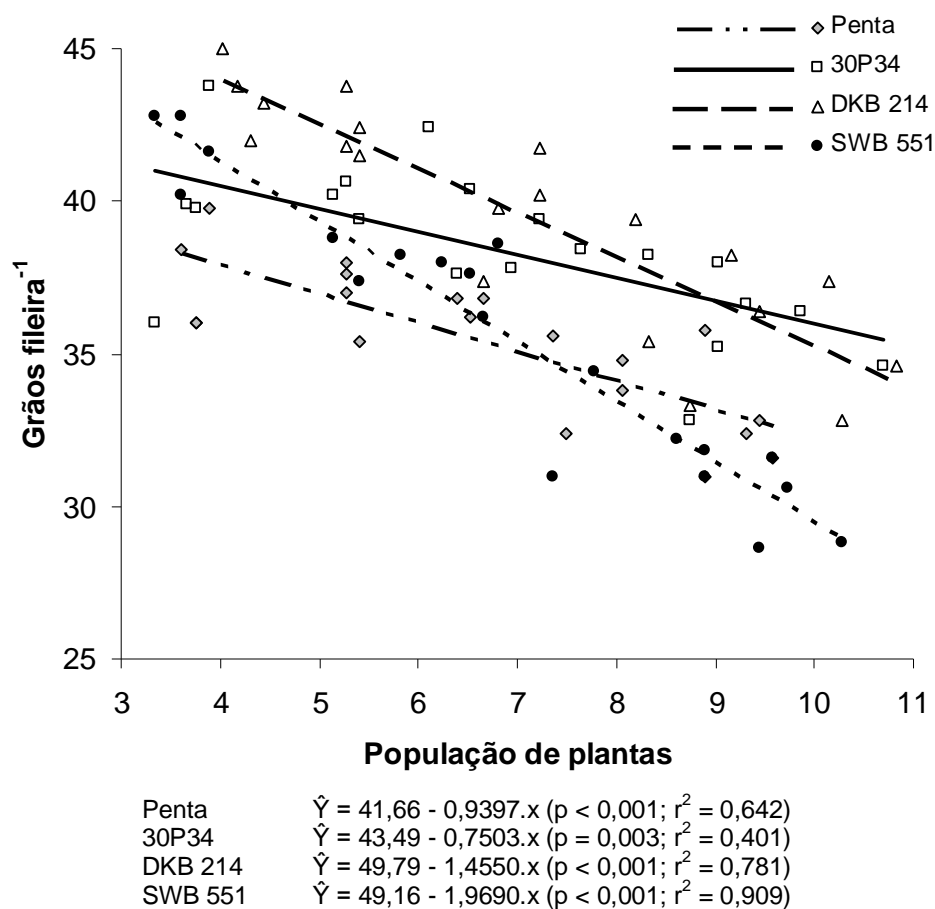


FIGURA 22 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE GRÃOS POR FILEIRA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Os resultados para o número de grãos por fileira comprovam a forte supressão do desenvolvimento da espiga pelo aumento da população de plantas. Este efeito verifica-se de forma mais proeminente nas cultivares DKB 214 e SWB 551, que apresentaram maior número de grãos por fileira nas populações mais baixas. Evidencia-se assim que além da competição intraespecífica por luz, água e nutrientes, a competição interna por fotoassimilados é maior em cultivares que apresentam espigas longas, comprovando a afirmativa de Otegui (1997) de que sob alta pressão populacional, híbridos com espigas curtas, com maior sincronia entre pendoamento e espigamento, comportam-se melhor do que híbridos com espigas longas.

O atraso no aparecimento dos estilo-estigmas na cultivar SWB 551 nas populações de 80.000 e 95.000 plantas ha⁻¹ pode ter sido responsável em grande

parte pela sua forte redução do número de grãos por fileira pela diminuição do número de óvulos polinizados.

O número de grãos por espiga não apresentou interação entre os fatores. As cultivares 30P34 e DKB 214 apresentaram os maiores valores para essa característica (TABELA 30) e houve redução linear com o aumento da população de plantas (FIGURA 23).

TABELA 30 – NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|---------|----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 563,2 | 546,4 | 550,8 | 488,8 | 480,2 | 525,9 b |
| 30P34 | 610,7 | 622,0 | 579,9 | 566,1 | 516,4 | 579,0 a |
| DKB 214 | 587,2 | 567,9 | 525,8 | 469,3 | 514,1 | 532,9 ab |
| SWB 551 | 615,2 | 476,8 | 503,4 | 455,2 | 427,6 | 495,6 b |
| Média | 594,1 A | 553,3 AB | 540,0 BC | 494,9 CD | 484,6 D | |
| CV cultivar | 9,39% | | | | | |
| CV população | 9,15% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

Segundo Tetio-Kagho e Gardner (1988b), o número de grãos por espiga é essencialmente função do número de grãos por fileira, uma vez que o número de fileiras é relativamente estável. Essa afirmativa comprova-se pela correlação encontrada entre grãos por fileira e número de grãos por espiga ($r = 0,883$; $p < 0,001$) ser maior do que a entre o número de fileiras e o número de grãos por espiga ($r = 0,447$; $p < 0,001$).

Na literatura há evidência de uma relação inversa entre o número de fileiras de grãos por espiga e o número de grãos viáveis por fileira (MAGALHÃES, 2002). Porém essa evidência não se comprova com os dados encontrados devido à correlação não significativa entre as duas variáveis ($r = -0,10$; $p = 0,928$).

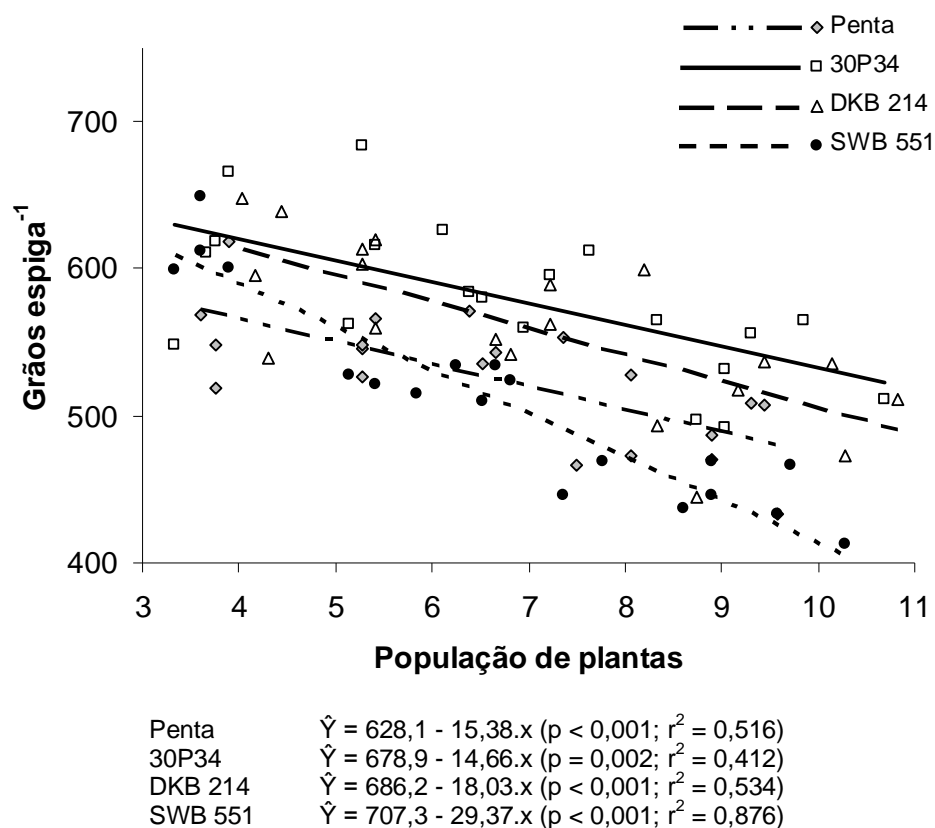


FIGURA 23 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Hashemi; Herbert e Putnam (2005) observaram declínio linear em todos os componentes de rendimento com o aumento da população, sendo que a produtividade de grãos sofreu redução principalmente devido à redução no número de grãos por fileira.

Segundo Tetio-Kagho e Gardner (1988b), o número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga são os mais vulneráveis à competição por fotoassimilados. A redução do número de grãos por espiga ocorre para compensar a redução no suprimento de fotoassimilados que ocorrem nas três semanas após o espigamento (JONES; SIMMONS, 1982).

Andrade; Uhart e Frugone (1993) afirmam que a população de plantas afeta a fração interceptada da radiação incidente e o número de grãos, sendo que existe uma associação linear positiva entre esta interceptação e o número de grãos. Populações abaixo da ótima produzem número de grãos significativamente menor por unidade de radiação interceptada durante o florescimento.

Quando a cultura do milho desenvolve-se em populações acima da ótima, a quantidade de radiação interceptada durante o florescimento atinge valores semelhantes àqueles obtidos em população ótima, entretanto o número de grãos decresce (ANDRADE; UHART; FRUGONE, 1993).

4.3.5 Profundidade de grãos e número de brácteas

A profundidade de grãos é uma característica importante na escolha da cultivar e das técnicas de manejo, sendo citada por autores como requisito básico para boa aceitação no mercado consumidor (FORNASIERI FILHO; CASTELLANE; CIPOLLI, 1988; PEREIRA FILHO, 2003).

O potencial genético para o tamanho do grão e o potencial em acomodar fotoassimilados são provavelmente determinados pelo número de células do endosperma, e podem ser controlados pelas condições prevalecentes no meio (MAGALHÃES; JONES, 1990). As cultivares Penta e 30P34 apresentaram redução linear da profundidade de grãos, enquanto a DKB 214 e a SWB 551 apresentaram resposta quadrática (FIGURA 24), havendo, assim, interação entre as cultivares e as população de plantas testadas. Essas diferentes formas de resposta ao ambiente de desenvolvimento demonstram que a resposta para a profundidade de grãos pelo estresse populacional depende de características genéticas da planta (TABELA 31). Dentre essas características, Maddonni; Otegui e Bonhomme (1998) observaram que híbridos com grãos menores e maior número de grãos dependem mais da mobilização de reservas do que híbridos com grãos maiores e menor número de grãos.

Confirmando os resultados de Hanway e Russell (1969) para o tamanho de grãos, com o aumento da população até 95.000 plantas ha⁻¹ ocorreu redução na profundidade de grãos independentemente da cultivar.

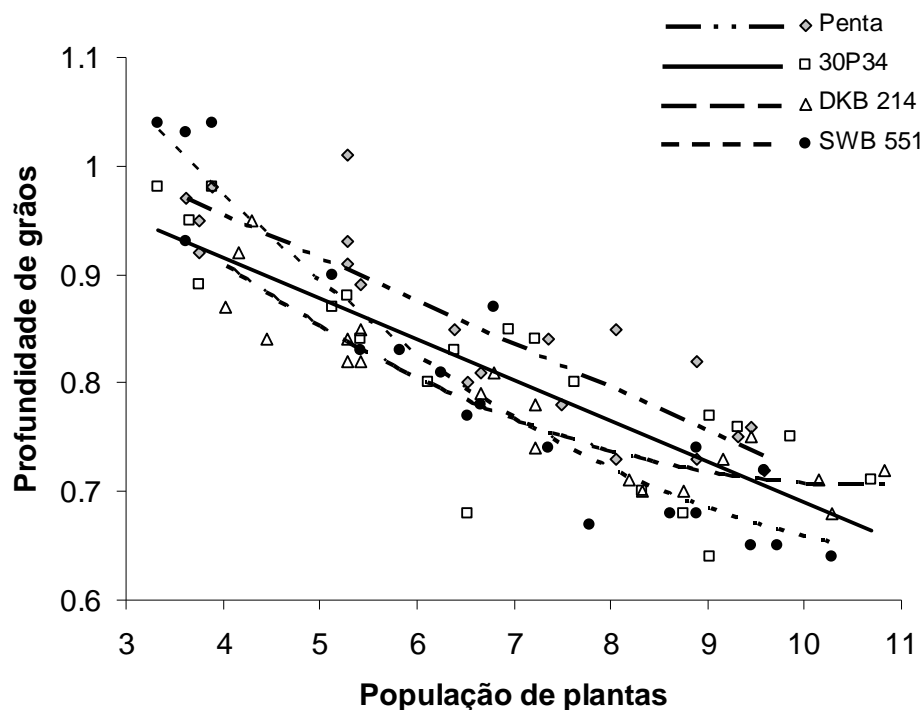
Comparando-se o índice de correlação entre a população final e a profundidade de grãos ($r = -0,868$; $p < 0,001$) e entre a população final e o número de grãos por fileira ($r = -0,701$; $p < 0,001$), observa-se que o efeito de estresse populacional foi maior na supressão do desenvolvimento dos grãos do que no

abortamento dos grãos da ponta da espiga. Isso indica grande competição interna por fotoassimilados, levando ao menor enchimento dos grãos da base da espiga e possivelmente a posterior paralisação no enchimento dos grãos da ponta da espiga.

TABELA 31 – PROFUNDIDADE DE GRÃOS (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m^{-2}) | | | | |
|--------------|---------------------------------------|----------|----------|-----------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 0,96 abA | 0,94 aA | 0,83 aB | 0,80 aBC | 0,74 aC |
| 30P34 | 0,95 abA | 0,85 bB | 0,80 aBC | 0,76 abCD | 0,70 aD |
| DKB 214 | 0,90 bA | 0,83 bAB | 0,78 aBC | 0,71 bC | 0,72 aC |
| SWB 551 | 1,01 aA | 0,84 bB | 0,79 aB | 0,69 bC | 0,67 aC |
| CV cultivar | 7,42% | | | | |
| CV população | 4,75% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação



Penta $\hat{Y} = 1,112 - 0,0395.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,789$)
 30P34 $\hat{Y} = 1,065 - 0,0374.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,705$)
 DKB 214 $\hat{Y} = 1,232 - 0,0992.x + 0,0047.x^2$ ($p = 0,013$; $r^2 = 0,870$)
 SWB 551 $\hat{Y} = 1,398 - 0,1275.x + 0,0054.x^2$ ($p = 0,029$; $r^2 = 0,908$)

FIGURA 24 – RELAÇÃO ENTRE A PROFUNDIDADE DE GRÃOS (cm) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

A deficiência no suprimento hídrico também pode ter afetado o desenvolvimento dos grãos, diminuindo assim a profundidade de grãos, o comprimento de granação, o número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga uma vez que, segundo Espinoza (1979), o aumento na população de plantas eleva a evapotranspiração do dossel, e com isso acentuam-se esses efeitos deletérios.

Valente (1996) cita que de V_T a R_3 a cultura necessita de 6,5 a 7 mm dia^{-1} , entre estes estádios a precipitação média diária variou de 2,83 a 3,03 mm dia^{-1} (FIGURA 3), dependendo do ciclo de cada cultivar, estando abaixo do indicado pelo autor.

O número de brácteas é uma característica importante na ótica do rendimento industrial. Pereira Filho (2003) cita como limite o número máximo de 12 brácteas para que o rendimento industrial não seja afetado.

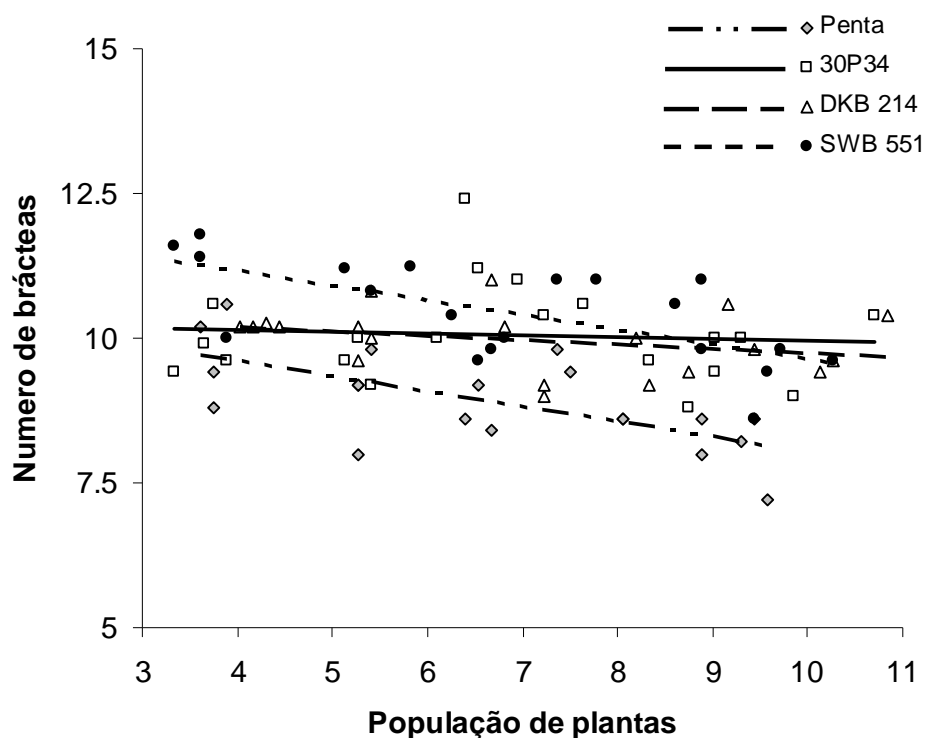
Os dados da TABELA 32 mostram que nenhuma das cultivares testadas atingiu valores acima desse limite. Isso demonstra que, independente da cultivar e da população de plantas utilizadas o rendimento industrial não será afetado pelo número de brácteas.

A cultivar DKB 214 foi a única que não apresentou influência da população de plantas no número de brácteas. O estresse populacional apresentou efeito mais evidente nas cultivares Penta e SWB 551, reduzindo o número de brácteas com o aumento da população (FIGURA 25). A cultivar 30P34 apresentou aumento entre as populações com 65.000 e 80.000 plantas ha^{-1} , podendo estar relacionado com o seu alto índice de espigas (TABELA 33), mobilizando fotoassimilados para espigas secundárias quando em populações mais baixas.

TABELA 32 – NÚMERO DE BRÁCTEAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m^{-2}) | | | | |
|--------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 9,75 bA | 9,05 bAB | 9,00 bAB | 8,80 bAB | 8,00 bB |
| 30P34 | 9,87 bB | 9,70 bB | 11,25 aA | 10,05 aAB | 9,40 aB |
| DKB 214 | 10,21 abA | 10,15 abA | 9,85 bA | 9,80 abA | 9,80 aA |
| SWB 551 | 11,20 aA | 10,91 aA | 10,10 bAB | 10,60 aA | 9,35 aB |
| CV cultivar | 6,53% | | | | |
| CV população | 6,09% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
CV coeficiente de variação



| | |
|---------|--|
| Penta | $\hat{Y} = 10,64 - 0,2590.x$ ($p = 0,002$; $r^2 = 0,421$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 10,26 - 0,0295.x$ ($p = 0,743$; $r^2 = 0,006$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 10,49 - 0,0740.x$ ($p = 0,200$; $r^2 = 0,089$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 12,16 - 0,2507.x$ ($p = 0,002$; $r^2 = 0,430$) |

FIGURA 25 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE BRÁCTEAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Segundo Tetio-Kagho e Gardner (1988b), a fração da massa seca destinada à produção das brácteas decresce gradualmente em altas populações (de 119.000 a 154.000 plantas ha^{-1}). Apesar de não quantificada no presente trabalho, o fato de apenas a cultivar DKB 214 mostrar-se inalterada quanto ao número de brácteas demonstra que, dependendo da característica genética da planta, esse efeito pode ocorrer em populações abaixo das citadas pelos autores.

A profundidade de grãos apresentou maior correlação com o diâmetro de espigas empalhadas ($r = 0,835$; $p < 0,001$) e despalhadas ($r = 0,844$; $p < 0,001$) do que as características número de fileiras (diâmetro de espiga empalhada: $r = 0,235$; $p = 0,036$) (diâmetro de espiga despalhada: $r = 0,380$; $p = 0,001$) e número de brácteas (diâmetro de espiga empalhada: $r = 0,366$; $p = 0,001$) (diâmetro de espiga despalhada: $r = 0,260$; $p = 0,02$), mostrando sua íntima relação com o desenvolvimento da espiga. Dessa maneira, uma espiga, para ser mais atraente do

ponto de vista do diâmetro, necessita de grãos suficientemente supridos com fotoassimilados e não necessariamente de espigas com maior número de fileiras. O fato da variável número de brácteas apresentar menor índice de correlação com os diâmetros de espigas do que a profundidade de grãos mostra que esta apresenta maior influência na determinação do diâmetro da espiga.

4.4 CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS

4.4.1 Índice de espigas

O índice de espigas é o número de espigas produzidas por planta e, segundo Pereira Filho (2003), cultivares para serem utilizadas na produção de milho-verde devem possuir índice igual a 1. Isso representa ausência de plantas estéreis, portanto seriam necessários valores iguais ou acima de 1 para que houvesse produção de espiga em todas as plantas.

Os dados da TABELA 28 mostram que houve interação entre os tratamentos principais e secundários. Em populações acima de 50.000 plantas ha^{-1} as cultivares não apresentaram diferença estatística entre si. Na população de 35.000 plantas ha^{-1} a cultivar 30P34 foi superior às demais e as cultivares DKB 214 e SWB 551 apresentaram os menores índices de espigas. Entretanto, todas as cultivares apresentaram, independente da população utilizada, índice de espigas dentro do padrão citado por Pereira Filho (2003).

As cultivares Penta e 30P34 demonstraram maior tendência à prolificidade e sofreram aumento no índice de espigas com a diminuição na população de plantas de 50.000 para 35.000 plantas ha^{-1} (FIGURA 26). Não se observou plantas estéreis no presente trabalho, não sendo esta característica fator de impedimento para o uso das cultivares testadas para a produção de espigas verdes.

Tetio-Kagho e Gardner (1988b) observaram que 40% das plantas apresentavam segunda espiga quando a população utilizada foi de 35.000 plantas ha^{-1} , sendo que quando esta população foi de 43.000 plantas ha^{-1} este percentual foi de 0%. Sangoi (1990) observou que o aumento na população de plantas reduz o

número de espigas por planta, demonstrando, assim, que a prolificidade sofre grande influência da competição intraespecífica.

TABELA 33 – ÍNDICE DE ESPIGAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ²) | | | | |
|--------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 |
| Penta | 1,155 bA | 1,045 aB | 1,008 aB | 0,993 aB | 1,000 aB |
| 30P34 | 1,228 aA | 1,043 aB | 1,000 aB | 1,000 aB | 1,000 Ab |
| DKB 214 | 1,028 cA | 1,000 aA | 1,000 aA | 1,000 aA | 1,000 aA |
| SWB 551 | 1,000 cA | 1,000 aA | 1,000 aA | 1,000 aA | 0,993 aA |
| CV cultivar | 4,45% | | | | |
| CV população | 3,56% | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

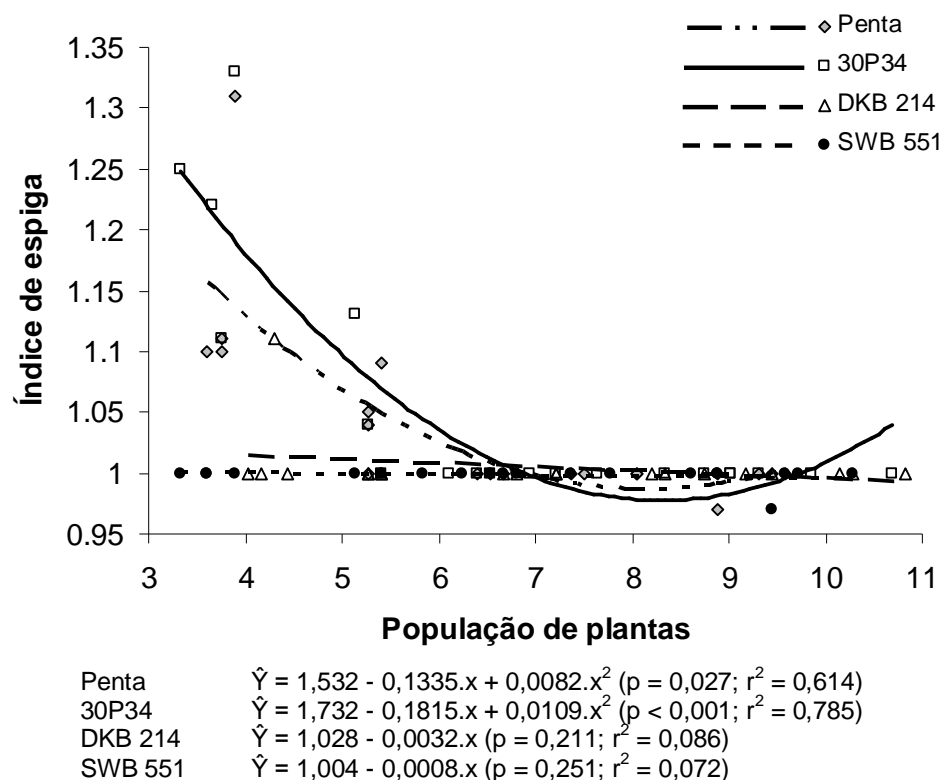


FIGURA 26 – RELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE ESPIGAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

Segundo Magalhães, Durães e Carneiro (2002), há evidências de uma relação inversa entre a prolificidade da planta e o número de grãos por espiga. Isso

não se confirma no presente trabalho, no qual a cultivar 30P34 foi a mais prolífica e apresentou maior número de grãos por espiga. Porém, a cultivar DKB 214 não expressou a característica de prolificidade e apresentou número de grãos por espiga semelhante ao observado na cultivar 30P34. A correlação entre as duas variáveis foi significativa, mas de forma proporcional ($r = 0,323$; $p = 0,003$) demonstrando haver uma relação direta entre prolificidade e número de grãos por espiga nas cultivares testadas.

4.4.2 Porcentagem de espigas comerciais, número de espigas comerciais e produtividade de espigas comerciais

A cultivar DKB 214 mostrou os maiores valores para a porcentagem, número de espigas comerciais e produtividade de espigas comerciais (TABELA 34 a 36). Houve redução linear na porcentagem de espigas comerciais em todas as cultivares testadas com o aumento da população de plantas (FIGURA 27). O número de espigas comerciais e a produtividade de espigas comerciais das cultivares DKB 214 e SWB 551 sofreram redução quadrática com o aumento da população de plantas, as demais cultivares apresentaram redução linear para ambas as características (FIGURAS 28 e 29).

Apesar da porcentagem de espigas comerciais sofrer redução significativa com o aumento da população, o aumento do número de espigas por unidade de área fez com que o número de espigas comerciais e a produtividade de espigas das populações de 35.000 e 50.000 plantas ha^{-1} não apresentassem diferença estatística. A população de plantas em que o número de espigas comerciais atingiria o seu ponto máximo seria, segundo as regressões, de 59.867 plantas ha^{-1} para a cultivar DKB 214, e 43.591 plantas ha^{-1} para a cultivar SWB 551.

Objetivando se obter maiores valores de produtividade de espigas, a cultivar DKB 214 atingiria seu ponto máximo, segundo a equação de regressão, na população de 52.468 plantas ha^{-1} e a cultivar SWB 551, na população de 35.704 plantas ha^{-1} .

TABELA 34 – PORCENTAGEM DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População (plantas m ⁻²) | | | | | Média |
|--------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 92,5 | 60,0 | 35,0 | 7,5 | 0,0 | 39,0 b |
| 30P34 | 100,0 | 77,5 | 40,0 | 17,5 | 10,0 | 49,0 b |
| DKB 214 | 97,5 | 92,5 | 85,0 | 30,0 | 22,5 | 65,5 a |
| SWB 551 | 100,0 | 77,5 | 45,0 | 10,0 | 2,5 | 47,0 b |
| Média | 97,5 A | 76,9 B | 51,3 C | 16,3 D | 8,8 D | |
| CV cultivar | 25,70% | | | | | |
| CV população | 28,13% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

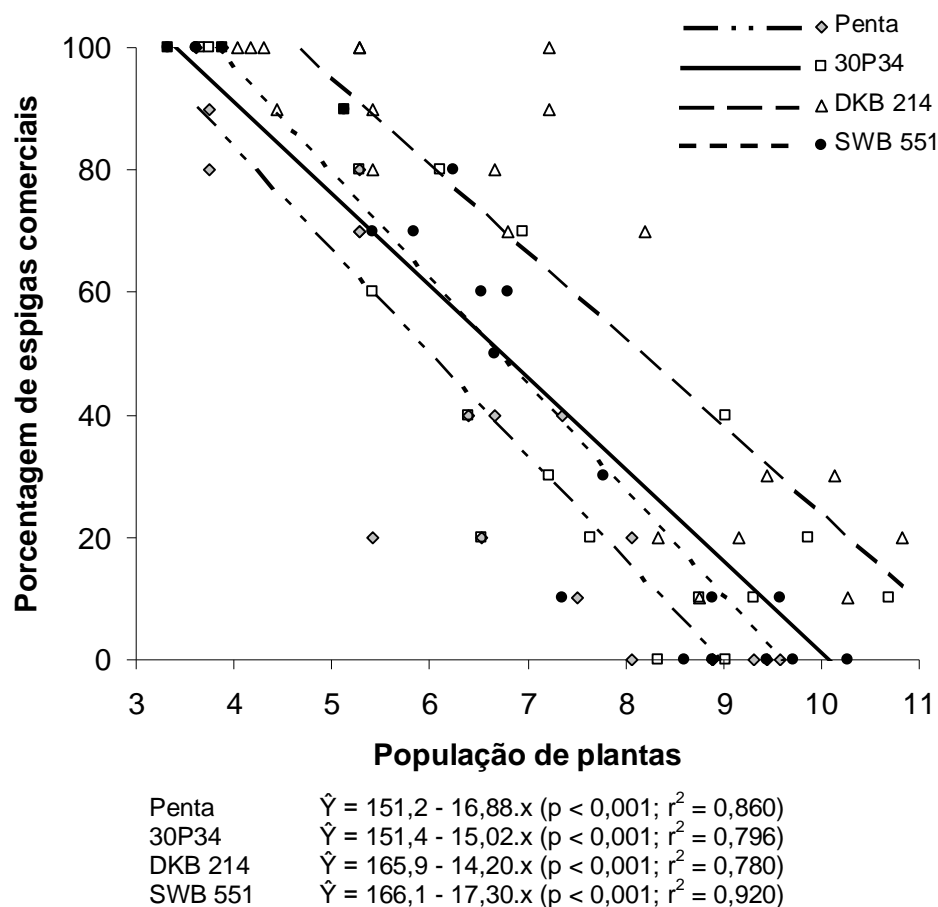


FIGURA 27 – RELAÇÃO ENTRE A PORCENTAGEM DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m⁻²) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

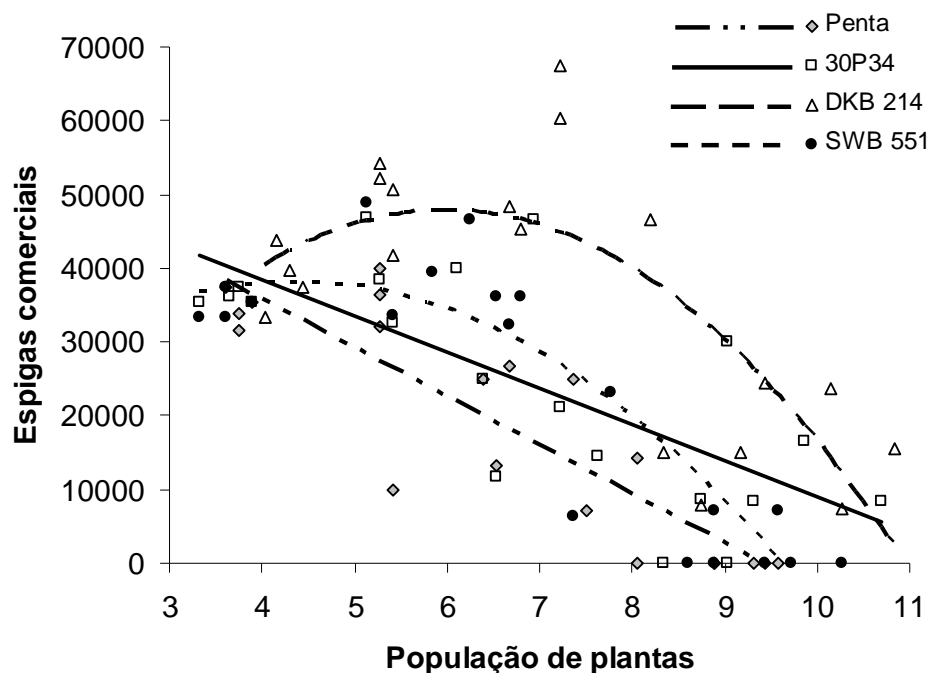
Segundo a equação de regressão para o IAF, a população em que o número de espigas atingiria seu ponto máximo apresentaria IAF de 4,38 para a cultivar DKB 214 e 4,56 para a SWB 551, sendo superiores ao ideal proposto por Maddonni e

Otegui (1996) para a produção de grãos. As cultivares Penta e 30P34 apresentariam seus maiores valores para o número de espigas comerciais quando o IAF atingisse valores de 3,68 e 3,61, respectivamente.

TABELA 35 – NÚMERO DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS ha^{-1} DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS ($plantas\ m^{-2}$) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| | População ($plantas\ m^{-2}$) | | | | | Média |
|--------------|---------------------------------|----------|----------|----------|---------|-----------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 34.584 | 29.635 | 22.500 | 5.313 | 0 | 18.406 c |
| 30P34 | 36.111 | 39.427 | 26.146 | 13.229 | 8.386 | 24.660 b |
| DKB 214 | 38.542 | 49.636 | 55.365 | 21.146 | 17.761 | 36.490 a |
| SWB 551 | 34.896 | 42.084 | 27.813 | 7.552 | 1.771 | 22.823 bc |
| Média | 36.033 AB | 40.195 A | 32.956 B | 11.810 C | 6.979 C | |
| CV cultivar | 33,18% | | | | | |
| CV população | 34,79% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação



Penta $\hat{Y} = 62255 - 6598.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,774$)
 30P34 $\hat{Y} = 58131 - 4912.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,525$)
 DKB 214 $\hat{Y} = -21935 + 23336.x - 1949.x^2$ ($p = 0,014$; $r^2 = 0,566$)
 SWB 551 $\hat{Y} = 11861 + 12127.x - 1391.x^2$ ($p = 0,007$; $r^2 = 0,794$)

FIGURA 28 – RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS ha^{-1} DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS ($plantas\ m^{-2}$) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

O IAF em que seriam obtidas as maiores produtividades de espigas seriam, segundo as equações de regressão, de 4,01 para a cultivar DKB 214 e de 4,06 para a SWB 551. Observa-se que para ambas as cultivares o valor calculado é semelhante ao IAF indicado pelos autores já citados.

TABELA 36 – PRODUTIVIDADE DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS (kg ha^{-1}) DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO EM CINCO POPULAÇÕES DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

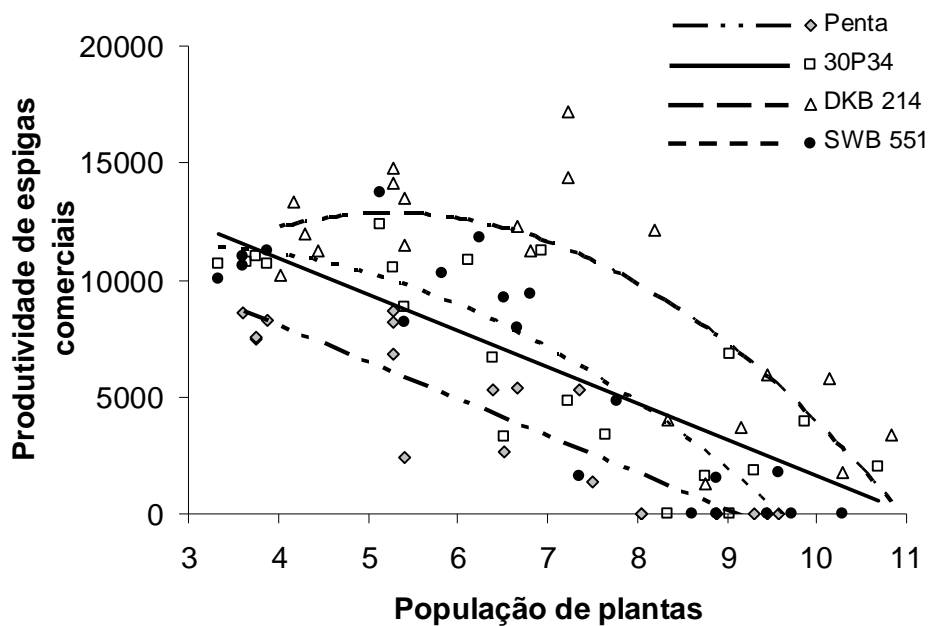
| | População (plantas m^{-2}) | | | | | Média |
|--------------|---------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 8,0 | 9,5 | |
| Penta | 7.979 | 6.529 | 4.633 | 336 | 0 | 3.895 c |
| 30P34 | 10.791 | 10.634 | 6.491 | 3.023 | 1.894 | 6.567 b |
| DKB 214 | 11.675 | 13.476 | 13.754 | 5.277 | 4.227 | 9.682 a |
| SWB 551 | 10.726 | 10.992 | 7.052 | 1.604 | 438 | 6.162 b |
| Média | 10.292 A | 10.408 A | 7.982 B | 2.560 C | 1.640 C | |
| CV cultivar | 33,18% | | | | | |
| CV população | 34,79% | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV coeficiente de variação

Ishimura et al.. (1984) obtiveram maior produtividade em espigas verdes quando utilizaram população de $62.500 \text{ plantas ha}^{-1}$. A diferença entre esse resultado e o obtido no presente trabalho está no padrão de espiga adotado como comercial, além da alteração na população pela modificação do espaçamento entre linhas por esses autores.

A população máxima para atingir a produtividade mínima de espigas comerciais (12 Mg ha^{-1}) recomendada por Pereira Filho (2003) seria, segundo as equações de regressão, de 14.635, 33.198 e $67.200 \text{ plantas ha}^{-1}$ para as cultivares Penta, 30P34 e DKB 214, respectivamente. A cultivar SWB 551 atingiria produtividade máxima de $11,365 \text{ Mg ha}^{-1}$ na população de $35.704 \text{ plantas ha}^{-1}$.

Vieira (2002) obteve produtividade de 8.340 kg ha^{-1} quando o cultivo ocorreu em época semelhante à do presente trabalho e população de $45.000 \text{ plantas ha}^{-1}$, sendo menor do que as obtidas em população semelhante no presente trabalho provavelmente em virtude das cultivares utilizadas.



| | |
|---------|---|
| Penta | $\hat{Y} = 14289 - 1564.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,810$) |
| 30P34 | $\hat{Y} = 17159 - 1554.x$ ($p < 0,001$; $r^2 = 0,655$) |
| DKB 214 | $\hat{Y} = 1934 + 4167.x - 397,1.x^2$ ($p = 0,039$; $r^2 = 0,638$) |
| SWB 551 | $\hat{Y} = 9540 + 1405.x - 250,3.x^2$ ($p = 0,046$; $r^2 = 0,827$) |

FIGURA 29 – RELAÇÃO ENTRE A PRODUTIVIDADE DE ESPIGAS COMERCIAIS DESPALHADAS (kg ha^{-1}) DE QUATRO CULTIVARES E A POPULAÇÃO DE PLANTAS (plantas m^{-2}) NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

A diferença entre a população ideal para a produção de espigas verdes por meio das regressões utilizando-se o número de espigas comerciais e a população máxima para obter-se produtividade de 12 Mg ha^{-1} de espigas comerciais das cultivares DKB 214 e SWB 551 demonstra que a escolha da população ideal deve ser feita com base não somente em dados quantitativos de produção, mas deve levar em consideração a forma como será feita sua comercialização. Devem ser levadas em conta as condições regionais de comercialização, adotando-se a forma mais utilizada e que trará maior rentabilidade econômica ao produtor. No caso da comercialização no Estado do Paraná, em unidades do CEASA a comercialização é feita em caixas ou sacas com 50 espigas comerciais (CEASA-PR, 2007), portanto deve-se buscar produzir o maior número de espigas comerciais por unidade de área.

4.5 CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS, COMERCIAIS E PRODUTIVAS DAS QUATRO CULTIVARES DE MILHO

Os resultados de produtividade em espigas ha^{-1} e em kg ha^{-1} (TABELAS 35 e 36) revelam que as populações de plantas de 35.000 e 50.000 plantas ha^{-1} seriam, em linhas gerais, as populações a serem adotadas quando se visa a produção de espigas verdes. Dessa maneira, a TABELA 37 demonstra um resumo das características fenológicas, comerciais e produtivas nas populações de 35.000 e 50.000 plantas ha^{-1} .

Como principais limitantes ao uso da cultivar Penta na produção de espigas verdes, podem-se ressaltar o curto período de colheita, forma curva de suas espigas, espigas com menor massa fresca tanto empalhada quanto despalhada, profundidade de grãos menor do que 1 cm e menor produtividade em número de espigas ha^{-1} e em kg ha^{-1} .

A cultivar 30P34 apresentou como limitações para a produção apenas a produtividade abaixo de 12 Mg ha^{-1} e a profundidade de grãos menor do que 1 cm.

As mesmas limitações para a cultivar 30P34 foram observadas na cultivar SWB 551, exceto a profundidade de grãos, que apenas na população de 35.000 plantas ha^{-1} foi superior a 1 cm.

Os principais limitantes de uso observados na cultivar DKB 214 foram o período de colheita de 3 dias e a profundidade de grãos menor do que 1 cm. Na população de 35.000 plantas ha^{-1} a DKB 214 apresentou ainda produtividade abaixo de 12 Mg ha^{-1} .

TABELA 37 – CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS, COMERCIAIS E PRODUTIVAS DE QUATRO CULTIVARES DE MILHO NAS POPULAÇÕES DE 35.000 E 50.000 plantas ha⁻¹ NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR. 2005/2006.

| Característica | Unidade | Penta | | 30P34 | | DKB 214 | | SWB 551 | |
|---|---------------------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 35.000 | 50.000 | 35.000 | 50.000 | 35.000 | 50.000 | 35.000 | 50.000 |
| Ciclo da emergência à colheita | dias | 89 | 89 | 94 | 94 | 94 | 94 | 95 | 95 |
| Período de colheita | dias | 3 | 3 | 6 | 6 | 3 | 3 | 6 | 6 |
| Forma da espiga | - | Curva | Curva | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica |
| Comprimento de espiga empalhada | cm | 29,46 | 28,69 | 28,80 | 27,13 | 31,53 | 30,56 | 32,44 | 30,35 |
| Comprimento de granação | cm | 17,69 | 16,89 | 18,80 | 17,81 | 20,35 | 18,89 | 17,68 | 17,35 |
| Diâmetro de espiga empalhada | cm | 6,00 | 5,91 | 6,50 | 6,26 | 6,43 | 5,98 | 6,43 | 5,80 |
| Diâmetro de espiga despalhada | cm | 4,91 | 4,85 | 5,18 | 5,03 | 4,90 | 4,77 | 5,06 | 4,68 |
| Massa fresca de espiga empalhada | g | 366,15 | 345,97 | 508,68 | 446,16 | 528,68 | 446,50 | 512,34 | 402,81 |
| Massa fresca de espiga despalhada | g | 226,28 | 213,73 | 298,90 | 262,08 | 301,52 | 267,14 | 307,65 | 251,33 |
| Número de fileiras | - | 15,00 | 14,80 | 15,33 | 15,30 | 14,18 | 14,10 | 14,70 | 13,78 |
| Profundidade de grãos | cm | 0,96 | 0,94 | 0,95 | 0,85 | 0,90 | 0,83 | 1,01 | 0,84 |
| Número de brácteas | - | 9,75 | 9,05 | 9,87 | 9,70 | 10,21 | 10,15 | 11,20 | 10,91 |
| Número de espigas comerciais ha ⁻¹ | - | 35.584 | 29.635 | 36.111 | 39.427 | 38.542 | 49.636 | 34.896 | 42.084 |
| Produtividade de espigas comerciais | kg ha ⁻¹ | 7.979 | 6.529 | 10.791 | 10.634 | 11.675 | 13.476 | 10.726 | 10.992 |

5 CONCLUSÕES

Dentre as características morfológicas, apenas a altura de planta não sofre influência do aumento da competição intraespecífica.

As espigas das cultivares 30P34, DKB 214 e SWB 551 mostram-se viáveis para a comercialização na forma de espigas verdes.

A cultivar Penta apresenta limitações para seu uso na produção de milho-verde como a forma curva da espiga, curto período de colheita, espigas com baixa massa fresca empalhada e despalhada, baixa produtividade e número de espigas comerciais ha^{-1} .

Entre as cultivares, a DKB 214 apresenta as maiores produtividades e número de espigas comerciais ha^{-1} .

Aumento da população de plantas afeta todas as características comerciais, exceto a forma da espiga.

As características produtivas de porcentagem de espigas comerciais, número de espigas comerciais e produtividade de espigas comerciais sofrem redução em virtude do aumento da pressão populacional.

As maiores produtividades, tanto em número de espigas ha^{-1} quanto em kg ha^{-1} , são obtidas nas populações de 35.000 e 50.000 plantas ha^{-1} .

6 REFERÊNCIAS

ALLISON, J.C.S.; WATSON, D.J. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. **Annals of Botany**, v.30, n.119, p.365-381, 1966.

ALMEIDA, D.P.F. **Breves notas sobre a arquitetura da vegetação**. Disponível em: <<http://dalmeida.com/ensino/arquitectura.htm>>. Acesso em: 02/02/2006. 1999.

ALMEIDA, M. L. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p. 23-29, 2000.

ANDRADE, F. H.. Radiacion y temperatura determinan el rendimiento potencial del maíz. In: Reunión Técnica Anual do Milho, 41., Reunión Técnica do Sorgo, 24., **Anais...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNTP, 1996, p.232-235.

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

ANDRADE, F.H.; OTEGUI, M. E.; VEGA, C. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize. **Agronomy Journal**, v.92, p. 92-97, 2000.

ANDRADE, F.H.; UHART, S.A.; CIRILO, A.G. Temperature affects radiation use efficiency in maize. **Field Crops Research**, v.32, p. 17-25, 1993.

ANDRADE, F.H.; UHART, S.A.; FRUGONE, M.I. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade versus plant density effects. **Crop Science**, Madison, v.33, p. 482-485, 1993.

ANDRADE, F.H.; VEGA, C.R.; UHART, S.A.; CIRILO, A.G.; CANTARERO, M.G.; VALENTINUZ O. Kernel number determination in maize. **Crop Science**, Madison, v.39, p. 453-459, 1999.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Santa Maria: UFSM, 1999, 142p.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p. 1075-1084, 2001.

AVELAR, B. C.. Fatores climáticos. In: EMBRAPA, **Cultura do milho**. Brasília, 1983, p.3-5.

BARBOSA, J. V. A.. Fisiologia do milho. In: EMBRAPA, **Cultura do milho**. Brasília, 1983, p.7-12.

BRUNS, H.A.; ABBAS, H.K. Ultra-high plant populations and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi Valley. **Agronomy Journal**, v.97, p. 1136-1140, 2005.

- CEASA/PR. **Evolução dos preços de hortigranjeiros**. Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/ceasa/cotprod_evolucao.asp>. Acesso em: 02/02/2007.
- CHANG, J.H. **Climate and agriculture: an ecological survey**. Chicago, Aldine, 304p., 1968.
- CIRILO, A.G.; ANDRADE, F.H. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. **Crop Science**, v.34, p. 1044-1046, 1994.
- COELHO, A.M.; PARENTONI, S.N. Milho verde. **Informe Agropecuário**, v.13, n.152, p.49-53, 1988.
- COX, W.J. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. **Agronomy Journal**, v.88, p.489-496, 1996.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L.. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000, 360p..
- DUNCAN, W.G. Maize. In: EVANS, L.T. (editor) **Crop physiology: some case histories**. Cambridge University Press, N.Y., p. 23-50, 1975.
- DWYER, L.M.; TOLLENAAR, M.; STEWART, D.W. Changes in plant density dependence of leaf photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) hybrids, 1959 to 1988. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 71, p.1-11, 1991.
- ECHARTE, L.; LUQUE, S.; ANDRADE, F.H. Response of maize kernel number to plant density in Argentinian hybrids released between 1965 and 1993. **Field Crops Research**, v.68, p.1-8, 2000.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p..
- ESPINOZA, W. Efeito da densidade de plantio sobre a evapotranspiração do milho irrigado na época da seca em cerrado do Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.4, p. 343-350, 1979.
- FAO. **Green corn production**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3?Areas=%3E476&Items=446&Elements=51&Years=2004&Format=Table&Xaxis=Years&Yaxis=Countries&Aggregate=&Calculate=&Domain=SUA&ItemTypes=Production.Crops.Primary&language=EN>>. Acesso em: 02/02/2006.
- FARNHAM, D.E. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. **Agronomy Journal**, v.96, p.1049-1053, 2001.
- FILGUEIRA, F. A. R.. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402p., 2000.

FILGUEIRA, F. A. R.. Poáceas: a família do milho. In: **Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, p.287-296, 1981.

FORNASIERI FILHO, D.; CASTELLANE, P. D.; CIPOLLI, J. R.. Efeito de cultivares e épocas de semeadura na produção de milho verde. In: **Horticultura Brasileira**, v. 6, nº1, 1988, p.22-24.

HANWAY, J.J.; RUSSELL, W.A. Dry-matter accumulation in corn (*Zea mays* L.) plants: comparisons among single-cross hybrids. **Agronomy Journal**, v.61, p. 947-951, 1969.

HASHEMI, A.M; HERBERT, S.J.; PUTNAM, D.H. Yield response of corn to crowding stress. **Agronomy Journal**, v.97, p. 839-846, 2005.

HAWKINS, R.C.; COOPER, J.M. Growth, development and grain yield of maize. **Expl. Agric.**, v.17, p. 203-207, 1981.

HUNTER, R.B.; KANNENBERG, L.W.; GAMBLE, E.E. Performance of five maize hybrids in plant populations and row widths. **Agronomy Journal**, v.62, p.255-256, 1970.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm>. Acesso em: 12/11/2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=10&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 02/02/2006.

ISHIMURA, I.; SAWAZAKI, E.; IGUE, T.; NODA, M. Práticas culturais na produtividade de milho-verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.2, p. 201-206, 1984.

JONES, H.G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. New York: Cambridge University Press, 1983, 323p.

JONES, R.J.; ROESSLER, J.; OUATTAR, S. Thermal environment during endosperm cell division in maize: effects on number of endosperm cells and starch granules. **Crop Science**, v.25, p.830-834, 1985.

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

JUGENHEIMER, R. W. **Maíz – variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas**. México, 1981, 841p.

- KUNZ, R.P. **Produtividade do milho em função do arranjo e da população de plantas no sistema de plantio direto na palha**. Ponta Grossa, 2005. 115f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração: Agricultura) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.
- LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J. **Crop ecology**: productivity and management in agricultural systems. Cambridge, 538p., 1992.
- MADDONNI, G.A.; OTEGUI, M.E. Leaf area, light interception, and crop development in maize. **Field Crops Research**, v.48, p.81-87, 1996.
- MADDONNI, G.A.; OTEGUI, M.E.; BONHOMME, R. Grain yield components in maize II. Postsilking growth and kernel weight. **Field Crops Research**, v.56, p.257-264, 1998.
- MADDONNI, G.A.; OTEGUI, M.E.; CIRILO, A.G. Plant population density, row spacing and hybrid effect on maize canopy architecture and light attenuation. **Field Crops Research**, v.71, p.183-193, 2001.
- MAGALHÃES, P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p. 1747-1754, 1990.
- MAGALHÃES, P.C.; RESENDE, M.; OLIVEIRA, A.C.; DURÃES, F.O.; SANS, L.M.A. Caracterização morfológica de milho de diferentes ciclos. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 20, 1994, Goiânia. Centro-Oeste: cinturão do milho e do sorgo no Brasil. **Resumos...** Goiânia: ABMS, p. 190, 1994.
- MAGALHÃES, P.G.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P. Fisiologia do milho. In: **Circular Técnica n.22**, Sete Lagoas, EMGRAPA/CNPMS, p. 15-48, 2002.
- MARCOS, S.K.; HONÓRIO, S.L.; JORGE, J.T.; AVELAR, J.A.A. Influência do resfriamento do ambiente de armazenamento e da embalagem sobre o comportamento pós-colheita do milho-verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.41-44, 1999.
- McCREE, K.J. Photosynthetically active radiation. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B.; ZIEGLER, H. (editors). **Physiological Plant Ecology I. Responses to the Physical Environment**. New York: Springer-Verlag, p.41-55, 1981.
- MEDEIROS, S.L.P.; WESTPHALEN, S.L.; MATZENAUER, R. Relações entre evapotranspiração e rendimento de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.1-10, 1991.
- MEROTTO JUNIOR, A.; ALMEIDA, M.L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, v.27, n.4, p.549-554, 1997.

MEROTTO JÚNIOR, A.; GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M.L. Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, Londrina, v.15, n.2, p. 141-151, 1997.

OLIVEIRA, F.A.; SILVA, J.J.S.; CAMPOS, T.G.S. Evapotranspiração e desenvolvimento radicular do milho irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.12, p.1407-1415, 1993.

OTEGUI, M.E. Kernel set and flower synchrony within the ear of maize: II. Plant population effects. **Crop Science**, v.37, p. 448-455, 1997.

OTEGUI, M.E.; BONHOMME, R. Grain yield componentes in maize. I. Ear growth and kernel set. **Field Crops Research**, v.56, p. 247-256, 1998.

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

PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D.; COIVEV, L. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, p. 52-60, 2003.

PEREIRA FILHO, I.A. **O cultivo do milho-verde**. Brasília, Embrapa, 204p., 2003.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Cultivo do milho: plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes. In: **Comunicado Técnico n.46**, Sete Lagoas, EMGRAPA/CNPMS, 2002, 6p.

PEREIRA FILHO, I.A.; OLIVEIRA, A.C.; CRUZ, J.C. Milho verde: espaçamentos, densidades de plantas, cultivares e épocas de semeadura influenciando o rendimento e algumas características de espigas comerciais. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 22., **Resumos**, Recife, p.255, 1998.

PRIOR, C.L.; RUSSELL, W.A. Yield performance of nonprolific and prolific maize hybrids at six plant densities. **Crop Science**, v.15, p.482-486, 1975.

RAMOS, E.; RALLO, L. Bases fisiológicas de la producción hortícola. In: **Nueva horticultura: tecnología y economía de los sistemas hortícolas intensivos**. p. 57-73, 1992.

SANGOI, L. Comportamento de variedades e híbridos de milho em duas densidades de semeadura e dois níveis de fertilizantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p. 1715-1725, 1990.

SANGOI, L.; LECH, U.; RAMPAZZO, C. Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.259-267, 2002.

SAWAZAKI, E.; POMMER, C.V.; ISHIMURA, I. Avaliação de cultivares de milho para utilização no estádio de verde. **Ciência e Cultura**, v.31, n.11, p.1297-1302, 1979.

SILVA, G.. Corrida até a freguesia. In: **Globo Rural**, Rio de Janeiro, v.9, nº104, p.57-62, 1994.

SILVA, K.M.B.; SILVA, P.S.L. Produtividade de grãos verdes e secos de milho e de caupi. **Horticultura Brasileira**, v.9, n.2, p.87-89, 1991.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Resposta de dois híbridos de milho a diferentes arranjos de plantas. In: **Relatório** do experimento Syngenta Seeds Ltda realizado na estação Experimental Agrícola da UFRGS em Eldorado do Sul. 2001/2002. Porto Alegre, 2002, 19p.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; REZERA, F. Respostas de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p. 585-592, 1999.

SILVA, P.S.L.; BARRETO, H.E.P.; SANTOS, M.X. Avaliação de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos verdes e secos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.1, p 63-69, 1997.

SILVA, P.S.L.; PATERNIANI, E. Produtividade de “milho verde” e de grãos de cultivares de *Zea mays* L. **Ciência e Cultura**, v.38, n.4, p.707-712, 1986.

TAIZ, L.; ZEIGER, W. **Plant physiology**. New York, 2002, 623p.

TETIO-KAGHO, F.; GARDNER, F.P. Responses of maize to plant population density. I. Canopy development, light relationships, and vegetative growth. **Agronomy Journal**, v. 80, p. 930-935, 1988a.

TETIO-KAGHO, F.; GARDNER, F.P. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. **Agronomy Journal**, v. 80, p. 935-940, 1988b.

VALENTE, L. A. de L. Água na cultura do milho. In: Reunião Técnica Anual do Milho, 41., Reunião Técnica do Sorgo, 24., **Anais...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNTF, p.224-231, 1996.

VIEIRA, M.A. **Avaliação de cultivares de milho verde (*Zea mays* L.) em três épocas de semeadura na região de Ponta Grossa, PR**. Ponta Grossa, 2002, 35f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2002.

WHITE, P.J.; JOHNSON, L.A. **Corn: chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2003, 892p.