

Unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MILHO-VERDE
SUBMETIDAS A DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS EM
CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO**

Disraeli Reis da Rocha
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL, SP – BRASIL

2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MILHO-VERDE
SUBMETIDAS A DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS EM
CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO**

Disraeli Reis da Rocha

Orientador: Prof. Dr. Domingos Fornasieri Filho

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

Jaboticabal – SP
Novembro - 2008

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Disraeli Reis da Rocha nasceu em Buriti dos Lopes, Piauí, filho de Antonio Martins da Rocha e Irene Reis da Rocha. É Engenheiro Agrônomo, graduado em 1976 pela Federação das Escolas Superiores do Estado do Maranhão, em São Luis. Obteve o título de mestre em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, em 1981, na Universidade Federal do Ceará. Ingressou no curso de doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Unesp - Campus de Jaboticabal, em 2006. Iniciou a carreira profissional na Emater-PI, e, desde 1989, é professor no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí.

“Não corrigir nossas falhas é o mesmo que cometer novos erros”.

Confúcio

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

Horácio

ANTÔNIO

Aos meus pais

e

IRENE

À minha querida esposa e
grande colaboradora

SILVANA

SILELI

Aos meus filhos

DISRAELI FILHO

CAMILA

e

Aos meus irmãos

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais esta oportunidade de aprendizagem e crescimento social, científico e espiritual.

À Universidade Federal do Piauí, pelo apoio e pela possibilidade da realização deste trabalho.

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Campus de Jaboticabal, em especial ao Departamento de Produção Vegetal, pela oportunidade e apoio para realização do curso.

Ao professor Dr. Domingos Fornasieri Filho, pela amizade, atenção, e pela orientação constante e objetiva dispensada ao trabalho, de grande valia para minha formação científica.

Aos coordenadores do Dinter, professor Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua (Universidade Federal do Piauí) e professor Dr. Jairo Osvaldo Cazetta (Universidade Estadual Paulista), pela confiança e apoio demonstrados.

Aos professores Drs. Antonio Baldo Geraldo Martins, Domingos Fornasieri Filho, Edson Luis Mendes Coutinho, José Carlos Barbosa, Modesto Barreto e Renato de Melo Prado, pelos ensinamentos durante o curso.

Ao professor Dr. Leandro Borges Lemos pela dedicação e apoio durante o Exame de Qualificação da Tese.

Aos professores Drs. Luiz Evaldo de Moura Pádua, Rogério Farinelli pelas sugestões apresentadas.

Aos colegas de curso e as suas respectivas famílias, Francisco Luis Gonçalves de Abreu, Francisco de Assis Sinimbú Neto, Raimundo José de Sousa Rocha, José Orlando Piauilino Ferreira, Eulália Maria Sousa Carvalho, Paulo Roberto Santos

Carvalho, Raimundo Tomaz da Costa Filho, Francisco Ferreira Santana, Hélio Lima Santos, Francisco Brito Melo e Valdinar Bezerra dos Santos.

Aos doutorandos engenheiros agrônomos Disnei Amélio Cazetta e Cristian Duarte Leonel, pela amizade e apoio.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para o êxito do presente trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Ecofisiologia da cultura do milho	4
2.2 População de plantas	8
2.3 Cultivares de milho para produção de espigas verdes	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Características relacionadas à fenologia da planta	26
4.1.1 Duração do período compreendido entre a emergência e o florescimento masculino.	26
4.1.2 Duração do período compreendido entre a emergência e a colheita de espigas verdes	28
4.2. Características relacionadas ao desenvolvimento da planta	30

4.2.1. Altura da planta	30
4.2.2. Altura de inserção da primeira espiga	32
4.3. Características relacionadas ao desempenho produtivo	33
4.3.1 Comprimento de espigas comerciais empalhadas	33
4.3.2 Comprimento de espigas comerciais despalhadas	35
4.3.3 Diâmetro de espigas comerciais empalhadas	37
4.3.4 Diâmetro de espigas comerciais despalhadas	39
4.3.5 Profundidade de grãos de espigas comerciais	41
4.3.6 Número de fileiras de grãos de espigas comerciais	43
4.3.7 Produtividade de grãos leitosos de espigas comerciais	44
4.3.7.1 Por hectare	44
4.3.7.2 Por planta	47
4.3.8 Rendimento industrial de grãos leitosos	48
4.3.9 Peso de espigas verdes comerciais despalhadas	49
4.3.9.1 Por hectare	49
4.3.9.2 Por planta	51
4.3.10 Peso de espigas comerciais empalhadas	52
4.3.10.1 Por hectare	52
4.3.10.2 Por planta	54

4.3.11	Número de espigas comerciais empalhadas	56
4.3.11.1	Por hectare	56
4.3.11.2	Por planta	58
4.3.12	Número de espigas verde comerciais despalhadas	59
4.3.12.1	Por hectare	59
4.3.12.2	Por planta	61
4.3.13	Porcentagem de espigas verdes comerciais empalhadas	63
4.3.14	Porcentagem de espigas verdes comerciais despalhadas	65
5.	CONCLUSÕES	67
6.	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICES.....	79

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Principais características das cultivares de milho utilizadas no experimento. Teresina - PI, 2007.....	20
2. Resultados das análises físicas do solo coletado antes da implantação do experimento. Teresina - PI, 2007.....	20
3. Resultados das análises químicas do solo coletado antes da implantação do experimento. Teresina - PI, 2007.....	21
4. Valores do período de duração, em dias após a emergência (DAE) e em unidade calórica (UC), para florescimento masculino (VT) obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas. Teresina - PI, 2007.	27
5. Valores do período de duração, em dias após a emergência (DAE) e em unidade calórica (UC), para colheita de espigas verdes comerciais despalhadas (R3), obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas. Teresina - PI, 2007.....	29
6. Valores de altura de planta e altura da inserção da primeira espiga, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas. Teresina - PI, 2007.	30
7. Valores de comprimento de espigas comerciais, empalhadas e despalhadas, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas. Teresina - PI, 2007.	34

8.	Valores de diâmetro de espigas verdes comerciais, empalhadas e despalhadas, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas.Teresina - PI, 2007.....	38
9.	Valores de profundidade de grãos e número de fileira de grãos de espigas verdes comerciais, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas.Teresina - PI, 2007.	41
10.	Valores de produtividade de grãos leitosos de espigas verdes comerciais, em kg ha ⁻¹ e por planta, e rendimento industrial obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas.Teresina - PI, 2007.	45
11.	Valores de peso de espigas comerciais empalhadas, por hectare e por planta, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas.Teresina - PI, 2007.	49
12.	Valores de peso de espigas comerciais despalhadas, por hectare e por planta, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas.Teresina - PI, 2007.....	53
13.	Valores de número de espigas comerciais empalhadas, por hectare e por planta, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas.Teresina - PI, 2007.	56
14.	Valores de número de espigas verdes comerciais despalhadas, por ha-1 e por planta, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas. Teresina - PI, 2007.....	60
15.	Valores de porcentagem de espigas comerciais, empalhadas e despalhadas, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro densidades de plantas.Teresina - PI, 2007.	63

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Duração do período da emergência ao florescimento masculino (VT) e da emergência à colheita de espigas verdes (R ₃) em DAE e GD, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.	28
2. Altura de plantas, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.....	31
3. Altura de inserção da primeira espiga, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.....	33
4. Comprimento de espigas comerciais, empalhadas, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.....	35
5. Comprimento de espigas comerciais, despalhadas, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.....	37
6. Diâmetro de espigas comerciais, empalhadas, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.....	39
7. Diâmetro de espigas comerciais, despalhadas, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.	40
8. Profundidade de grãos de espigas verdes comerciais, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.	42
9. Número de fileiras de grãos de espigas verdes comerciais, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.....	44

10. Produtividade de grãos leitosos de espigas verdes comerciais, por hectare, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	46
11. Produtividade de grãos leitosos de espigas verdes comerciais, por planta, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	47
12. Rendimento industrial de espigas verdes comerciais despalhadas (%), em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	48
13. Peso médio de espigas verdes comerciais empalhadas, em kg ha ⁻¹ , em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	51
14. Peso médio de espigas verdes comerciais empalhadas, em kg por planta, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	52
15. Peso médio de espigas verdes comerciais despalhadas, em kg ha ⁻¹ , em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	54
16. Peso médio de espigas verdes comerciais despalhadas, em kg por planta, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	55
17. Número de espigas verdes comerciais empalhadas, por hectare, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	57

18. Número de espigas verdes comerciais empalhadas, por planta, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	59
19. Número de espigas verdes comerciais despalhadas, por hectare, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	61
20. Número de espigas verdes comerciais despalhadas, por planta, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	62
21. Porcentagem de espigas verdes comerciais empalhadas, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	64
22. Porcentagem de espigas verdes comerciais despalhadas, em razão de quatro densidades de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.	66

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MILHO-VERDE SUBMETIDAS A DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS EM CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO

RESUMO - A cultura do milho-verde é uma alternativa de grande valor econômico para pequenos e médios agricultores piauienses, principalmente em áreas irrigadas. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desempenho de cinco híbridos (AG 4051, AG 1051, BM 3061, P 3232 e SWB 551) e uma variedade (Cativerde 2) de milho quando submetidos a quatro populações de plantas (30; 40; 50 e 60 mil plantas ha⁻¹), para produção de espigas verdes, em Teresina -- Piauí, em Argissolo Vermelho - Amarelo, eutrófico, sob condições de irrigação. Utilizou-se o delineamento experimental em parcelas subdivididas, com seis tratamentos principais (cultivares), quatro tratamentos secundários (populações de plantas) e quatro repetições dispostas em blocos casualizados. Os resultados obtidos permitiram verificar que o incremento no número de plantas em milho possibilita o aumento na altura da planta e da primeira espiga, e redução no comprimento e no diâmetro das espigas. Com relação as características relacionadas ao desempenho produtivo, destacaram-se as cultivares AG 1051, AG 4051, BM 3061 e P 3232. Entre as quatro populações testadas, 50.000 plantas ha⁻¹ foi a que promoveu os mais altos rendimentos para estas características. A cultivar AG 1051 demonstrou uma maior capacidade de suportar altas populações de plantas. O híbrido P 3232 apresenta, ciclo e acúmulo térmico superiores às demais cultivares, com BM 3061 constituindo-se na mais precoce.

Palavras-chave: *Zea mays*, híbridos, variedade, densidades de plantas

PERFORMANCE OF CULTIVARS OF CORN ON THE COB SUBMITTED TO DIFFERENT POPULATIONS OF PLANTS UNDER CONDITIONS OF IRRIGATION

ABSTRACT – Green corn is considered an economical alternative for small and medium agricultures of Piauí state, mainly in irrigated areas. The objective of this work was to evaluate the performance of five hybrids (AG 4051, AG 1051, BM 3061, P 3232 and SWB 551) and a variety (Cativerde 2), of maize when submitted to four populations of plants (30, 40, 50 and 60 thousand plants ha⁻¹) for the production of green ears, in Teresina-Piauí, in red-yellow eutrophic argisolo, under conditions of irrigation. It was used the experimental delineation in subdivided portions with six main treatments (cultivars), four secondary treatments (populations of plants) and four replications arranged in randomized blocks. The results allowed verifying that the growth in the number of plants in maize makes possible the increase in the height of the plants and the first ear, and the reduction in the length and diameter of the ears. As to characteristics related to the productive performance, the maize cultivars AG 4051, AG 1051, BM 3061 and P3232 were noted. Between four tested populations, 50.000 plants ha ha⁻¹ was the one that promoted the highest profits for these characteristics. The cultivar AG 1051 showed a bigger capacity to tolerate high populations of plants. The hybrid P 3232 presents cycle and thermal accumulation superior to the other cultivars, being BM 3061 the most precocious one.

Keywords: *Zea mays* , hybrids, variety, plant densities.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é um dos alimentos vegetais mais importantes para a humanidade, devido a sua elevada produtividade, valor nutritivo e pelas diversas formas de utilização na alimentação humana e animal, *in natura* e na indústria de alta tecnologia.

Embora os números relativos à produção de milho-verde sejam 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 (Vieira, 2007). O mercado de milho para alimentação humana é promissor, em especial na região Nordeste do País, onde o cultivo de milho-verde ocorre, atualmente, durante todo o ano, inclusive sob condições de irrigação.

O mercado tem se tornado tão promissor que produtores tradicionais de milho para grãos, feijão e café, entre outras culturas, estão se transferindo para a exploração de milho-verde ou diversificando suas atividades de modo a incluí-lo entre seus cultivos (Pereira Filho, 2003).

Os maiores produtores mundiais de milho-verde são os Estados Unidos, seguidos da Nigéria e da França, sendo esta a detentora das maiores produtividades de milho-verde (Vieira, 2007). No Piauí, a maior produção e o consumo de milho-verde ocorrem na Grande Teresina, região formada por treze municípios piauienses e do município maranhense de Timon (SEPLAN-PI, 2002), com uma população superior a 1,2 milhão de habitantes. Nessa região, na estação chuvosa (janeiro/maio), o milho é cultivado em condições de sequeiro, com o uso principalmente de variedades e híbridos duplos não indicados especificamente para produção de milho-verde; no período de junho/dezembro, são utilizados cultivos irrigados por aspersão convencional, com uso predominante de híbridos duplos com versatilidade de uso.

Um aspecto relevante no manejo cultural para a produção de milho-verde é que essa exploração geralmente é conduzida em pequena escala, em médias lavouras, e a colheita é manual (Cruz e Pereira Filho, 2003). Na região da Grande

Teresina o cultivo de milho-verde irrigado é realizado por pequenos produtores rurais, na maioria, proprietários de terras, em área média em torno de 2 hectares, com produtividade média ao redor de 20-25 mil de espigas verdes comerciais ha⁻¹ ou de 8 a 10 t. ha⁻¹. O período entre a semeadura e o início da colheita de espigas varia de 68 a 80 dias, dependendo principalmente da cultivar utilizada. Assim, é comum a obtenção, no período irrigado, de duas ou três safras anuais, com e sem rotação de culturas.

O milho consumido no estágio de grão leitoso ou pastoso, tem sido produzido com o uso de cultivares comuns de endosperma normal, promovendo, dessa forma, grandes variações nas texturas dos grãos comercializados, e evidenciando o pouco conhecimento que têm os produtores sobre a existência de cultivares desenvolvidas especificamente para esse fim, com características mais atrativas para o consumidor (Paiva Junior *et al.*, 2001).

Avaliar novas cultivares de milho, em espaçamento reduzido entre as linhas e com diferentes densidades de plantas se faz necessário, uma vez que as novas cultivares disponíveis no mercado são mais produtivas, tem porte mais baixo e arquitetura foliar mais ereta, em relação aos materiais mais antigos, o que favorece a adoção de um arranjo de plantas que permita distribuir mais equidistantemente as plantas na área, proporcionando assim o aumento da produtividade (Alvarez *et al.*, 2006).

Segundo Farinelli (2003), as recomendação de cultivares aliada à adequada densidade populacional e à adubação equilibrada são fatores responsáveis para o bom desempenho da cultura. A utilização de cultivares mais produtivas e adaptadas às condições regionais consiste numa tecnologia essencial para melhorar a produtividade da cultura, principalmente, por não implicar em aumento substancial do capital investido.

A influência dos fatores limitantes da produtividade de uma cultura pode ser melhor compreendida se o potencial máximo de seu rendimento for conhecido. No entanto, o ambiente impõe uma série de limitações, para que o genótipo expresse o seu potencial, fazendo com que o rendimento obtido freqüentemente seja menor que o potencial esperado (Argenta *et al.*, 2001). Genótipo, água, nitrogênio e população

de plantas são os principais fatores de produção referentes à cultura do milho, onde há prioridade na maximização da produção por unidade de área (Palhares, 2003).

Apesar do elevado potencial produtivo, o milho apresenta acentuada sensibilidade a estresses bióticos e abióticos, pelo que seu cultivo exige rigoroso planejamento e manejo, a fim de buscar a manifestação da sua máxima capacidade produtiva (Andrade, 1995). Dessa forma, a produtividade de uma cultura de milho depende diretamente da relação intrínseca estabelecida entre a planta e o ambiente físico em que se encontra, com ênfase para a temperatura, luz, ventos, disponibilidade hídrica, o que determina a adaptação de diferentes genótipos para diferentes ambientes, em função do manejo adotado (Palhares, 2003). De acordo com Duvick (1992), é o somatório da melhoria genética (47,75%) e das condições ambientais, que nada mais é que a utilização de técnicas de manejo cultural mais adequadas à planta em cada ambiente de cultivo.

O cultivo de milho tem sido bastante estudado no Brasil, em todos os aspectos, envolvendo tanto a obtenção e recomendação de cultivares de alto potencial produtivo, quanto o manejo cultural e a influência de características edafoclimáticas necessárias para explorar o máximo potencial genético da semente. No caso específico da exploração do milho-verde para consumo *in natura*, existem poucas informações, especialmente no que diz respeito ao manejo da lavoura (Cruz e Pereira Filho, 2003).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desempenho agrônomo e produtivo de cultivares de milho-verde submetidas a diferentes populações de plantas, sob condições de irrigação em Teresina-Piauí.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ecofisiologia da cultura do milho

O crescimento e a produção de fitomassa diferenciados entre cultivares de milho resultam de diferenças nos processos metabólicos, ou seja, são consequência do potencial genético da planta em reagir às condições ambientais nas quais está se desenvolvendo (Fornasier Filho, 2007). O autor entende que para a identificação dos estágios de desenvolvimento da planta do milho adota-se a divisão em fase vegetativa (V) e reprodutiva (R). As subdivisões (estádios fenológicos) da fase vegetativa são designados numericamente como V_1, V_2, V_3 , etc., até V_n , em que n representa o estágio de última folha antes do pendoamento. O primeiro e último estágios são designados como V_E (emergência) e V_T (pendoamento). As seis subdivisões da fase reprodutiva são designadas numericamente de R_1 (flosrecimento), R_2 (grão bolha de água), R_3 (grão leitoso), R_4 (grão pastoso), R_5 (grão farináceo) e R_6 (maturidade fisiológica).

Para uma eficiente realização de práticas culturais é fundamental o conhecimento das diferentes fases de desenvolvimento do milho com suas diferentes demandas (Magalhães *et al.*, 2002), sendo possível adequar o período de realização destas práticas ao período de desenvolvimento mais indicado (Vieira, 2007).

O ciclo de uma cultivar pode ser determinado em número de dias da emergência da plântula até o pendoamento, até a maturação fisiológica ou até a colheita. As cultivares de milho são agrupadas de acordo com o ciclo da planta em: superprecoce, precoce, semiprecoce e normal. As cultivares normais apresentam exigência térmica maior do que 890 GD, as precoces, de 830 a 890 GD e as superprecoces, menor do que 830 GD. Essas exigências calóricas se referem ao comprimento das fases fenológicas compreendidas entre emergência e o início da polinização (Fornasier Filho, 2007).

Segundo Villa Nova *et al.* (1972), a diferença entre a temperatura média diária e a temperatura mínima ou temperatura base exigida por uma espécie é

definida como graus-dia. O uso da soma de graus-dia, baseada no acúmulo energético acima de uma determinada temperatura base, é de uso abrangente em modelos que descrevem o desenvolvimento fenológico e o crescimento do milho. Considera-se, em geral, 10°C a temperatura basal para a referida espécie, abaixo da qual não ocorre acúmulo de matéria seca. Dentro de um mesmo grupo de maturação, é possível estimar a ocorrência de fases da cultura, para diferentes genótipos, regiões e épocas de cultivo, valendo-se da temperatura do ar como única variável. Para Bergonci e Bergamaschi (2002) a soma calórica (graus-dia) tem apresentado boa correlação com os estádios fenológicos da cultura do milho.

O milho é considerado o cereal mais eficiente para a produção de grãos, principalmente pela contribuição de seu tamanho, dotado de considerável área foliar, colmo forte e alto com abundante e eficiente sistema vascular. A fotossíntese, respiração, transpiração e a evaporação, são processos fisiológicos da planta do milho que resultam diretamente da energia disponível no ambiente, comumente chamada de calor (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

A planta de milho se encontra apta à realização da fotossíntese, aproximadamente uma semana após a emergência, quando apresenta duas folhas totalmente expandidas (Fancelli e Dourado Neto, 2000) e a planta deixa de ser dependente das reservas do endosperma e passa a sintetizar carboidratos, 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 (V3) e as folhas, espigas e pendão que a planta produzirá iniciam sua formação nesse estágio, podendo-se afirmar que o rendimento potencial começa a ser definido nessa fase do desenvolvimento (Magalhães et al., 1994).

No estágio V8 define-se o número de fileiras de grãos (Pereira Filho, 2003). 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 (Avelar, 1983; Barbosa, 1983).

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).

O estágio de grão leitoso (R3) ocorre 12 a 15 dias após o início da polinização. 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 a expansão e ao enchimento das células do endosperma com amido (Pereira Filho, 2003).

A fotossíntese é um conjunto de reações químicas, próprio do metabolismo de plantas, dependente de radiações de valor fisiológico presentes no espectro solar. Para Palhares (2003), maiores produtividades poderão ser alcançadas em função da eficiência na interceptação da radiação incidente.

A alta produtividade de grãos observada na cultura do milho decorre de seu mecanismo fotossintético (planta C₄), pelo qual é mantida alta a relação CO₂ : O₂, o que elimina a fotorespiração (Ehleringer *et al.*, 1997). Como planta C₄, as folhas do milho não se saturam em condições de campo, mesmo sob elevadas intensidades de radiação, possibilitando à radiação solar, em geral, efeitos positivos na produtividade do milho (Searbrook e Boss, 1973). Pode-se entender a fotorespiração, presente nas plantas C₃ e ausente nas plantas C₄, como um processo oposto ao da fotossíntese, uma vez que ocorre utilização do oxigênio produzido, destinando-se menos carbono aos produtos finais (Magalhães e Paiva, 1993).

Apesar da eficiência fotossintética das plantas C₄, existem duas características intrínsecas às plantas de milho que diminuem potencialmente a interceptação de luz pelas folhas. A maior limitação decorre da natureza alterna e oposta das folhas ao logo do perfil da planta, pelo o que ocorre o auto-sombreamento das folhas inferiores. Outra característica é a presença do pendão que, inativo logo após a fertilização, pode proporcionar o sombreamento das plantas em até 19%, dependendo do genótipo (Magalhães & Paiva, 1993).

Cerca de 90% da matéria seca acumulada pela planta de milho provêm da fixação atmosférica de CO₂ pelo processo da fotossíntese (Magalhães & Paiva, 1993). As radiações de valor fisiológico, presentes no espectro usado na fotossíntese, são absorvidas, primariamente, pelo clorofila e, em seguida, utilizadas na transformação de CO₂ em carboidratos (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

A interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pela plantas exerce grande influencia sobre a sua performance quando outros fatores ambientais são favoráveis (Argenta *et al.*, 2001). A quantidade de energia convertida e, portanto, a quantidade de massa seca produzida, depende da percentagem de absorção e da eficiência de utilização da energia absorvida. A faixa de comprimento de onda entre 400 e 700 nanômetros da radiação solar constitui a energia radiante fotossinteticamente ativa (Loomis e Williams, 1963). De acordo com Barni *et al.* (1995), ela representa entre 46 a 50% da radiação solar global.

O milho é a espécie de importância agrícola que apresenta maior potencial de utilização da radiação solar para conversão do carbono mineral em carbono orgânico, para posterior acúmulo nos grãos (Slaffer e Otegui, 2000).

A arquitetura da planta também interfere na qualidade de luz que penetra no dossel, bem como na resposta à densidade de plantas (Kasperbauer e Karlen, 1994). 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). A arquitetura foliar ereta do híbrido simples favorece a interceptação de radiação, minimizando o sombreamento entre folhas, aumenta a disponibilidade de carboidratos durante a floração, e sustenta o desenvolvimento das espigas e grãos em alta densidade (Sangoi *et al.*, 2002).

A quantidade de radiação solar absorvida é um importante fator determinante na produtividade final de uma cultura. A eficiência de utilização da radiação solar pelas culturas é baixa. Em milho, o arranjo de plantas é uma prática de manejo importante para potencializar o rendimento de grãos, dependentes da fotossíntese e da respiração do dossel. Por sua vez, a fotossíntese do dossel é

função da fotossíntese da folha e da interceptação da radiação solar. A interceptação solar, por sua vez, é influenciada pelo índice de área foliar, ângulo da folha, interceptação de luz por outras partes da planta, distribuição de folhas (arranjo de folhas na planta e de plantas no campo), características de absorção de luz pela folha e pela quantidade de radiação incidente. Desses fatores, apenas a quantidade de radiação não é afetada pela escolha do arranjo de plantas (Argenta, 2001).

A radiação solar é capturada principalmente pelas folhas acima da espiga, pelas folhas mais jovens e mais eficientes na produção de fotoassimilados (Tetio-Kagho e Gardner, 1988a). Para 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 (Vieira, 2007).

2.2. População de plantas

Estudos sobre população de plantas são importantes pelo fato de ser uma das práticas culturais que mais afeta o rendimento da cultura do milho (Almeida *et al.*, 2000; Silva, 2006). Isso ocorre porque os híbridos comerciais mais recentes perfilham pouco e produzem apenas uma espiga por planta, não possuindo capacidade de compensar eventuais falhas na emergência e/ou prejuízos causados por agentes bióticos e abióticos (Strieder *et al.*, 2007), e ainda, pelas diversas alterações morfológicas que foram introduzidas nesses híbridos, como o decréscimo do tamanho de pendão, do número de plantas estéreis sob altas densidades e da taxa de senescência foliar durante o enchimento de grãos (Duvick e Cassman, 1999).

A densidade de plantas, definida como o número de plantas por unidade de área, tem papel importante no rendimento de uma lavoura de milho, uma vez que pequenas variações na densidade têm grande influência no rendimento final da lavoura (Pereira Filho, 2003). 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 *et al.*, (2001), e que mais afeta o

rendimento de grãos de milho, espécie da família Poaceae mais sensível à sua variação (Almeida,1999).

Características como número de espigas por planta, tamanho da espiga, (Pereira Filho, 2003), número de grãos por espiga (Cox,1996; Pereira Filho, 2003), diâmetro do colmo, altura de planta (Duncan, 1975), altura de inserção de espiga (Penariol *et al.*, 2003), número de fileiras de grãos e o peso de grãos (Cox, 1996) são afetados pela população de plantas.

A densidade inadequada é uma das causas responsáveis pela baixa produtividade de milho no Brasil (Pereira Filho e Cruz, 2002). Uma importante característica a ser observada ao se plantar uma cultivar é a densidade de plantio. A maioria das empresas já está recomendando densidades de plantio em função da região, da altitude e da época de plantio. Além disso, já existem empresas recomendando a densidade em função do espaçamento, o que representa uma evolução.

A densidade ótima é variável para cada situação, sendo basicamente dependente dos fatores cultivares, disponibilidade hídrica e nutricional (Cruz e Pereira Filho, 2003), o que interferirá nas características das plantas, tais como no número e no tamanho de espigas por planta, o que afetará diretamente a produção de espigas verdes.

A manipulação do arranjo de plantas em milho, através de alterações na densidade de plantas, de espaçamento entre linhas, e de distribuição de plantas na linha, 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. As principais alterações no arranjo de plantas de milho, nas últimas décadas, foram o aumento na densidade de plantas e a redução na distância entre as linhas de semeadura. Tais mudanças foram estimuladas pela introdução de híbridos de maior potencial produtivo, pelo maior uso de fertilizantes, controle mais eficiente de plantas daninhas e por avanço no manejo de cultura (Argenta *et al.*, 2001).

O arranjo das plantas é a forma mais prática e eficiente de aumentar a produtividade sob a mesma tecnologia, por influenciar o índice de área foliar, o ângulo de inserção foliar e a interceptação da luz incidente por outras partes da

planta, especialmente nos estratos inferiores do dossel, desde que não exista nenhum outro fator limitante que esteja contribuindo para a redução da produtividade. O incremento na densidade de plantas, se não for compatível com a tecnologia empregada na cultura (espaçamento entre as linhas, cultivar, fertilização, etc.) pode inibir a fotossíntese e a adequada alocação dos recursos energéticos da planta (fotoassimilados) na produção e grãos por espiga, induzir a esterilidade feminina e contribuir para a assincronia entre a emissão do pendão e dos estilos-estígmas (Sangoi *et al.*, 2001; Amaral Filho *et al.*, 2005). Para Johnson *et al.* (1998), arranjo de plantas com redução no espaçamento entrelinhas, permitindo uma distribuição mais eqüidistante, pode diminuir a competição entre plantas por água e nutrientes.

A interceptação da radiação incidente é resultante da distribuição espacial das plantas, do ângulo de inserção das folhas em relação ao colmo, da resistência das folhas localizadas acima da espiga ao dobramento, dos 15 aos 20 dias após o florescimento, e da extensão da área foliar presente (Palhares, 2003).

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 e Connor, 1992).

Sob altas densidades populacionais, ocorre interferência na qualidade da luz que atinge o interior do dossel, incrementando a quantidade de vermelho distante (VD) e diminuindo a quantidade do vermelho (V). Ocorre maior absorção de luz na faixa do vermelho (V) e maior reflexão de luz na faixa do VD. Essa característica é especialmente importante para o milho em densidades elevadas, pois, nesses casos, as plantas recebem mais luz VD refletida pela comunidade, aumentando a relação VD/V (Kasperbauer e Karlen 1994), que poderá alterar a arquitetura de planta, estimulando a dominância apical, com a alongação de entre-nós (Ballaré *et al.*, 2000; Sangoi, 2000).

Em termos genéricos, cultivares precoces exigem maior população de plantas em relação a materiais tardios para expressarem seu máximo rendimento de grãos. A exigência de cultivares de ciclo curto de maior população de plantas é

justificada por Argenta *et al.* (2001), Bolanões e Edmeades (1996), Sangoi *et al.* (2002), Tollenaar *et al.* (1997). Para esses autores as cultivares precoces, geralmente, possuem plantas de menor estatura, folhas em menor número, mais eretas, estreitas e curtas e menor matéria seca vegetativa, determinando menor sombreamento dentro da cultura, com melhor aproveitamento da radiação solar nas folhas inferiores do dossel.

Com o acréscimo na população de plantas e redução do espaçamento entrelinhas de semeadura, é possível otimizar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice foliar, mesmo nos estágios fenológicos iniciais, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes, reduzindo a competição inter e intra-específica por esses fatores, aumentando a matéria seca e a produção de grãos. (Amaral Filho *et al.*, 2005).

Com o aumento da população de plantas, há redução no tamanho e no índice das espigas e aumento na produção. No entanto, o adensamento excessivo incrementa a competição intra-específica, o que estimula a dominância apical, aumentando a esterilidade feminina e limitando a produção de grãos por área. (Fornasier Filho, 2007).

De acordo com Sangoi (2001), baixa população de plantas reduz a interceptação da radiação solar por área, favorecendo a produção de grãos por planta, mas reduzindo a produtividade por área.

O milho foi a cultura que apresentou os maiores incrementos de rendimento de grãos durante o período de 1940 a 1990 nos EUA. Até a introdução dos híbridos simples, a densidade de plantas, para a produção de grãos, situava-se ao redor de 3 plantas / m² (Russel, 1991). A partir da década de 60, a densidade de planta foi aumentando em função das modificações introduzidas na planta e da cultura, chegando ao final da década de 80 a uma densidade de 6,4 plantas / m² do manejo (Russel, 1994), chegando à recomendação de 9 plantas / m², para condições de alto manejo (Olson e Sanders, 1988). Segundo Duvick e Cassman (1999), algumas das modificações verificadas na planta contribuíram para aumentar o potencial de rendimento de grãos, com destaque para os decréscimos no teor de proteína dos grãos, com concomitante aumento no teor de amido e as reduções no tamanho de

pendão, no número de plantas estéreis sob altas densidades e na taxa de senescência da folha durante o enchimento de grãos. Outra alteração importante foi a redução do intervalo entre o pendoamento e o espigamento sob altas densidades de plantas (Peixoto, 1996).

Em se tratando de milho-verde, existem, de acordo com Paiva Junior *et al.* (2001), poucas informações disponíveis sobre a população ótima de plantas para a obtenção de boas produções de espigas verdes. Os autores consideram que a densidade ótima nos cultivos de milho-verde, deve ser aquela que proporciona uma maior produção de espigas comerciais e não aquela que proporciona a maior produção e espigas totais.

Segundo Duncan (1975), plantas em diferentes populações atingem a fase do pendoamento praticamente ao mesmo tempo, uma vez que a taxa de desenvolvimento do milho desde a semeadura até a antese é função da temperatura ao invés da taxa fotossintética. De acordo com Tetio-Kagho e Gardner (1988b), a planta de milho, em baixa pressão populacional, atinge a maturidade mais precocemente do que em altas populações.

Com o aumento da população de plantas ocorre redução no número de folhas verdes (Vieira, 2007). O número final de folhas emitidas por planta não sofre alteração pelo efeito da população de plantas (Otegui, 1997), mas, conforme Duncan (1975), sob altas populações as folhas inferiores morrem provavelmente por não interceptarem radiação suficiente para sua manutenção.

Aumento na interceptação de luz e do melhor aproveitamento da água e nutrientes disponíveis, produz acréscimos na produtividade. Podem ser obtidos pelo aumento da densidade de semeadura, associado à redução do espaçamento entre linhas. A redução da competição inter e intra-específica por esses fatores de produção, obtida pelo melhor arranjo espacial entre as plantas, dá-se pelo aumento da área foliar por unidade de área, a partir dos estádios fenológicos iniciais (Molin, 2000).

Cruz e Pereira Filho (2003), sintetizando resultados de trabalhos de vários autores, concluem que o estande para a produção de milho-verde deve variar entre

35 mil e 55 mil plantas ha⁻¹, menor que a densidade normalmente utilizada para a produção de grãos.

No município de Piracicaba (SP), Palhares (2003), conduziu um experimento com o objetivo de avaliar o efeito do espaçamento e da população sobre a produtividade de três genótipos de milho. Concluiu que a altura de plantas foi tanto maior quanto maior foi a população para os três genótipos avaliados. Constatou também, que houve aumento no comprimento de espigas para as menores populações de plantas.

Alvarez *et al.* (2006), testaram o efeito da população de plantas nas características agrônômicas de três híbridos e observaram que maiores densidades promoveram incremento na altura de plantas e da inserção da primeira espiga. Verificaram, também, que o híbrido AG 1051 obteve as maiores alturas de plantas e de espigas, quando comparados aos híbridos DKB 440 e AG 9010.

Barbieri *et al.* (2005), avaliando o comportamento de dois híbridos de milho doce submetidos a quatro espaçamentos entre fileiras e cinco populações de plantas, em Uberlândia-MG, observaram que a produtividade das espigas aumentou com o incremento da população de plantas e um decréscimo linear de 0,6 e 0,09 mm no comprimento e no diâmetro de espiga, respectivamente, a cada 1000 plantas aumentadas na população. Observaram também ser o número de fileira de grãos uma característica determinada pelo híbrido sendo componente importante na obtenção de altas produtividades de espigas e grãos. Foi verificado decréscimo na profundidade de grãos com o aumento da população de plantas, ou seja, a cada 1.000 plantas acrescidas, reduziu-se em 0,03 mm a profundidade de grãos.

Dourado Neto *et al.* (2003), avaliando a influência da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho na região de Piracicaba (SP), observaram que a maior altura de planta ocorreu sob maior população, e o maior diâmetro de colmo e o maior comprimento de espigas despalhadas ocorreram sob a menor população.

Em Mossoró -- RN, Silva *et al.* (2003), pesquisando a influência da aplicação de doses de nitrogênio e de populações de plantas sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho, verificaram que o aumento na densidade de

plântio promove a redução da altura das plantas e da inserção da primeira espiga. Posteriormente Silva *et al.* (2007), observaram que o comprimento da espiga despilhada diminuiu com o aumento da população de plantas, entretanto a densidade de plantas não influenciou na altura da planta e de inserção da espiga.

As características produtivas de porcentagem de espigas comerciais, número de espigas comerciais e produtividade de espigas comerciais são influenciadas negativamente pelo aumento da pressão populacional (Vieira, 2007). Entretanto ao avaliar o efeito de populações de plantas no comportamento agrônômico de cultivares de milho para produção de espigas verdes na região de Ponta Grossa (PR), constatou que a população de plantas não influenciou na altura da planta, mas interferiu na profundidade de grãos, o que, segundo o autor, depende de características genéticas da planta.

Strieder *et al.* (2007), avaliando a resposta de quatro híbridos de milho irrigado a alterações no espaçamento entre as linhas e na população de plantas em Eldorado do Sul-RS, observaram que o aumento na densidade de plantas incrementa a produtividade de grãos de milho nas cultivares de folhas eretas, mas não influencia no rendimento de grãos de milho de folhas decumbentes. Observaram também que a maior parte das respostas obtidas ao incremento na densidade de plantas foi linear.

2.3 Cultivares de milho para produção de espigas verdes

O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético da semente e das condições edafoclimáticas do local de cultivo, além do manejo da lavoura. De modo geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final. A escolha de cada cultivar deve atender às necessidades específicas, pois não existe uma cultivar superior que consiga atender a todas as situações (Pereira Filho, 2003).

Quanto maior a diversidade ambiental e de cultivares, a ocorrência da interação revela a existência de cultivares com adaptação a ambientes específicos, bem como de cultivares com adaptação mais ampla, porém nem sempre com alto

potencial para produtividade em ambientes adversos, o que impede uma recomendação segura para uma região mais ampla (Ramalho *et al.*, 1993).

O potencial produtivo de um cultivar é um dos primeiros aspectos considerados pelos agricultores. Entretanto a sua estabilidade de produção, que é determinada em função do seu comportamento em cultivo em diferentes locais e anos, também deverá ser considerada. Cultivares estáveis são aquelas que, ao longo dos anos e dentro de uma determinada área geográfica, têm menor oscilação de produção, respondendo à melhoria do ambiente (anos mais favoráveis) e não tendo grandes quedas de produção nos anos mais desfavoráveis (Fornasieri Filho, 2007).

Além dos aspectos relacionados, as cultivares de milho podem ser vistas como portadoras de muitas características morfofisiológicas. Fornasieri Filho (2007) aponta entre outras, a arquitetura de planta, sincronismo de florescimento, empalhamento, decumbência (porcentagem de dobramento de espigas após a maturação fisiológica), tolerância a estresse de seca e temperatura, tolerância às pragas, tolerância ao alumínio tóxico e eficiência no uso de nutriente. Para o autor, essas e outras características devem ser consideradas na escolha da cultivar.

Os sistemas de produção agrícola estão apoiados em uma interação dinâmica que corre entre três fatores: a planta, o ambiente e o manejo a que eles se empregam. Alterações que ocorram ou se promovam em qualquer de seus componentes implicará em modificações no resultado final obtido (Gerage e Shioga, 2005). Um dos mais simples meios de se intervir no sistema, já no início, é a definição da(s) cultivar(es) que se vai utilizar para semeadura.

O milho-verde pode ser proveniente de variedades dentadas, semi-dentadas ou doce sendo distintas do milho comum (Filgueira, 1981). 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 (Vieira, 2007), Pioneer e a brasileira Biomatrix.

Com o crescimento do mercado e das exigências comerciais, as empresas produtoras de sementes passaram a desenvolver cultivares apropriadas ao mercado

de milho-verde, cuja exploração se tornou uma excelente alternativa econômica para o produtor, por conta do bom preço de mercado e da contínua demanda pelo produto *in natura* e pela indústria de conservas alimentícias, além dos valores agregados, como utilização de mão-de-obra familiar (Pereira Filho, 2003). Araújo *et al.* (2000) avaliaram, no sul de Minas Gerais, 200 (duzentos) cultivares de milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil no ano 2000, e verificaram que destes, 13 (treze) foram recomendadas pelas empresas para produção de milho-verde.

As cultivares para produção de milho-verde devem ser geneticamente mais homogêneas e prolíficas; plantas com resistência ao acamamento; com espigas cilíndricas, bem granadas, bom empalhamento, tamanho padronizado (médio a grande) e com sabugo branco; grãos amarelo-creme do tipo dentado, profundos e com alinhamento retilíneo e pericarpo delicado. Os grãos devem apresentar equilíbrio entre os teores de açúcar e de amido; permanência do ponto de colheita das espigas por longo período; as espigas devem tolerar um maior período de comercialização, mantendo o sabor, a textura, além de conservar a coloração verde-palha (Fornasier Filho *et al.*, 1988; Pereira Filho e Cruz, 2002; Pereira Filho, 2003).

O conceito atual de um genótipo moderno prevê a existência de um grande número de folhas acima da espiga, com lâminas eretas e pendentes na região mediana, aumentando a eficiência na utilização da energia radiante. Em geral, as folhas acima da espiga são responsáveis por cerca de 50 a 80% da matéria seca acumulada nos grãos (Fornasier Filho, 2000).

Quanto à base genética das cultivares mais apropriadas para produção de milho-verde, a maioria é formada por híbridos simples e/ou triplos de alta estabilidade produtiva, que proporcionam uma maior uniformidade de produção quando comparados aos híbridos duplos e variedades de polinização aberta, além de possibilitarem uma maior produtividade de espigas (Ishimura *et al.*, 1996). Também as cultivares de milho doce podem ser utilizadas na produção de milho-verde no Brasil. Os milhos doces, de acordo com Lemos *et al.* (2002), são caracterizados por grãos com alto teor de açúcares e pouco amido no endosperma, o que os torna enrugados e translúcidos quando secos.

As sementes de variedades melhoradas são de menor custo, e com os devidos cuidados na manipulação podem ser utilizadas por alguns anos, sem diminuição substancial da produtividade. São ainda de grande utilidade em regiões onde, devido às condições econômico-sociais e de baixa tecnologia, a utilização do milho híbrido torna-se inviável. Os híbridos só têm alto vigor e produtividade na primeira geração (F1), sendo necessária a aquisição de sementes híbridas todos os anos (Fornasieri Filho, 2007).

Na avaliação das características agronômicas de cultivares para milho-verde, as mais utilizadas são: número e peso de espigas comerciais empalhadas; peso de espigas comerciais despalhadas; comprimento de espigas comerciais; percentagem de espigas comerciais; diâmetro de espigas comerciais; comprimento de espigas comerciais; tempo de comercialização; florescimento masculino e altura de plantas. Paiva Junior *et al.* (2001), consideram que deva ser dada maior ênfase ao peso de espigas comerciais, pois essas são as espigas que realmente são comercializadas. Os autores entendem por espigas comerciais despalhadas, aquelas maiores de 15 cm de comprimento e diâmetro superior a 3 cm. As espigas empalhadas deverão ter comprimento superior a 25 cm e diâmetro superior a 18 cm, bem granadas e sem evidências de ataques de pragas e doenças.

Avaliando a viabilidade técnica de treze cultivares para a produção de milho-verde no município de Lavras-MG, Paiva Junior *et al.* (2001) concluíram que, de uma maneira geral, as cultivares AGX 1791, AG 4051 e DINA 170 foram as mais promissoras para a produção de espigas verdes. Barbieri *et al.* (2005) avaliaram o comportamento de dois híbridos doces em Uberlândia-MG e observaram que o híbrido simples MD 2001 apresentou produtividade de espigas empalhadas (20,81 t ha⁻¹) superior ao híbrido triplo MD 2002 (17,55 t ha⁻¹). Verificaram também, que o aumento da população de plantas proporcionou valores crescentes para altura de plantas.

Paiva Junior *et al.* (1998) avaliaram treze híbridos em trabalho conduzido na região de Lavras-MG. Na densidade de 55 mil plantas ha⁻¹, foram observadas produtividades médias de espigas comerciais empalhadas de 9.480 kg ha⁻¹ para o híbrido AG 4051 e 8.540 kg ha⁻¹ para o AG 1051. Os híbridos DINA 170 e AG 4051

apresentaram maior percentagens de espigas comerciais, com valores de 94% e 93%, respectivamente. Com relação ao comprimento de espigas comerciais empalhadas, os híbridos AG 4051 e AG 1051 obtiveram 4,25 (o maior desempenho entre todos os híbridos avaliados) e 3,91 cm, respectivamente. Esses cultivares obtiveram comprimento de espigas comerciais empalhadas correspondente a 19,85 e 20,50 cm, respectivamente.

Através de ensaio conduzido no município de Campestre de Goiás, Carvalho *et al.* (2007) avaliaram o crescimento e a produtividade do híbrido AG 1051, para produção de milho-verde cultivado em sucessão a diferentes coberturas verdes. Observaram que as maiores produtividades de espigas comerciais empalhadas foram de 11.534 e 10.316 kg ha⁻¹, obtidas em sucessão a guandu e crotalária, respectivamente.

Santos *et al.* (2007), avaliaram quatro cultivares para produção orgânica de milho-verde e grãos em Viçosa – MG, e obtiveram resultados que apontam que na média de todos os tratamentos, o híbrido AG 4051 apresentou a maior produtividade de espigas verdes, obtendo 10.211,31 kg ha⁻¹ de espigas despalhadas.

Avaliando o desempenho de 32 híbridos experimentais e 4 híbridos comerciais para produção de milho-verde, em Lavras -- MG, submetidas à densidade de 50 mil plantas ha⁻¹, Albuquerque *et al.*(2008), concluíram que, dentre os híbridos comerciais, os híbridos AG 4051 e AG 1051 e 2C577 apresentaram maiores produtividade de espigas comerciais empalhadas, correspondentes a 13.374, e 12.799 e 13.231 kg ha⁻¹, respectivamente, valores superiores aos obtidos por 30 dos 32 híbridos experimentais. A porcentagem de espigas comerciais e a altura de plantas nos híbridos AG 4051 e AG 1051 foram, respectivamente, de 89 e 91 %; e 2,65 e 2,45 m.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do Colégio Agrícola de Teresina, da Universidade Federal do Piauí, localizada em Teresina -- PI, com 5° 5' de latitude S e 42° 48' W de longitude, a uma altitude de 78 m. A região apresenta clima tropical com chuvas de verão e outono, com precipitação média anual de 1.377 mm, sendo mais elevada nos meses de março e abril. Apresenta evapotranspiração potencial média anual de 2.973 mm, umidade relativa do ar média anual de 69,9%, insolação total anual de 2.625 horas, temperatura média anual de 28°C, com amplitude térmica de 11,5 °C, fotoperíodo médio anual de 12 h 19/dia, com mínimo de 11 h e 46 minutos dia e máximo de 12 h e 29 minutos dia (Medeiros, 2006).

Utilizou-se o delineamento experimental em parcelas subdivididas com seis tratamentos principais (cultivares), quatro tratamentos secundários (Populações de plantas) e quatro repetições dispostas em blocos casualizados. Cada sub-parcela foi constituída por seis fileiras, com cinco metros de comprimento, espaçadas 0,6 m, considerando-se como área útil as quatro centrais

As cultivares de milho avaliadas foram um híbrido simples (SWB 551, de caráter superdoce), três híbridos triplos (P 3232, AG 4051 e BM 3061), um híbrido duplo (AG 1051) e uma variedade (Cativerde 2), submetidas a quatro populações de plantas (30; 40; 50 e 60 mil plantas ha⁻¹). As principais características das cultivares encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Principais características das cultivares de milho utilizadas no experimento. Teresina – PI, 2007.

Cultivar	Empresa	Tipo	Ciclo	Uso	Maturidade
AG 4051	Monsanto	H. triplo	Semi precoce	Grão/verde	Lenta
AG 1051	Monsanto	H. duplo	Semi precoce	Grão/verde	Lenta
BM 3061	Biomatrix	H. triplo	Semi precoce	Grão/verde	Lenta
P 3232	Pioneer	H. triplo	Semi precoce	Grão/verde	Lenta
Cativerde 2	CATI	Variedade	Precoce	Milho-verde	Lenta
SWB 551	Dow AgroSc.	H. Simples	Precoce	Conserva verde	Lenta

O solo da área experimental é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, eutrófico, textura arenosa e relevo suave ondulado, ocupado anteriormente com culturas de milho e de feijão. O sistema de preparo de solo empregado foi o convencional, por meio de aração e de duas gradagens niveladoras. Os resultados das análises químicas e físicas do solo, (profundidade de 0 a 0,20 m), estão descritos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Resultados das análises¹ físicas do solo coletado antes da implantação do experimento. Teresina-Pi, 2007.

Características	Unidades	Valores
Físicas		
Areia	%	72
Silte	%	23
Argila	%	5
Capacidade de campo	%	7
Densidade aparente	g cm ⁻³	1,51

¹ Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solo (LASO) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí.

Tabela 3. Resultados das análises¹ químicas do solo coletado antes da implantação do experimento. Teresina-Pi, 2007.

Características	Unidades	Valores
Químicas		
pH (KCl N)	pH	5,8
P (Resina)	mg dm ⁻³	4.0
K (Mehlich)	mmol _c dm ⁻³	1.0
Ca	mmol _c dm ⁻³	15.0
Mg	mmol _c dm ⁻³	6.0
H+Al	mmol _c dm ⁻³	17.0
SB	mmol _c dm ⁻³	22.0
T	mmol _c dm ⁻³	39.0
V	%	56.0
Matéria orgânica	g dm ⁻³	6.0

¹ Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solo (LASO) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí.

Na calagem, realizada sessenta dias antes da semeadura, foi utilizado calcário com 34% de CaO, 14% de MgO, 90% de PRNT, em quantidade suficiente para elevar a saturação por bases a 70%. A adubação de semeadura, efetuada por meio do formulado 5-30-15, na dose de 400 kg ha⁻¹, foi feita manualmente, no fundo de sulcos com 15 cm de profundidade, juntamente com esterco de curral, este, em quantidade equivalente a 15 t ha⁻¹. A adubação de cobertura foi realizada manualmente, a 20 cm das fileiras das plantas e incorporada a 5 cm de profundidade. No caso do adubo nitrogenado (uréia), foi parcelado em duas doses iguais, de 60 kg ha⁻¹ de N, aplicando-se a primeira dose quando a planta contava com 4 a 5 folhas e a segunda, no estágio de 8 a 10 folhas completamente desenvolvidas. A adubação potássica de cobertura foi realizada de uma única vez, na dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, por meio de cloreto de potássio, juntamente com a uréia, na primeira adubação de cobertura.

A semeadura do milho foi efetuada no dia 12 de março de 2007, manualmente, colocando-se por cova duas sementes, a distâncias correspondentes às densidades estabelecidas. O desbaste foi realizado quando as plantas apresentavam três a quatro folhas totalmente expandidas, deixando-se uma planta por cova.

A irrigação por aspersão, via sistema convencional, com turno de rega diário, foi realizada utilizando uma lâmina d'água crescente com o desenvolvimento das plantas, atingindo-se lâminas d'água da ordem de 8 mm diários nos estádios V18 a R3.

As colheitas foram realizadas manualmente, no período compreendido entre 17 de maio a 25 de maio de 2007, à medida que as espigas foram atingindo o ponto de milho-verde, ou seja, quando os grãos se apresentavam com cerca de 70 a 80% de umidade, entre os estádios leitoso (R3) e pastoso (R4).

No decorrer do período experimental foram avaliadas as seguintes características:

1. Características fenológicas

a) Duração do período da emergência ao florescimento masculino:

Determinada em dias após a emergência (DAE) e em graus-dia (GD), em que 50% das plantas da área útil da parcela apresentavam pendões emergidos com exposição das anteras.

b) Duração do período da emergência à colheita de espigas verdes:

Determinada em DAE e GD, em que 50% das plantas da área útil apresentavam espigas com grãos leitoso-pastosos.

Para o cálculo de UD, considerou-se as temperaturas: máxima (TM), mínima (Tm) diária e temperatura-base (Tb). O resultado diário foi obtido pela seguinte expressão:

$$GD = \frac{TM + Tm}{2} - Tb$$

Considerou-se 8°C como temperatura-base e temperatura mínima, por ser adotada por diversas empresas produtoras de sementes de milho no Brasil e consideradas adequadas em diversos trabalhos já realizados (Brunini *et al.*, 1995; Barbano *et al.*, 2000) e 35°C (Guissem *et al.*, 2000) como temperatura máxima. .

2. Características relacionadas ao desenvolvimento da planta

- a) **Altura de plantas:** determinada após a colheita das espigas verdes, em todas as plantas da parcela útil, mediante a utilização de régua graduada em centímetros, pela distância em metros do nível do solo até a inserção da folha-bandeira).
- b) **Altura da inserção da primeira espiga:** determinada após a colheita das espigas verdes, em todas as plantas da parcela útil, pela distância em metros do nível do solo até a inserção da primeira espiga).

3. Características relacionadas ao desempenho produtivo.

- a) **Comprimento das espigas comerciais, empalhadas e despalhadas:** determinado em 10 (dez) espigas comerciais tomadas ao acaso na parcela, mediante a utilização de régua graduada em milímetros.
- b) **Diâmetro de espigas comerciais, empalhadas e despalhadas:** determinado na porção média de 10 (dez) espigas comerciais, tomadas ao acaso na parcela, mediante utilização de um paquímetro.
- c) **Profundidade de grãos:** determinada em quatro grãos, em lados opostos e cruzados no meio de cada uma das 10 (dez) espigas verdes comerciais tomadas ao acaso na parcela, mediante utilização de régua graduada em milímetros.

- d) Número de fileiras de grãos de espigas comerciais:** determinado em 10 (dez) espigas verdes comerciais tomadas ao acaso na parcela.
- e) Produtividade de grãos leitosos de espigas comerciais:** Determinada através do peso dos grãos de 10 (dez) espigas comerciais despalhadas, tomadas ao acaso na parcela, cortados rente ao sabugo.
- f) Rendimento industrial de grãos leitosos:** Obtido da divisão do peso de grãos pelo peso de espigas comerciais despalhadas, em porcentagem.
- g) Peso de espigas comerciais empalhadas:** Determinado através de todas as espigas comerciais empalhadas da parcela (kg por espiga e em kg ha^{-1}).
- h) Peso de espigas comerciais despalhadas:** Determinado através de todas as espigas comerciais despalhadas da parcela (Kg por espiga e em kg ha^{-1}).
- i) Número de espigas comerciais empalhadas:** Determinado através de todas as espigas comerciais empalhadas da parcela (número por espiga e número ha^{-1}).
- j) Número de espigas comerciais despalhadas:** Determinado através de todas as espigas comerciais despalhadas (número por espiga e número ha^{-1}).
- k) Porcentagem de espigas comerciais empalhadas:** razão entre o número de espigas comerciais empalhadas e o número total de espigas empalhadas (Figura 4).
- l) Porcentagem de espigas comerciais despalhadas:** razão entre o número de espigas comerciais despalhadas e o número total de espigas despalhadas.

Foram consideradas espigas comerciais empalhadas aquelas com tamanho superior a 25 cm, conforme Silva *et al.* (2003), com diâmetro superior a 5 cm, e despalhadas aquelas com tamanho superior a 15 cm, conforme Paiva Junior *et al.* (2001) e com diâmetro superior a 3,5 cm, bem granadas e isentas de pragas e doenças, adequadas à comercialização.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F de acordo com o delineamento experimental adotado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para estudar o efeito da população de plantas sobre as características avaliadas, utilizou-se a análise de regressão polinomial até 3^o grau.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características relacionada à fenologia da planta

4.1.1 Duração do período compreendido entre a emergência e o florescimento masculino

Quanto à duração do período compreendido entre a emergência e o florescimento masculino, com base em dias após emergência (DAE) e no acúmulo térmico (GD), ocorreram diferenças significativas entre cultivares e entre populações de plantas (Tabela 4). Para esse período, verifica-se que a cultivar P 3232 foi a mais tardia (46,2 DAE e 1075 GD), com BM3061 constituindo-se na mais precoce (42,1 DAE e 980 GD).

A duração do período entre V_E e V_T , e a GD cresceram proporcionalmente com o incremento da população de plantas (Figura 5). Resultados discordantes foram obtidos por Palhares (2003). No experimento do autor, a soma térmica necessária para o início do florescimento para cada cultivar, sob diferentes arranjos, foi praticamente a mesma.

De acordo com Otegui (1997), a população de plantas afeta o desenvolvimento da planta, retardando-o em altas populações. Duncan (1975), no entanto, considera que plantas em diferentes populações atingem a fase do pendoamento praticamente ao mesmo tempo, uma vez que a taxa de desenvolvimento do milho é função da temperatura ao invés da taxa fotossintética.

Tabela 4. Valores do período de duração, em dias após a emergência (DAE) e em graus-dia (GD), para florescimento masculino (VT) obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina –PI, 2007.

Fontes de Variação	VT	
	DAE	GD
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	43,1	1.002
40.000	43,6	1.014
50.000	44,2	1.028
60.000	44,5	1.034
Teste F	81,95 **	85,59 **
DMS (Tukey) a 5%	0,25	5,8
Cultivar – C		
AG 4051	43,7 b	1.015 b
AG 1051	43,4 b	1.010 b
BM 3061	42,1 c	980 c
P 3232	46,3 a	1.075 a
Cativerde 2	43,7 b	1.017 b
SWB 551	43,9 b	1.021 b
Teste F	31,17 **	28,42 **
DMS (Tukey) a 5%	1,10	26,57
Teste F (P x C)	1,38^{ns}	1,55^{ns}
CV (%) Cultivar	2,19	2,27
CV (%) Densidade	0,76	0,75

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

Trabalhando com híbridos de milho, para o período entre a emergência e o florescimento masculino, Brunini *et al.*(1995), em São Paulo, obtiveram resultados que variaram de 49 a 59 DAE e Oliveira (1997), no Mato Grosso do Sul, com milho “safrinha” e variedades precoces registrou resultados entre 48 e 56 para DAE e entre 672 e 798 para GD. Vieira (2007), no Paraná, obteve para ciclo de cultivares de milho-verde, de V_E a V_T , 68 a 71 dias, sendo a mais tardia a SWB 551. Silva e Silva (1991), no Rio Grande do Norte, observaram que em cultivares mais precoces os pendões emergiram entre 45 e 47 dias após a emergência das plantas. No presente experimento, os valores de DAE obtidos foram inferiores aos desses autores, provavelmente por influência da temperatura de Teresina, que, durante o

experimento, teve amplitude de 21,1 a 33,7° C. Além do mais, no GD utilizados, os parâmetros de temperatura-base e de temperatura máxima não foram os mesmos.

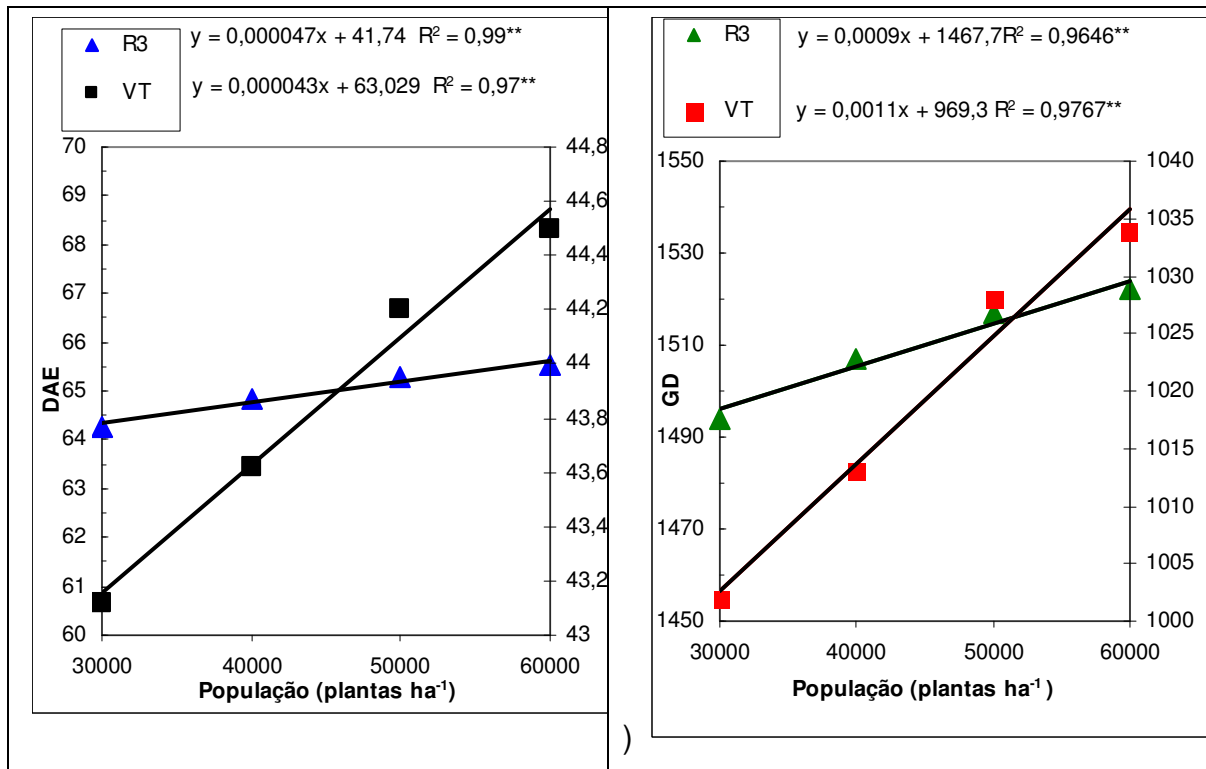


Figura 1. Duração do período da emergência ao florescimento masculino (VT) e da emergência à colheita de espigas verdes (R₃), em DAE e GD, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.1.2. Duração do período compreendido entre a emergência e a colheita de espigas verdes

Quanto à duração do período compreendido entre a emergência e a colheita de espigas observou-se diferenças entre as cultivares, tanto para DAE como para GD (Tabela 5). Com relação às cultivares, a P 3232 destacou-se em relação às demais, alcançando os maiores valores de DAE (68,3) e GD (1586). Os menores valores em DAE (62,1) e GD (1441) foram obtidos pela BM 3061. Vieira (2007) obteve resultados que apontam que entre os estádios V_E a R₃, o ciclo variou entre as cultivares de 89 a 95 dias, sendo a mais tardia a SWB 551.

A duração do período de emergência à colheita de espigas verdes, em DAE e o acúmulo térmico em GD, independentemente das cultivares, cresceu da menor para a maior população de plantas (Figura 1). Também Silva e Parterniani (1986), observaram que em elevadas populações ocorre a ampliação do intervalo entre a liberação do pólen e a emergência dos estilo-estigmas. Vieira (2007), no entanto, obteve resultados onde apenas a cultivar SWB 551 sofreu influência da população de plantas, apresentando atraso de quatro dias entre a menor e a maior densidade de plantas avaliadas. Os resultados obtidos neste trabalho contrastam com os obtidos por Peixoto (1996), no Rio Grande do Sul.

Tabela 5. Valores do período de duração, em dias após a emergência (DAE) e em graus-dia (GD), para colheita de espigas verdes comerciais (R₃), obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fontes de Variação	R ₃	
	DAE	GD
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	64,2	1.494
40.000	64,8	1.508
50.000	65,3	1.517
60.000	65,5	1.523
Teste Floresta ciliar com carnaúba	36,33 **	25,35 **
DMS (Tukey) a 5%	0,35	9,23
Cultivar – C		
AG 4051	64,8 c	1.507
AG 1051	63,8 d	1.484
BM 3061	62,1 e	1.441
P 3232	68,3 a	1.586
Cativerde 2	65,2 bc	1.519
SWB 551	65,6 b	1.524
Teste F	139,92 **	88,07 **
DMS (Tukey) a 5%	0,80	23,47
Teste F (P x C)	1,50^{ns}	1,17^{ns}
CV (%) Cultivar	1,08	1,35
CV (%) Densidade	0,71	0,80

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

4.2. Características relacionadas ao desenvolvimento da planta

4.2.1 Altura da planta

A altura de plantas foi influenciada pelas cultivares, pelas populações de plantas e pela interação entre os dois fatores (Tabela 6). As cultivares Cativerde 2, P 3232, BM 3061 e AG 1051 apresentaram as maiores alturas de plantas. Com o desdobramento da interação, observou-se que as cultivares AG 1051, BM 3061, P 3232, Cativerde 2 e SWB 551 apresentaram incrementos positivos e lineares nesse componente com o acréscimo da densidade populacional, ao passo que a cultivar AG 4051 apresentou incrementos significativos de menor intensidade que as observadas nas demais cultivares (Figura 2).

Tabela 6. Valores médios de altura de planta e altura da inserção da primeira espiga, de cultivares de milho submetidas a diferentes populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fontes de Variação	Altura de planta (cm)	Altura da inserção da 1ª espiga (cm)
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	202	103
40.000	208	108
50.000	217	113
60.000	225	119
Teste F	152,10 **	106,44 **
DMS (Tukey) a 5%	3,09	2,50
Cultivar – C		
AG 4051	215 ab	110 b
AG 1051	209 b	111 ab
BM 3061	217 a	118 a
P 3232	218 a	117 ab
Cativerde 2	222 a	109 b
SWB 551	196 c	101 c
Teste F	39,03 **	12,55 **
DMS (Tukey) a 5%	6,83	8,21
Teste F (P x C)	2,21 *	2,33 *
CV (%) Cultivar	2,78	6,41
CV (%) Densidade	1,89	2,94

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

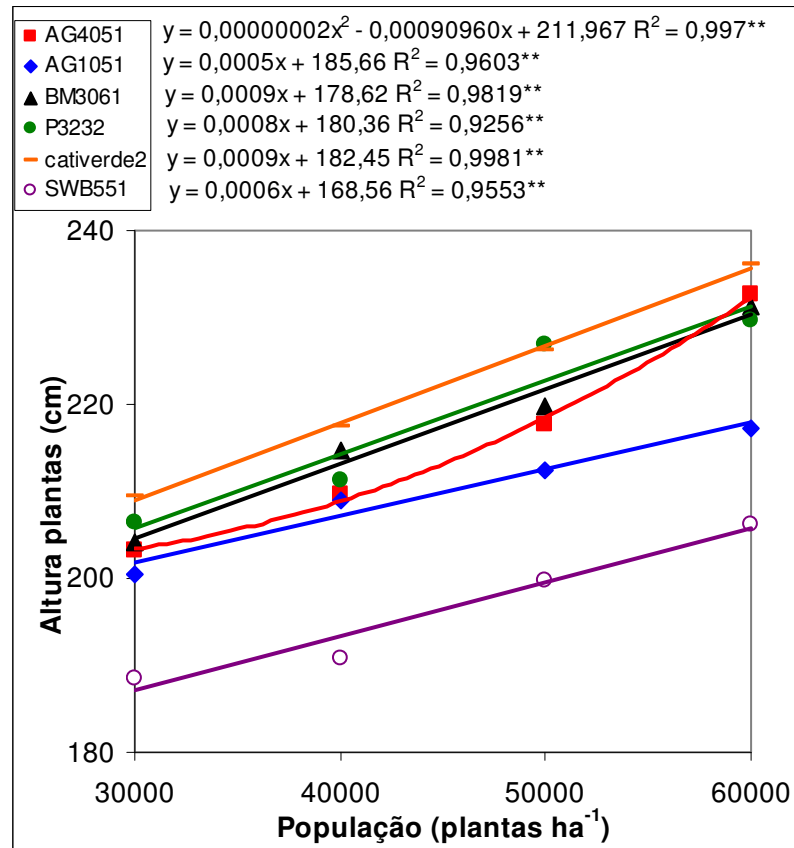


Figura 2. Altura de plantas, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - Pi, 2007.

Os valores crescentes para altura de plantas, com o aumento da população, também foram observados por Paiva Junior *et al.* (1998); Palhares (2003); Barbieri *et al.* (2005) e Alvarez *et al.* (2006), contrastando com os resultados obtidos por Silva *et al.* (2003), Silva *et al.* (2007) e Vieira (2007).

Provavelmente, sob altas densidades populacionais, ocorre interferência na qualidade da luz que atinge o interior do dossel, incrementando a quantidade de vermelho distante (VD) e diminuindo a quantidade do vermelho (V). O aumento da relação VD/V poderá alterar a arquitetura de planta, estimulando a dominância apical, com a alongação de entre-nós (Ballaré *et al.*, 2000; Sangoi, 2001). Baixas densidades de plantas, por sua vez, permitem maior infiltração de luz no dossel, mesmo com alto índice de área foliar e, de acordo com Sangoi *et al.* (2002),

proporcionando condições endógenas favoráveis para um desenvolvimento alométrico mais equilibrado entre as inflorescências masculina e feminina, minimizando a dominância apical.

4.2.2 Altura de inserção da primeira espiga

Com relação à altura de inserção da primeira espiga, constatou-se, que houve influência das cultivares, das populações de plantas e da interação entre ambas. A cultivar BM 3061 foi a que apresentou espigas inseridas à maior altura, embora sem diferir da P 3232 e AG 1051 (Tabela 6).

A altura de inserção da primeira espiga aumentou com o aumento da densidade em todas as cultivares avaliadas (Figura 3). Silva *et al.* (2003) não observaram influência da densidade populacional sobre este componente, entretanto, a influência positiva do incremento populacional na altura de inserção da primeira espiga foi também observada por Alvarez *et al.* (2006) e por Vieira (2007).

A maior altura de inserção da primeira espiga aparentemente deve-se ao estímulo da dominância apical, com a alongação de entre-nós, por interferência da quantidade e qualidade de radiações fotossinteticamente ativas, em ambientes com maior população de plantas, conforme Ballaré *et al.*, (2000) e Sangoi (2000).

Quanto a essa característica, todas as cultivares apresentaram ponto de inserção adequado para um bom equilíbrio da planta, não se observando quebra dos colmos, principalmente nas densidades mais altas, nas quais o diâmetro do colmo é menor.

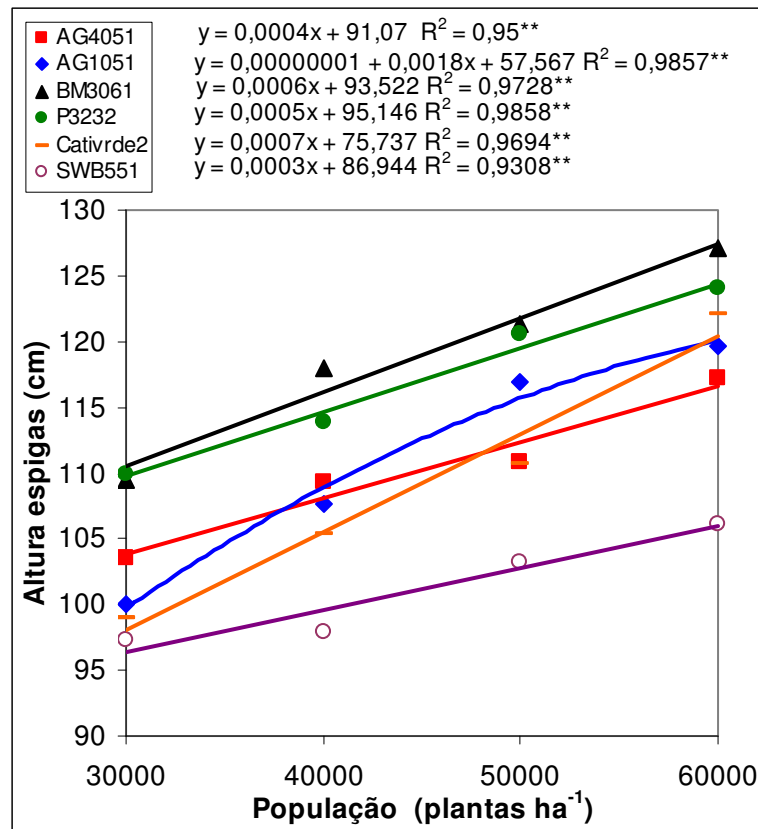


Figura 3. Altura da inserção da primeira espiga, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -PI, 2007.

4.3 Características relacionadas ao desempenho produtivo

4.3.1 Comprimento de espigas comerciais empalhadas

O comprimento da espiga empalhada, no momento da comercialização, é uma das mais importantes características indicativas da qualidade comercial da espiga (Vieira, 2007).

Por meio da análise de variância observa-se a influência das cultivares e das populações de plantas no comprimento de espigas comerciais empalhadas e da interação C x D. As cultivares AG 4051, AG 1051 e P 3232 apresentaram comprimentos de espigas comerciais empalhadas superiores aos da variedade Cativerde 2 e do híbrido simples SWB 551 (Tabela 7), com todas elas apresentando

redução no tamanho de espiga com o incremento nas densidades de plantas, com redução menos acentuada na AG 1051. Também Barbieri *et al.* (2005) e Vieira (2007) observaram comportamento similar.

A redução no comprimento de espigas com a elevação da população de plantas pode ser atribuída ao aumento da competição por luz, nutrientes e água, e a conseqüente redução de fotoassimilados. Sob baixas densidades populacionais, a produção individual é máxima, por cada planta receber maior quantidade de radiação incidente (Argenta *et al.*, 2001; Fornasieri Filho, 2007). Em populações acima da ótima, ocorre forte supressão do desenvolvimento da espiga de milho (Andrade, 1995).

Tabela 7. Valores de comprimento de espigas comerciais, empalhadas e despalhadas, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fonte de Variação	Comprimento de espigas comerciais (cm)	
	Empalhadas	Despalhadas
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	28,31	17,9
40.000	27,48	17,1
50.000	26,79	16,7
60.000	26,07	16,2
Teste F	41,53 **	66,24**
DMS (Tukey) a 5%	0,55	0,33
Cultivar – C		
AG 4051	27,96 a	17,2 ab
AG 1051	27,44 a	17,7 a
BM 3061	27,31 ab	17,2 ab
P 3232	27,83 a	17,6 a
Cativerde 2	26,29 b	16,5 bc
SWB 551	26,19 b	15,8 c
Teste F	6,68 **	13,81**
DMS (Tukey) a 5%	1,33	0,88
Teste F (P x C)	3,45 **	0,82^{ns}
CV (%) Cultivar	4,26	4,50
CV (%) Densidade	2,66	2,55

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

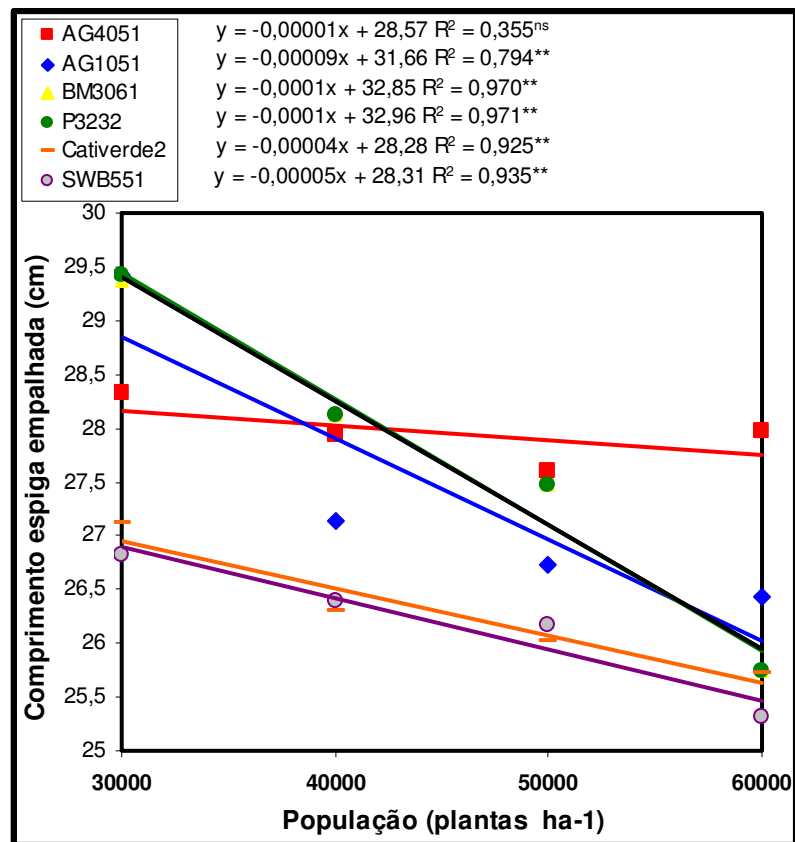


Figura 4. Comprimento de espigas comerciais empalhadas, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.

Através da análise de regressão polinomial, constatou-se a ausência de significância para a cultivar AG 4051, ao passo que, as cultivares AG 1051, BM 3061, P 3232, Cativerde 2 e SWB 551 apresentaram incremento no comprimento de espiga comercial empalhada com a redução da população de plantas (Figura 4). Em maiores densidades, há tendência de menor comprimento de espigas, pois cada planta recebe menores quantidades de nutrientes, água e luz.

4.3.2 Comprimento de espigas comerciais despalhadas

O comprimento de espiga despalhada, embora não seja fator decisivo na comercialização, demonstra o desenvolvimento da espiga e a capacidade de

fornecimento de fotoassimilados para o desenvolvimento da espiga e para o enchimento de grãos (Vieira, 2007).

O comprimento de espigas comerciais despalhadas foi influenciado pelas cultivares e pelas populações de plantas (Tabela 7). As cultivares AG 4051, AG 1051, P 3232 e BM 3061 apresentaram espigas comerciais com comprimento similar. A SWB 551 apresentou espigas com comprimento inferior aos demais híbridos, entretanto trata-se de cultivar de milho superdoce, de acordo com Lemos *et al.* (2002), com textura superior, com alto teor de açúcares e pouco amido no endosperma. Independentemente das cultivares e das populações de plantas, as espigas produzidas estão enquadradas dentro da faixa de comercialização, por as plantas apresentarem comprimento médio superior a 15 cm. Paiva Junior *et al.* (1998), Pereira Filho *et al.* (1998), Palhares (2003), Dourado Neto *et al.* (2003), Barbieri *et al.* (2005), Silva *et al.* (2007) e Vieira (2007), também verificaram que o aumento da população de plantas promoveu a redução do comprimento de espigas.

Por meio da análise de regressão polinomial, (Figura 5), observou-se que a cultivar AG 1051 comportou-se de acordo com uma equação quadrática. Com a redução da população de plantas, as cultivares AG 4051, BM 3061, P 3232, Cativeiro 2 e SWB 551, apresentaram incremento no comprimento e espiga comercial despalhada.

Em maiores populações de plantas, o metabolismo da planta e em consequência, a produção de substâncias e tecidos vegetais decrescem. Isso ocorre, de acordo com Taiz e Zeiger (2002), 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, o que contribui para a redução no tamanho das espigas.

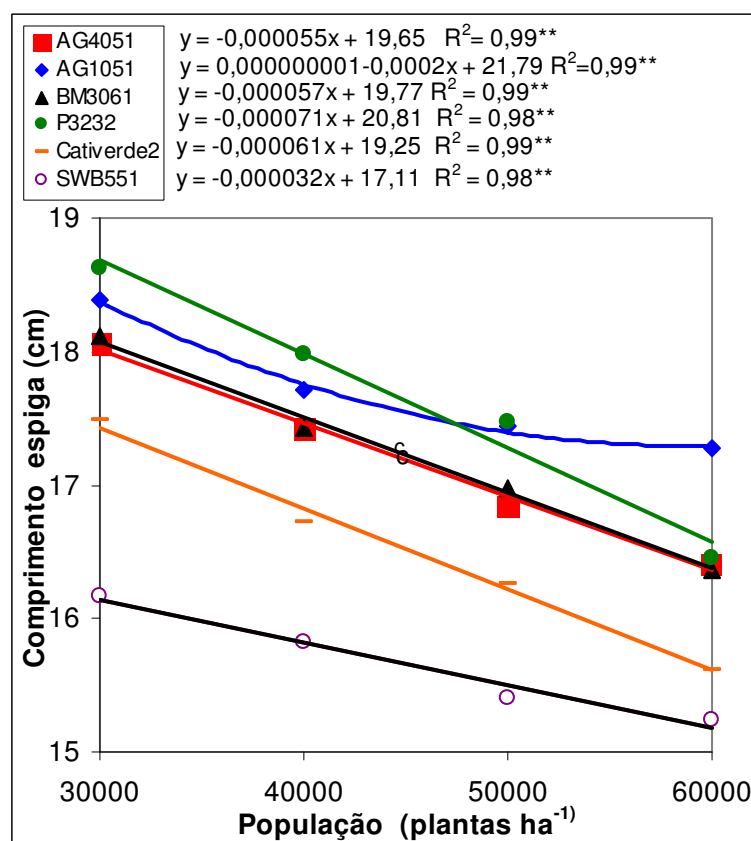


Figura 5. Comprimento de espigas comerciais despalhadas, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.3 Diâmetro de espigas comerciais empalhadas

Conforme os resultados apresentados na Tabela 8, os fatores cultivares e populações de plantas, bem como a interação entre ambos, influenciou significativamente no diâmetro de espigas comerciais empalhadas. Com o incremento da população de plantas ocorreu uma diminuição no diâmetro da espiga, confirmando os resultados obtidos por Pereira Filho *et al.* (1998), Barbieri *et al.* (2005) e Vieira (2007).

As cultivares AG 1051, AG 4051, P 3232 e BM 3061 apresentaram os maiores diâmetros de espigas comerciais empalhadas. Com o desdobramento da interação, constatou-se que o aumento da população de plantas em todas as cultivares ocasionou redução no diâmetro. As cultivares AG 1051, AG 4051 e P 3232 apresentaram reduções do diâmetro de espigas, com o aumento da densidade de

plantas, menos acentuadas que as demais, com Cativerde 2 e SWB 551 as mais prejudicadas com o incremento na densidade de plantas, similarmemente ao verificado com o comprimento das espigas. Isso demonstra que estas cultivares são mais prejudicadas pelo incremento populacional e AG 1051 a mais tolerante.

Tabela 8. Valores de diâmetro de espigas verdes comerciais, empalhadas e despalhadas, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fonte de Variação	Diâmetro de Espigas Comerciais (cm)	
	Empalhadas	Despilhadas
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	6,90	4,58
40.000	6,70	4,52
50.000	6,45	4,40
	6,28	4,27
Teste F	86,49 **	100,78**
DMS (Tukey) a 5%	0,50	0,50
Cultivar – C		
AG 4051	6,61 b	4,66 a
AG 1051	6,64 b	4,67 a
BM 3061	6,95 a	4,53 a
P 3232	6,81 ab	4,54 a
Cativerde 2	6,16 c	4,06 b
SWB 551	6,34 c	4,18 b
Teste F	27,63 **	46,01**
DMS (Tukey) a 5%	0,10	0,17
Teste F (P x C)	5,39 *	11,93**
CV (%) Cultivar	3,39	3,42
CV (%) Densidade	2,17	1,47

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxD.

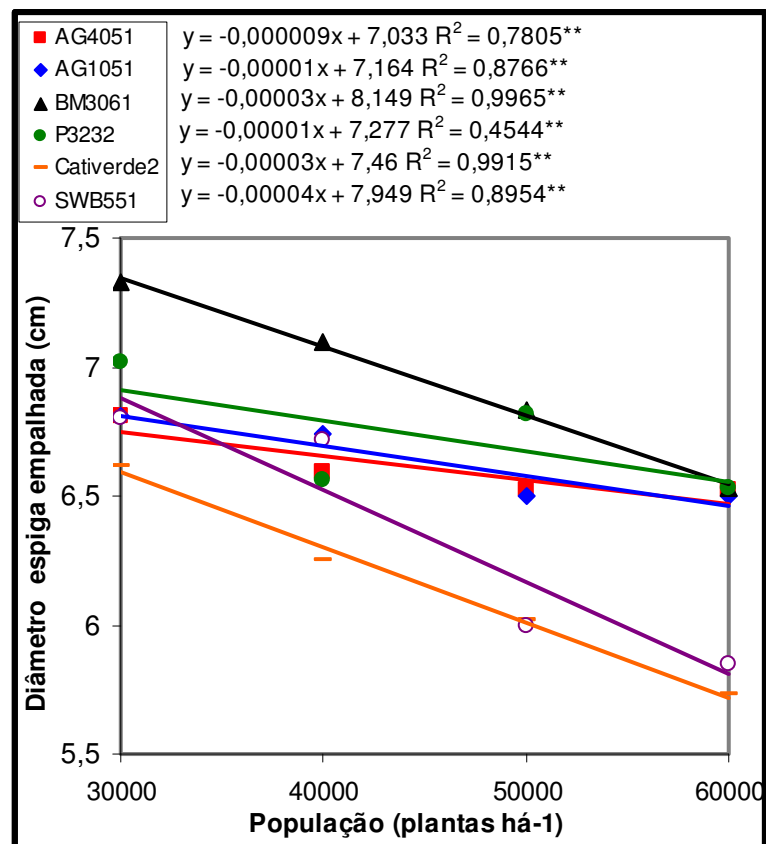


Figura 6. Diâmetro de espigas comerciais empalhadas, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.4 Diâmetro de espigas comerciais despalhadas

O diâmetro de espigas despalhadas foi influenciado pelas cultivares, pelas populações de plantas e pela interação entre ambas (Tabela 8). Os maiores diâmetros de espigas foram obtidos pelas cultivares AG 1051, P 3232, BM 3061 e AG 4051. Os valores decrescentes para essa característica agrônômica, com o aumento da densidade, também foram constatados por Pereira Filho *et al.*(1998), Barbieri *et al.* (2005) e Vieira (2007).

Com o desdobramento da interação, observou-se que as cultivares AG 4051, BM 3061, P 3232, Cativerde 2 e SWB 551 apresentaram redução linear no diâmetro de espigas comerciais despalhadas com o aumento da população,

enquanto a cultivar AG 1051 apresentou incrementos significativos com a redução da população de plantas, de acordo com uma equação quadrática. (Figura 7). Verificou-se também com relação ao diâmetro de espigas comerciais despalhadas, que a cultivar AG 1051 foi a mais tolerante ao incremento populacional e a Cativerde 2 e a SWB 551 as mais prejudicadas.

Para Sangoi (2001), baixa densidade de plantas reduz a interceptação da radiação solar por área, mas favorece a interceptação da radiação por planta, que aliada a menor competição por água nutrientes, parece favorecer o metabolismo celular de cada planta, com conseqüências positivas para a síntese de fotoassimilados em células de diversos tecidos que formam a espiga, incrementando o seu diâmetro.

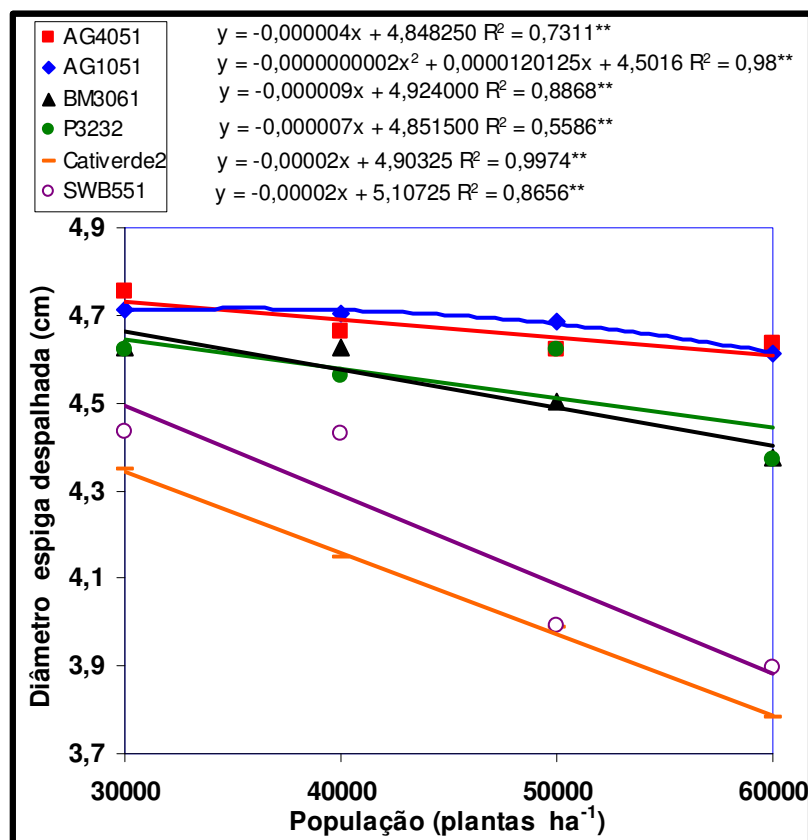


Figura 7. Diâmetro de espigas comerciais despalhadas, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.5 Profundidade de grãos de espigas comerciais

A profundidade de grãos é um requisito básico para boa aceitação do milho-verde no mercado consumidor (Fornasieri Filho 1988; Pereira Filho, 2003; Vieira 2007).

No presente trabalho, a profundidade de grãos, de forma geral, não foi influenciada pelo incremento na população de plantas, mas o foi pela cultivar (Tabela 9). A profundidade de grãos foi superior nas cultivares AG 1051, AG 4051 e BM 3061, sendo Cativerde 2 a que produziu grãos com menor profundidade. Os resultados das respostas da população de plantas para profundidade de grãos são discordantes dos obtidos por Palhares (2003); Barbieri *et al* (2005); Vieira (2007).

Tabela 9. Valores de profundidade de grãos e número de fileira de grãos de espigas verdes comerciais, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fonte de Variação	Profundidade de grãos (cm)	Fileira de grãos (nº)
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	1,05	14,14
40.000	1,04	14,62
50.000	1,02	14,68
60.000	1,02	14,61
Teste F	3,34 ^{ns}	1,26 ^{ns}
DMS (Tukey) a 5%	0,313	0,834
Cultivar – C		
AG 4051	1,06 a	14,91 ab
AG 1051	1,07 a	15,56 a
BM 3061	1,04 ab	14,61 ab
P 3232	1,03 b	13,97 b
Cativerde 2	0,97 c	14,23 b
SWB 551	1,03 b	13,80 b
Teste F	24,01 ^{**}	5,46 ^{**}
DMS (Tukey) a 5%	0,337	1,2900
Teste F (P x C)	64^{ns}	1,12^{ns}
CV (%) Cultivar	2,82	7,73
CV (%) Densidade	3,93	7,51

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

Ao se verificar o comportamento das cultivares dentro das cultivares (Figura 8), verifica-se que o incremento populacional influencia negativamente na profundidade dos grãos. Essa influência é de reduzida magnitude para as cultivares AG 4051 e AG 1051, P3232, Cativeverde 2, que não apresentaram significância estatística. A cultivar BM 3061 apresentou redução no tamanho do grão com o aumento da densidade de plantas. Magalhães e Jones (1990), embora considerem ser o componente genético o principal fator envolvido na definição do tamanho do grão, sugerem que a profundidade de grãos pode ser influenciada pelas condições prevalentes no meio.

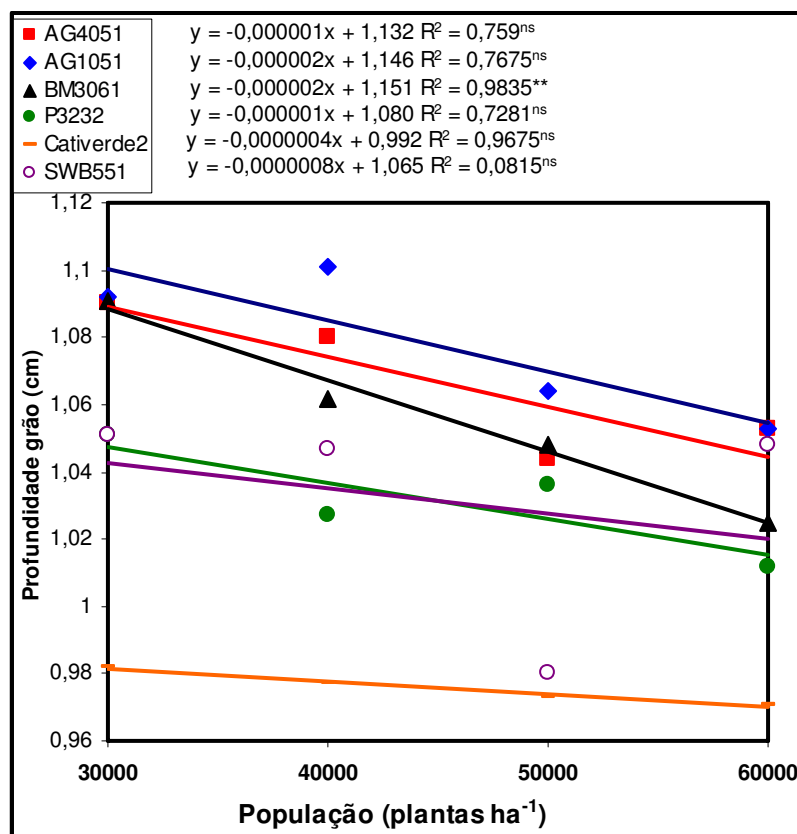


Figura 8. Profundidade de grãos de espigas verdes comerciais, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina – PI, 2007.

Através da análise de regressão polinomial constatou-se que as cultivares AG 4051, AG 1051, P 3232, Cativeverde 2 e SWB 551 não apresentaram respostas

significativas, para profundidade de grãos, com o incremento da população de plantas. Observou-se, entretanto, que o aumento da densidade de plantas promoveu redução da profundidade de grãos na cultivar BM 3061.

4.3.6 Número de fileiras de grãos de espigas comerciais

De acordo com os resultados apresentados na tabela 9, o número de fileiras de grãos foi influenciado pelas cultivares. A população de plantas, no entanto, não demonstrou a mesma influência. Não foi observado também, interação entre os dois componentes agrônômicos. Tetio-kagho e Gardner (1988a) e Otequi (1997) sugerem que o número de fileira é relativamente estável, onde os efeitos promovidos pela genética são mais significativos do que os ocasionados pelo ambiente.

As cultivares AG 4051, AG 1051 e BM 3061 apresentaram o maior número de fileiras de grãos por espiga. Todas as cultivares atingiram médias em torno ou superiores a 14 fileiras de grãos, não sendo essa variável, de acordo com Vieira (2007), limitante na aceitação destas no mercado consumidor.

Com o desdobramento por cultivar, observou-se que os híbridos triplos BM 3061 e P 3232; o híbrido duplo AG 1051; o híbrido simples SWB 551 e a variedade de polinização aberta Cativerde 2 não apresentaram respostas significativas, para número de fileiras de grãos, com o incremento da população de plantas (Figura 9)

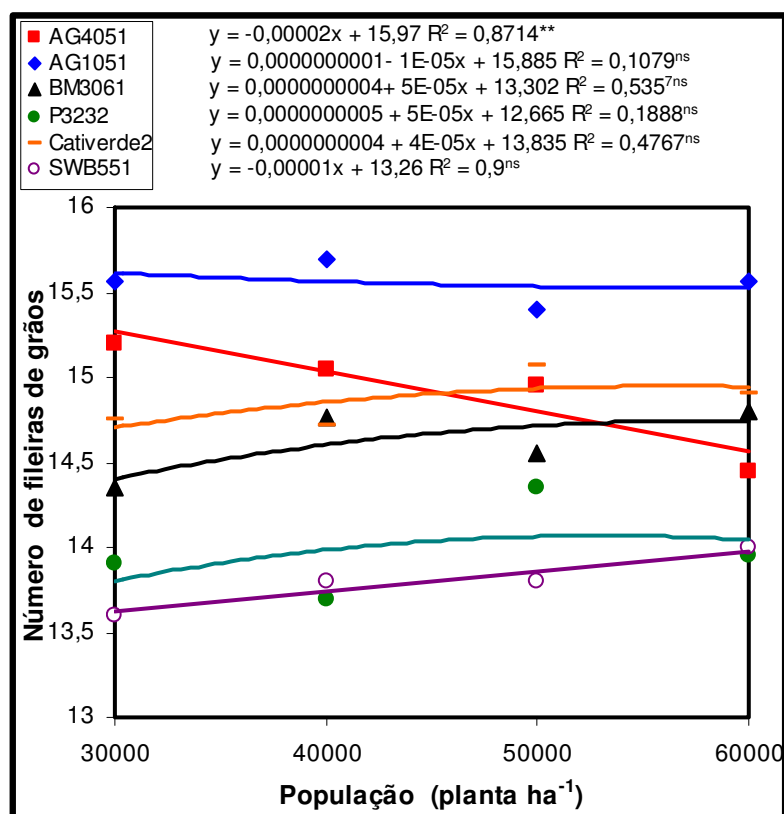


Figura 9. Número de fileiras de grãos de espigas verdes comerciais, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.7 Produtividade de grãos leitosos de espigas comerciais

4.3.7.1 Por hectare

A análise de variância constata que houve influência das cultivares e das populações de plantas na produtividade de grãos leitosos, mas não houve interação entre os dois fatores (Tabela 10). Cox (1996) já havia relatado a influência da população de plantas no peso de grãos de milho. Strieder *et al.* (2007), com plantas de milho com folhas decumbentes, observaram declínio linear na produção de grãos com o aumento da população de plantas. Strieder *et al.* (2007), com plantas de folhas eretas obtiveram aumento na massa de grãos com o incremento da população de plantas.

Tabela 10. Valores de produtividade de grãos leitosos de espigas verdes comerciais, em kg ha⁻¹ e por planta, e rendimento industrial obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fontes de Variação	Produtividade de grãos leitosos		Rendimento industrial
	(kg ha ⁻¹)	(kg/ planta)	
População (plantas ha⁻¹) - P			
30.000	3.110	0,101	57,74
40.000	3.741	0,096	56,32
50.000	4.235	0,084	56,06
60.000	3.567	0,058	55,74
Teste F	61,00 **	48,91 **	5,00 **
DMS (Tukey) a 5%	0,3571	0,0104	1,3100
Cultivar – C			
AG 4051	4.340 ab	0,097 a	57,41 bc
AG 1051	4.656 a	0,107 a	60,20 ab
BM 3061	3.851 c	0,091 a	52,37 d
P 3232	4.040 b	0,088 a	52,01 d
Cativerde 2	2.498 d	0,057 b	56,42 c
SWB 551	2.590 d	0,060 b	61,01 a
Teste F	23,57 **	32,62 **	35,51 **
DMS (Tukey) a 5%	0,4213	0,0180	2,9289
Teste F (P x C)	0,1551^{ns}	0,93^{ns}	0,72^{ns}
CV (%) Cultivar	12,70	19,44	4,50
CV (%) Densidade	12,73	16,93	3,04

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

Os dados obtidos no trabalho, para produtividade de grãos, reforçam a tese defendida por Sangoi (2001), para quem baixa densidade de plantas reduz a interceptação da radiação solar por área, favorecendo a produção de grãos por planta, mas reduzindo a produtividade por área.

As cultivares AG 1051 e AG4051 apresentaram as maiores produtividades de grãos leitosos. A variedade de polinização aberta (Cativerde 2) e o híbrido simples, de caráter superdoce, foram as menos produtivas. Com o desdobramento da interação, (Figura 10), observou-se que todas as cultivares responderam às alterações nas densidades de plantas. As cultivares AG 4051, AG 1051, BM 3061, P 3232, Cativerde 2 e SWB 551 apresentaram máximo peso de grãos leitosos com populações de 48.560, 50.260, 49.358, 46.298, 47.076 e 47.408 plantas ha⁻¹, respectivamente, estando de acordo com Argenta (2001), para quem o rendimento

de grãos de milho aumenta com incremento na densidade de plantas até atingir um nível ótimo, que é determinado pelo genótipo e pelas condições do ambiente e diminui com posteriores aumentos na densidade.

A densidade de plantas é uma das práticas culturais que mais afeta o rendimento de grãos de milho, que é a espécie da família das Poaceas mais sensíveis a sua variação (Almeida et al. 2000). Isso porque, de acordo com Argenta (2001), os híbridos modernos não perfilham e, usualmente, produzem somente uma espiga por planta e portanto, não possuem capacidade de compensar eventuais falhas na emergência como as demais espécies dessa família.

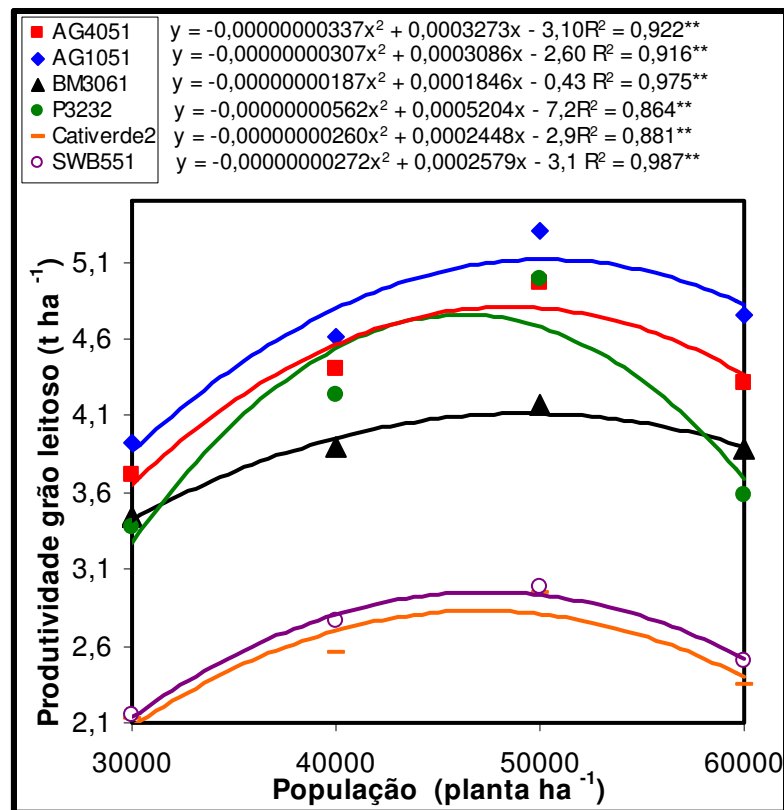


Figura 10. Produtividade de grãos leitosos de espigas verdes comerciais, por hectare, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.7.2 Por planta

As cultivares e as populações de plantas apresentaram diferenças estatísticas para produtividade de grãos leitosos por planta, porém a análise de variância não revelou interação entre os fatores (Tabela 10).

As maiores produtividades de grãos leitosos foram observadas nas cultivares AG4051, AG1051, BM3061 e P3232, iguais estatisticamente e superiores ao SWB551 e Cativeiro 2. Com o detalhamento da progressão polinomial observou-se que com o aumento da população de planta, a cultivar AG 4051 não apresentou significância. As demais cultivares apresentaram redução linear da produtividade de grãos leitosos por planta, com o incremento da densidade de plantas (Figura 11).

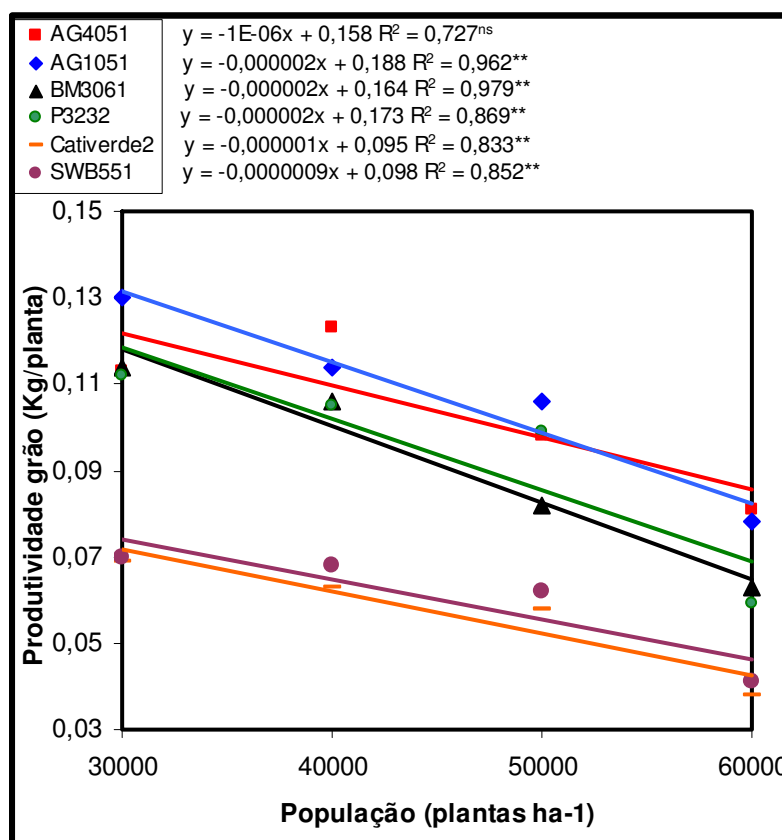


Figura 11. Produtividade de grãos leitosos de espigas verdes comerciais, por planta, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.8 Rendimento industrial de grãos leitosos

O rendimento industrial de grãos leitosos foi influenciado pelas populações de plantas, pelas cultivares, mas não houve interação entre fatores (Tabela 10). O maior rendimento entre todos os cultivares avaliados foi obtido pelo híbrido simples SWB 551, estatisticamente equivalente ao AG 1051. Esse resultado confirma Lemos (2002) e Vieira (2007) que destaca a qualidade do SWB 551, de caráter superdoce, indicado para conserva, com grande rendimento industrial.

Com o desdobramento da análise de regressão polinomial constatou-se que as cultivares AG 4051 e SWB 551 não apresentaram significância, enquanto as cultivares AG 1051, BM 3061, P 3232 e Cativeerde 2 apresentaram incremento linear com a redução da população de plantas (Figura 12).

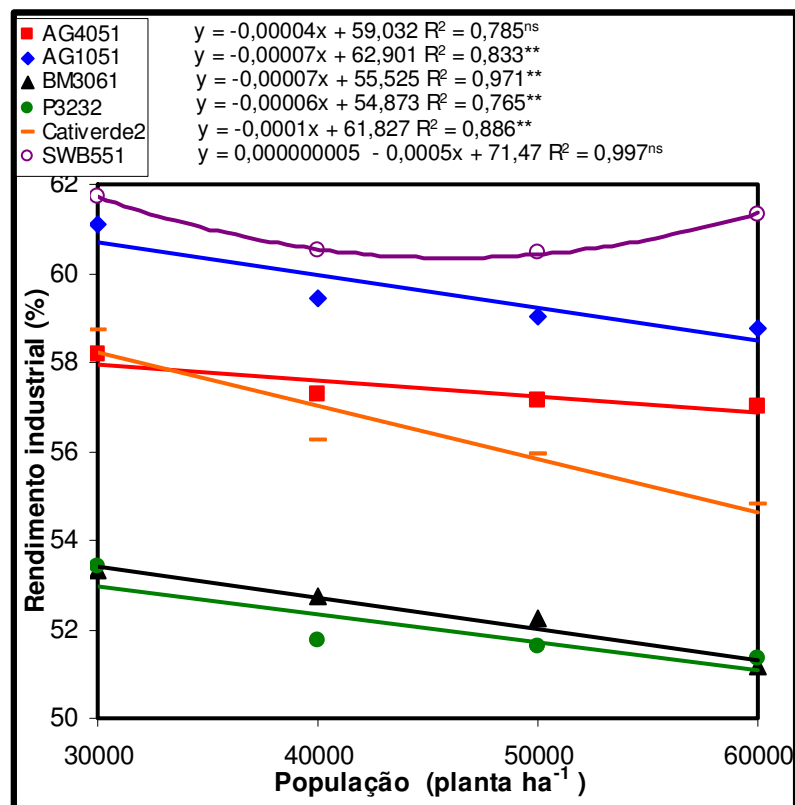


Figura 12. Rendimento industrial de espigas verdes comerciais despalhadas (%), em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.9 Peso de espigas verdes comerciais empalhadas

4.3.9.1 Por hectare

Os valores referentes ao peso de espigas comerciais empalhadas são apresentados na Tabela 11. A análise de variância revelou diferenças significativas para cultivares e para populações de plantas.

Pelo exame da tabela 10, observa-se que as cultivares BM 3061, P 3232 , AG 1051 e AG 4051 comportaram-se semelhantemente em relação à característica em estudo e diferiram significativamente das cultivares Cativerde 2 e SWB 55, as menos produtivas.

Tabela 11. Valores de peso de espigas comerciais empalhadas, por hectare e por planta, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fontes de Variação	Peso de espiga empalhada	
	(T. ha ⁻¹)	(kg/planta)
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	9,90	0,329
40.000	12,13	0,292
50.000	13,61	0,261
60.000	11,58	0,184
Teste F	23,70 **	88,36 **
DMS (Tukey) a 5%	1,181	0,0242
Cultivar – C		
AG 4051	13,61 a	0,313 a
AG 1051	13,98 a	0,324 a
BM 3061	14,10 a	0,319 a
P 3232	14,10 a	0,329 a
Cativerde 2	7,91 b	0,173 b
SWB 551	7,14 b	0,165 b
Teste F	100,23 **	171,42 **
DMS (Tukey) a 5%	1,529	0,0271
Teste F (P x C)	1,11^{ns}	1,57^{ns}
CV (%) Cultivar	11,26	8,77
CV (%) Densidade	13,06	11,77

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

Paiva Junior *et al.* (2001), Santos *et al.* (2007) e Albuquerque *et al.* (2008), em Minas Gerais, obtiveram produtividades de 9.480, 10.211 e 13.374 kg ha⁻¹ de espigas comerciais empalhadas, respectivamente, com a cultivar AG4051. Com a cultivar AG1051, Paiva Junior (2001), Carvalho *et al.* (2007), em Goiás e Albuquerque *et al.* (2008) obtiveram 8.540, 11,53 e 12.799 kg h⁻¹, respectivamente. Os valores obtidos por esses pesquisadores foram inferiores aos alcançados neste experimento. A cultivar AG 4051 foi também uma das mais produtivas, para essa característica, em trabalho realizado por Paiva Junior *et al.* (2001). Vieira (2007), obteve com o SWB 551 produtividade média de espigas empalhadas correspondente a 6.162 kg ha⁻¹, valor também inferior ao obtido neste trabalho, com a cultivar de caráter superdoce.

O rendimento de grãos de uma lavoura de milho eleva-se com o aumento da densidade de semeadura até atingir uma densidade ótima. A partir da densidade ótima, quando o rendimento é máximo, o aumento na densidade resultará em decréscimo progressivo na produtividade da lavoura (Pereira Filho, 2003; Fornasieri Filho, 2007). O desdobramento da interação confirma essa afirmativa. As cultivares AG 4051, AG 1051, P 3232, Cativerde 2 e SWB 551 comportaram-se de acordo com uma equação quadrática. A cultivar BM 3061, no entanto, responde positiva e linearmente ao incremento da densidade populacional (Figura 13).

Andrade (1995) considera que, em populações acima da ótima, o milho apresenta baixa estabilidade de produção devido à forte supressão do desenvolvimento da espiga. A diminuição no número de folhas fotossinteticamente ativas parece também contribuir para a redução da produtividade de espiga, em altas densidades populacionais. Para Duncan (1975), sob altas populações de plantas, as folhas inferiores morrem provavelmente por não interceptarem radiação suficiente para sua manutenção.

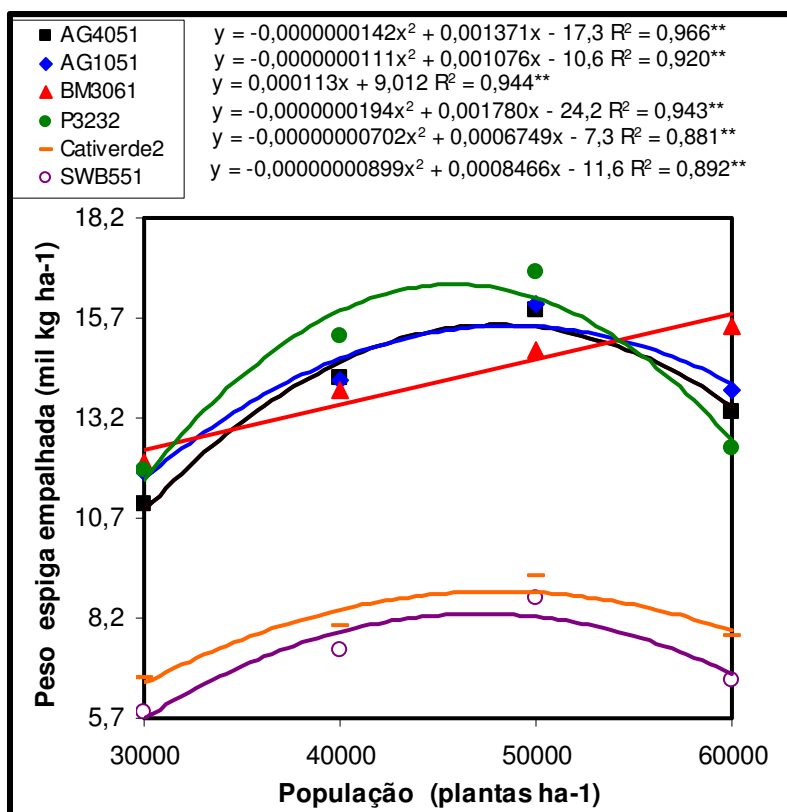


Figura 13. Peso médio de espigas verdes comerciais empalhadas, em kg ha⁻¹ em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.9.2 Por planta

Através da análise de variância verifica-se que o peso médio das espigas comerciais por planta é influenciado pelas cultivares utilizadas e pelas populações de plantas, não ocorrendo interação entre ambos fatores (Tabela 11). As cultivares AG 1051, P3232, AG 4051 e BM 3061 não diferem e apresentam peso de espiga empalhada por planta similares entre si e superiores as das cultivares Cativerde 2 e SWB 551.

Com o desdobramento da interação (Figura 14), verifica-se que as cultivares, com o aumento da população de plantas, apresentaram redução no peso de espigas comerciais empalhadas por planta. Estes resultados estão de acordo com Otegui (1997), que também observou que o incremento na população de

plantas interfere negativamente no desenvolvimento da espiga. Para Duncan (1975), o ocorrido é determinado pelo sombreamento mútuo, levando a menor penetração da radiação, com diminuição na fotodegradação das auxinas produzidas pelo pendão com interferência no desenvolvimento da espiga.

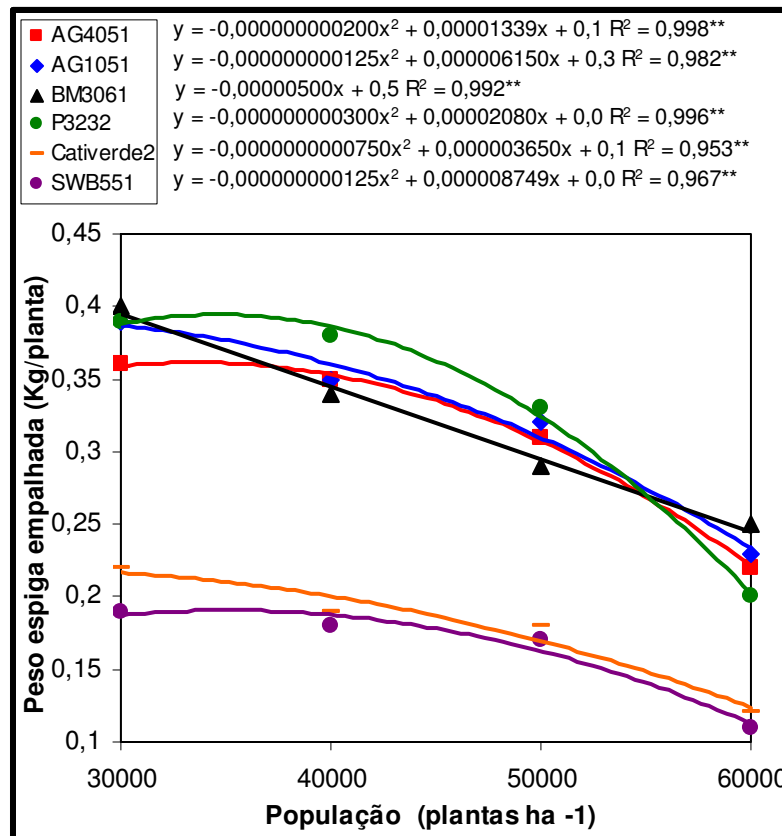


Figura 14. Peso médio de espigas verdes comerciais empalhadas, em kg por planta, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.10 Peso de espigas comerciais despalhadas

4.3.10.1 Por hectare

Na análise de variância para peso de espigas comerciais despalhadas o teste F indicou diferenças significativas entre cultivares e populações de plantas. Os valores do teste para interação, no entanto, não foram significativos (Tabela 12).

As cultivares AG 1051, P3232, AG 4051 e BM3061 são estatisticamente semelhantes para essa característica, e obtiveram os melhores rendimentos quando comparadas às demais avaliadas.

O peso de espigas comerciais despalhadas cresceu com a densidade de plantas até um certo ponto, decrescendo a partir deste e confirmando Cruz e Pereira Filho (2003) e Fornasieri Filho (2007). Por meio da análise de regressão polinomial constatou-se que as cultivares AG 4051, AG 1051, BM 3061, P 3232, Cativerde 2 e SWB 551 comportaram-se de acordo com uma equação quadrática, obtendo valores máximos para esta característica, nas densidades de 49.018, 50.668, 50.670, 46.611, 46.434 e 47.426 plantas ha⁻¹, respectivamente (Figura 15).

Tabela 12. Valores de peso de espigas comerciais despalhadas, por hectare e por planta, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fonte de Variação	Peso de espiga despalhada	
	(kg ha ⁻¹)	(kg/planta)
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	5.369	0,174
40.000	6.358	0,169
50.000	7.603	0,151
60.000	6.375	0,105
Teste F	19,59 **	97,06 **
DMS (Tukey) a 5%	0,775	0,014
Cultivar – C		
AG 4051	7.463 a	0,171 a
AG 1051	7.819 a	0,180 a
BM 3061	7.232 a	0,175 a
P 3232	7.459 a	0,180 a
Cativerde 2	4.342 b	0,100 b
SWB 551	4.266 b	0,098 b
Teste F	31,34 **	75,87 **
DMS (Tukey) a 5%	1,3757	0,0187
Teste F (P x C)	1,33^{ns}	1,30^{ns}
CV (%) Cultivar	18,61	10,75
CV (%) Densidade	15,75	12,04

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

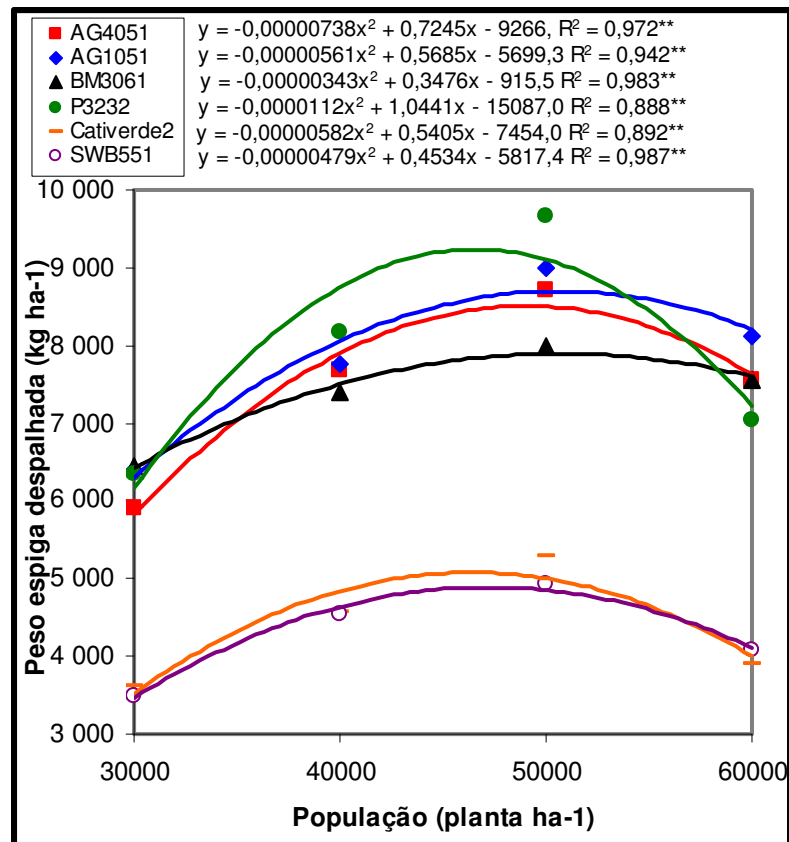


Figura 15. Peso médio de espigas verdes comerciais despalhadas, em kg ha^{-1} em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -- PI, 2007.

4.3.10.2 Por planta

Os resultados de peso de espigas verdes comerciais despalhadas por planta encontram-se na Tabela 12. Verifica-se que essa característica foi influenciada pelas cultivares e pelas populações de plantas. As cultivares AG 1051, P 3232, BM 3061 e AG 4051 apresentaram peso de espigas despalhadas por planta superior à da Cativerde 2 e SWB 551.

Com o incremento da população de plantas ocorreu uma redução do peso de espigas por planta. Com o desdobramento da interação constatou-se em todas as cultivares, que o incremento populacional proporcionou redução no peso de

espigas comerciais por planta com o que pode ser atribuído à maior competição *per capita* por água, luz e nutrientes, decorrente da maior densidade de plantas.

Através da análise de regressão polinomial constatou-se que todas as cultivares comportaram-se de acordo com uma equação linear. O peso de espigas despalhadas por planta diminui com o aumento da população de plantas (Figura 16)

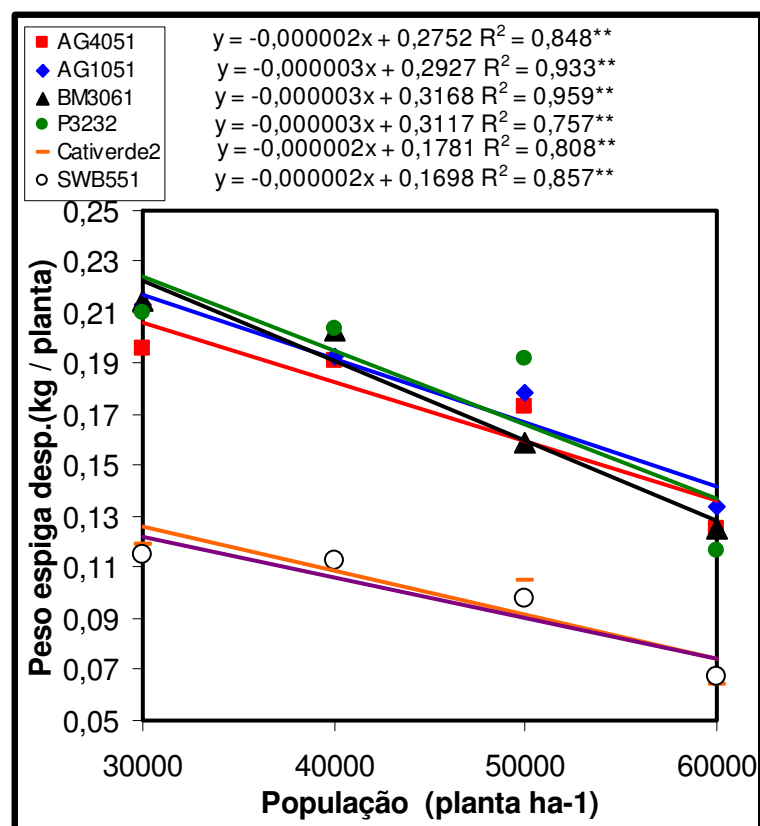


Figura 16. Peso médio de espigas verdes comerciais despalhadas, em kg por planta, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.11 Número de espigas comerciais empalhadas

4.3.11.1 Por hectare

Tanto as cultivares como as populações de plantas influenciaram no número de espigas comerciais empalhadas por hectare, não ocorrendo interação entre ambos os fatores (Tabela 13). O melhor desempenho entre as cultivares foi obtido pela BM 3061, embora equivalente estatisticamente à AG 1051 e P3232. Os menores valores foram obtidos por Cativerde 2 e SWB 551.

Tabela 13. Valores de número de espigas comerciais empalhadas, por hectare e por planta, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina -PI, 2007.

Fontes de Variação	Número de espigas empalhadas	
	Mil ha ⁻¹	Por planta
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	23,05	0,754
40.000	29,16	0,728
50.000	32,14	0,642
60.000	28,62	0,476
Teste F	44,51 **	107,12 **
DMS (Tukey) a 5%	2,1337	0,0455
Cultivar – C		
AG 4051	29,16 b	0,671 b
AG 1051	31,82 ab	0,732 ab
BM 3061	33,55 a	0,777 a
P 3232	31,55 ab	0,716 ab
Cativerde 2	22,65 c	0,524 c
SWB 551	20,72 c	0,480 c
Teste F	40,65 **	35,95 **
DMS (Tukey) a 5%	3,8271	0,0922
Teste F (P x C)	0,86^{ns}	0,89^{ns}
CV (%) Cultivar	11,78	12,33
CV (%) Densidade	9,87	9,13

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

Com o incremento da população de plantas ocorreu aumento no número de espigas. Com o uso da Análise de regressão polinomial constatou-se que as

cultivares AG4051, AG 1051, BM3061, P3232, Cativerde 2 e SWB551 responderam de acordo com uma equação quadrática com máximo número de espigas empalhadas nas populações de 50,221, 52.694, 49.789, 48.311, 47.552 e 47.121 plantas ha^{-1} , respectivamente (Figura 17). Também Cruz e Pereira Filho (2003) e Fornasieri Filho (2007) relataram que o rendimento da lavoura de milho eleva-se com o aumento da densidade de plantas até atingir uma densidade ótima, a partir da qual ocorre decréscimo progressivo de produtividade. Entretanto, são discordantes dos relatados por Barbieri *et al.* (2005).

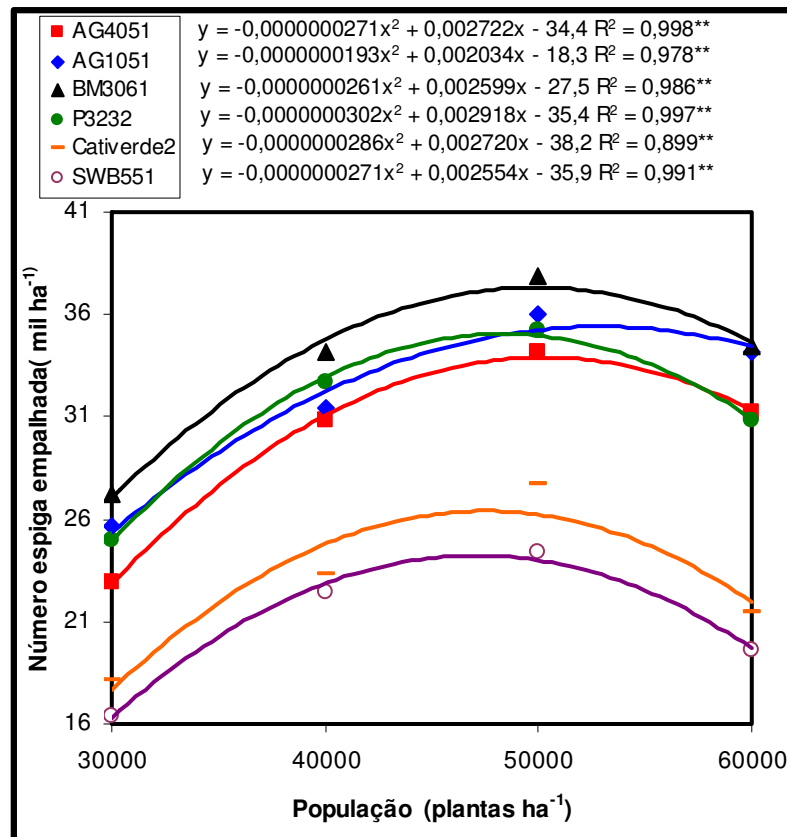


Figura 17. Número de espigas verdes comerciais empalhadas, por hectare, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina -PI, 2007.

4.3.11.2 Por planta

O número de espigas verdes comerciais empalhadas por planta foi influenciado pelas cultivares e pela população de plantas, sem contudo haver interação entre os fatores (Tabela 13).

Foi constatado que o número de espigas por planta, de modo geral, sofreu redução com o aumento da população de plantas. Este resultado está de acordo com o que estabelece Otequi (1997), Cruz e Pereira Filho (2003), e Fornasieri Filho (2007). Com o incremento da densidade, diminuiu a área *per capita*, e assim cada planta recebeu menores suprimentos de água, luz e nutrientes, diminuindo, conseqüentemente, o número de espigas com peso suficiente para tornar-se de valor comercial.

Através da análise de regressão polinomial, constatou-se que as cultivares AG 4051, AG 1051, BM 3061, P3232 e Cativeverde 2 apresentaram incrementos negativos e lineares nesse componente, com o acréscimo da densidade populacional. A cultivar SWB 551, no entanto, apresentou incrementos significativos de acordo com uma equação quadrática, com máximo de produtividade obtido a uma densidade de 37.308 plantas ha⁻¹ (Figura 18).

Para esta característica, verifica-se que a cultivar BM 3061 foi a mais produtiva, embora estatisticamente semelhante às cultivares AG 1051 e P 3232. O híbrido simples SWB 551, de caráter superdoce, e a variedade Cativeverde 2, de polinização aberta, obtiveram os menores rendimentos.

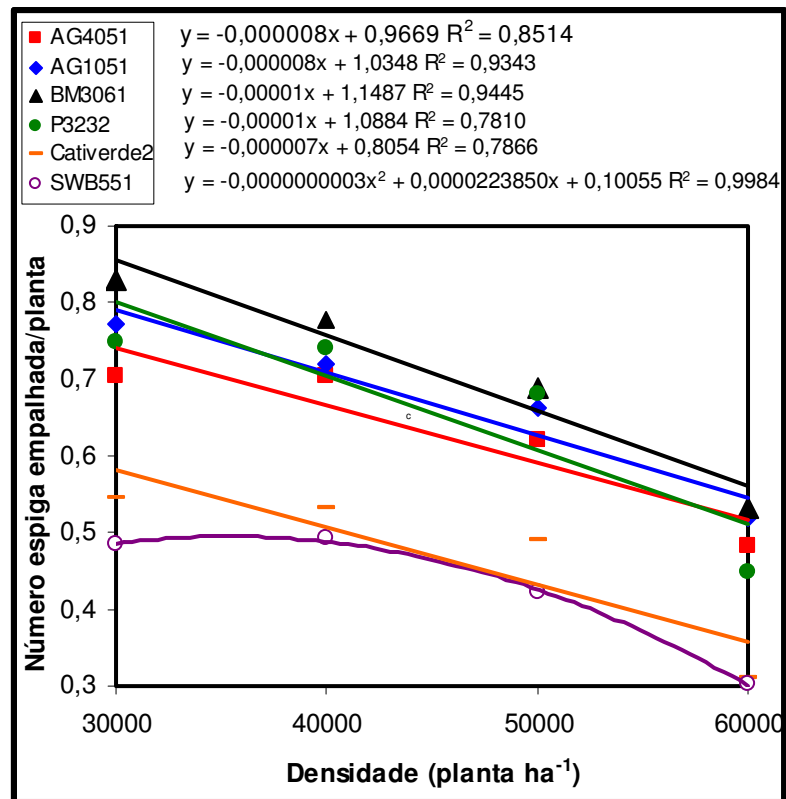


Figura 18. Número de espigas verdes comerciais empalhadas, por planta, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.12 Número de espigas verdes comerciais despalhadas

4.3.12.1 Por hectare

Com relação ao número de espigas comerciais despalhadas por hectare, observou-se a influência das populações de plantas e das cultivares (Tabela 14). As cultivares AG 4051, AG 1051, BM 3061 e P 3232 apresentaram maior número de espigas que a variedade Cativeerde 2 e o híbrido simples de milho-doce (SWB 551). Normalmente, as variedades apresentam menor potencial produtivo que os híbridos, conseqüência do denominado vigor híbrido, com as cultivares de milho-doce sendo inferiores às de milho comum.

A cultivar AG 1051 responde positivamente ao incremento na densidade populacional, ao passo que, para AG 4051, BM 3061, P 3232, Cativerde 2 e SWB551, apresentaram máximo número de espigas com populações de 51.026, 50.986, 47.500, 46.884 e 47.161 plantas ha⁻¹, respectivamente (Figura 19). Em maiores densidades, há tendência de menor produção de espigas com padrão comercial, pois cada planta recebe menores quantidades de nutrientes, água e luz, o que pode ter reduzido o metabolismo celular, com conseqüente diminuição no comprimento e diâmetro de espigas.

Tabela 14. Valores de número de espigas verdes comerciais despalhadas, por ha⁻¹ e por planta, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina - PI, 2007.

Fontes de Variação	Número de espigas despalhadas	
	Ha ⁻¹ (mil)	Por planta
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	20,5	0,681
40.000	26,6	0,661
50.000	29,9	0,594
60.000	26,1	0,431
Teste F	31,41 **	68,76 **
DMS (Tukey) a 5%	3,93	0,0514
Cultivar – C		
AG 4051	27,5 a	0,628 a
AG 1051	29,2 a	0,668 a
BM 3061	30,8 a	0,705 a
P 3232	28,4 a	0,655 a
Cativerde 2	20,3 b	0,469 b
SWB 551	18,3 b	0,425 b
Teste F	22,68 **	33,73 **
DMS (Tukey) a 5%	2,25	0,0915
Teste F (P x C)	0,86^{ns}	0,54^{ns}
CV (%) Cultivar	13,25	13,44
CV (%) Densidade	11,41	11,33

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

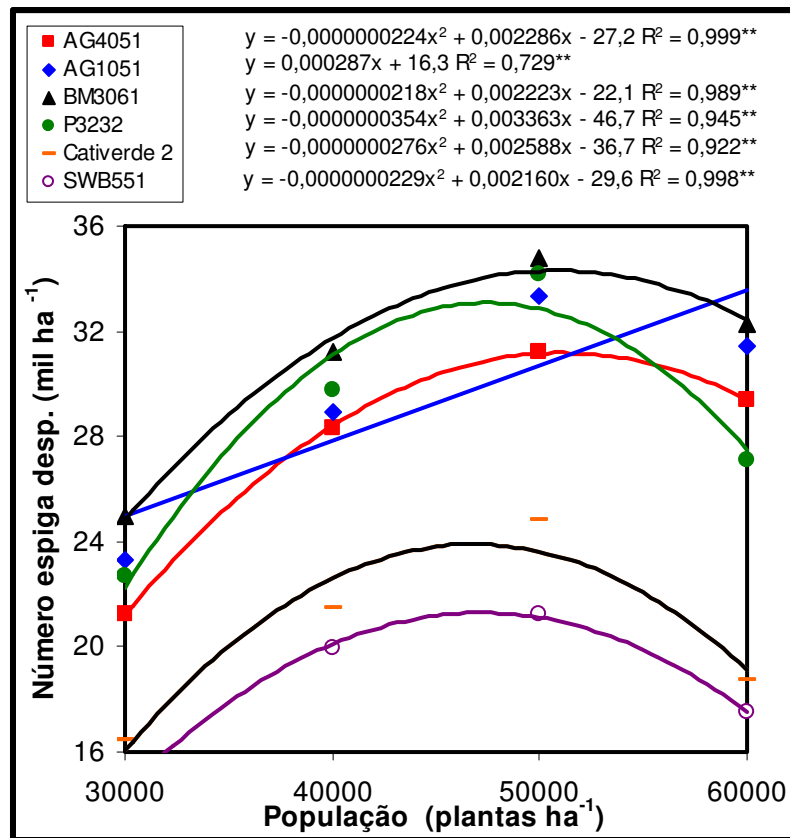


Figura 19. Número de espigas verdes comerciais despalhadas, por hectare, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.12.2 Por planta

As cultivares e as populações de plantas apresentaram diferenças estatísticas para número de espigas despalhadas por planta, porém a análise de variância não revelou interação entre os fatores (Tabela 14).

A cultivar BM 3061 obteve o melhor rendimento de espiga por planta, no entanto é, estatisticamente, semelhante às cultivares AG 4051, AG 1051 e P 3232. Os resultados menos expressivos para essa característica foram obtidos pelas cultivares Cativerde 2 e SWB 551.

Com relação ao efeito da população de plantas, observou-se que os melhores rendimentos no número de espigas verdes despalhadas por planta foram obtidos nas duas menores densidades. Observa-se por meio das equações de

regressão polinomial (Figura 20), que a cultivar SWB 551 comportou-se de acordo com uma equação quadrática, obtendo máximo rendimento na densidade de 35.173 plantas ha^{-1} . As cultivares AG 4051, AG 1051, BM 3061, P 3232 e Cativerde 2 obtiveram reduções lineares com o aumento da população de plantas.

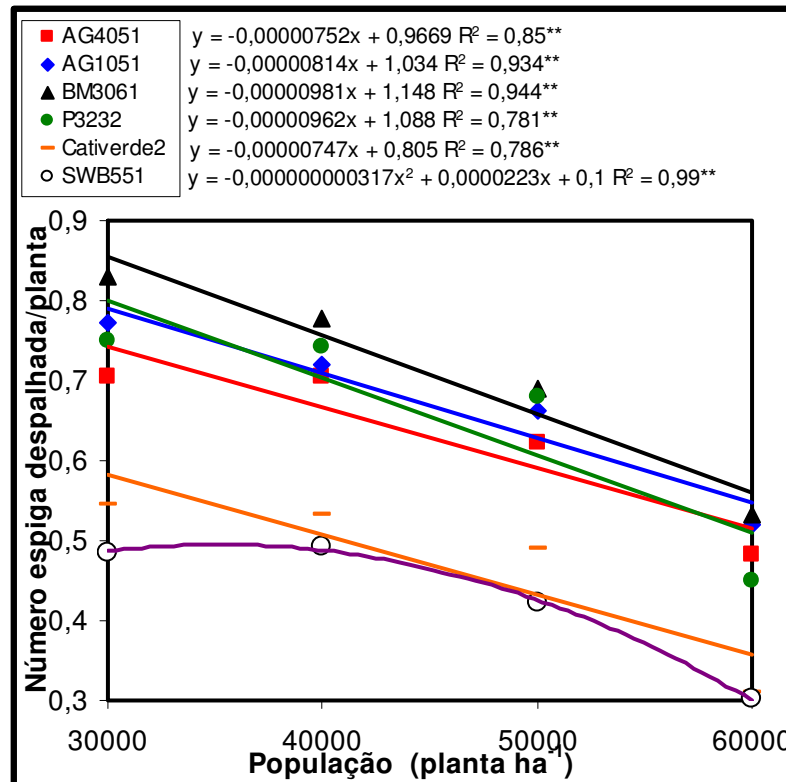


Figura 20. Número de espigas verdes comerciais despalhadas, por planta, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

4.3.13 Porcentagem de espigas verdes comerciais empalhadas

Os resultados para porcentagem de espigas comerciais empalhadas estão apresentados na Tabela 15 e na Figura 21. Foram influenciados pelas populações de plantas, pelas cultivares, mas não houve interação entre os fatores.

A cultivar P 3232 foi a que apresentou maior porcentagem de espigas empalhadas, embora sem diferir estatisticamente da AG 4051 e da AG 1051. Os menores rendimentos foram obtidos pelo híbrido simples SWB 551 e pela Cativerde 2, variedade de polinização aberta.

Tabela 15. Valores de porcentagem de espigas comerciais, empalhadas e despalhadas, obtidos em seis cultivares de milho submetidas a quatro populações de plantas. Teresina -PI, 2007.

Fontes de Variação	Porcentagem de espiga comerciais	
	Empalhadas	Despilhadas
População (plantas ha⁻¹) - P		
30.000	79,001	71,917
40.000	77,956	70,667
50.000	73,012	66,300
60.000	57,370	51,913
Teste F	66,54 **	57,40 **
DMS (Tukey) a 5%	4,5943	4,5446
Cultivar – C		
AG 4051	78,206 ab	72,600 a
AG 1051	78,386 ab	71,775 ab
BM 3061	71,632 bc	65,420 bc
P 3232	78,865 a	71,305 ab
Cativerde 2	66,281 c	59,647 c
SWB 551	57,638 d	50,450 d
Teste F	30,36 **	39,69 **
DMS (Tukey) a 5%	7,1370	6,3965
Teste F (P x C)	1,59^{ns}	1,43^{ns}
CV (%) Cultivar	8,64	8,53
CV (%) Densidade	8,35	9,10

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS= não-significativo; interação PxC.

Foi observado também no experimento, que a característica avaliada, de maneira geral, decresceu com o incremento na população de plantas. A porcentagem de espigas é influenciada pelo desenvolvimento deste órgão reprodutivo, pois é razão entre o número de espigas comerciais e o número total de espigas. Duncan (1975) considera que o desenvolvimento da espiga é influenciado pela densidade de plantas, retardando-o em altas populações, e que isso pode ocorrer devido ao sombreamento mútuo, levando a menor penetração da radiação, diminuindo a fotodegradação das auxinas produzidas pelo pendão, suprimindo o desenvolvimento da espiga.

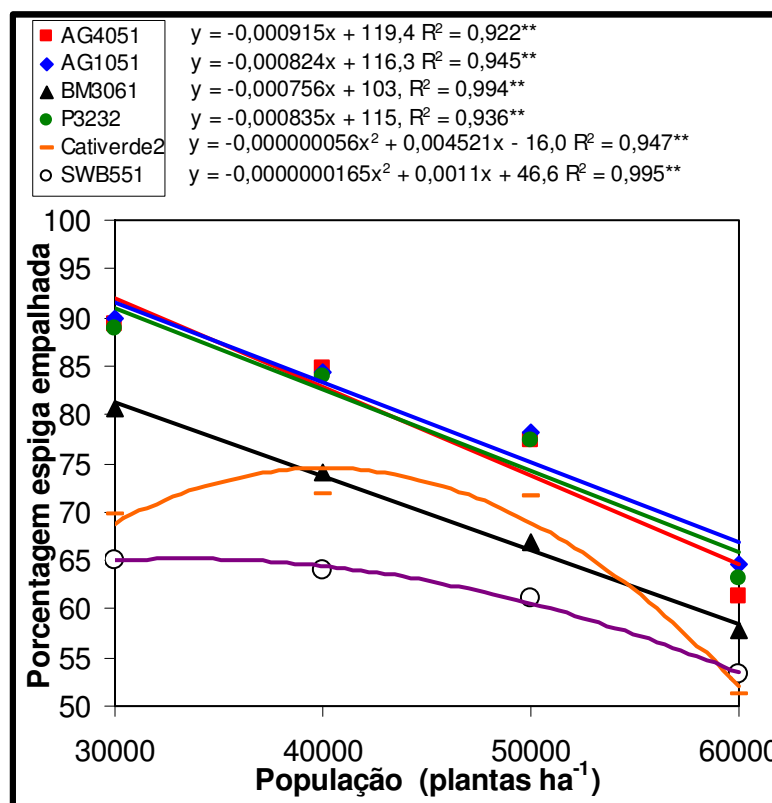


Figura 21. Porcentagem de espigas verdes comerciais empalhadas em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina - PI, 2007.

Vieira (2007), procurando identificar o efeito de densidades de plantas no comportamento agrônomo de cultivares de milho para produção de espigas verdes na região de Ponta Grossa (PR), constatou que houve supressão do

desenvolvimento da espiga pela competição intra-específica revelada pela redução do comprimento e diâmetro de espigas verdes, empalhadas e despalhadas, em densidades superior a 50 mil plantas ha^{-1} .

Através na análise de regressão polinomial, constatou-se que as cultivares AG 4051, AG 1051, BM 3061 e P 3232 apresentaram, para porcentagem de espigas comerciais empalhadas, decréscimos lineares com o incremento da população de plantas A Cativeverde 2 e a SWB 551, no entanto, comportaram-se de acordo com uma equação quadrática. Obtiveram máximo rendimento com populações de 40.357 e 33.333 plantas ha^{-1} , respectivamente (Figura 24).

4.3.14 Porcentagem de espigas verdes comerciais despalhadas

Os resultados para porcentagem de espigas verdes comerciais despalhadas encontram-se na Tabela 15. Diferenças significativas foram observadas entre as cultivares, entre as populações de plantas, mas não houve interação entre os fatores.

A cultivar BM 3061 obteve maior valor para essa variável, embora estatisticamente igual às cultivares AG 1051 e AG 4051. A menor porcentagem de espiga foi obtida pela cultivar SWB 551.

Através da análise de regressão polinomial, observou-se que as cultivares AG 4051, AG 1051, BM 3061, P3232 apresentaram redução linear para porcentagem de espigas despalhadas, com o aumento da população de plantas, enquanto a Cativeverde 2 e SWB 551 apresentaram respostas quadráticas. Obtiveram máximo rendimento com populações de 39.473 e 41.795 plantas ha^{-1} , respectivamente (Figura 22). Essas diferentes formas de resposta ao ambiente de desenvolvimento demonstrou que, também, a resposta para porcentagem de espigas verdes, pelo estresse populacional, depende de característica genética da planta.

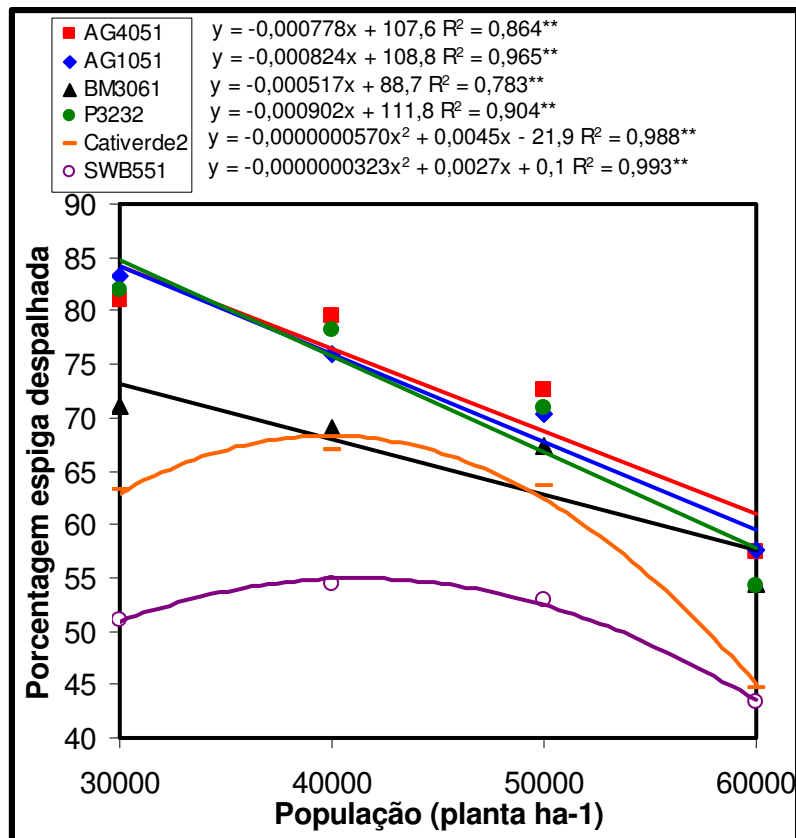


Figura 22. Porcentagem de espigas verdes comerciais despalhadas, em razão de quatro populações de plantas e seis cultivares de milho. Teresina-Pi, 2007.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o incremento no número de plantas, em milho, possibilita o aumento na altura da planta e da primeira espiga, e redução no comprimento e no diâmetro das espigas. Com relação as características relacionadas as desempenho produtivo, as melhores opções de cultivares foram AG 1051, AG 4051, BM 3061 e P 3232. Entre as quatro populações testadas, 50.000 plantas ha⁻¹ foi a que promoveu os mais altos rendimentos para estas características. A cultivar AG 1051 demonstrou uma maior capacidade de suportar altas densidades de plantas, uma vez que apresentou maior comprimento da espiga, peso de espigas comerciais despalhadas, número de espigas comerciais empalhadas e despalhadas nas populações mais altas. O híbrido P 3232 apresenta ciclo e acúmulo térmico superiores às demais cultivares, com BM 3061 constituindo-se na mais precoce.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; Von PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; SOUSA FILHO, A. X. de; FIORINI, I. V. A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho-verde. **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v. 32, n. 3, p. 768-775, 2008.

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, 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, 1999.

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

ALVAREZ, C. G. D. **Densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na produção de forragem e grãos de milho**. 2004. 117 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

ALVAREZ C. G. D.; von PINHO R. G.; BORGES I. D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e de grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamento entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v. 30, p. 402-408, 2006.

AMARAL FILHO, J. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R. B.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p.467-473, 2005.

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.

ARAÚJO, P. C.; PERIN, A.; MACHADO, A. T.; ALMEIDA, D. L. Avaliação de diferentes variedades de milho para o estágio de “verde” em sistemas orgânicos de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO: A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E A COMPETIVIDADE NO CONTEXTOS DO MERCADO GLOBALIZADOS, 23., 2000 **Resumos...** Uberlândia: UFU, 2000.

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, DF, 1983, p.3-5.

BALLARÉ, C. L.; SCOPEL, A. L.; SANCHEZ, R. A. Plant photomorphogenesis in canopies, crop growth, and yield. **Horticultural Science**, v. 30, p.1172-1181, 2000.

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

BARBANO, M. T.; DUARTE, A. P.; BRUNINI, O.; RECO, P. C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; KANTHACK, R. A. D. 2000. Acúmulo térmico e duração do subperíodo semeadura – florescimento masculino e cultivares de milho no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000.**Resumos...** Uberlândia: SOB 2000. 1 CD-ROM.

BARBIERI, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 826-830, 2005.

BARNI, N. A.; BERLATO, M. A. BERGAMASCHI, H. Rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Poro Alegre, v.1, n.2, p.185-199, 1995.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H. Ecofisiologia do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002. Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: ABMS, 2002.

BOLAÑOS, J; EDMEADES, G. The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. **Field. Crops Research**, Amsterdan, v.31, n.2, p. 233-252, 1996.

BRUNINI, O. Determinação das exigências térmicas e hídricas de cultivares de milho: In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 3., 1995. **Resumos...** Campinas: SOB. 1995. 1 CD-ROM

CARVALHO, M. T. M. de; MOREIRA, J. A. A.; DIDONET, A. D.; BRASIL, E. M.; PORTES, T. A.; ROSA, S. A. Crescimento e produtividade de milho-verde cultivado em sucessão a diferentes coberturas verdes. **Revista Brasileira Agroecologia**, v.2, n.1, .2007.

CHANG, J. H. **Climate and agriculture: an ecological survey**. Chicago, Aldine, 304p., 1968.

COX, W. J. Whole-plant physiological and yield responses of maize density. **Agronomy Journal**, v.88, p.489-496, 1996.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: PEREIRA FILHO I. A. (Eds.). **O cultivo do milho-verde**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica. p. 31- 44, 2003

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do

espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

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

DUNCAN, W. G. Maize. In: EVANS, L. T. (editor) **Crop physiology: some case histories**.Cambrige University Press, N.Y., 1975. p.23-50.

DUVICK, D. N. Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize. **Maydica**, Bergamo, v. 37, n.1, p.69-79,1992.

DUVICK, D. N.; CASSMAN, K. G. Post-green revolution in yield potential of temperate maize in the north-central united states. **Crop Science I**. Madison, v.39,p.1622-1630, 1999.

EHLERINGER, J. R.; CERLING, E. T.; HELLIKER, B. R. C4 photosynthesis, atmospheric CO₂, and climate. **Oecologia**,v. 12, 112, p.285-299, 1997.

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

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônômico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.235-241, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 1988. 402p.

FORNASIERI FILHO, D.; CASTELLANE, P. D.; DECARO, S. Competição de cultivares de milho doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n.1, p. 20-22, 1988.

FORNASIERI FILHO, D. **Técnica cultural**. Jaboticabal: UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, 2000, 27p.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007, 576p.

GERAGE, A. C.; SHIOGA, P. S. Comportamento de cultivares de milho avaliadas em sete localidades do Estado do Paraná na segunda safra de 2005. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 21.,2005. CAMPINAS. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 2005. p. 239-249.

GUISCHEM, J. M.; SANS, L. M. A.; GAMA, E. E. G.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; NAKAGAWA, J.; ZANOTTO, M. Estimativa da ocorrência dos estádios fisiológicos da cultura do milho pelos métodos de graus-dias e calendário Juliano. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23.,2000. Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: SOB 2000.1 CD-ROM.

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

ISHIMURA, I.; YANAI, K.; SAWAZAKI, E.; NODA, M. Avaliação de cultivares de milho verde em Pariqueira-Açú. **Bragantia**, Campinas, v.45, n.1, p.95-105, 1996.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

KASPERBAUER, M. J.; KARLEN, D. L. Plant spacing and reflected far-red light effects on phytochrome-regulated photosynthate allocation in corn seedlings. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 6, p. 1564-1569, 1994.

LEME, A. C. **Avaliação e armazenamento de híbridos de milho-verde visando a produção de pamonha**. 2007. 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

LEMOS, M. A.; GAMA, E. E. G.; MENEZES, D.; SANTOS, V. F.; TABOSA, J. N. Avaliação de dez linhagens e seus híbridos de milho superdoce em um dialelo completo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20: 167-170, 2002.

LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W. A. Maximum crop productivity: an estimate. **Crop Science**, Madison, v.3, n.1,p.67-72,1963.

LOOMIS, R. S.; CONNOR, D.J. **Crop ecology**: productivity and management in agricultural systems. Cambridge, 538p.,1992.

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25,n.12,p.1747-1754, 1990.

MAGALHÃES, P. C. ; PAIVA, E. Fisiologia da produção de milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA, SPI. 1993. p.65-92.

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, 1994. p.190.

MAGALHAES, P. G.; DURÃES, F. O. M.; CAREIRO, N. P. Fisiologia do milho. **Circular Técnica** n.22, Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, p. 15-48, 2002.

MEDEIROS, R. M. **Climatologia do município de Teresina**. Teresina: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Piauí, 2006, 28p.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 2000. 72p.

OLIVEIRA, M. D. X. **Comportamento de híbridos de milho no período de safrinha no Estado de Mato Grosso**. 1997, 88 f. (Tese Doutorado em Agronomia) - Unesp-Jaboticabal, Jaboticabal, 1997.

OLSON, R. A.; SANDERS, D. H. Maize production. In: SPRAGUE, G.F.; DUDLEY, J.W. **Corn and corn improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. cap. 11, p.639-686.

OTEGUI, M. E. Kernel set and flower synchrony within the ear of maize: II. Plant population effects. **Crop Science**, v. 37, p.. 48-45, 1997.

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

PAIVA JUNIOR, M. C.; PINHO, R. G. von; RESENDE, S. G. Viabilidade técnica de produção de milho verde na região de Lavras, MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22.,1998. Recife. **Anais....** Recife: 1998. 1 CD-ROM.

PAIVA JUNIOR, M. C.; PINHO, R. G. von; PINHO, E. V. R. von; RESENDE, S. G.. Desempenho de cultivares para a produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p.1235-1247. 2001.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

PEIXOTO, C. M. **Respostas de genótipos de milho à densidade de plantas, em dois níveis de manejo**. Porto Alegre, 1996, 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

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

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.,1998. Recife. **Resumos...** Recife, p. 255, 1998.

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

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.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. Cultivares para milho-verde. In: PEREIRA FILHO I. A. (Ed). **O cultivo do milho-verde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 17-26. 2003.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. Interação dos genótipos x ambiente. In: RAMALHO, M. A. P.; SANTAS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas:** aplicação ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. cap. 6, p. 131-169. (Publicação, 120).

RUSSEL, W. A. Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of maize breeding. **Maydica**, Bergamo, v. 29, p.375-390, 1994.

RUSSEL, W. A. genetic improvement of maize yields. **Advances in Agronomy**, Cambridge, v. 46, n.1, p.245-298, 1991.

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

SANGOI L. Understanding plant density effects on maize growth and development: na important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, 31: p. 159-168. 2000.

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

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, DF, v.37, n.3, p.259-267, 2002.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L.; HEBERLE, P. C. Influence of row spacing reduction on maize grain yild in regions winth a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,DF, v. 36 n. 6, p. 861-869, 2001.

SANTOS, I. C.; MENDES, F. F.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C.; SOUSA, L. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; FONTANÉTTI, A.; FALUBA, J. S. Avaliação de cultivares para produção orgânica de milho-verde e grãos em consorciação com mucuna-anã. **Revista Brasileira Agroecologia**, v.2, n.1, 2007.

SEARSBROOK, C. E.; BOSS, B. D. Leaf area index and radiation as related to corn yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, p. 459-471, 1973.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO PIAUÍ (SEPLAN-PI). **O grande Piauí que queremos: relatório de consulta à sociedade**. Teresina: SEPLAN, 2002. 158 p.

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

SILVA, P. R. F. **Importância do arranjo de plantas na definição da produtividade do milho**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da UFRGS. 2006, 64 p.

SILVA, P. S. L.; DUARTE, S. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Efeito da densidade de plantio sobre o rendimento de espigas verdes de cultivares de milho desenvolvidas em diferentes épocas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p.154-158, 2007.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.2 n.3 p.452-455, 2003.

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.

SLAFFER, G. A.; OTEGUI, M. Is there a niche for physiology in future genetic improvement of maize yields? In: SLAFFER, G.A.; OTEGUI, M. (Ed.). **Physiological bases for maize improvement**. Binghamton, Haworth, 2000. p.1-14.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A.; ENDRIGO, P. C. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.634-642, 2007.

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**, Madison, v. 80, p. 935-940, 1988a

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

TOLLEMAR, M.; AGUILERA, A.; NISSENKA, S. P. Grain yield reduce more by need interference in an old than in annex maize hybrid. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, p.239-246, 1997.

VIEIRA, M. A. **Cultivares e população de plantas na produção de milho-verde**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO Jr., M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J. C. **Estimativas de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função de temperaturas máximas e mínimas**. São Paulo: USP, Instituto de Geografia, 1972. 8 p. (Caderno de Ciência da Terra)

APÊNDICES

Apêndice 1. Operações de sulcagem e adubações orgânica e mineral de semeadura. Teresina-Pi, 2007.



Apêndice 2. Operação de marcação e perfuração de covas, por meio de um gabarito de madeira.Teresina – PI, 2007.



Apêndice 3. Operação de semeadura manual. Teresina – PI, 2007.



Apêndice 4. Processo de germinação das sementes. Teresina – PI, 2007.



Apêndice 5. Parte da área com plantas no momento do desbaste Teresina – PI, 2007.



Apêndice 6. Vista de uma parcela com plantas recém adubadas com a primeira adubação por cobertura. Teresina – PI, 2007.



Apêndice 7. Plantas de milho no início da floração masculina. Teresina – PI, 2007.



Apêndice 8. Planta em processo de floração feminina. Teresina – PI, 2007.



Apêndice 9. Plantas de milho em processo de frutificação. Teresina – PI, 2007.



Apêndice 10. Espigas de milho-verde recém colhidas e classificadas. Teresina – PI, 2007.

