UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

ELVIO BRASIL PINOTTI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Abril - 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

ELVIO BRASIL PINOTTI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Sílvio José Bicudo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Abril - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Pinotti, Elvio Brasil, 1967-
P657a Avaliação de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura / Elvio Brasil Pinotti. – Botucatu : [s.n.], 2013
xi, 121 f. : gráfs. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Sílvio José Bicudo
Inclui bibliografia

1. Milho safrinha. 2. Milho safrinha – Semente. 3. Milho - Sabugo. 4. Produtividade agrícola. 5. *Zea Mays* (L) 6. *Corncobs*. I. Bicudo, Sílvio José. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA "**

ALUNO: ELVIO BRASIL PINOTTI

ORIENTADOR: PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO

PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI

PROF. DR. ELIZEU LUIZ BRACHTVOGEL

PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

PROF. DR. SIMÉRIO CARLOS SILVA CRUZ

Data da Realização: 16 de abril de 2013.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha saúde e pelo cumprimento de mais uma etapa em minha vida.

A minha família na pessoa de minha esposa Elisângela e minha filha Vitória, pelo apoio e pela privação de minha presença em momentos importantes.

Ao Prof. Dr. Sílvio José Bicudo, pela compreensão, incentivo e amizade.

Aos membros da banca examinadora pela atenção e sugestão na melhoria deste trabalho.

Aos Professores da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP – Campus Experimental de Registro, Dr. Leandro José Grava de Godoy e Dr. Marcelo Vieira Ferraz, pelo companheirismo.

Ao Prof. Dr Alexandre Guimarães de Moura e Susi Meire Maximino Leite, colegas de Fatec, pelo incentivo e companheirismo.

Aos colegas de Pós Graduação pela amizade.

À meu primo Flávio Brasil Kita e ao Sr. João Cruz, pelo auxilio na execução deste trabalho.

À Bibliotecária da Fatec Pompéia – Ana Lúcia B. B. Ferreira Pedroso, pela colaboração neste trabalho.

SUMÁRIO

1 RESUMO ... 1
2 SUMMARY ... 3
3 INTRODUÇÃO ... 5
4 REVISÃO DE LITERATURA ... 8
4.1 Aspectos gerais do milho safrinha ... 9
4.2 População de plantas ... 11
4.3 Época de semeadura ... 18
5 MATERIAL E MÉTODOS ... 23
5.1 Descrição do local do experimento ... 23
5.2. Tratamentos e delineamento experimental ... 24
5.3 Preparo da área e implantação dos tratamentos ... 26
5.4 Tratos culturais ... 26
5.5 Caracterização do clima e balanço hídrico ... 27
5.6 Avaliações ... 29
5.6.1 População inicial ... 29
5.6.2. População final ... 30
5.6.3 Características morfológicas ... 30
5.6.3.1 Altura de plantas ... 30
5.6.3.2 Altura de inserção da espiga ... 30
5.6.3.3 Relação entre altura da espiga e altura da planta ... 30
5.6.3.4 Diâmetro de colmo ... 30
5.6.3.5 Número de folhas ... 31
5.6.3.6 Área Foliar por planta ... 31
5.6.3.7 Índice de área foliar ... 31
5.6.3.8 Índice de persistência e senescência foliares ... 31
5.6.3.9 Grau Brix ... 32
5.6.3.10 Porcentagem de plantas acamadas e quebradas ... 32
5.6.4 Características da espiga e componentes de produção ... 32
5.6.4.1 Comprimento da espiga ... 32
5.6.4.2 Número de fileiras de grãos ... 32
5.6.4.3 Diâmetro da espiga ... 33
5.6.4.4 Diâmetro do sabugo ... 33
5.6.4.5 Comprimento do grão ... 33
5.6.4.6 Massa de mil grãos ... 33
5.6.4.7 Massa de grãos por espiga ... 33
5.6.4.8 Número de grãos por espiga ... 33
5.6.4.9 Número de espigas por hectare ... 34
5.6.4.10 Número de grãos por hectare ... 34
5.6.4.11 Índice de espiga ... 34
5.6.4.12 Produtividade ... 34
5.7 Análise dos dados ... 34

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO 36
6.1 População de plantas inicial e final 36
6.1.1 População de plantas inicial 37
6.1.2 População de plantas final 38
6.2 Características morfológicas 40
6.2.1 Características morfológicas I 40
6.2.1.1 Altura de plantas 41
6.2.1.2 Altura de inserção de espiga 43
6.2.1.3 Relação entre altura de inserção de espiga e altura de planta 45
6.2.1.4 Diâmetro do colmo 46
6.2.2 Características morfológicas II 49
6.2.2.1 Número de folhas 51
6.2.2.2 Área foliar florescimento masculino 53
6.2.2.3 Área foliar na maturação fisiológica 53
6.2.2.4 Índice de área foliar florescimento masculino 54
6.2.2.5 Índice de área foliar maturação fisiológica 57
6.2.3 Características morfológicas III 61
6.2.3.1 Índice de persistência 62
6.2.3.2 Índice de senescência 64
6.2.3.3 Grau Brix florescimento masculino 67
6.2.3.4 Grau Brix maturação fisiológica 69
6.2.3.5 Plantas acamadas 73
6.3 Características da espiga e componentes de produção 75
6.3.1 Características da espiga e componentes de produção I 76
6.3.1.1 Comprimento da espiga 77
6.3.1.2 Número de fileiras de grãos 79
6.3.1.3 Diâmetro da espiga 82
6.3.1.4 Diâmetro do sabugo 83
6.3.2 Características da espiga e componentes de produção II 86
6.3.2.1 Comprimento do grão 87
6.3.2.2 Massa de mil grãos 88
6.3.2.3 Massa de grãos por espiga 91
6.3.2.4 Número de grãos por espiga 93
6.3.3 Características da espiga e componentes de produção III 94
6.3.3.1 Número de espigas por hectare 95
6.3.3.2 Número de grãos por hectare 97
6.3.3.3 Índice de espigas 99
6.3.3.4 Produtividade de grãos 100
6.4. Correlação entre variáveis 102
6.5 Considerações finais 103
7 CONCLUSÕES 105
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção por unidade de planta (g planta^{-1}) e por unidade de área (kg ha^{-1}) em função da população de plantas (plantas ha^{-1}) (DOURADO NETO et al., 2001) 15
Figura 2 - Temperatura média do ar e precipitação no município, durante o período experimental, de Outubro de 2009 a Setembro de 2010, Pompéia (SP), 2010..... 28
Figura 3. Balanço hídrico do mês de Outubro de 2009 a Setembro de 2010, Pompéia (SP), 2010 28
Figura 4. Deficiência, excedente, retirada e reposição de água no solo para armazenamento de 100 mm, durante o período experimental, de Outubro de 2009 a Setembro de 2010, Pompéia (SP), 2010 29
Figura 5. População de plantas inicial (PI) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 38
Figura 6. População de plantas final (PF) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados em três épocas de semeadura na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 39
Figura 7. Altura de planta (A) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 42
Figura 8. Altura de Inserção de espiga (AIE) em função da população de plantas em híbridos de milho DKB 393 e DKB 330 cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 44
Figura 9. Relação altura de inserção de espiga e altura de planta (AIE/A), em função da população de plantas em híbridos de milho DKB 393 e DKB 330 cultivados em três épocas de semeadura na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 46
Figura 10. Diâmetro de colmo (D) (mm) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393, cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 48
Figura 11. Diâmetro de colmo (D) (mm) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330, cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 48
Figura 12. Número de folhas (N) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 52
Figura 13. Número de folhas (N) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 52
Figura 14. Índice de área foliar no florescimento masculino (IAFf) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 56
Figura 15. Índice de área foliar no florescimento masculino (IAFf) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 56
Figura 16. Índice de área foliar na maturação fisiológica (IAFmf) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 59
Figura 17. Índice de área foliar na maturação fisiológica (IAFmf) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 60
Figura 18. Índice de persistência na maturação fisiológica [IAF(mf/f)] em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 63
Figura 19. Índice de persistência na maturação fisiológica [IAF(mf/f)] em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 63

Figura 20. Índice de senescência foliar [IAF (m-mf/m)] em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 66
Figura 21. Grau Brix no florescimento masculino (GBm) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 69
Figura 22. Grau Brix na maturação fisiológica (GBmf), em função da população de plantas e híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 70
Figura 23. Grau Brix na maturação fisiológica (GBmf), em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 71
Figura 24. Grau Brix na maturação fisiológica (GBmf), em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 72
Figura 25. Porcentagem de plantas acamadas (A) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 74
Figura 26. Porcentagem de plantas acamadas e quebradas (A) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 75
Figura 27. Comprimento de espiga (CE) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 78
Figura 28. Comprimento de espiga (CE) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 79
Figura 29. Número de fileiras de grãos (NF) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 80
Figura 30. Número de fileiras de grãos (NF) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 81
Figura 31. Diâmetro de espiga (DE), em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 83
Figura 32. Diâmetro do sabugo, em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 84
Figura 33. Diâmetro do sabugo (DS) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 85
Figura 34. Comprimento do grão, em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 87
Figura 35. Massa de mil grãos (1000G) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 89
Figura 36. Massa de mil grãos (1000G) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 90
Figura 37. Massa de grãos por espiga (g) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 93
Figura 38. Número de grãos por espiga (NGE) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 94
Figura 39. Número de espigas por hectare (NEH) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 96
Figura 40. Número de espigas hectare (NEH) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 97
Figura 41. Número de grãos hectare (NGH) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 99
Figura 42. Índice de espigas (IE), em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 100

Figura 43. Produtividade de grãos (P) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP) 102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pesquisa bibliográfica efetuada na Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP – Botucatu. Base de dados CAB ABSTRACT e AGRIS 8
Tabela 2. Resultado da análise física do solo, da área do experimento, Pompeia (SP), 2010..... 24
Tabela 3. Resultados da análise química do solo, básica e micronutrientes, da área do experimento, Pompéia (SP), 2010 24
Tabela 4. Descrição dos tratamentos utilizados na área experimental em Pompéia (SP), 2010 25
Tabela 5. Características dos híbridos de milho, utilizados no experimento em Pompéia (SP), 2010 26
Tabela 6. Resumo da análise da variância com valores de F calculado, calculado para causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para população de plantas inicial (PI) e população de plantas final (PF) de milho cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 37
Tabela 7. Desdobramento da interação cultivar * época de semeadura, para a população final de plantas de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 40
Tabela 8. Resumo da análise da variância com valores de F, calculado para causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para altura de plantas (A) m, número de folhas (N), altura de inserção de espiga (AIE) m, e relação entre altura de inserção de espiga e altura de plantas (AIE/A) 41
Tabela 9. Desdobramento da interação entre cultivar e época de semeadura, sobre a altura de inserção de espiga, em híbridos de milho, em quatro populações de plantas e médias de três épocas de semeadura, cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 44
Tabela 10. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para o diâmetro de colmo 49
Tabela 11. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para diâmetro do colmo (D) (mm), área foliar por planta florescimento masculino (AF) (m^2), área foliar por planta maturação fisiológica (AFmf) (m^2), índice de área foliar no florescimento masculino (IAFm) e índice de área foliar na maturação fisiológica (IAFmf) 50
Tabela 12. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para número de folhas 53
Tabela 13. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para índice de área foliar no florescimento masculino (IAFf) 57
Tabela 14. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para índice de área foliar no florescimento masculino (IAFmf) 60

Tabela 15. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para índice de persistência foliar [IAF9mf/f)], índice de senescência foliar [IAFf-mf)/f], grau Brix no florescimento masculino (GBm), grau Brix na maturação fisiológica (GBmf), plantas acamadas (PA) (%) 61
Tabela 16. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para índice de persistência foliar [IAF(mf/f)] 64
Tabela 17. Desdobramento da interação cultivar e época de semeadura, sobre o índice de senescência foliar em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 66
Tabela 18. Desdobramento da interação cultivar e época de semeadura, sobre o grau Brix no florescimento masculino (GBm) em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP) 68
Tabela 19. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para Grau Brix na maturação fisiológica (GBmf) 73
Tabela 20. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para comprimento de espiga (CE) (cm), número de fileiras (NF), diâmetro da espiga (DE) (mm) e diâmetro do sabugo (mm) 76
Tabela 21. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para número de fileiras de grãos (NG) 82
Tabela 22. Desdobramento da interação cultivar *população * época de semeadura para diâmetro do sabugo (DS) 85
Tabela 23. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para comprimento de grão (CG) (mm), massa de 1000G (1000G) (g), massa de grãos por espiga (MGE) (g) e número de grãos por espiga (NGE) 86
Tabela 24. Desdobramento da interação entre cultivar e época de semeadura para o comprimento do grão (CG) 88
Tabela 25. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para massa de mil grãos (1000G) 91
Tabela 26. Desdobramento da interação entre cultivar e época de semeadura para massa de grãos por espiga 92
Tabela 27. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para número de espigas por hectare (NEH), número de grãos por hectares (NGH), índice de espigas, produtividade Kg ha^{-1} 95
Tabela 28. Matriz de correlação pelo coeficiente de Pearson entre características de fonte, índice de persistência [(IAFmf/f)], Índice de senescência [IAF(mf-f)/f], de dreno, número de grãos por espiga (NGE), número de grãos por hectare (NGH), massa de mil grãos (1000g) e produtividade, em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) Pompeia (SP) 114

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Altura das plantas
AIE	Altura de inserção de espiga
AIE/A	Relação entre altura da espiga e altura da planta
AFf	Área foliar por planta no florescimento masculino
AFmf	Área foliar por planta na maturação fisiológica
CE	Comprimento de espiga
CG	Comprimento do grão
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
D	Diâmetro do colmo
DE	Diâmetro da espiga
DS	Diâmetro do sabugo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GBf	Grau Brix no florescimento masculino
GBmf	Grau Brix na maturação fisiológica
IAFf	Índice de área foliar por planta florescimento masculino
IAF mf	Índice de área foliar na maturação fisiológica
IAF(m/f)	Índice de persistência foliar
IAF(f-m)/f	Índice de senescência foliar
IAFf	Índice de área foliar no florescimento
IAFm	Índice de área foliar na maturidade fisiológica
IE	Índice de espiga
MGE	Massa de grãos por espiga
N	Número de folhas
NEH	Número de espigas por hectare
NF	Número médio de fileiras de grãos por espiga
NGE	Número de grãos por espiga
NGH	Número de grãos por hectare
P	Produtividade
PI	População inicial
PF	População final
% PA	Porcentagem de plantas acamadas e/ou quebradas
1000 G	Massa de mil grãos

1 RESUMO

As constantes modificações de ordem morfofisiológica que tem ocorrido nas cultivares de milho obrigam a uma permanente reavaliação de posicionamento quanto aos aspectos fitotécnicos associados, principalmente a época de semeadura e distribuição espacial das plantas de milho. A hipótese de que cultivares com exigência de somatório térmico distintos respondem de maneira diversa em suas características morfológicas e fisiológicas quando semeados em épocas, com conseqüência sobre a produtividade foi considerado no presente trabalho. Portanto o objetivo deste trabalho foi de verificar alterações morfologias e fisiológicas de dois cultivares de milho, com somatórias térmicas distintas, semeadas em quatro populações de plantas, 30.000, 45.000, 60.000 e 75.000 pl ha^{-1} e três épocas de semeadura, janeiro, fevereiro e março, dentro do período da safrinha. O experimento foi conduzido em área de Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, arênico, situado na Fazenda do Engenho, no município de Pompeia (SP), na época da safrinha de 2010. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4 x 3, com quatro repetições, em parcelas de sete linhas espaçadas de 0,45m, com

12m de comprimento. Foram avaliadas as características morfológicas e agronômicas estandes inicial e final, altura de plantas, número de folhas, altura de inserção de espiga, relação entre altura de espiga e altura de planta, diâmetro de colmo, área foliar por planta, índice de área foliar, índice de persistência e senescência foliar, grau Brix no florescimento masculino e maturidade fisiológica, porcentagem de plantas acamadas e quebradas. Foram também avaliadas as características de espiga e os componentes de produção, comprimento da espiga, número de fileiras de grãos por espiga, diâmetros da espiga e sabugo, comprimento do grão, massa de mil grãos, massa de grãos por espiga, número de grãos por espiga, número de espigas e de grãos por hectare, índice de espiga e produtividade. Os parâmetros avaliados foram influenciadas pelos cultivares; exceto: área foliar no florescimento masculino, área foliar na maturação fisiológica, comprimento do grão, massa de mil grãos, número de espigas por hectare e índice de espigas; pela população de plantas, exceto: altura, número de folhas área foliar no florescimento masculino, área foliar na maturação fisiológica; e pelas épocas de semeadura, exceto: área foliar florescimento masculino, índice de persistência, índice de senescência, grau Brix na maturação fisiológica, plantas acamadas, número de fileiras e número de grãos por espiga. Portanto conclui-se que as características morfológicas dos híbridos respondem de maneiras distintas à disponibilidade térmica e as demais variações ambientais havidas nas épocas de cultivo.

Palavras chave: *Zea Mays* (L)., componentes de produção, rendimento de grãos, população de plantas, safrinha.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF TWO CORN CULTIVARS IN FOUR DENSITIES IN THREE SOWING DATES IN REDUCED SPACING. Botucatu, 2013. 134 fl. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Elvio Brasil Pinotti
Adviser: Sílvio José Bicudo

2 SUMMARY

The constant morphophysiological changes that have occured in maize cultivars requires na ongoing reassessment of the issues associated to crop management specially seeding time and spatial distribution of maize plants. The hypothesis that cultivars with different thermal requirements respond in different times, with consequences to their productivity was considered in this work. Therefore the objective of this essay was to verify morfhological and physiological changes of two maize cultivars with different thermal sums, seeded in four different plant populations, 30,000; 45,000; 60,000 and 75,000 pl ha^{-1} and three seeding dates, january, february and march, within the period of the second crop. The experiment was conducted in na area located at Farm of Engenho in Pompeia – SP, Brazil, during the second crop season of 2010. The experimental design was a randomized block design in a factorial scheme of 2 X 4 X 3 with four replications in plots of seven rows spaced 0,45m and 12 m long. It was evaluated the morphological and agronomic characteristics and initial and final plant populations, plant height, number of leaves, height of insertion of ear, relationship between ear insertion height and plant height, stem diameter, leaf área per plant, leaf área índex, persistence índex and leaf senescence, Brix rate at male flowering and

physiological maturity, percentage of plants broken and stalk loged plants. As well the evaluated the characteristics of ear and yield components, eat length, number of kernel rows per ear, ear diameter and cob, grain length, weight of thousand grains, grain weight per ear, number of grains per ear, number of ears per hectare, ear index and productivity. The parameters evaluated were influenced by hibrids, except leaf area in male flowering, leaf area at physiological maturity, grain length, thousand grain weight, number of ears per hectare and ear index, by the plant population, except height, number of leaves in male flowering leaf area, leaf área at physiological maturity, and by sowing dates except: male flowering leaf area, persitence index, senescence index, Brix rate at physiological maturity, plant lodged, number of rows and number of grains per ear. Is possible to conclude that the morfological characterisitics of hybrids were influenced by different ways the thermal requirements, population and sowing times and other environmental variations incurred in growing seasons.

Keywords: *Zea mays* (L.), yield components, grain yield, plant density, winter corn.

3 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae, sendo um cultura de grande importância sócia-econômica para o Brasil, devido a extensa área de cultivo e a sua variada utilização, seja na alimentação animal, humana, ou na produção de óleos e outros produtos industriais (ABIMILHO, 2008). É cultivado em praticamente todo território nacional e em diversos níveis de tecnologia e investimento, sendo exportado na forma grão ou proteína animal, garantindo assim maior agregação de valor.

O cultivo de milho no Brasil se caracteriza pela divisão em duas épocas de semeadura. A semeadura de verão, que é conhecida como primeira safra, ou safra de verão, realizada na região Sul/Sudeste, a partir do mês de setembro, e a segunda safra ou "safrinha", que é um cultivo extemporâneo, cuja semeadura é realizada à partir do mês de fevereiro, muitas vezes em sucessão com a cultura da soja precoce. Portanto nesta modalidade de cultivo, a cultura sofre maiores limitações imposta pelas condições do ambiente. O milho por ser uma planta de origem tropical, foi adaptado ao cultivo extemporâneo graças ao melhoramento genético e a melhorias no sistema produtivo praticada pelo agricultor, tais

como arranjo entre as plantas, utilização de cultivares responsivos, adubação equilibradas e melhores tratos culturais.

O rendimento de grãos aumenta de acordo com o aumento da população de plantas, até que seja alcançado o ponto ótimo, que é determinado pelas características do cultivar utilizado interagindo com o manejo cultural e as condições edafoclimáticas locais. Portanto, a população de plantas adequada é aquela no qual determinado número de plantas explora de maneira mais eficiente os recursos do meio, no sentido de se obter o maior rendimento possível (ENDRES; TEIXEIRA, 1997). Devido às condições ambientais presentes durante o cultivo na época da safrinha, a decisão quanto a população a ser utilizada se destaca como importante fator, visto que está diretamente relacionada com a competição intra específica ao qual a cultura será submetida.

Na experimentação agrícola, pesquisas relacionadas com densidades de plantas, demonstram que as populações de plantas mais adequados para maximizar o rendimento de grãos variam de 30.000 a 90.000 plantas ha^{-1}, dependendo da disponibilidade de água, nutrientes, ciclo, época de semeadura e espaçamento entre linhas. Quando a população de plantas ultrapassa o nível ótimo ocorrem mudanças negativas nos componentes de produção, principalmente na espiga, o que compromete a produção individual da planta e consequentemente da área. Notadamente na safrinha as populações praticadas pelos agricultores em áreas de sequeiro, estão em torno de 45.000 a 55.000 plantas ha^{-1}.

Os cultivares utilizados tem em sua base genética grande contribuição de materiais de clima temperado, o que caracteriza porte mais baixo, menor ciclo e melhor arquitetura foliar, menor tamanho de inflorescência masculina (TOLLENAAR; AGUILLERA, 1992), portanto, nesta época, estes cultivares possuem melhor adaptação para explorar o ambiente, pois é comum nesta modalidade de cultivo, restrições ambientais que podem interferir de maneira significativa no desenvolvimento das plantas. Assim sendo, pesquisas relacionadas com a adaptação dos cultivares, são de fundamental importância para sucesso da cultura.

A viabilidade da exploração comercial do milho em várias épocas e em regiões distintas do Estado de São Paulo, começaram a ser demonstrados com os trabalhos de Brunini (1984) e posteriormente com Duarte et al. (1994) e Duarte e Paterniani (2000). A pesquisa científica atual tem dado suporte a esta modalidade de cultivo, além disso, ocorre

muitas vezes a ausência de culturas alternativas que promovam retorno econômico, sendo assim, o milho se destaca como uma opção rentável economicamente, para cultivo durante este período.

A época de semeadura provoca interferências no ciclo da cultura e altera aspectos fisiológicos e morfológicos que podem afetar os componentes de produção, sendo este fato relatado por diversos autores na literatura.

Dentre as inúmeras pesquisas realizadas no Brasil relacionadas com o desempenho de cultivares, em diversas densidades populacionais de plantas de milho, poucas retratam a influência das características morfológicas e de seus componentes na produção de grãos, bem como a adaptação dos cultivares a uma condição de aumento do número de plantas por unidade de área em diferentes épocas de semeadura.

Desta forma tendo em vista os aspectos mencionados acima, este trabalho foi realizado considerando a hipótese de que cultivares com exigências de somatória térmicas distintas podem apresentar respostas morfológicas e alterações nos componentes de produção, com conseqüências sobre a produtividade, quando semeadas em diferentes populações e épocas na safrinha. Portanto o objetivou-se com este trabalho verificar alterações morfologias e nos componentes de produção de dois cultivares de milho, com somatórias térmicas distintas, semeadas em quatro populações de plantas e épocas diferentes dentro do período da safrinha de 2010.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Para esta revisão, foi realizada pesquisa bibliográfica na base de dados CAB ABSTRACT e AGRIS, no período de 2000 a 2012, Tabela 1.

Tabela 1. Pesquisa bibliográfica efetuada na Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP – Botucatu. Base de dados CAB ABSTRACT e AGRIS.

Caso	Palavras utilizadas na pesquisa	Número
1	Milho (M)	156.749
2	M X Genótipo (G)	8.078
3	M X População (P)	501
4	M X Época (E)	11.789
5	M X Produtividade (R)	30.795
6	M X G X P	3.579
7	M X G X E	2.654
8	M X G X R	3.963
9	M X P X E	151
10	M X P X R	405
11	M X E X R	594
12	M X G X P X E	46
13	M X G X P X R	131
14	M X P X E X R	127
15	M X G X P X E X R	37

A revisão realizada junto à biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP – Botucatu, revela a quantidade de pesquisas publicadas, em relação ao assunto deste trabalho.

4.1 Aspectos gerais do milho safrinha

O milho tem, dentre as culturas produtoras de grãos, tem importância significativa para a agricultura brasileira, pois é cultivado em todo o território nacional e em diversos níveis de investimento, sendo a segunda cultura em ordem de importância quanto a área de cultivo e produção (AGRIANUAL, 2011), respondendo por 37% da safra nacional de grãos (PALHARES, 2003; PINAZZA, 2007). A perspectiva para 2013 é que a segunda safra de milho seja superior a primeira com participação de 51,3% contra 48,7% da primeira safra, seguindo o que foi levantado em 2012, primeiro ano da história em que a segunda safra superou a primeira. Estes resultados são consequência dos bons preços obtidos, liquidez e rentabilidade obtida no ano de 2012 (IBGE, 2013).

A cultura do milho em função de seu potencial produtivo e propriedades nutritivas, constitui-se em um dos principais cereais consumidos e utilizados tanto no Brasil como no mundo, devido principalmente, a sua múltipla capacidade de utilização, em diversos setores agroindustriais, na alimentação humana e na alimentação animal, assumindo importante papel sócio-econômico, sendo cultivado por agricultores de diferentes níveis tecnológicos. Comparativamente com outras espécies cultivadas, o mesmo, tem experimentado avanços significativos, nas mais diversas áreas do conhecimento agronômico, este fato se mostra fundamental para a melhor compreensão das relações da planta, principalmente com o meio, quando submetidos a ações advindas do ambiente (FANCELLI, 2010).

A produtividade do milho no Brasil, comparativamente com outros importantes países produtores, como EUA e Argentina é relativamente baixo. Tal fato pode ser justificado pelo baixo nível tecnológico e de investimento praticado por parte dos agricultores de determinadas regiões, associado a condições ambientais, que nem sempre são favoráveis durante o cultivo (KANEKO, 2009). A produtividade média brasileira é de 4.800 kg ha^{-1}. No entanto, na safra 2011/2012, a produção brasileira foi de 71,7 milhões de

toneladas, com média de 4.480 Kg ha^{-1}, na primeira safra. Na segunda safra a produção foi de 38,7 milhões de toneladas, com média de 5.116 kg ha^{-1}, fato excepcional devido a ocorrência de precipitações em volume e frequência adequadas para o período (CONAB 2012). Nota-se também aumento de produtividade para a segunda safra nos, cinco últimos anos, principalmente devido à melhoria nas condições de produção.

A produção de milho no Brasil caracteriza-se pela divisão em duas épocas de semeadura (MUNDSTOCK; SILVA, 2005; PEREIRA FILHO et al., 2011). A semeadura de verão, ou primeira safra, é realizado na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste (no Nordeste, esse período ocorre no início do ano). A safrinha, ou segunda safra, refere-se ao milho de sequeiro, plantado extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais. Verifica-se nas safras, 2010/2011 e 2011/2012, um acréscimo na área cultivada com o milho safrinha. Sendo assim, o cultivo nesta época, tem contribuído para aumento na produção total do país, nestes dois últimos anos agrícolas. Embora realizado em uma condição menos favorável de clima, o sistema de produção da safrinha tem sido aprimorado e adaptado, o que tem contribuído para elevar os rendimentos das lavouras nesta época (EMBRAPA, 2007). Isto se deve principalmente, à agregação do ganho tecnológico proporcionado pela utilização de híbridos modernos e de máquinas que permitem a alocação de estandes adequados para a implantação da cultura (CONAB, 2012).

Quanto a caracterização do cultivo do milho safrinha em sistemas de produção com alta produtividade, Cruz et al. (2010a), coletaram dados em 1138 propriedades agrícolas, cujo rendimento médio encontrado nestas lavouras variaram de 5.000 a 7.000 Kg ha^{-1}, predominando a semeadura de híbridos simples de ciclo precoce. Neste trabalho para o estado de São Paulo e Paraná predominam a utilização de espaçamento normal, enquanto que na região Centro Oeste, especialmente em Goiás, a adoção do espaçamento reduzido é maior. A população de plantas utilizada variou de 45.000 a 65.000 pl ha^{-1} , enquanto que, quanto os tratos fitossanitários, 90% das lavouras receberam fungicidas e aplicações de inseticidas em número variado.

O cultivo do milho na época da safrinha tem menor potencial de produtividade, o ciclo da cultura geralmente é maior (SHIOGA et al., 2011) e os riscos

aumentam em razão do menor índice pluviométrico e temperaturas mais baixas, existentes nesta época (VON PINHO et al., 2002), especialmente para a região Sul. No entanto, na região Centro Oeste o principal fator é a seca, o que torna o componente climático o fator mais limitante ao desenvolvimento e reprodução da cultura.

A origem do termo "safrinha", aplicado ao cultivo extemporâneo, ocorreu devido às baixas produtividades obtidas, no Estado do Paraná, na década de setenta, quando comparadas a safra normal de verão. Embora o termo safrinha seja pejorativo, não corresponde ao excelente nível de produtividade de parte das lavouras e a sua importância no cenário nacional, estando consagrado pelo uso e por caracterizar um sistema de produção peculiar (CRUZ et al., 2010). Portanto o sucesso desta modalidade de cultivo ocorreu graças à adoção de técnicas apropriadas a este sistema (SHIOGA et al., 2011).

Outro aspecto relevante do cultivo do milho safrinha, além do retorno financeiro, são os benefícios da sucessão de culturas, a quantidade e qualidade dos restos culturais que permanecem no sistema (CASAGRANDE; FORNASIERI FILHO, 2002). Por ser uma planta C4, acumula grande quantidade de matéria seca, além disso, por possuir uma relação C/N alta, leva mais tempo para que ocorra a sua decomposição, exercendo assim importante papel no cobertura e proteção do solo, especialmente em áreas onde se realiza a semeadura direta (BOER et al., 2007; TIMOSSI et al., 2007). Além disso, a sucessão de cultivos distintos também contribui para o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas (SOUZA; SORATTO, 2006) e das máquinas disponíveis na propriedade agrícola.

4.2 População de plantas

A produtividade da do milho é dependente de uma somatória de fatores. Dentre eles, destacam-se a população e o arranjo das plantas na linha de semeadura, sendo que esta pode ser alterada por mudanças no espaçamento e ou número de plantas na linha (FLESCH; VIEIRA, 2004; SILVA et al., 2006, DEMETRIO, et al., 2008). Este potencial de resposta está associado ao fato de que o milho, quando comparado com outras plantas da mesma família, não tem um mecanismo eficiente de compensação de espaços (ANDRADE, 1999; FANCELLI, 2011). Assim cultivares prolíficos, devem ser preteridos para utilização

mediante maiores populações de plantas, pois geralmente possuem faixa de densidade mais ampla para maximizar o rendimento de grãos (SAWAZAKI, 1996; SOUZA et al., 2008).

Durante o processo de domesticação, o milho foi selecionado para produção de grãos em uma única inflorescência no colmo principal (DOEBLEY, 2004; GALLAVOTTI et al., 2004) e para aumento na densidade de plantas (SANGOI et al., 2002). Segundo Fornasieri Filho (1992), à partir da década de setenta os melhoristas se preocuparam com estudos relacionados com arquitetura da planta, baseados na hipótese de que plantas menores e com menor ciclo estariam mais adaptados a ambientes mais adensados, o que potencialmente poderia conferir maiores produtividades de grãos.

Com a finalidade de verificar o efeito do espaçamento sobre o rendimento de grãos, Mundstock (1978) avaliou um híbrido precoce em três espaçamentos 0,50; 0,80 e 1,10 m combinados com quatro populações de plantas 30.000, 50.000, 70.000 e 90.000 plantas ha^{-1}. O espaçamento de 0,50 m proporcionou o maior rendimento de grãos nas populações de 70.000 e 90.000 plantas ha^{-1}. Este resultado foi atribuído ao melhor aproveitamento da luz no período de desenvolvimento dos grãos, ocasionando um maior massa de espigas.

Liang et al. (1992) estudaram o efeito de híbridos e populações de plantas, adubação e irrigação na produção de grãos e concluíram que altas produtividades da ordem de 10.900 a 15.200 kg ha^{-1}, podem ser atingidas, quando os fatores de produção, estão em níveis ótimos, e com uma população de plantas de 90 mil plantas ha^{-1}. A alta população de plantas quando não acompanhada dos mesmos níveis de fatores de produção, promove um decréscimo na produtividade. Em períodos de cultivo com bom suprimento de água, o efeito dos fatores de produção empregados é reduzido, e somente a alta população de plantas aumenta a produtividade. Altas taxas de fertilizantes aumentam a produtividade somente quando os outros fatores de produção também forem empregados em níveis altos.

Begna et al. (1997) estudaram os efeitos de dois materiais genéticos, um com estatura reduzida e outra com estatura normal, em duas populações de plantas, 65.000 e 135.000 plantas ha^{-1}, em dois modelos de plantio: espaçamento reduzido de 0.76 m e linhas duplas com 0,20 m entre as linhas duplas e 0,56 m entre os pares de linhas. O mesmo autor concluiu que o rápido crescimento da primeira espiga e o maior índice de colheita são

indicações que híbridos de estatura reduzida são mais tolerantes a maior densidade populacional que híbridos convencionais.

De acordo com Meroto Jr. et al. (1997) o aumento da população de plantas pode proporcionar uma melhor exploração do ambiente e do genótipo e se refletir em incremento no rendimento de grãos. Neste trabalho os autores testaram o espaçamento entre linhas de 0,75 e 1,0 m, com populações de 37.000, 54.000, 64.000, 84.000 plantas ha^{-1}. Foi utilizado um híbrido simples, Cargill 901, em sistema de plantio convencional. A variação da população de plantas de 37 para 81 mil plantas ha^{-1} aumentou linearmente o rendimento de grãos de 7.500 para 10.200 kg ha^{-1}, sendo este aumento, devido ao maior número de espigas por área. O uso de altas populações de plantas demonstrou-se viável para aumentar o rendimento de grãos.

Argenta et al. (2001a) avaliaram o efeito da redução do espaçamento entre linhas no rendimento de grãos, componentes de rendimento e características agronômicas de dois híbridos simples, nos espaçamentos de 0,40; 0,60; 0,80 e 1,00 m. O rendimento foi influenciado pelo híbrido,espaçamento e densidade de plantas. O aumento do rendimento ocorreu principalmente em híbridos de baixa altura e na densidade de 50 mil plantas ha^{-1}.

Palhares (2003) avaliou o efeito de três populações de plantas (30.000, 60.000 e 90.000 plantas ha^{-1}), sob dois espaçamentos (0,40 e 0,80 m), sobre a produtividade de grãos de três genótipos de milho, com arquiteturas foliares distintas, AG 1051 arquitetura foliar aberta, AG 7575 arquitetura foliar semi-ereta e DKB 911 arquitetura foliar ereta, concluiu que houve efeito positivo na produtividade, com o aumento da população de 60.000 para 90.000 plantas ha^{-1}.

Híbridos modernos são dependentes da população ideal para maximizar o rendimento (SANGOI et al., 2010). Sendo assim, a perda de plântulas durante o processo de implantação e desenvolvimento da cultura, promovido por falhas na semeadura ou na condução das lavouras, é um problema freqüente no campo (SANGOI et al., 2009; SCHWEITZER, 2010). Portanto, o aumento na população de plantas pode contribuir para a correta exploração do ambiente e do genótipo, com conseqüências no aumento do rendimento de grãos (RIBEIRO et al., 2000; DOURADO NETO et al., 2003).

O incremento na densidade de plantas é uma das formas mais fáceis e eficientes de se aumentar a interceptação da radiação solar incidente pela comunidade de plantas de milho. No entanto, o uso de densidades muito elevadas pode reduzir a atividade fotossintética da cultura e a eficiência da conversão de fotoassimilados em produção de grãos. Segundo Dourado Neto et al. (2003) e Pereira (2007) em conseqüência disso, há um aumento de esterilidade feminina e redução do número de grãos por espiga e do rendimento de grãos.

A densidade populacional ótima para um determinado híbrido corresponde ao menor número de plantas por unidade de área que induz à maior produtividade. Para cada cultivar, região, época de semeadura, fertilidade do solo e manejo tem-se uma população ótima. Portanto, esses fatores devem ser trabalhados em conjunto. Assim, a produtividade tende a aumentar com a elevação da densidade populacional, até atingir a considerada ótima, a partir da qual decresce (FLESCH; VIEIRA, 2004). Em populações menores, devido à maior disponibilidade de luz, ocorre certa compensação através do aumento do índice de espigas, devido principalmente à prolificidade do cultivar e ou aumento no tamanho da espiga (PENARIOL et al., 2003)

Quando o número de plantas por área é superior à população ótima, ocorrem alterações negativas na planta, principalmente na formação da espiga. Para Sangoi et al. (2001) a população para maximizar a produtividade de grãos varia de 30.000 a 90.000 plantas ha^{-1}, dependendo da disponibilidade hídrica, fertilidade de solo, ciclo da cultivar, época de semeadura. No entanto para Silva et al. (1999) o aumento da densidade de plantas de 50.000 para 90.000 plantas ha^{-1}, somente foi vantajosa no mês de outubro.

Dourado Neto et al. (2001) propuseram uma representação gráfica para o comportamento da produção de grãos por planta e por área com o aumento da densidade populacional em milho. Segundo os autores, a produção de grãos por unidade de área aumenta linearmente com o aumento da população de plantas (fase A) até um determinado ponto denominado “ponto crítico”, conforme demonstrado na Figura 1. Em populações abaixo desse ponto crítico, a produção de grãos por unidade de planta permanece constante, pois não ocorre competição intraespecífica por água, luz e nutrientes. Acima do ponto crítico começa ocorrer competição intraespecífica e a produção por planta decresce e a produção por área aumenta de forma quadrática (fase B) até chegar a um outro ponto, que é denominado ponto de máxima produção por área. A população correspondente a esse ponto é a ideal para a combinação

genótipo-ambiente. Em populações além desse ponto de máxima, a perda de produção individual é superior ao ganho com aumento de plantas por área, proporcionando dessa forma, queda da produtividade por hectare (fase C) (PALHARES, 2003; BRACHTVOGEL, 2010).

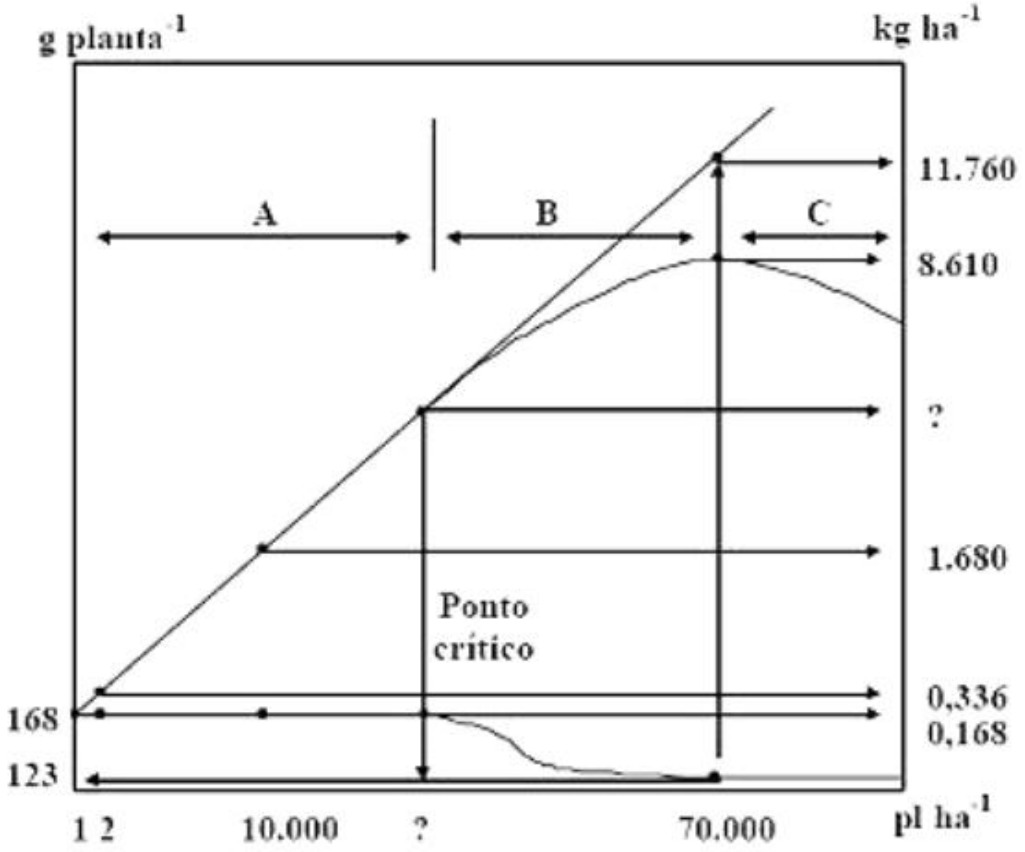


Figura 1. Produção por unidade de planta (g planta^{-1}) e por unidade de área (kg ha^{-1}) em função da população de plantas (plantas ha^{-1}) (DOURADO NETO et al., 2001).

A interação entre as plantas de uma comunidade induz a mudanças morfológicas e fisiológicas que são importantes para o potencial produtivo da cultura. A resposta à densidade de planta, induz mudanças na arquitetura da comunidade, no crescimento, no desenvolvimento e na partição de fotoassimilados (CASAL et al., 1985). Dessa forma, estudos conduzidos para identificar a densidade ideal de plantas objetivam determinar o número de plantas que exploram o ambiente de maneira mais eficiente (MUNDSTOCK, 1977; MEROTO Jr, 1997).

Com o surgimento de cultivares de ciclo mais curto, porte mais baixo, menor número de folhas com angulação mais ereta, verificou-se maior potencial de resposta

(DWYER et al., 1991). A cultura do milho tem verificado aumento na eficiência no acúmulo de matéria seca (SINCLAIR, 1998). Variações no índice de colheita (IC) indicam que o ganho genético se deve ao aumento no acúmulo de matéria seca pela comunidade (AGUIAR; MOURA, 2003). Este aumento na capacidade de aumento de acúmulo de matéria seca, se deve a maior capacidade de suporte das plantas a alta densidades. Peixoto et al. (1997) utilizaram com híbridos modernos e de ciclo curto, verificaram aumento linear no rendimento de grãos quando a densidade passou de 30.000 para 90.000 plantas ha^{-1}. Cultivares de ciclo menor, baixa estatura, folhas menores e mais eretas possuem melhores condições potenciais para expressar índice de espigas satisfatórios, mesmo em condições de elevada densidade de plantas (ALMEIDA et al., 2000, SANGOI, 2001).

Na ausência de restrições de fatores de produção, pode-se inferir que o ganho em produtividade é função do aumento da população de plantas, que por sua vez é dependente do cultivar utilizado e de sua arquitetura de folha. Por outro lado em meio a restrições de ambiente, fato comum em lavouras de milho safrinha, o ganho poderá ser dependente da distribuição espacial das plantas, que por sua vez está intimamente ligada à qualidade de semeadura (DIAS et al., 2009).

O aumento da população de plantas induz mudanças em diversos componentes de produção, sendo que, muitas vezes esta mudanças não são vantajosas. Este aumento pode provocar alterações nas partes vegetativas e reprodutivas da planta, tais como: aumento da altura, diminuição do diâmetro e teor de açúcar do colmo, redução do número e densidade de grãos, aumento altura de inserção e da esterilidade de espigas, diminuição do tamanho, diâmetro e índice de espiga. Estas mudanças são determinadas pelas condições de desenvolvimento da planta em cada estádio de diferenciação, além disso, os fatores ambientais que limitam a adaptação de híbridos de milho interferem, de forma significativa, no rendimento de grãos (BALBINOT et al., 2005).

Flesch e Vieira (2004) conduziram dois experimentos durante os agrícolas 1995 a 1998, com o objetivo de determinar a densidade populacional e espaçamento entre fileiras ideais para milho, no Oeste Catarinense, com híbridos de ciclo contrastante, onde foi verificado que os híbridos responderam de forma quadrática ao aumento da população de plantas, apresentando máxima eficiência técnica ao redor de 74.000 plantas ha^{-1}. As populações de 50.000, 70.000 e 90.000 plantas ha^{-1}, de ambos os híbridos, tiveram

produtividade de grãos semelhantes entre si e superiores a 30.000 plantas ha^{-1}. O aumento da população de plantas reduziu significativamente o massa de mil grãos, o número de grãos $espiga^{-1}$ e o número de espigas $planta^{-1}$.

Penariol et al. (2003) avaliaram o desempenho agronômico de duas cultivares de milho, com características contrastantes entre si, um híbrido simples modificado, AG-9010, uma variedade com alto valor protéico, BR 473, nas três densidades de semeadura de 40.000, 60.000 e 80.000 plantas ha^{-1}, na "safrinha" dos anos 2000 e 2001, em Jaboticabal, (SP). A densidade populacional provocou alterações nos componentes de produção e no comportamento das plantas, sendo que para o híbrido mais produtivo (AG9010) foi necesário maior população de plantas (80.000 plantas ha^{-1}), enquanto que para a variedade BR 473 a maior produtividade esteve em torno de 70.000 plantas ha^{-1}.

Demétrio et al. (2005) avaliaram a influência de espaçamentos entre linhas e densidades populacionais de 30.000, 50.000, 70.000 e 90.000 plantas ha^{-1}, nos componentes de produção e na produtividade de grãos, em dois híbridos de milho. O incremento na densidade populacional resultou em aumentos na altura de plantas e altura da inserção da primeira espiga e em redução do número de grãos por espiga. O melhor arranjo de plantas para os híbridos avaliados foi de 0,40 m de espaçamento entre linhas e de 75.000 e 80.000 plantas ha^{-1}.

O rendimento tende a ser limitado por processos que influenciam a oferta de fotoassimilados no período de enchimento de grãos e/ou processos que controlam o desenvolvimento do grão. Diferenças de rendimento de grãos entre cultivares de milho são, com freqüência, examinados em termos da relação entre produção total (palhada e grãos) e a partição da matéria seca para o grão (SANGOI et al., 2001). Segundo Durães et al. (1993) embora o índice de colheita seja um parâmetro de construção prática, sua utilização para comparar a performance agronômica de genótipos de milho não favorece a identificação de respostas fisiológicas limitantes do rendimento.

O transporte dos produtos fotossintetizados obedece a padrões bem estabelecidos, dependendo da morfologia da planta, sendo que no milho, o sítio mais intenso de consumo dos produtos de fotossíntese ocorre durante a fase reprodutiva, e é representado pelo processo de enchimento de grãos. Também uma característica importante na

determinação da produção é a duração e área foliar fotossinteticamente ativa após a emissão da espiga (DURÃES et al., 2002).

O índice de área foliar é utilizado como parâmetro nos estudos do desenvolvimento vegetal e análise de crescimento, por expressar a proporção de cobertura do solo, implica importante fator a ser considerado para a definição no manejo cultural (GUIMARÃES et al., 2002), assim como, na avaliação de características agronômicas na cultura do milho (AFFÉRRI et al., 2002). Portanto a produtividade da planta pode ser correlacionada com área foliar (DAYNARD et al., 1971). Áreas foliares com valor próximo a 5 (BRACHTVOGEL, 2010; ALVIM et al., 2010), são adequadas para obtenção de alto rendimento de grãos. Entretanto, aumentos na densidade de plantas acima do recomendado, para o cultivar utilizado, bem como variações ambientais podem comprometer a área foliar, com conseqüências negativas para o rendimento de grãos.

4.3 Época de semeadura

O milho é considerado uma das espécies mais bem dotadas fisiologicamente, bem como de elevada capacidade produtiva (MAGALHÃES et al., 2002). No entanto, a manifestação destes atributos, depende das condições presentes no ambiente de produção e da satisfação das necessidades básicas da planta (FANCELLI, 2011).

A manifestação do potencial de rendimento de grãos das culturas depende de fatores genéticos e de condições favoráveis de ambiente e de manejo. Sendo assim, o potencial de rendimento de grãos, definido pela interação genótipo-ambiente (TOLLENAAR, LEE, 2002), pode ser maximizado por meio da escolha adequada da época de semeadura, sem sobrecarregar, significativamente, o custo de produção. Além dos fatores intrínsecos à planta e das condições climáticas da região de cultivo, o manejo dado à cultura interfere na produção de fitomassa, na interceptação da radiação solar, na acumulação de fotoassimilados e, portanto, no rendimento de grãos (ARGENTA et al., 2001a).

O estudo do potencial de rendimento de grãos de milho, em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura, possibilita a identificação dos fatores ambientais que limitam seu cultivo em cada época. Com base no conhecimento e na mensuração dos fatores

que interferem o rendimento de grãos, nos diferentes níveis e sistemas produtivos, poderão ser traçadas estratégias de manejo e adotadas indicações viáveis para minimizar ou superar as deficiências verificadas em cada nível de manejo utilizado. Com isso, a identificação de sistemas de manejo adequados para cada época de semeadura permitirá ao produtor rural otimizar os recursos existentes na propriedade e maximizar a renda (MUNDSTOCK; SILVA, 2005).

O aumento de produtividade é ocasionado pelo avanço tecnológico, onde a redução de perdas devido aos riscos climáticos está diretamente relacionada. A semeadura de milho envolve riscos de várias ordens, tais como: fatores relacionados a semente, manejo inadequado de fertilizantes, equipamentos e, principalmente, a falta de água. Para a cultura do milho, a água é fator determinante da produção, principalmente na fase de germinação e nos períodos de floração e enchimento de grãos (SILVA, 2005; MUCHOW, 1989). Portanto, sua produtividade é dependente das condições de clima atuantes durante o período de produção. Assim sendo, clima por ser uma variável não controlável é um dos mais importantes componentes que atuam na produção da cultura, especialmente na safrinha.

A interação genótipo-ambiente, também é um dos pontos críticos num estudo de riscos para a cultura. Isso ocorre porque os genótipos não mantêm um mesmo padrão de comportamento devido à variabilidade espaço-temporal dos ambientes (BECKER; LEON, 1988). Portanto, é necessário delimitar as áreas em ambientes mais homogêneos possíveis e ter culturas bem ajustadas a cada um desses ambientes e/ou obter cultivares que possuam um elevado grau de estabilidade. Este fato justifica a utilização de germoplasmas de clima mais temperalizado, especialmente na safrinha.

Em geral, a semeadura do milho se dá no mês de outubro, época preferencial, uma vez que faz coincidir o estádio em que a planta está com a máxima área foliar com os dias mais longos do ano. Em regiões em que a disponibilidade hídrica não é limitante, como é o caso das regiões Sul e Sudeste, observam-se menores potenciais de rendimento de grãos na semeadura precoce (agosto) em relação à época tida como preferencial para semeadura (FORSTHOFER et al., 2006). Esses menores potenciais são obtidos em função do menor desenvolvimento da planta, causado pelas menores temperaturas do ar e radiação solar incidente, que afetam a formação e a expressão dos componentes do rendimento e consequentemente, o rendimento de grãos (MUNDSTOCK; SILVA, 2005).

O potencial de rendimento de grãos a ser obtido em cada época de semeadura, dependerá principalmente da quantidade de radiação solar incidente, da eficiência de interceptação e da conversão da radiação interceptada em fitomassa, e da eficiência de partição de assimilados à estrutura de interesse econômico (ANDRADE, 1995). A quantidade de radiação incidente disponível varia com a posição geográfica de cada região produtora de grãos, ou seja, com sua latitude e altitude (GARDNER et al., 1985, STONE et al., 1999) e de acordo com a época de semeadura da cultura.

O milho safrinha apresenta grande dispersão geográfica. Normalmente concentra-se em áreas onde o clima e o solo são favoráveis ao seu desenvolvimento fenológico. Em vista dos baixos índices pluviométricos durante este período, a época de semeadura e a capacidade de armazenamento de água no solo, são determinantes no sucesso desta cultura. Este fato juntamente com a fertilidade do solo explica a implantação desta cultura preferencialmente em solos com textura mais argilosa (VILHEGAS et al., 2001).

As menores produtividades nos primeiros anos de avaliação do milho "safrinha", época referente à implantação de novo cultivar em determinada região, deve-se a falta inicial de informações sobre a adaptação de genótipos à modalidade de cultivo. A avaliação regional de cultivares de milho, bem como o lançamento de novos cultivares pelas empresas produtoras de sementes, tem contribuído efetivamente para o aumento de produtividade. Sendo assim, as épocas de semeadura interferem de maneira significativa em todas as características fenológicas e nos componentes de produção do milho, e cultivares com maior estabilidade geral apresentam maior adaptação para "safrinha" (QUIESSI, 1999, STONE et al., 1999).

Bruninni et al. (2001) avaliaram os riscos climáticos para o cultivo do milho safrinha em 645 municípios do estado de São Paulo. A duração do ciclo fenológico foi determinado considerando a temperatura base de 8ºC e 10ºC, para o subperíodos "emergência-florescimento" e "emergência-inicio de maturação", respectivamente. A demanda de água e os períodos com deficiência ou excesso hídrico foram determinados utilizando-se o coeficiente de cultura (Kc) apropriado, enquanto que o ISNA (Índice de Satisfação das Necessidades de Água) foi calculado utilizando-se um programa de simulação do balanço hídrico. Os riscos de geada e insuficiência térmica também foram incorporados ao estudo. Os autores concluíram que, este tipo de estudo se mostrou eficaz na quantificação e na qualificação de áreas e de

épocas adequadas a semeadura, com 80% de probabilidade de sucesso de redução de riscos climáticos.

Fosthofer et al. (2006) avaliaram o desempenho agronômico e econômico do milho em cinco níveis de manejo e três épocas de semeadura, em Eldorado, RS. Os tratamentos constaram de três épocas de semeadura (agosto, outubro e dezembro) e cinco níveis de manejo. Com a melhoria das práticas de manejo e adoção de cultivares com maior potencial produtivo, houve maior rendimento de grãos nas semeaduras de agosto e de outubro, o que propiciou maior retorno econômico, principalmente na semeadura de outubro. Em dezembro, não ocorreu retorno econômico ao maior investimento realizado em manejo. Em agosto e outubro, foi possível associar as máximas eficiências técnica e econômica, por meio do aumento do nível de manejo e da escolha de cultivar com maior potencial de rendimento.

Von Pinho et al. (2007) avaliaram a influência de diferentes épocas de semeadura na produtividade e qualidade de cultivares de milho e sorgo para silagem. Foram instalados experimentos em três épocas de semeadura, em Lavras (MG), no ano agrícola 2002/2003. Foram avaliados três grupos de cultivares, em três épocas de semeadura. Foram avaliados, a produtividade de matéria seca (MS) e parâmetros bromatológicos. Observou-se efeito significativo para cultivares e épocas de semeadura para todas as variáveis avaliadas. A maior produção de matéria seca de milho e sorgo, foi obtida na semeadura de novembro. Entretanto, para a silagem de milho e sorgo com melhor valor nutritivo, a semeadura de janeiro foi mais adequada.

Figueiredo et al. (2011) avaliaram o comportamento de 42 cultivares de milho na época da safrinha em quatro municípios no Mato Grosso do Sul:, Dourados, Naviraí, São Gabriel do Oeste e Ponta Porã. As variáveis avaliados foram: população final de plantas, altura de plantas, altura de inserção de espigas, massa de 100 grãos e rendimento de grãos. Os autores concluíram que, para todos os parâmetros avaliados, exceto rendimento de grãos, houve efeito isolado de cultivares ou de locais. Entretanto para os híbridos CD 308, 2B655, Embrapa 1D219, GNZ 2500, GNZ 9501, GS 332C, SHS-4060 e DKB390, os mesmos, apresentaram maiores e significativas médias de rendimento de grãos nos quatro locais avaliados.

Shioga et al (2011) avaliaram 71 cultivares convencionais e transgênicos, no Paraná, em regiões edafoclimáticas distintas na época da safrinha, verificaram

que para as regiões de Londrina e Sertanópolis, os cultivares apresentaram maior rendimento de grãos que as regiões de Primeiro de Maio, Campo Mourão e Santa Helena. Tal fato se deve ao efeito da estiagem e geadas, ocorrido durante o cultivo. Em relação a cultivares, às de ciclo mais precoces tiveram melhor comportamento que os cultivares de ciclo mais tardios.

Nascimento et al. (2011) avaliaram três cultivares de milho com ciclos contrastantes, AL 34, ciclo normal, AG 9010, ciclo hiperprecoce, DBB 333B, ciclo semiprecoce, em quatro épocas de semeadura agosto, outubro, dezembro e fevereiro. Neste trabalho cultivares com somatórias térmicas distintas se comportaram de forma diferenciada à medida que ocorreu o avanço da época de semeadura havendo interferência da época de semeadura nos componentes de produção e na produtividade.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Descrição do local do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda do Engenho, localizada no município de Pompéia – SP, nas coordenadas geográficas 22^{o} 03’28” S e 50^{o} 09’59” W, altitude de 560 m. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico arênico (EMBRAPA, 2006).

Anteriormente à instalação do experimento, realizou-se coleta de amostra do solo para fins de análise física e química, conforme metodologia descrita em Raij et al. (1996), cujos resultados são apresentados na Tabela 2 e 3 respectivamente.

Tabela 2. Resultado da análise física do solo, da área do experimento, Pompeia (SP), 2010.

Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	Areia Total
		g Kg^{-1}		
218	50	732	426	306

Tabela 3. Resultados da análise química do solo, básica e micronutrientes, da área do experimento, Pompéia (SP), 2010.

Profundidade	pH	MO	P resina	S-SO4	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	V
cm	$CaCl_2$	g dm^{-3}	---- mg dm^{-3} ----		---------- $mmol_c$ dm^{-3} ----------							%
0 - 20	5,4	9	30	2	2,2	16	6	0	12	24	36	67
20 - 40	4,9	4	7	1	1,3	8	4	0	13	13	26	51

Micronutrientes

Profundidade	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	---------- mg /dm^3 ----------				
0 - 20	0,04	0,9	41	17,8	1,2
20 - 40	0,05	0,8	24	10,6	0,4

5.2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram de dois cultivares e quatro populações de plantas, implantados em três épocas de semeadura, combinados em esquema fatorial totalizando 24 tratamentos, conforme demonstrado na Tabela 4 e Tabela 5.

Tabela 4. Descrição dos tratamentos utilizados na área experimental em Pompéia (SP), 2010.

Tratamentos	Híbridos	População	Época	Área
		Plantas ha^{-1}		m^2 $planta^{-1}$
1	DKB 393	30.000	Janeiro	0,33
2	DKB 393	45.000	Janeiro	0,22
3	DKB 393	60.000	Janeiro	0,17
4	DKB 393	75.000	Janeiro	0,13
5	DKB 330	30.000	Janeiro	0,33
6	DKB 330	45.000	Janeiro	0,22
7	DKB 330	60.000	Janeiro	0,17
8	DKB 330	75.000	Janeiro	0,13
9	DKB 393	30.000	Fevereiro	0,33
10	DKB 393	45.000	Fevereiro	0,22
11	DKB 393	60.000	Fevereiro	0,17
12	DKB 393	75.000	Fevereiro	0,13
13	DKB 330	30.000	Fevereiro	0,33
14	DKB 330	45.000	Fevereiro	0,22
15	DKB 330	60.000	Fevereiro	0,17
16	DKB 330	75.000	Fevereiro	0,13
17	DKB 393	30.000	Março	0,33
18	DKB 393	45.000	Março	0,22
19	DKB 393	60.000	Março	0,17
20	DKB 393	75.000	Março	0,13
21	DKB 330	30.000	Março	0,33
22	DKB 330	45.000	Março	0,22
23	DKB 330	60.000	Março	0,17
24	DKB 330	75.000	Março	0,13

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos aplicados em sete linhas espaçadas a 0,45m com 12 metros de comprimento. Foram utilizados dois híbridos de milho, DKB 393 e DKB 330 com diferentes somatórias térmicas, cujas características estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Características dos híbridos de milho, utilizados no experimento em Pompéia (SP), 2010.

Cultivar	Empresa	Base genética	Arquitetura foliar	Graus dia	Ciclo
DKB 393	Dekalb	Híbrido simples	Ereta	950	Normal
DKB 330	Dekalb	Híbrido simples	Ereta	810	Superprecoce

5.3 Preparo da área e implantação dos tratamentos

A área utilizada estava previamente ocupada com pastagem (*Bracharia brizantha*), e posteriormente 60 dias antes da instalação do experimento, foi realizado o preparo convencional de solo com uma gradagem pesada, seguido de aração com arado de aiveca e duas gradagens niveladoras, para a eliminação das plantas existentes na área e uniformização da superfície do terreno.

Os tratamentos foram implantados com o auxílio de um gabarito de madeira. O mesmo foi confeccionado com quatro ripas, de seis metros de comprimento, parafusadas paralelamente uma das outras a distancia de 0,45m e perfuradas com os espaçamentos adequados para obtenção das populações de plantas desejadas. Para a implantação da parcela a mesma foi posicionada para frente e para o lado a fim de de se obter 7 linhas com 12 metros de comprimento. Ao lado onde foi posicionada a semente, foi feito um sulco com auxilio de uma enxada para a deposição do fertilizante (400 kg ha^{-1}) da fórmula NPK 4-14-8 com B (0,01%) e Zn (0,3%), (RAIJ et al., 1996). A distribuição e cobertura da semente e do fertilizante foram realizadas manualmente. As semeaduras foram realizadas em 30/01/2010, 28/02/2010 e 30/03/2010, para a implantação das épocas de semeadura de janeiro, fevereiro e março, respectivamente.

5.4 Tratos culturais

O controle de plantas daninhas foi realizado mediante aplicação de herbicidas pós emergentes, com os ingredientes ativos, atrazina na dose de 1000 g i.a. ha^{-1} e

nicosulfuron na dose de 16 g i.a. ha^{-1}, dezoito dias após a emergência das plântulas. Para controle da lagarta do cartucho foi utilizado o inseticida formulado à base do ingrediente ativo, metomil, na dose de 129 g de i.a. ha^{-1}. Nas duas aplicações foi utilizado pulverizador de barra tratorizado, equipado com pontas pulverizadoras tipo leque 11003, com aplicação de volume de calda de 250 L ha^{-1}.

As adubações nitrogenada e potássica em cobertura foram realizadas segundo Raij et al. (1996), em 25/02/2010, para a primeira época de semeadura, 26/03/2010, para a segunda época de semeadura, e 30/04/2010, para a terceira época, no estádio V6, tendo com fontes o sulfato de amônio e o cloreto de potássio, nas doses de 100 kg ha^{-1} de N e 40 kg ha^{-1} de K_2O, respectivamente, para produtividade esperada de 4 a 6 t ha^{-1}.

A colheita para estimativa da produtividade de grãos foi realizada manualmente em 10/09/2010, manualmente nas quatro fileiras centrais da parcela, observando-se o descarte das demais linhas da área útil da parcela, destinadas a amostragens destrutivas.

5.5 Caracterização do clima e balanço hídrico

O clima predominante na região de Pompéia (SP), de acordo com a classificação de Köpppen, é o mesotérmico tropical chuvoso com inverno seco (Cwa). A precipitação média anual é de 1296 mm, sendo mais elevada em dezembro e menor em agosto. A temperatura média anual é de 22,5^{o}C, sendo o mês mais quente janeiro (25,2^{o}C) e o mês mais frio julho (19,3^{o}C). A Figura 2, ilustra o balanço hídrico (THORNTWAITE; MATHER, 1955) relativo ao período experimental de outubro de 2009 a setembro de 2010.

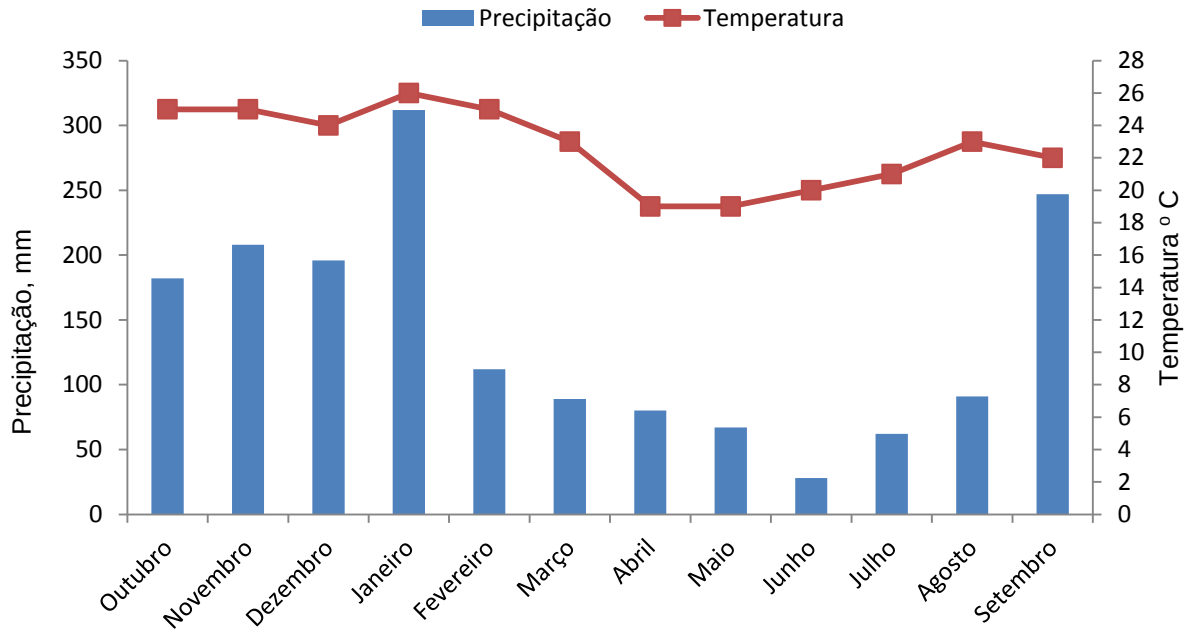
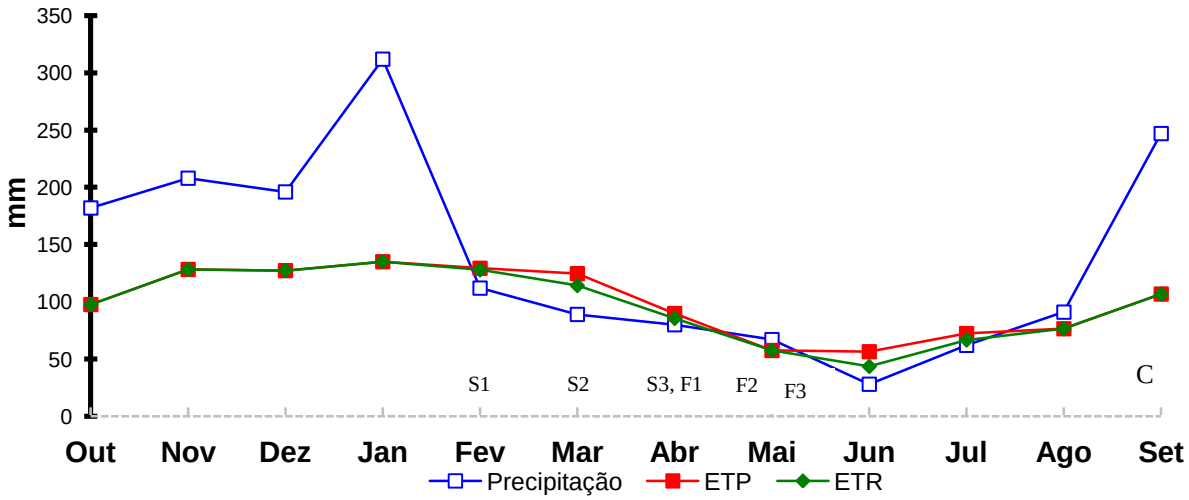


Figura 2. Temperatura média do ar e precipitação no município, durante o período experimental, de Outubro de 2009 a Setembro de 2010, Pompéia (SP), 2010.



S1 – época de semeadura 1; S2 – época de semeadura 2, S3 – época de semeadura 3.
F1- Florescimento 1; Florescimento 2; Florescimento 3.
C - Colheita
Figura 3. Balanço hídrico do mês de Outubro de 2009 a Setembro de 2010, Pompéia (SP), 2010.

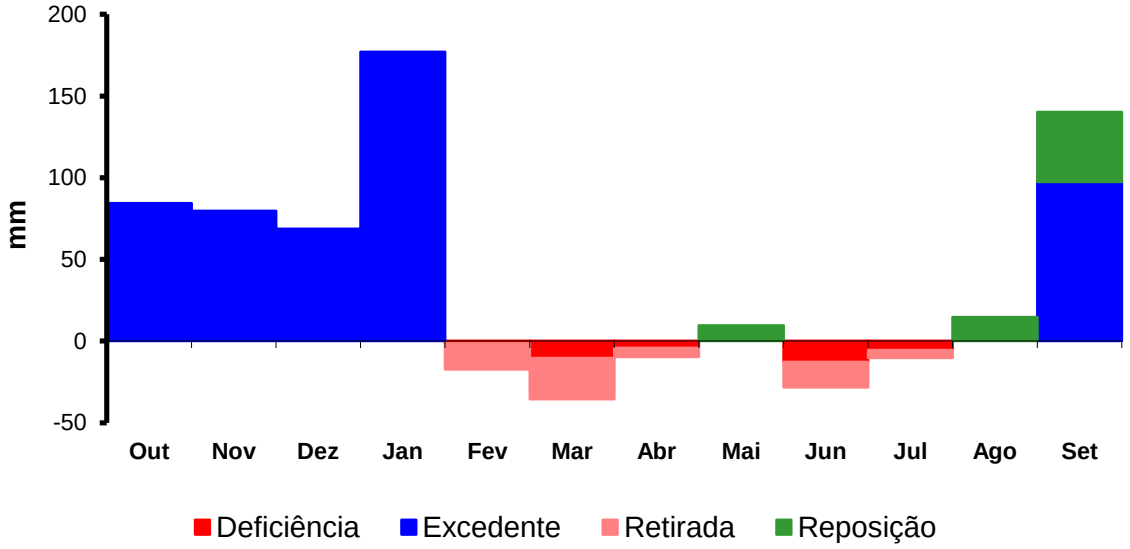


Figura 4. Deficiência, excedente, retirada e reposição de água no solo para armazenamento de 100 mm, durante o período experimental, de Outubro de 2009 a Setembro de 2010, Pompéia (SP), 2010.

5.6 Avaliações

Foram avaliadas no decorrer do presente trabalho as seguintes características:

5.6.1. População inicial de plantas

A população inicial de plantas (PI) foi avaliada pela contagem das plantas, aos sete dias após a emergência, em quatro linhas da área útil da parcela, considerando-se inclusive as plantas acamadas e quebradas, tranformando-se a população obtida para a correspondente por hectare.

5.6.2. População final de plantas

O população final de plantas (PF) foi avaliada pela contagem das plantas em quatro linhas da área útil da parcela, considerando-se inclusive as plantas acamadas e quebradas transformando-se a população obtida para a correspondente por hectare, por ocasião da colheita.

5.6.3 Características morfológicas

5.6.3.1 Altura de plantas

A altura de plantas (A) correspondeu à distância média em centímetros entre a superfície do solo e a inserção da folha bandeira, tomada aleatoriamente de dez plantas da área útil das parcelas experimentais, por ocasião do florescimento masculino.

5.6.3.2 Altura de inserção da espiga

A altura de inserção da espiga (AIE) correspondente à distância média, em centímetros entre a superfície do solo e a base de inserção da inflorescência feminina superior foi tomada nas mesmas plantas a que se refere o item 5.6.3.1

5.6.3.3 Relação entre altura da espiga e altura da planta

A relação média entre altura da espiga e altura da planta (AIE/A), foi expressa pela razão entre alturas de inserção de espiga e da planta, verificada nas mesmas plantas referidas nos itens 5.6.3.1 e 5.6.3.3.

5.6.3.4 Diâmetro de colmo

O diâmetro do colmo (D) correspondeu ao valor médio, em milímetros, do primeiro entre-nó acima do colo da planta, tomados nas mesmas plantas a que se refere o item 5.6.3.1.

5.6.3.5 Número de folhas

O número médio de folhas (N) foi realizado por ocasião do florescimento masculino mediante a da contagem das folhas em dez plantas na área útil de cada parcela, por ocasião do florescimento masculino, tomadas nas mesmas plantas a que se refere o item 5.6.3.1

5.6.3.6 Área Foliar por planta

A área foliar por planta (AF) correspondeu a área foliar média, em m^2 $planta^{-1}$, tomadas das mesmas plantas a que se refere o item 5.6.3.1., e determinado Este parâmetro foi determinado no florescimento masculino (AFf) e na maturação fisiológica (AFmf). Para esta determinação foi utilizada metodologia descrita por Peixoto (1987), segundo a equação:

AF= C X L X 0,75, onde:

AF = Área foliar m^2.

C = Comprimento da folha em m.

L = Largura da folha determinada na porção mediana em m.

5.6.3.7 Índice de área foliar

O índice de área foliar foi determinado indiretamente pela área foliar média de dez plantas provenientes da área útil da parcela divida pela área destinada à planta em cada tratamento, nos estadios fenológicos, florescimento masculino (IAFf) e na maturidade fisiológica (IAFmf).

5.6.3.8 Índices de persistência e de senescência foliares

O índice de persistência foliar foi calculado de acordo com Brachtvogel (2008) pela expressão IAF(mf/f), e o índice de senescência foliar foi calculado pela expressão [IAF(f – mf)/f], ambos IAFf e IAFmf, descritos no item 5.6.3.7. Os índices de persistência e senescência foliar foram representados por IAF(mf/m) e IAF (mf – m)/m, respectivamente.

5.6.3.9 Grau Brix

Foi determinado o teor de sólidos solúveis (^{o} Brix) da solução do colmo das plantas de milho no florescimento masculino (GBf) e na maturação fisiológica (GBmf) das plantas.

Foram coletadas cinco plantas da área útil da parcela e com auxilio de um alicate extraiu-se algumas gotas de caldo do entrenó da base do colmo e depositadas diretamente sobre o refratômetro manual de leitura direta.

5.6.3.10 Porcentagem de plantas acamadas e ou quebradas

O número de plantas da área útil de cada parcela com ângulo superior a 45^{o} com a vertical e ou quebrada abaixo da inserção da espiga, foi expresso em porcentagem de plantas acamadas e ou quebradas (PA%).

5.6.4 Características da espiga e componentes de produção

5.6.4.1 Comprimento da espiga

O comprimento da espiga (CE) correspondeu ao comprimento médio de dez espigas provenientes da área útil da parcela, tomado em centímetros. Para esta avaliação utilizou-se régua plástica.

5.6.4.2 Número de fileiras de grãos

O número de fileiras de grãos (NF) foi contado nas mesmas espigas referidas no item 5.6.4.1, efetuando-se a média.

5.6.4.3 Diâmetro da espiga

O diâmetro da espiga (DE) correspondeu ao diâmetro médio, em milímetros, da porção central das espigas referidas no item 5.6.4.1. Para esta avaliação utilizou-se paquímetro de metal.

5.6.4.4 Diâmetro do sabugo

O diâmetro do sabugo (DS) correspondeu ao diâmetro médio em milímetros, da porção central dos sabugos das espigas referidas no item 5.6.4.1. Para esta avaliação utilizou-se paquímetro de metal.

5.6.4.5 Comprimento do grão

O comprimento do grão (CG) foi obtido indiretamente pela diferença entre o diâmetro da espiga (item 5.6.4.3) e o diâmetro do sabugo (item 5.6.4.4) e o resultado dividido por dois.

5.6.4.6 Massa de mil grãos

A massa de mil grãos (1000G) foi determinada segundo metodologia descrita em BRASIL (2009), corrigida considerando o teor de água de 13%.

5.6.4.7 Massa de grãos por espiga

A massa de grãos por espiga (MGE) foi obtida a partir da pesagem dos grãos nas espigas referidas no item 5.6.4.1, considerando o teor de teor de água de 13%, medida em balança eletrônica com precisão de 0,1 g e efetuando-se a média.

5.6.4.8 Número de grãos por espiga

O número de grãos por espiga (NGE) foi estimado indiretamente pela razão da massa de grãos por espiga (item 5.6.4.7) e a massa de mil grãos (item 5.6.4.6).

5.6.4.9 Número de espigas por hectare

O número de espigas por hectare (NEH) foi estimado indiretamente multiplicando-se a população final (item 5.6.2) e o índice de espiga (item 5.6.4.11).

5.6.4.10 Número de grãos por hectare

O número de grãos por hectare (NGH) foi estimado indiretamente multiplicando-se o número de grãos por espiga (item 5.6.4.8) pelo número de espigas por hectare (item 5.6.4.9).

5.6.4.11 Índice de espiga

O índice de espiga (IE) foi determinado pela razão entre o número de espiga produtiva e o número de plantas da área útil da parcela.

5.6.4.12 Produtividade

A produtividade de grãos (P) foi obtida a partir da colheita e pesagem de grãos provenientes das espigas das quatro linhas centrais da área útil da parcela, determinando-se o teor de água pelo método gravimétrico (BRASIL, 2009) para obter-se este componente em kg ha^{-1}, em equivalente a 13% de umidade.

5.7 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, considerando-se o esquema de blocos casualizados com tratamentos combinados em fatorial, com quatro repetições. Se significativo, procedeu-se ao teste de média para cultivares e épocas de semeadura e análise de regressão para população, calculada para equações lineares e quadráticas. Foram consideradas apenas as equações significativas a 1(*) e 5(**) % de probabilidade pelo teste de F, quando ambas apresentaram significância, foi feita a opção por aquela com maior coeficiente de determinação (R^2).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Populações inicial e final

Os resultados da análise da variância relacionados as populações de plantas inicial (PI) (pl ha^{-1}) e final (PF) (pl ha^{-1}) são dispostos na Tabela 6, e incluem os valores de média e de Fc (F calculado) para as causas de variação e suas interações.

Para a característica população de plantas inicial e final houve efeito significativo de população e de época de semeadura. Para a população final a interação, cultivar * população de plantas e cultivar * época de semeadura, foram significativas.

Para a população final o efeito das interações cultivar * população e cultivar * época, são representados nas Figura 5 e Tabela 7, respectivamente.

Tabela 6. Resumo da análise da variância com valores de F calculado, calculado para causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para população de plantas inicial (PI) e população de plantas final (PF) de milho cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

	Características	
	População inicial (PI) (pl ha^{-1})	População final (PF) (pl ha^{-1})
Cultivar (C)	0,984 ns[(1)]	2,565 ns
DKB 393	55.725	53.074
DKB 330	56.055	53.561
DMS	663	607
População (P)	3273,4**	3549,788**
Regressão	L[(2)]	L
30.000	33.943	32.076
45.000	47.625	46.297
60.000	64.733	60.873
75.000	77.259	74.023
Época (E)	4,956**	66,355**
Janeiro	55.287 B	50.895 C
Fevereiro	55.808 AB	54.056 B
Março	56.552 A	54.972 A
DMS	975	893
C X P	0,729	<0,01
C X E	1,917	<0,001
P X E	0,928	0,621
C X P X E	1,163	0,894
CV (%)	2,91	2,80

[(1)] ns: não significativo (P>0,05), *:P<0,05; **P<0,01; [(2)]Modelo de equação: Linear.
Médias seguidas de letra maiúscula diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey à 1 % ou 5% de probabilidade.

6.1.1 População de plantas inicial

A população de plantas avaliadas no início do ciclo, apresenta-se com valor um pouco superior ao desejado, no entanto apresenta-se estável e com baixo coeficiente de variação. É comum na implantação de experimentos com estande de plantas estandes superiores ao desejado, basicamente pela perda de plantas durante a condução do experimento (Tabela 6 e Figura 5).

Para a causa de variação época de semeadura houve diferença significativa entre os tratamentos, havendo um aumento das médias de estande inicial da época janeiro para a época março. Este fato pode ser atribuído à maior temperatura do mês de janeiro que causaram a formação de crostas superficiais que dificultam a emergência das plântulas de milho, o que ocasionou dificuldade em sua germinação resultando em menor população de plantas para esta época.

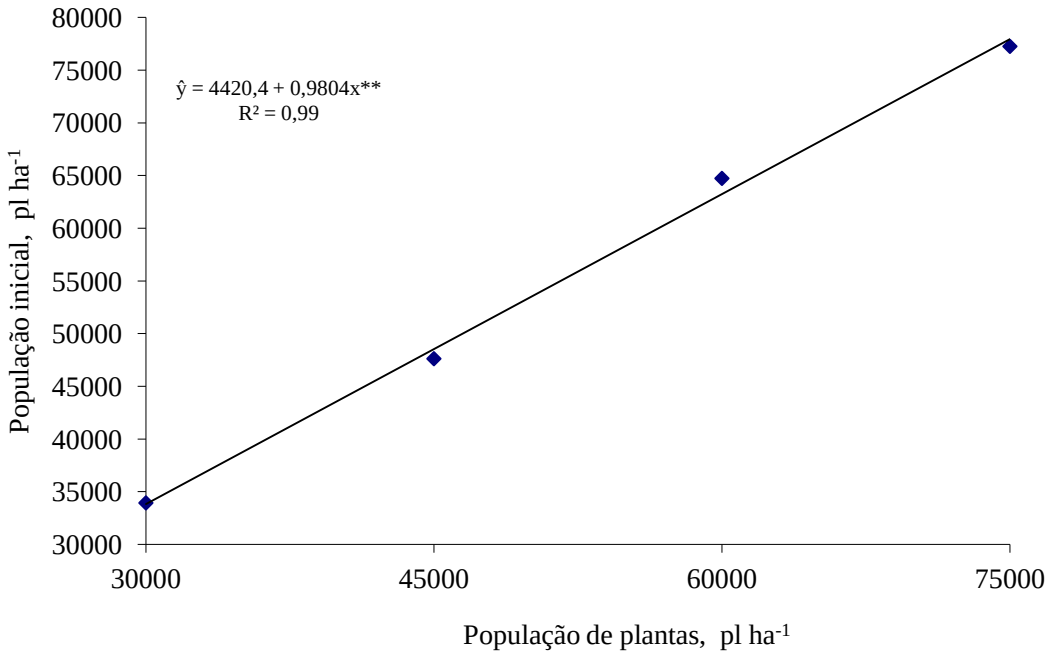


Figura 5. População de plantas inicial (PI) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

6.1.2 População de plantas final

Para a causa de variação época de semeadura (Tabela 6), houve o aumento das médias de estande final da época de janeiro para a época de março. Este fato pode ser atribuído ao maior estande inicial na época de março, quando comparado com a época janeiro.

Para a interação cultivar * população, o híbrido DKB 393, apresentou menor população de plantas que o híbrido DKB 330 na população de 65.000 pl ha^{-1}. Para as outras populações não houve diferença entre os híbridos (Figura 6).

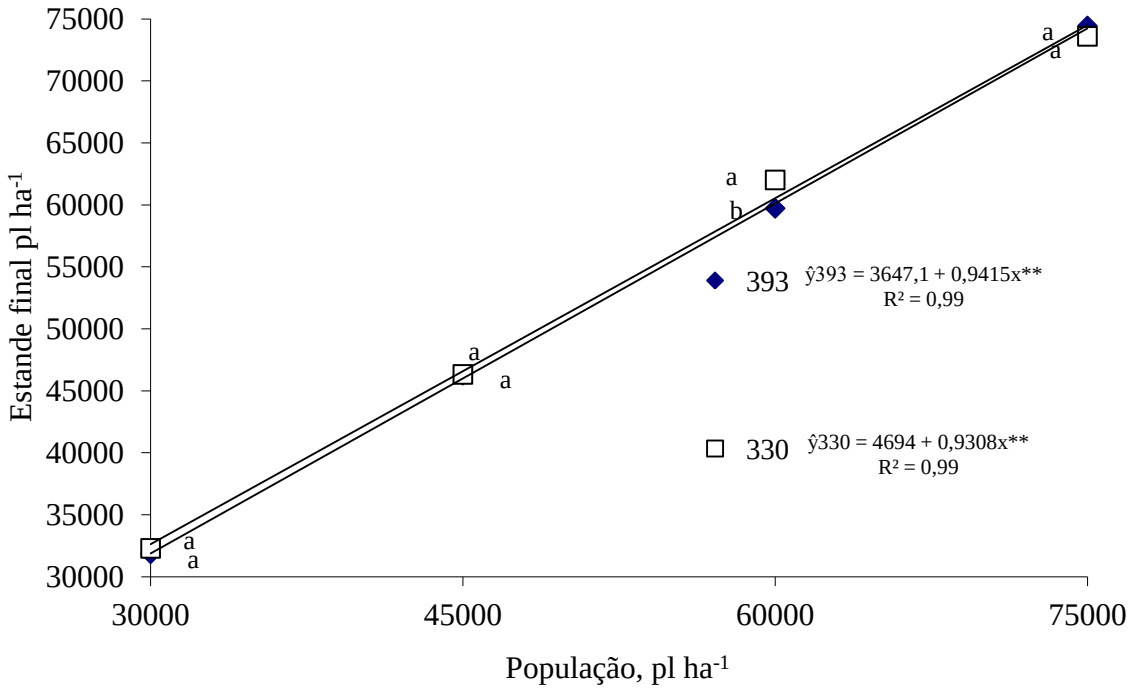


Figura 6. População de plantas final (PF) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados em três épocas de semeadura na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

Para a interação cultivar * época de semeadura (Tabela 7), o híbrido DKB 393 apresentou maior população final somente na época de fevereiro, enquanto que o híbrido DKB 330 apresentou população final superior nas épocas de janeiro e março. Em relação à comparação dentro dos cultivares, o híbrido DKB 393 apresentou menor população final na época fevereiro, no entanto nas épocas fevereiro e março não houve diferença significativa. Para o híbrido DKB 330 houve aumento progressivo da população final, da época janeiro para a época março. Estas diferenças podem ser atribuídas ao excesso de temperatura e a menor população inicial para a época janeiro.

Tabela 7. Desdobramento da interação cultivar * época de semeadura, para a população final de plantas de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

Época	Cultivar	
	DKB 393	DKB 330
Janeiro	50.200 Bb	51.590 Ac
Fevereiro	54.829 Aa	53.231 Bb
Março	54.191 Ba	55.707 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha (cultivares) e minúsculas na coluna (época de semeadura), não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.2 Características morfológicas

Os resultados da análise de variância e de regressão, referente as características morfológicas são apresentadas nas Tabelas 8, 10 e 16, com valores das médias e F, calculado para as causas de variação, e suas interações.

6.2.1 Características morfológicas I

Na Tabela 8, encontra-se o resumo da análise da variância para as características morfológicas altura de planta, altura de inserção de espiga, relação entre altura de inserção de espiga e altura da planta, diâmetro de colmo.

Tabela 8. Resumo da análise da variância com valores de F, calculado para causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para altura de plantas (A) m, número de folhas (N), altura de inserção de espiga (AIE) m, e relação entre altura de inserção de espiga e altura de plantas (AIE/A).

CV	Parâmetros			
	A	AIE	AIE/A	D
Cultivar (C)	4,657**[(1)]	34,062**	5,200**	38,748**
DKB 393	1,82 A	1,02 A	0,56 A	24,7 A
DKB 330	1,69 B	0,93 B	0,53 B	23,3 B
DMS =	0,04	0,03	0,02	0,4
População (P)	0,193ns	3,561*	< 0,01**	43,006**
Regressão		<0,05 L[(2)]	< 0,01 L	<0,001 L
30.000	1,77	0,94	0,53	25,7
45.000	1,78	0,96	0,54	24,5
60.000	1,76	0,99	0,57	23,3
75.000	1,72	0,99	0,58	22,3
Época (E)	3,491**	48,656**	13,915**	16.099**
Janeiro	1,81 A	0,907 B	0,50 B	24,5 A
Fevereiro	1,78 A	0,941 B	0,53 B	24,4 A
Março	1,69 B	1,071 A	0,64 A	23,1 B
DMS =	0,07	0,042	0,03	0,6
C X P	1,490*	1,261ns	0,649ns	5,395**
C X E	0,145ns	7,010**	1,668ns	0,801ns
P X E	0,306ns	1,778ns	1,610ns	0,983ns
C X P X E	0,193ns	1,242ns	0,361ns	2,548*
CV (%)	5,43	7,23	8,74	4,58

[(1)] ns: não significativo (P>0,05), *:P<0,05; **P<0,01; [(2)]Modelo de equação: Linear.
Médias seguidas de letra maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey à 1 % ou 5% de probabilidade.

6.2.1.1 Altura de plantas

Para a característica altura de plantas houve efeito significativo para as causas de variação cultivar e épocas de semeadura (Tabela 8). Somente a interação cultivar * população, foi significativa (Figura 7).

Para a causa de variação cultivar, o híbrido DKB 393 apresentou maior altura de planta que o híbrido DKB 330 (Tabela 8). Híbridos de porte alto podem sofrer

maiores perdas por acamamento e produzem maior autosombreamento aumentando a competição intraespecífica (ARGENTA et al., 2001b; PINOTTI, 2003).

Para a causa de variação épocas de semeadura, a época janeiro e fevereiro não diferiram entre si e apresentaram maior altura de plantas que a época março (Tabela 8). As condições ambientais presentes na época março, principalmente relacionados à luz, menores disponibilidade de água e temperatura, fazem com que o milho apresente menor altura de plantas.

Para a interação cultivar * população o híbrido DKB 393, foi o mais alto e apresentou redução de sua altura de forma linear quando aumentou-se a população de plantas (Figura 7). O híbrido DKB 330 apresentou menor altura em todas as populações , exceto na população de 60.000 pl ha^{-1}, onde não houve diferença entre os híbridos. O comportamento dos híbridos, estão associados à competição por luz e ao autosombreamento que ocorre nos maiores estandes, e nos híbridos mais altos. Estes dados corroboram com os obtidos por Alvarez, et al., (2006), que constataram diferenças entre as cultivares AG 1051, AG 9010 e DKB 440.

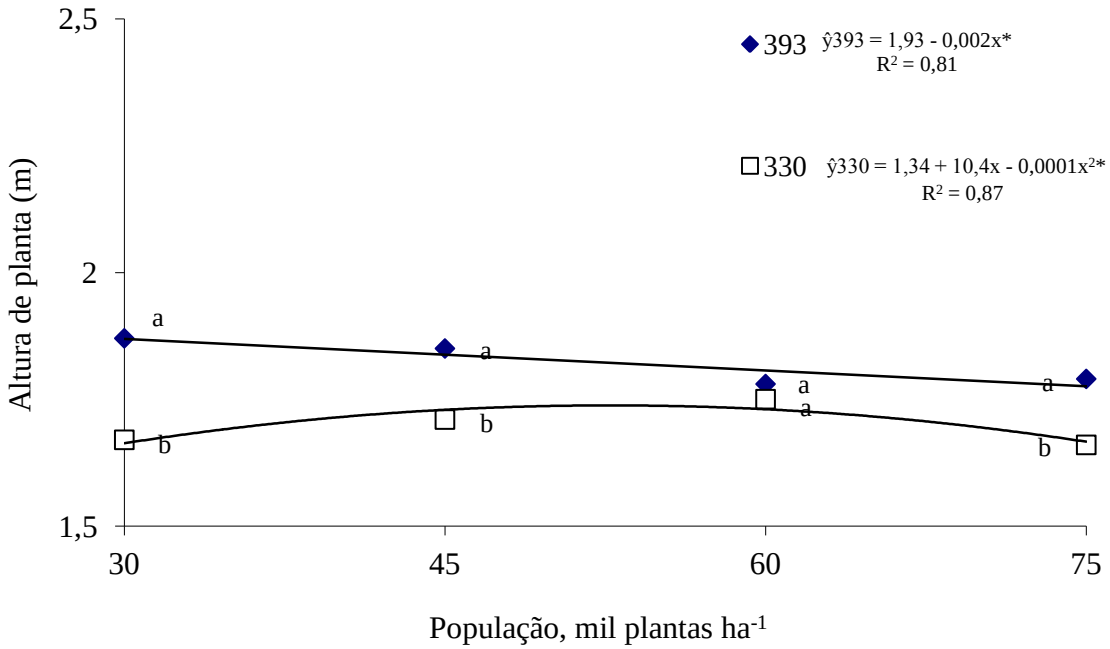


Figura 7. Altura de planta (A) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.2.1.2 Altura de inserção de espiga

Para a característica altura de inserção de espiga, houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população, épocas de semeadura e para a interação cultivar * época de semeadura (Tabela 8).

Para a comparação dos cultivares, os mesmos tiveram comportamentos diferenciados, sendo que o híbrido DKB 393 apresentou maior altura de inserção de espiga que o híbrido DKB 330. Normalmente híbridos mais altos, possuem maior altura de inserção de espiga (Tabela 8).

Para as populações testadas, verifica-se o aumento desta característica com o aumento da população de plantas (Figura 8). Este comportamento pode ser explicado pelo aumento da competição por luz, principalmente nas maiores populações. Nesta condição ocorre alteração no sistema de fitocromo, fazendo com que ocorra o aumento da altura da planta e da altura de inserção de espiga, ocorrendo maior efeito de dominância apical e estiolamento da planta. O aumento do estiolamento das plantas em ambientes mais adensados pode ser explicado pela alteração do sistema de fitocromo, bem como pela competição por outros fatores de produção e aumento da competição intraespecífica (BALBINOT, FLECK, 2005). Estes resultados corroboram com os obtidos por Penariol (2003), Alvarez (2006), Demétrio (2008).

Em relação ao efeito da interação cultivar * época, o híbrido DKB 330, apresentou menor (AIE) nas as épocas de fevereiro e março. Para as épocas, o híbrido DKB 393 apresentou aumento deste índice da época janeiro para março. Este efeito pode ser justificado pela diminuição da radiação solar combinado com a maior sensibilidade à diminuição da disponibilidade de luz dos materiais de ciclo mais longo, o que faz aumentar a altura de inserção de espiga. Para o híbrido DKB 330 também houve este efeito, porém menos pronunciado, pois devido ao sua menor altura e menor ciclo, o efeito de aumento de altura de inserção de espiga ocorreu na época março (Tabela 9).

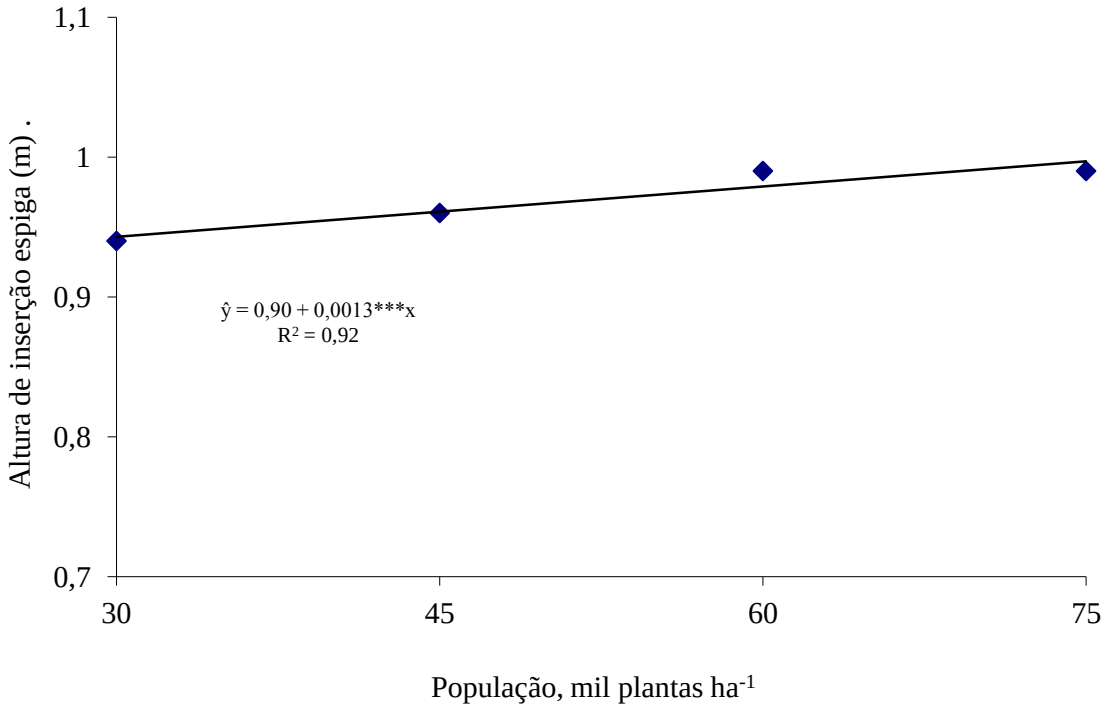


Figura 8. Altura de Inserção de espiga (AIE) em função da população de plantas em híbridos de milho DKB 393 e DKB 330 cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

Tabela 9. Desdobramento da interação entre cultivar e época de semeadura, sobre a altura de inserção de espiga, em híbridos de milho, em quatro populações de plantas e médias de três épocas de semeadura, cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

Época	Cultivar	
	DKB 393	DKB 330
Janeiro	0,91 Ac	0,90 Ab
Fevereiro	0,99 Ab	0,88 Bb
Março	1,14 Aa	1,00 Ba

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha (cultivar) e minúsculas na coluna (época) não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.2.1.3 Relação entre altura de inserção de espiga e altura de planta

Para a característica relação altura de inserção de espiga e altura de planta (AIE/A), houve efeito significativo somente para as causas de variação, cultivar, população e épocas de semeadura (Tabela 8).

O híbrido DKB 393, apresentou maior relação AIE/A que a cultivar DKB 330. A avaliação deste parâmetro é importante, pois caracteriza o potencial de acamamento do cultivar, sendo que aqueles com maior relação possuem maior probabilidade de acamamento. Estes resultados concordam com os obtidos por Sangoi (2001) e Dourado Neto et al., (2003).

Com relação ao efeito de população, houve o aumento da relação, quando aumentou-se a população de plantas (Figura 9). O aumento da população de plantas implica na obtenção de plantas mais estioladas, com maior altura de inserção de espiga e com maior probabilidade de quebra devido ao deslocamento do centro de gravidade para um ponto mais alto (BRACHTVOGEL et al., 2009).

Com relação ao efeito de época, o mês de março apresentou maior relação AIE/A que as épocas janeiro e fevereiro, não diferiram entre si. Este efeito pode ser explicado pelo fato do mês de março apresentar menor disponibilidade de radiação solar e menores temperaturas o que favorece o estiolamento das plantas. Também este efeito pode ser atribuído ao aumento da altura de inserção de espiga com o avanço da época de janeiro para março, enquanto que ocorreu efeito inverso na altura de plantas, resultando assim em aumento da relação AIE/A.

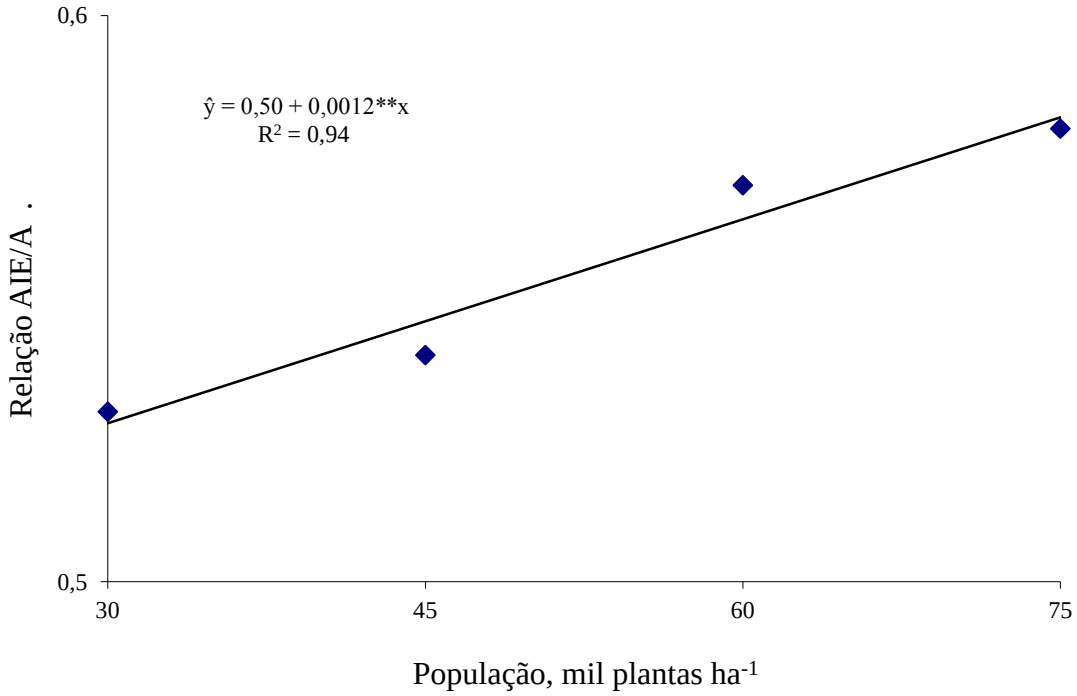


Figura 9. Relação altura de inserção de espiga e altura de planta (AIE/A), em função da população de plantas em híbridos de milho DKB 393 e DKB 330 cultivados em três épocas de semeadura na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

6.2.1.4 Diâmetro do colmo

Para a característica diâmetro de colmo, houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população, época de semeadura e para as interações cultivar * população e cultivar * população * época de semeadura foram significativas, estando esta última representada na (Tabela 8).

Para a causa de variação cultivar, houve diferença significativa entre os híbridos, sendo que o híbrido DKB 393, apresentou maior diâmetro de colmo que o híbrido DKB 330 (Tabela 8). Plantas com maiores diâmetros de colmo, menor altura, menor altura de inserção de espigas e menor relação altura de inserção de espiga/altura de planta, tem menor probabilidade de acamamento, sendo este um fator a ser considerado na decisão de escolha de utilização do cultivar, principalmente quando ocorre grande competição pelos recursos do ambiente. Resultados semelhantes foram encontrados por Beleze et al. (2003).

Para a causa de variação população verifica-se a diminuição do diâmetro do colmo com o aumento da população de plantas (Tabela 8). Estes resultados corroboram com os obtidos por outros autores, tais como Sangoi (2002), Pinotti (2003), Brachtvogel (2010). A redução do diâmetro do como é um aspecto importante a ser trabalhado nos experimentos com populações de plantas, pois colmos mais finos e com espigas pesadas e com inserção de espigas mais alta, aumenta a probabilidade de queda ou inclinação da planta, o que dificulta de sobremaneira a chance de colheita (BALBINOT, FLECK, 2005).

Para a causa de variação época de semeadura, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que, as plantas cultivadas na época março, apresentaram diâmetros de colmo menores que as plantas cultivadas nas épocas janeiro e fevereiro, que não diferiram entre si (Tabela 8). Neste caso as restrições de ambiente fizeram com que houvesse um menor desenvolvimento, acarretando menor diâmetro de colmo para a época março (PORTER, 1997; DOURADO NETO et al., 2003; DEMETRIO et al., 2008)

Para a interação cultivar * população * época de semeadura, o híbrido DKB 393 apresentou comportamento semelhante para as épocas janeiro, fevereiro e março. Para as populações de plantas acima de 45.000 pl ha^{-1}, houve maior redução do diâmetro para a época março. Estatisticamente não houve diferença entre as épocas na população até 60.000 pl ha^{-1}. Para a população de 75.000 pl ha^{-1} a época fevereiro apresentou maior diâmetro de colmo que as épocas janeiro e março não diferiram ente si. Este efeito pode ser atribuído a piora das condições ambientais nestas épocas (Figura 10).

Para o híbrido DKB 330, houve comportamento semelhante para as três épocas de semeadura, havendo redução do diâmetro de colmo, à medida que houve aumento da população de 30.000 para 75.000 pl ha^{-1}, sendo que, para a época janeiro as plantas apresentaram maior diâmetro de colmo, contrastando com a época março em que ocorreu efeito contrário. Para a época fevereiro houve comportamento intermediário (Figura 11). A menor queda comparada com o híbrido DKB 393, pode ser justificada pelo menor porte e maior introgressão de germoplasma de clima temperado, o que reduz o porte, diminui o ciclo e aumenta a adaptação para cultivo na época da safrinha (DUARTE et al., 2003).

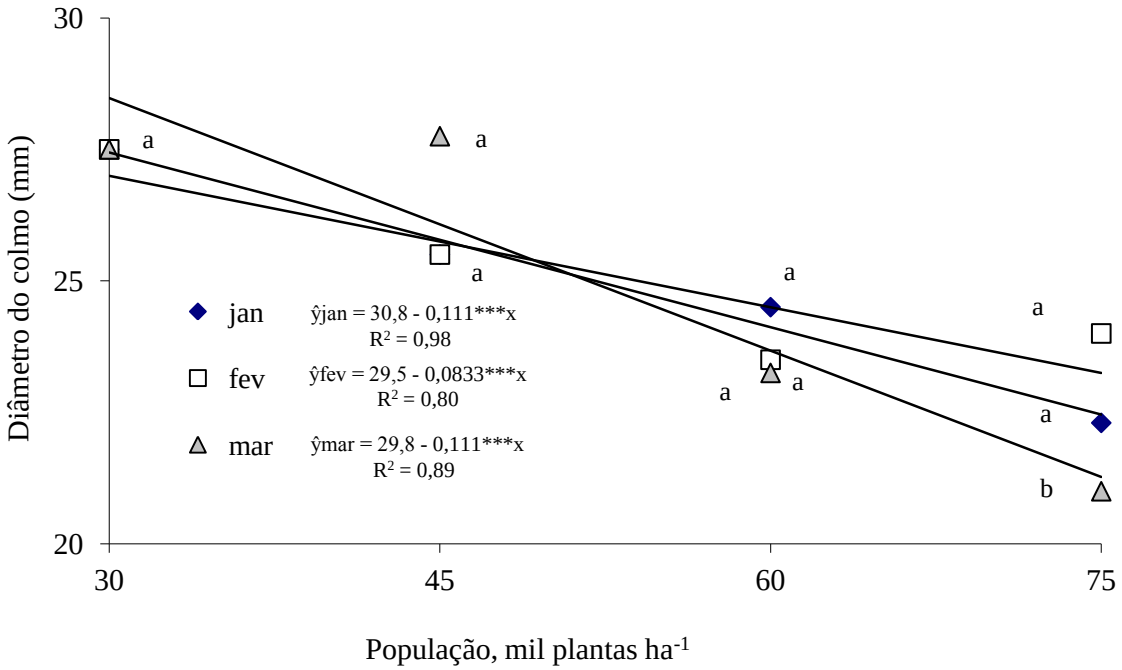


Figura 10. Diâmetro de colmo (D) (mm) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393, cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

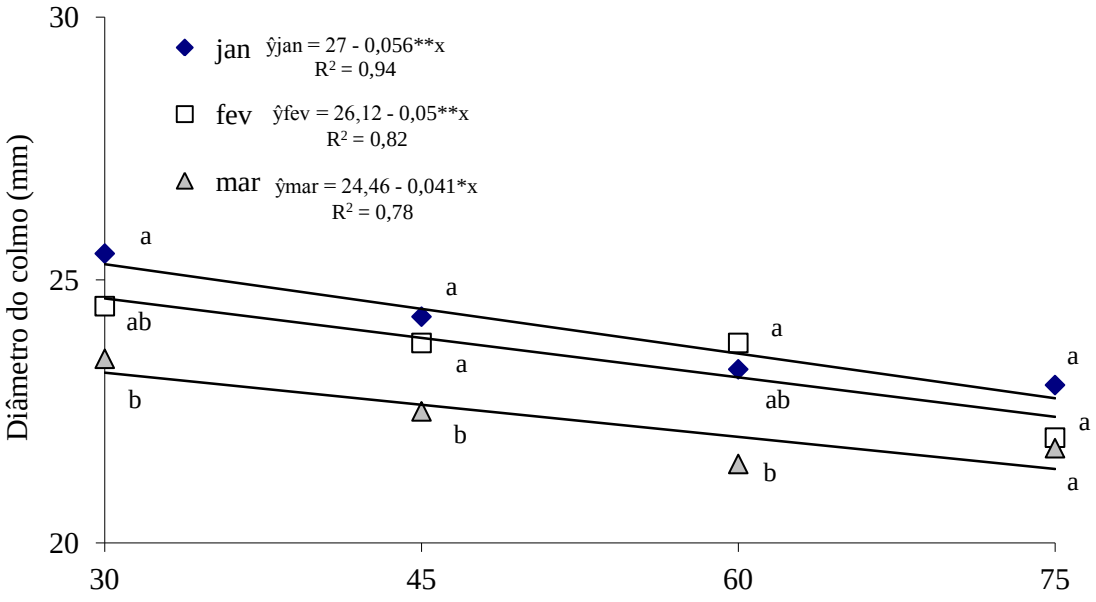


Figura 11. Diâmetro de colmo (D) (mm) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330, cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

O híbrido DKB 393, apresentou maior diâmetro de colmo na população de 30.000 pl ha^{-1}, em todas as épocas de semeadura. No entanto este híbrido foi superior nas épocas janeiro, janeiro e fevereiro e janeiro e março, respectivamente para as populações 45.000, 60.000 e 75.000 pl ha^{-1} (Tabela 10).

Tabela 10. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para o diâmetro de colmo.

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro	Março	Janeiro	Fevereiro	Março
30.000	27,5 A[(1)]	27,5 A	25,8 A	25,5 B	24,5 B	23,5 B
45.000	25,5 A	25,5 A	25,8 A	24,3 A	23,8 B	22,5 B
60.000	24,5 A	23,8 A	23,3 A	23,2 A	23,8 A	21,5 B
75.000	22,3 A	24,0 A	21,0 A	23,0 A	22,0 B	21,8 A

[(1)] Médias seguidas pelas letras maiúsculas na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.2.2 Características morfológicas II

Na Tabela 11, encontra-se o resumo da análise de variância para as características morfológicas II.

Tabela 11. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para diâmetro do colmo (D) (mm), área foliar por planta florescimento masculino (AF) (m^2), área foliar por planta maturação fisiológica (AFmf) (m^2), índice de área foliar no florescimento masculino (IAFm) e índice de área foliar na maturação fisiológica (IAFmf).

	Parâmetros				
	N	AFm	AFmf	IAFm	IAFmf
Cultivar (C)	404.479**[(1)]	1,971ns	2,235ns	159,892**	326,839**
DKB 393	17,3 A	0,995	0,938	4,68 A	3,21 A
DKB 330	14,4 B	1,000	0,989	3,77 B	2,49 B
DMS =	0,3	0,006	0,069	0,14	0,08
População (P)	0,424ns	0,657ns	1,539ns	371,962**	227,677**
Regressão				L[(2)]	Q[(3)]
30.000	15,8	0,990	0,996	2,55	1,99
45.000	16,0	1,000	1,000	3,78	2,91
60.000	15,9	1,000	0,995	4,88	3,20
75.000	15,8	0,995	0,908	5,74	3,31
Época (E)	128,913**	0,517ns	4,182*	3,191*	5,863**
Janeiro	15,7 B	0,997	0,894 B	4,35 A	2,95 A
Fevereiro	17,4 A	0,997	1,000 A	4,21 AB	2,81 B
Março	14,6 C	1,000	1,000 A	4,12 B	2,79 B
DMS =	0,42	0,009	0,102	0,06	0,12
C X P	0,079ns	0,657ns	1,110ns	7,860**	5,840**
C X E	0,805ns	0,469ns	1,866ns	1,600ns	10,616**
P X E	3,364**	1,142ns	1,221ns	0,521ns	4,071**
C X P X E	3,005*	1,158ns	0,473ns	2,506*	2,803*
CV (%)	4,39	1,48	17,71	8,32	6,85

[(1)] ns: não significativo (P>0,05), *:P<0,05; **P<0,01; [(2)]Modelo equação: Linear; [(3)] Modelo: Quadrático.
Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey à 1 % ou 5% de probabilidade.

6.2.2.1 Número de folhas

O híbrido DKB 393 apresentou maior número de folhas que o híbrido DKB 330. Materiais genéticos de ciclo mais longo normalmente são mais altos e apresentam maior número de folhas do que os de menor ciclo (RITCHIE et al., 2003; FORSTHOFER, 2004).

Em relação às épocas de semeadura, a época fevereiro, apresentou maior número de folhas que as épocas de janeiro e março (Tabela 11). Tal comportamento pode ser atribuído a menor temperatura do mês de fevereiro. Em relação a março as plantas apresentaram menor número de folhas devido principalmente as restrições ambientais preponderantes nesta época. Segundo Tollenar et al. (1979) a diminuição da temperatura, faz com que ocorra diminuição da emissão do número de folhas.

Para a interação cultivar * população * época o híbrido DKB 393, apresentou redução do número de folhas de forma linear para a época janeiro e ajuste quadrádico, para a época fevereiro, conforme aumentou-se a população de plantas, com ponto de máximo em 50.625 pl ha^{-1}. No entanto, para a época março, houve aumento linear do número de folhas, conforme aumentou-se a população de plantas (Figura 12). Nesta época este efeito ocorre devido a diminuição da luminosidade provocada pela redução do fotoperíodo, sendo assim a planta pode desenvolver mais folhas na tentativa de melhorar a captação de luz, sendo que este efeito ocorre principalmente em cultivares de porte mais alto (QUIESSE, 1999).

Para o híbrido DKB 330, houve com a redução linear do número de folhas, quando aumentou-se a população de plantas na época fevereiro (Figura 13). Para a época janeiro houve ajuste quadrático, com ponto de máximo em 56.923 pl ha^{-1}. Para a época março também houve aumento do número de folhas de forma linear, assim como ocorreu com o híbrido DKB 393, para a mesma época. O híbrido DKB 330 apresenta menor porte, menor ciclo e menor número de folhas, o que diminui o autosombreamento, promovendo menor competição intraespecífica, principalmente nas maiores populações de plantas.

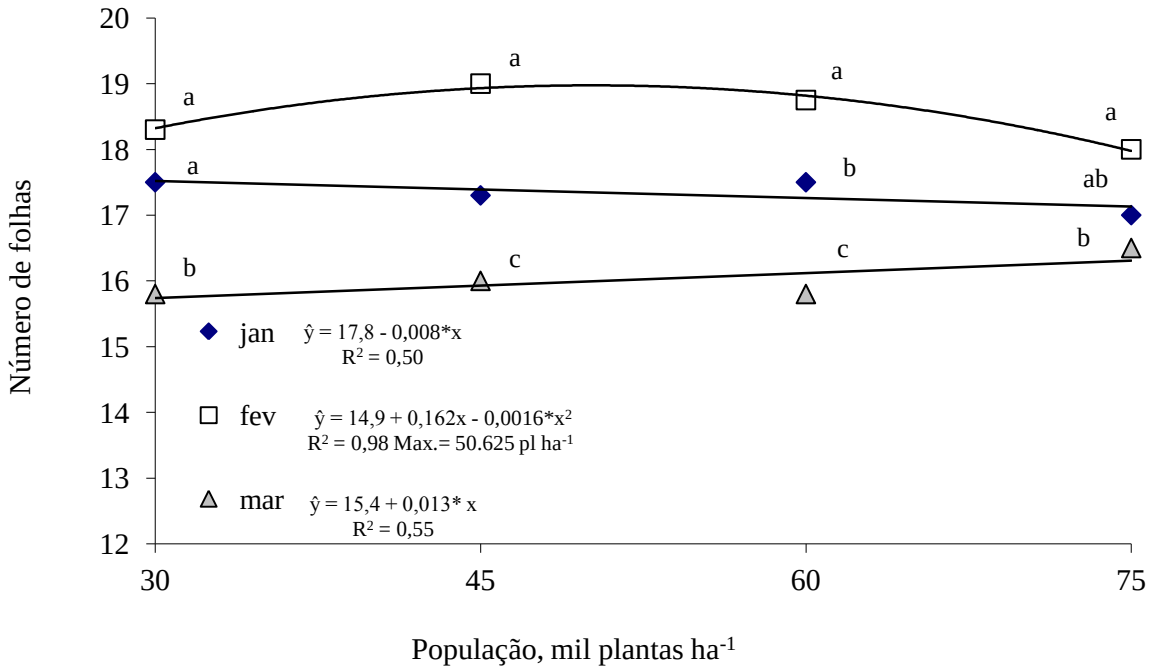


Figura 12. Número de folhas (N) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

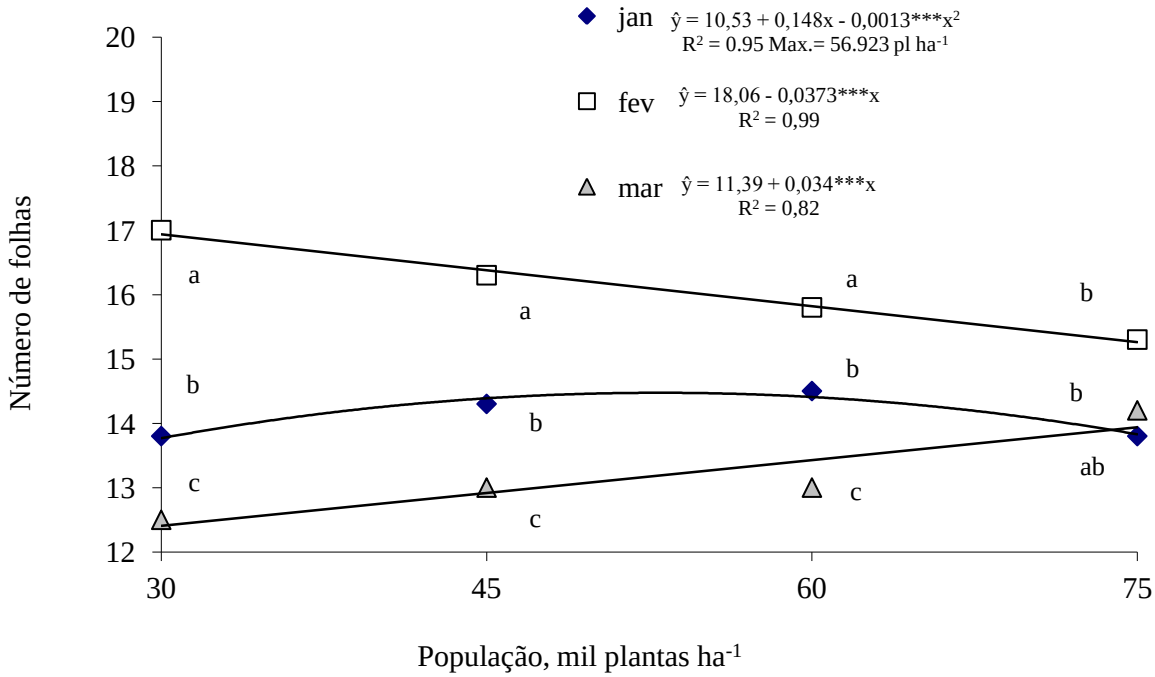


Figura 13. Número de folhas (N) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para a interação cultivar * população * época, houve diferença significativa entre os híbridos, sendo que o híbrido DKB 393, apresentou maior número de folhas. Em relação às épocas, fevereiro, foi a que apresentou maior número de folhas, para os dois híbridos, enquanto que na época de março houve redução desta característica. O cultivar DKB 330, devido ao seu menor porte, promove menos autosombreamento e menor competição intraespecífica (Tabela 12).

Tabela 12. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para número de folhas.

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro.	Março	Janeiro.	Fevereiro	Março
30.000	17,5 A[(1)]	18,3 A	15,8 A	13,8 B	17,9 B	12,5 B
45.000	17,3 A	19,0 A	16,0 A	14,3 B	16,3 B	13,0 B
60.000	17,5 A	18,8 A	15,8 A	14,5 B	15,8 B	13,0 B
75.000	17,0 A	18.0 A	16.5 A	13,8 B	15,3 B	14,2 B

[(1)] Médias seguidas de letras maiúsculas na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.2.2.2 Área foliar florescimento masculino

Para o parâmetro área foliar no florescimento masculino (AFm), Tabela 11, não houve diferença significativa para as causas de variação e suas interações (P>0,05). Estes resultados corroboram com os obtidos por Sangoi et al. (2001), onde os híbridos Agroceres 12 e Agroceres 303, nas décadas 70 e 80, respectivamente, apresentaram áreas foliares semelhantes por planta no florescimento masculino. Argenta et al. (2001a), trabalharam dois híbridos na populações de plantas de 55.000 e 60.000 plantas ha^{-1} e em quatro espaçamentos entre linhas, encontraram áreas foliares por planta no florescimento masculino, para o híbrido XL212, valores semelhantes aos encontrados neste experimento. Esta característica apresenta efeito positivo nos híbridos, pois possuem maior probabilidade de eficiência na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, e no aumento do rendimento

de grãos mediante o aumento da produção fotossintética líquida (FLENET et al.,1996; BULLOCK et al., 1988).

6.2.2.3 Área foliar na maturação fisiológica

Para o parâmetro área foliar na maturação fisiológica (AFmf), houve efeito significativo somente para a causa de variação época de semeadura. As demais causas de variação, bem como as interações não apresentaram efeito significativo (Tabela 11). A época de semeadura janeiro apresentou menor área foliar que as épocas de fevereiro e março, que não diferiram entre si. Este efeito pode ser atribuído a maior temperatura e incidência de radiação solar existente naquela época do ano. Para as épocas fevereiro e março, ocorreu efeito de compensação da planta, com aumento do número de folhas (QUIESSE, 1999), com conseqüente aumento da área foliar, devido a menor disponibilidade de luz existente naquelas épocas. A época de semeadura é um dos principais determinantes da produtividade, sendo que, na opção de sua escolha a mesma deve possibilitar a coincidência do espigamento com o estádio em que a planta apresente maior área foliar. Neste trabalho a definição do número de folhas, ocorreu no início do desenvolvimento da planta nas épocas fevereiro e março onde a menor disponibilidade térmica e de luz é menor, quando comparado com a época de janeiro. Híbridos com arquitetura de planta moderna, podem diminuir o efeito da competição pelos recursos do ambiente, pelo fato de possuírem menor altura, menor número de folha e que permitirem maior infiltração de luz (ARGENTA et al., 2001b), contribuindo assim para elevar a produtividade em épocas de cultivo onde ocorre restrições de ambiente e em lavouras com uso de alta tecnologia (FOLONI et al., 2003).

6.2.2.4 Índice de área foliar florescimento masculino

Para o parâmetro índice de área foliar no florescimento masculino (IAFm) houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população e época de semeadura e suas interações (Tabela 11).

O manejo da população de plantas deve ser realizado de forma a haver melhor aproveitamento da radiação solar (MADONNI et al., 2001). Quando aumenta-se a

população de plantas, a área foliar por planta diminui (SANGOI, et al. 2005), porém devido ao maior número de plantas por área, ocorre o aumento do índice de área foliar resultante do aumento do número de plantas por área. Este efeito também pode ser considerado devido a pequena plasticidade vegetativa da espécie (STRIEDER et al., 2007; PIANA et al., 2008). Neste experimento pode ser verificado que conforme aumentou-se a população de plantas de 30.000 para 75.000 pl ha^{-1}, ocorreu aumento linear do índice de área foliar (Figura 14), concordando com Silva (1999), Vieira (2007), Sangoi et al. (2011).

Para a causa de variação cultivar, houve efeito significativo (Tabela 11), sendo que o híbrido DKB 393, apresentou maior índice que o híbrido DKB 330. Esta diferença pode ser atribuída ao maior número de folhas do híbrido DKB 393. Estes resultados corroboram com os obtidos por Almeida et al. (2003).

Para a causa de variação época de semeadura, houve efeito significativo (Tabela 11), sendo que, houve redução do índice quando deslocou-se a época de semeadura de janeiro para o março. Esta redução pode ser justificada pela ocorrência de condições ambientais mais restritivas, nesta última época. A utilização deste índice é realizada nos estudos do desenvolvimento vegetal e análise de crescimento e é de grande importância na avaliação de características agronômicas na cultura do milho, por expressar a proporção de cobertura do solo, sendo um fator a ser considerado nas práticas de manejo da cultura. Neste trabalho, os resultados corroboram com os obtidos por Nascimento et al. (2011), e apresentam valores próximos de 4, considerado satisfatório para a cultura.

Para a interação cultivar * população * época, o híbrido DKB 393, apresentou aumento linear deste índice, à medida que aumentou-se a população de plantas (Figura 14). Verifica-se que em relação à época de semeadura, este aumento foi maior para a época janeiro, enquanto que nas épocas fevereiro e março, este aumento foi semelhante. Este comportamento pode ser justificado pelas condições ambientais mais restritivas, principalmente para as épocas de final de fevereiro e final de março. Viera, (2007) encontrou resultados semelhantes a este trabalho onde houve comportamento diferencial dos híbridos, com aumento do índice de área foliar, conforme aumentou-se a população de plantas.

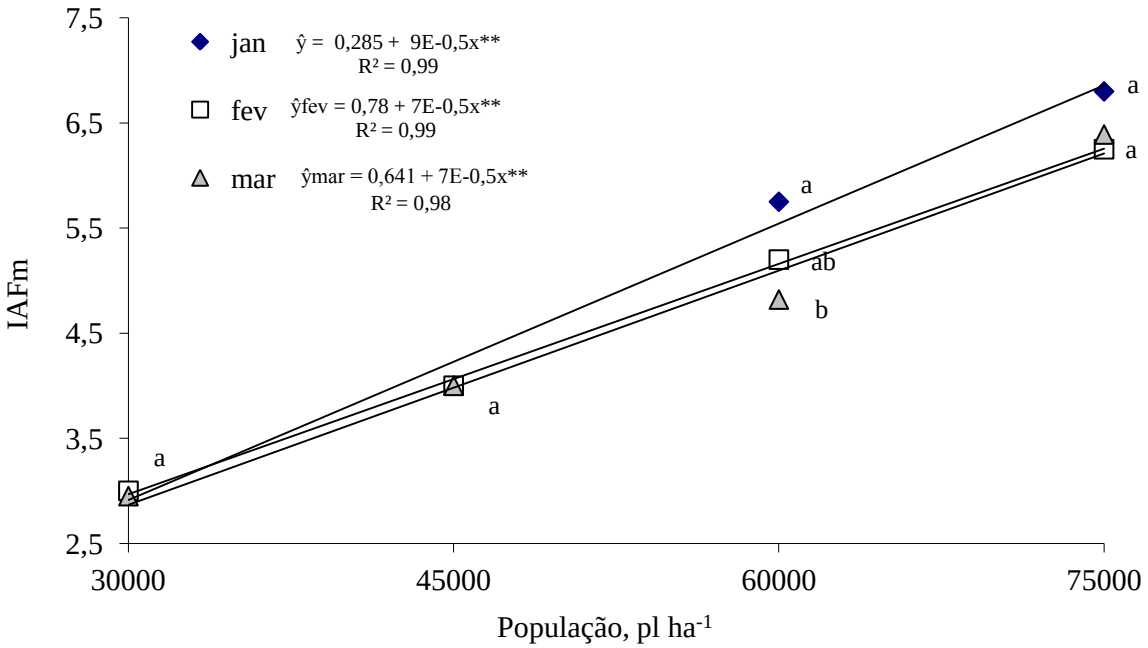


Figura 14. Índice de área foliar no florescimento masculino (IAFf) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

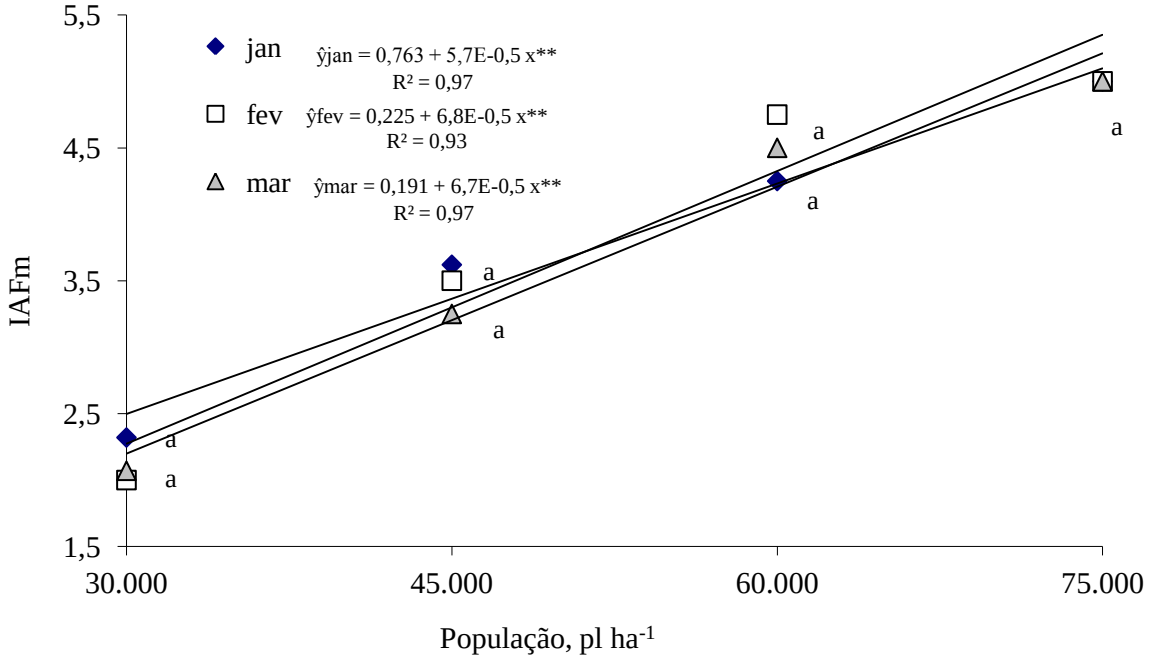


Figura 15. Índice de área foliar no florescimento masculino (IAFf) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

Para a interação cultivar * população * época, o híbrido DKB 330, também apresentou aumento linear do índice de área foliar no florescimento masculino, à medida que aumentou-se a população de plantas (Figura 15). Verifica-se que em relação às épocas de semeadura, este aumento foi semelhante para as três épocas. Este fato pode ser justificado pelo menor porte e menor número de folhas deste cultivar, o que resulta em melhor aproveitamento da área de exposição à luz, principalmente na época de março, época mais restritiva em termos de ambiente.

O híbrido DKB 393, apresentou maior índice de área foliar no florescimento masculino, na maioria das populações de plantas com exceção da população de 30.000 pl ha^{-1}, na época de fevereiro, da população de 45.000 pl ha^{-1} na época janeiro e da população de 60.000 pl ha^{-1} na época de março (Tabela 13).

Tabela 13. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para índice de área foliar no florescimento masculino (IAFf).

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro	Março	Janeiro	Fevereiro	Março
30.000	3,00 A[(1)]	3,00 A	2,95 A	2,32 B	2,00 A	2,07 B
45.000	4,00 A	4,00 A	4,00 A	3,62 A	3,50 B	3,25 B
60.000	5,75 A	5,20 A	4,82 A	4,25 B	4,75 B	4,50 A
75.000	6,80 A	6,25 A	6,38 A	5,00 B	5,00 B	5,00 B

[(1)] Médias seguidas de letras maiúsculas na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.2.2.5 Índice de área foliar maturação fisiológica

Para a característica índice de área foliar na maturação fisiológica (IAFmf), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população e época de semeadura e suas interações (Tabela 11).

Para a causa de variação cultivar, houve diferença significativa (Tabela 11), sendo que o cultivar DKB 393, apresentou maior índice. Este fato pode ser justificado

pelo maior número de folhas deste cultivar, como mencionado anteriormente, para o parâmetro índice de área foliar no florescimento masculino.

Para a causa de variação população houve aumento quadrático do índice de área foliar na maturação fisiológica à medida que aumentou-se a população de plantas. Este comportamento pode ser explicado pelo aumento do número de plantas por área, especialmente nas maiores populações. Com o aumento da população de plantas houve aumento da área foliar fotossinteticamente ativa, com ponto máximo em 68.333 pl ha^{-1}. Estes resultados concordam com Brachtvogel (2010) que trabalhou com populações de 40 a 100.000 pl ha^{-1}, onde também foi ajustado equação quadrática para este parâmetro, porém com ponto de máximo próximo a 50.000 pl ha^{-1} (Tabela 11).

Para a causa de variação época de semeadura, houve diferença significativa, sendo que a época de semeadura janeiro apresentou maior índice, enquanto que as épocas fevereiro e março, não diferiram entre si (Tabela 11). Este fato pode ser justificado pelas condições de ambiente, especialmente a disponibilidade de radiação solar, que diminui da época janeiro para março, restringindo o crescimento da planta e consequentemente diminuindo o índice de área foliar nestas épocas (NASCIMENTO et al., 2011).

A interação cultivar * população * época de semeadura o híbrido DKB 393, apresentou aumento linear do índice de área foliar na maturação fisiológica para a época janeiro, e aumento com ajuste quadrático para as épocas fevereiro e março (Figura 16). Para a época fevereiro o ponto e máximo ocorreu na população de 61.333 pl ha^{-1}, enquanto que para a época de março o ponto de máximo ocorreu na população de 62.272 pl ha^{-1}. O efeito do ajuste linear para a época janeiro e ajuste quadrático nas épocas de fevereiro e março podem ser atribuídos ao efeito do ambiente mais restritivo, quanto à disponibilidade de luz, temperatura e água, nas épocas de fevereiro e março, juntamente com o porte mais alto da planta que intensifica o efeito da competição intraespecífica, nas maiores populações de plantas.

Na interação cultivar * população * época de semeadura, para o híbrido DKB 393, houve aumento linear do índice de área foliar na maturação fisiológica, para a época janeiro, enquanto para as épocas fevereiro e março os aumentos foram quadráticos (Figura 16). Para a época fevereiro até a população de 60.000 pl ha^{-1} não houve diferença entre as épocas, entretanto na população de 75.000 pl ha^{-1} a época fevereiro apresentou menor

índice de área foliar na maturação fisiológica que as épocas janeiro e março que não diferiram entre si. Este fato pode ser explicado pela maior força de dreno existente para esta época ocorrendo assim a diminuição deste índice.

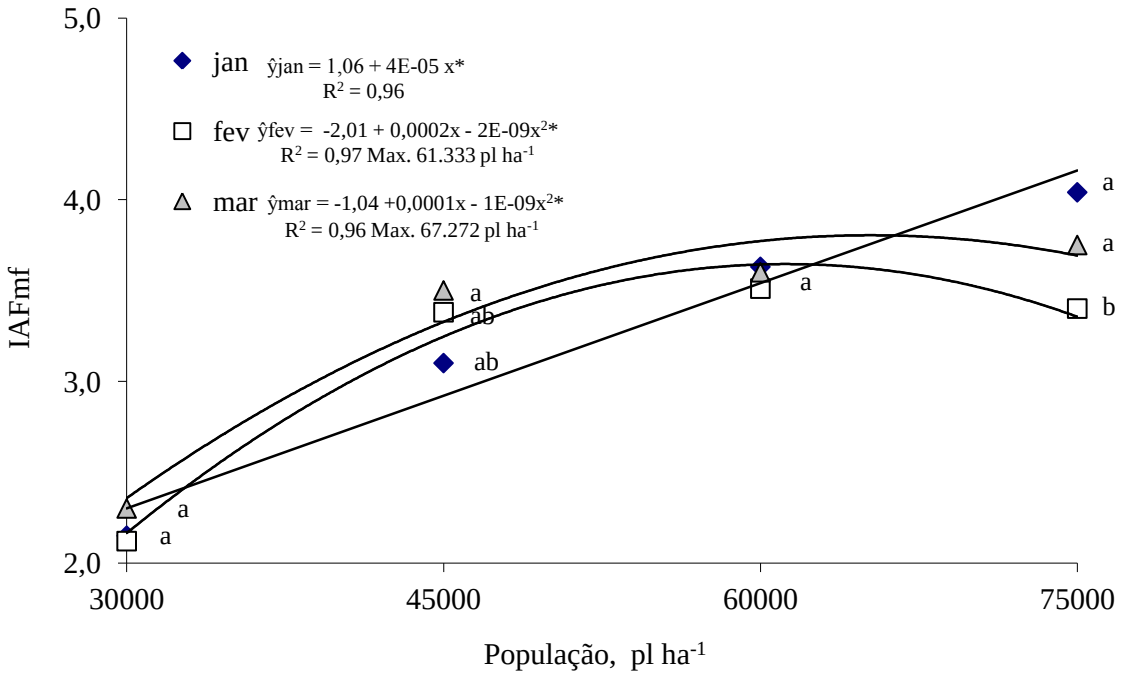


Figura 16. Índice de área foliar na maturação fisiológica (IAFmf) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para o híbrido DKB 330 houve aumento linear do índice de área foliar na maturação fisiológica para as épocas de semeadura, entretanto na população de 60.000 e 75.000 pl ha^{-1}, a época março apresentaram menor índice de área foliar na maturação fisiológica que as épocas janeiro e fevereiro que não diferiram entre si. Este fato pode ser justificado pelo menor porte deste híbrido, que sente menos o efeito do aumento da população, juntamente com o ambiente mais estressante que ocorre na época março (Figura 17).

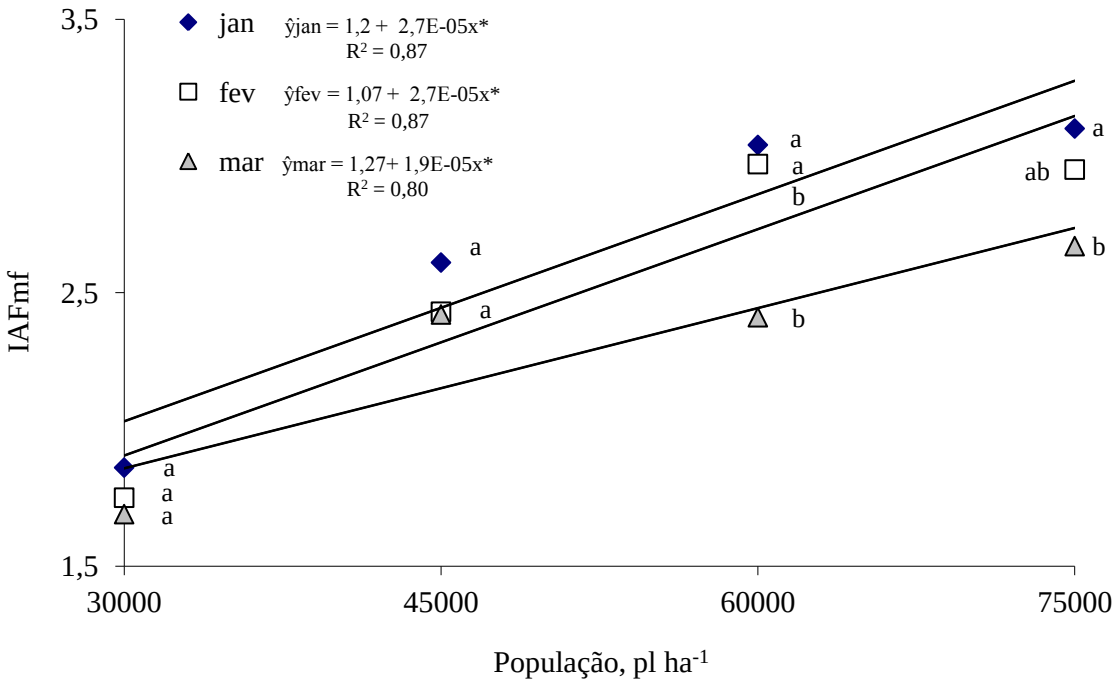


Figura 17. Índice de área foliar na maturação fisiológica (IAFmf) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em relação à comparação dos híbridos dentro de cada população e época, o híbrido DKB 393 apresentou maior índice de área foliar na maturação fisiológica, em todas as épocas e populações, entretanto para a população de 30.000 pl ha^{-1}, para a época janeiro não houve diferença significativa entre os híbridos (Tabela 14).

Tabela 14. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para índice de área foliar no florescimento masculino (IAFmf).

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro	Março	Janeiro	Fevereiro	Março
30.000	2,15 A[(1)]	2,13 A	2,33 A	1,86 A	1,75 B	1,69 B
45.000	3,10 A	3,38 A	3,50 A	2,63 B	2,43 B	2,42 B
60.000	3,63 A	3,51 A	3,60 A	3,00 B	2,97 B	2,41 B
75.000	4,03 A	3,40 A	3,75 A	3,11 B	2,95 B	2,63 B

[(1)] Médias seguidas de letras maiúsculas na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.2.3 Características morfológicas III

Na Tabela 15, encontra-se o resumo da análise de variância para as características morfológicas III.

Tabela 15. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para índice de persistência foliar [IAF9mf/f)], índice de senescência foliar [IAFf-mf)/f], grau Brix no florescimento masculino (GBm), grau Brix na maturação fisiológica (GBmf), plantas acamadas (PA) (%).

	Parâmetros				
	[IAF(mf/f)]	[IAF(f-mf)/f]	GBm	GBmf	PA
Cultivar (C)	22,130**	23,936**	9,019**	18,103**	6,039*
DKB 393	0,72 A	0,28 B	5,77 B	7,47 B	1,33 A
DKB 330	0,67 B	0,33 A	6,38 A	8,63 A	1,17 B
DMS =	0,02	0,01	0,40	0,54	0,14
População (P)	94,368**	98,570**	11,450**	6,086**	25,164*
Regressão	Q[3]	Q	L[2]	L	Q
30.000	0,77	0,22	6,92	8,82	1,00
45.000	0,76	0,23	6,33	8,30	1,08
60.000	0,66	0,34	5,54	7,79	1,16
75.000	0,57	0,42	5,50	7,28	1,75
Época (E)	1,314ns	1,519ns	178,303**	3,344*	2,321ns
Janeiro	0,70	0,30	4,65 B	7,47	1,16
Fevereiro	0,69	0,31	4,74 B	8,63	1,26
Março	0,69	0,32	8,70 A	8,31	1,33
DMS =	0,03	0,03	0,54	0,79	0,19
C X P	2,571ns	2,844*	1,812ns	1,506ns	3,020*
C X E	6,109**	8,216**	5,640**	0,654ns	0,696ns
P X E	0,771ns	0,855ns	6,859**	2,331*	4,076*
C X P X E	2,345*	1,926ns	1,428ns	3,074**	0.404ns
CV (%)	6,86	15,5	16,23	16,28	26,5

[1] ns: não significativo (P>0,05), *:P<0,05; **P<0,01; [2]Modelo de equação: Linear; [3] Modelo: Quadrático. Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey à 1 % ou 5% de probabilidade.

6.2.3.1 Índice de persistência foliar

Para o parâmetro índice de persistência [(IAFmf/f)], houve efeito significativo para as causas de variação cultivar e população e interações cultivar * época de semeadura e cultivar * população * época de semeadura (Tabela 15).

Para a causa de variação cultivar o híbrido DKB 393, apresentou maior índice de persistência foliar que o cultivar DKB 330 (Tabela 15). Este fato pode ser justificado pela adaptabilidade daquele híbrido às condições do ambiente, sendo que através deste índice é possível inferir que este cultivar possui melhor relação fonte/dreno, pois a planta foi capaz de manter o aparelho fotossintético ativo e ainda suprir a demanda da espiga, que é o dreno mais forte. A avaliação dos híbridos perante o índice de senescência é um aspecto importante, pois conforme aumenta o IAF, aumenta o acúmulo de matéria seca, resultando em aumento de produtividade (SANTOS; FAGERIA, 2008), até determinado valor, na qual o auto-sombreamento provoca diminuição da taxa fotossintética. Sendo assim, a habilidade do cultivar em manter a taxa fotossintética em ambientes mais adensados e em condições de ambientes mais estressantes é um fator a ser considerado na escolha do híbrido.

Para a causa de variação população houve redução quadrática do índice de persistência (Tabela 15). Este efeito pode ser justificado pelo aumento da competição intraespecífica, que é estabelecida à partir de 45.000 pl ha^{-1}. Nesta situação começa haver o comprometimento do aparato fotossintético, havendo diminuição da área fotossinticamente ativa. Para este trabalho, o ponto de máximo ajustado foi de 27.778 pl ha^{-1}. Este efeito corrobora com os resultados obtidos por Brachtvogel (2008) e Zanin (2010).

Para interação cultivar * população * época de semeadura os híbridos DKB 393 e DKB 330 apresentarm redução linear do índice de persistência (Figura 18 e Figura 19). Para o híbrido DKB 393 na população de 60.000 pl ha^{-1} na época janeiro obteve-se menor índice de persistência diferindo significativamente da época março. Para as demais populações e épocas não houve diferença significativa.

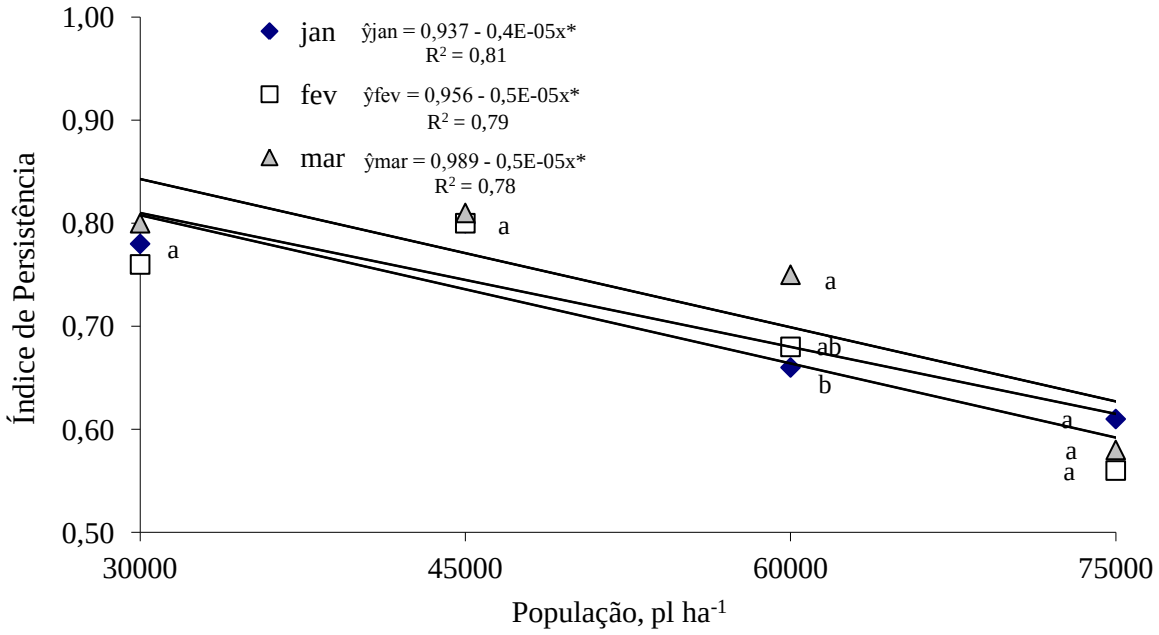


Figura 18. Índice de persistência na maturação fisiológica [IAF(mf/f)] em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

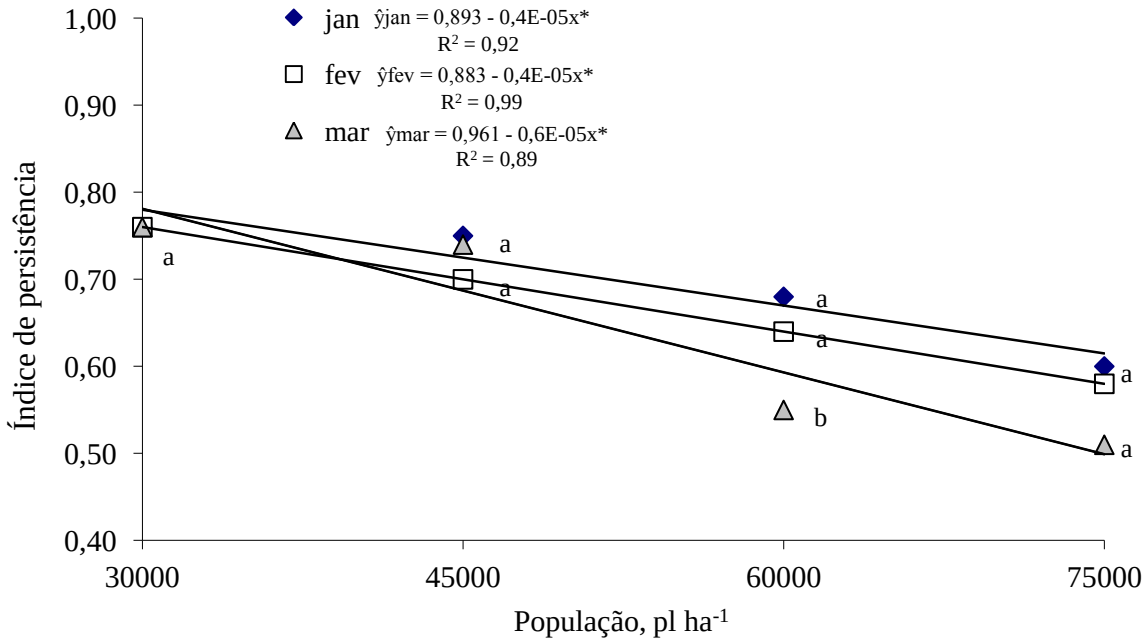


Figura 19. Índice de persistência na maturação fisiológica [IAF(mf/f)] em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

O híbrido DKB 330 na população de 60.000 pl ha^{-1} na época março apresentou menor índice de persistência quando comparado com as épocas de janeiro e fevereiro, que não diferiram entre si. Para as demais populações e épocas não houve diferença estatística (Figura 19).

O híbrido DKB 393 não diferiu significativamente do híbrido DKB 330 para o índice de persistência, com exceção da população de 45.000 pl ha^{-1} nas épocas fevereiro e março e da população de 60.000 pl ha^{-1} na época março. Nestas populações e épocas o híbrido DKB 393 apresentou maior índice de persistência (Tabela 16).

Tabela 16. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para índice de persistência foliar [IAF(mf/f)].

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro	Março	Janeiro	Fevereiro	Março
30.000	0,78 A[(1)]	0,76 A	080 A	0,76 A	0,76 A	0,76 A
45.000	0,80 A	0,80 A	0,81 A	0,80 A	0,71 B	0,74 B
60.000	0,68 A	0,68 A	0,75 A	0,66 A	0,64 A	0,55 B
75.000	0,61 A	0,57 A	0,58 A	0,60 A	0,58 A	0,52 A

[(1)] Médias seguidas de letras maiúsculas na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.2.3.2 Índice de senescência foliar

Para o parâmetro índice de senescência [IAF(f-mf/f)], houve efeito significativo para as causas de variação, cultivar e população (Tabela 15). As interações, cultivar * população e cultivar * época de semeadura, foram significativas (Figura 20 e Tabela 18), respectivamente.

O híbrido DKB 330, apresentou maior índice de senescência que o híbrido DKB 393 (Tabela 15). Durante a fase enchimento de grão, houve diminuição da relação fonte/dreno, pois durante a fase reprodutiva, a espiga é o dreno mais forte. Portanto, a habilidade da planta em manter o aparato fotossintético em pleno funcionamento e ao mesmo

tempo manter a transferência de açúcares da folhas para o colmo e posteriormente para a espiga, mediante estresse promovido pelo ambiente ou pela competição entre as plantas é uma característica de ocorrência desejável do híbrido.

Para a causa de variação população, houve aumento quadrádico do índice de senescência à medida que aumentou-se a população de plantas (Tabela 15). Este efeito pode ser justificado pelo aumento da competição intraespecífica, que é estabelecida, principalmente, à partir de 45.000 pl ha^{-1}, nesta situação começa haver o maior dificuldade na manutenção do aparato fotossintético, havendo diminuição da área de fotossíntese (BORRÁS et al., 2003; KUNZ et al., 2007). Outro efeito que contribui e que concorre para o aumento pela demanda de açúcares destinados ao enchimento dos grãos, é que juntamente com a alta população de plantas, ocorre a perda de área foliar e a senescência mais precoce de folhas. Este fato é atribuído pela competição por luz, exercida nas maiores populações de plantas, o que é agravado pela piora das condições de ambiente na época safrinha e juntamente com o aumento do tamanho do dreno principal, que é a espiga. Também na situação de limitação da relação fonte/dreno pode ocorrer o empobrecimento do armazenamento de açúcares no colmo, causando a queda e o quebramento de plantas.

Para a interação cultivar * população o híbrido DKB 330 apresentou aumento linear do índice de senescência, enquanto que o híbrido DKB 393 apresentou ajuste quadrático deste índice. Nas populações de 45.000 e 60.000 pl ha^{-1} o DKB 330 apresentou maior índice de senescência, nas outras populações não houve diferença entre os cultivares. Neste trabalho comprova-se a melhor adaptação do híbrido DKB 393 a ambientes adensados (Figura 20).

Para a interação cultivar * época de semeadura (Tabela 17), o híbrido DKB 393, diferiu do híbrido DKB 330, na época março. Este fato pode ser explicado pelo híbrido DKB 330, possuir menor ciclo, o que resulta em menores chances para recuperação dos estresses provocados pelo ambiente (SANGOI et al., 2001a; SANGOI et al., 2002).

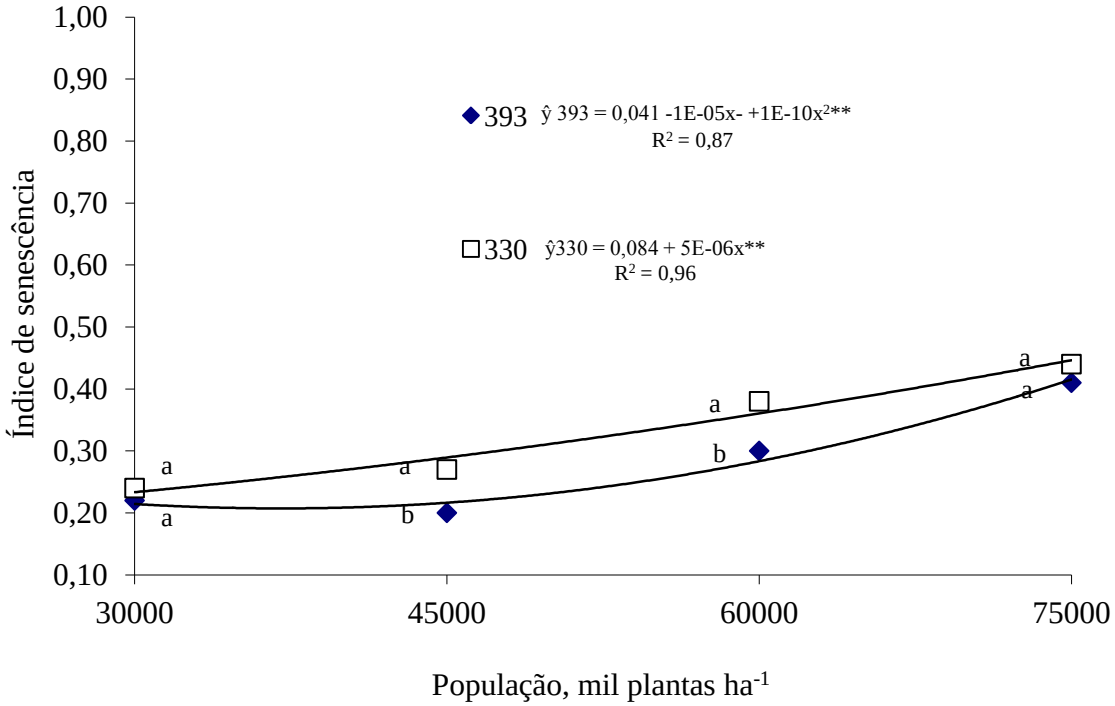


Figura 20. Índice de senescência foliar [IAF (m-mf/m)] em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

Para a interação cultivar * época de semeadura o híbrido DKB 393, diferiu do híbrido DKB 330 somente na época março (Tabela 17).

Tabela 17. Desdobramento da interação cultivar e época de semeadura, sobre o índice de senescência foliar em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

Época	Cultivar	
	DKB 393	DKB 330
Janeiro	0,29 Aa	0,30 Ab
Fevereiro	0,30 Aa	0,32 Ab
Março	0,26 Ba	0,36 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha (cultivar) e minúsculas na coluna (época) não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,001).

O híbrido DKB 393 não apresentou diferença estatística para o índice de senescência, enquanto que, o híbrido DKB 330 apresentou maior índice de senescência na época março, sendo que as épocas janeiro e fevereiro não diferiram entre si. Este fato pode ser explicado pelo híbrido DKB 330, possuir menor ciclo, o que resulta em menores chances para recuperação dos estresses provocados pelo ambiente (SANGOI et al., 2001a; SANGOI et al., 2002) (Tabela 17).

O híbrido DKB 330, apresentou maior índice de senescência na época março, enquanto que as épocas janeiro e fevereiro, não diferiram entre si. Portanto para este híbrido o efeito estressante do ambiente foi mais pronunciado naquela época (Tabela 18).

6.2.3.3 Grau Brix florescimento masculino

Para o parâmetro grau Brix no florescimento masculino (GBm), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população e época de semeadura, e as interações cultivar * época de semeadura e população * época de semeadura (Tabela 15).

Para a causa de variação cultivar, o híbrido DKB 330 apresentou maior valor de grau Brix, que o híbrido DKB 393 (Tabela 15). O híbrido DKB 330 possui menor ciclo que o híbrido DKB 393, sendo assim, mediante as condições mais limitadas de ambiente, este genótipo, apresentou maior armazenamento de açúcares no colmo. Também devido a variação das condições de ambiente durante as etapas do ciclo fenológico, pode haver a remobilização dos açúcares armazenados o que altera o valor de grau Brix. Trabalhos relacionados com armazenamento de açúcares no colmo são relatados na literatura, sendo que, os resultados encontrados neste experimento corroboram com os resultados obtidos por Machado et al. (1992), Pinotti (2003), que também encontraram diferenças nos cultivares, quanto ao armazenamento de açúcares no colmo.

Para a causa de variação população, à medida que aumentou-se a população de plantas houve redução linear do grau Brix na solução do colmo das plantas de milho (Tabela 15). Este fato se deve a competição intraespecífica que ocorre nas maiores populações de plantas, reduzindo assim a produção de fotoassimilados pelas folhas e consequentemente afetando o armazenamento dos açúcares no colmo. Esta redução do armazenamento está também intimamente relacionada com a piora das condições de ambiente,

bem como o efeito conjunto do aumento da população de plantas, que faz com que haja a mobilização dos açúcares e alteram a partição de fotoassimilados entre as diferentes partes da planta (BLUM et al., 2003)

Para a causa de variação época de semeadura, a época março apresentou maior valor de grau Brix, que as épocas janeiro e fevereiro, que não diferiram entre si (Tabela 15). Este feito está associado, à diminuição do fotoperíodo e temperatura, que promove menores custos respiratórios, nesta época (CIRILO; ANDRADE, 1994), aumentando-se assim o saldo de açúcares nos colmos das plantas.

Para a interação cultivar * época de semeadura, o híbrido DKB 330, na época janeiro apresentou maior valor grau Brix, que o híbrido DKB393. Para as outras épocas não houve diferença significativa entre os híbridos (Tabela 18). Este fato se deve ao menor ciclo do cultivar DKB 330, que acumula açúcar mais rápido, devido ao menores sub-períodos de desenvolvimento vegetativo. Ambos os híbridos DKB 393 e DKB 330, apresentaram maior valor grau Brix na época março, enquanto que, para as épocas janeiro e fevereiro, não houve diferenças entre si. Este fato é ocorre devido às condições mais limitantes de ambiente presente naquela época.

Tabela 18. Desdobramento da interação cultivar e época de semeadura, sobre o grau Brix no florescimento masculino (GBm) em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

Época	Cultivar	
	DKB 393	DKB 330
Janeiro	3,9 Bb	5,4 Ab
Fevereiro	4,7 Ab	4,8 Ab
Março	8,6 Aa	8,8 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha (cultivar) e minúsculas na coluna (época) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,01$).

Para a interação população * época de semeadura, houve redução linear do grau Brix para as épocas fevereiro e março, entretanto para a época janeiro houve aumento quadrático desta característica quando aumentou-se a população de plantas. Em todas as populações testadas a época março apresentou maior grau Brix, sendo este fato justificado

pela maior efeito de estresses ambientais que ocorrem nesta época juntamente com o efeito do aumento da competição intraespecífica proporcionada pelo aumento da população o que resulta em diminuição do armazenamento de sólidos totais no colmo (Figura 21).

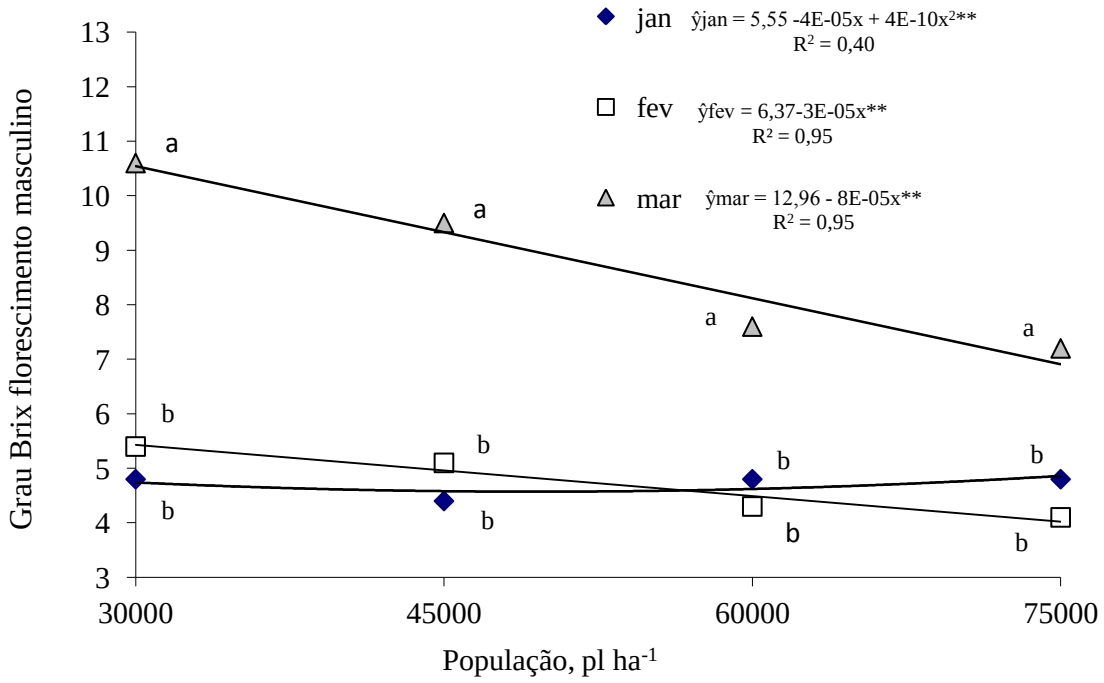


Figura 21. Grau Brix no florescimento masculino (GBm) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.2.3.4 Grau Brix maturação fisiológica

Para o parâmetro grau Brix (GBmf), na maturação fisiológica, houve efeito significativo para as causas de variação, cultivar e população e para as interações população * época de semeadura e cultivar * população * época de semeadura (Tabela 15).

Para a causa de variação cultivar, o híbrido DKB 330 apresentou maior valor de grau Brix, na maturação fisiológica, que o híbrido DKB 393 (Tabela 15). O híbrido DKB 330 possui menor ciclo que o híbrido DKB 393, mediante as condições mais limitadas de ambiente, este híbrido apresentou maior armazenamento de açúcares no colmo, devido ao efeito de concentração de açúcares. Estresse causado pela deficiência no armazenamento de

água, faz com que ocorra menor elongação das células do colmo, durante a fase V8, o que compromete a capacidade de armazenamento de açúcares (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). Portanto, híbridos que possuam maiores teores de açúcares armazenados nesta fase, terão melhor potencial de resposta em produtividade, mediante estresses causados por deficiência no armazenamento de água.

Para a causa de variação população, à medida que aumentou-se a população de plantas houve redução linear do grau Brix na solução do colmo das plantas de milho (Tabela 15). Este fato se deve a competição intraespecífica por luz, que ocorre nas maiores populações de plantas, reduzindo assim a produção de fotoassimilados pela fonte, consequentemente afetando o armazenamento dos açúcares no colmo.

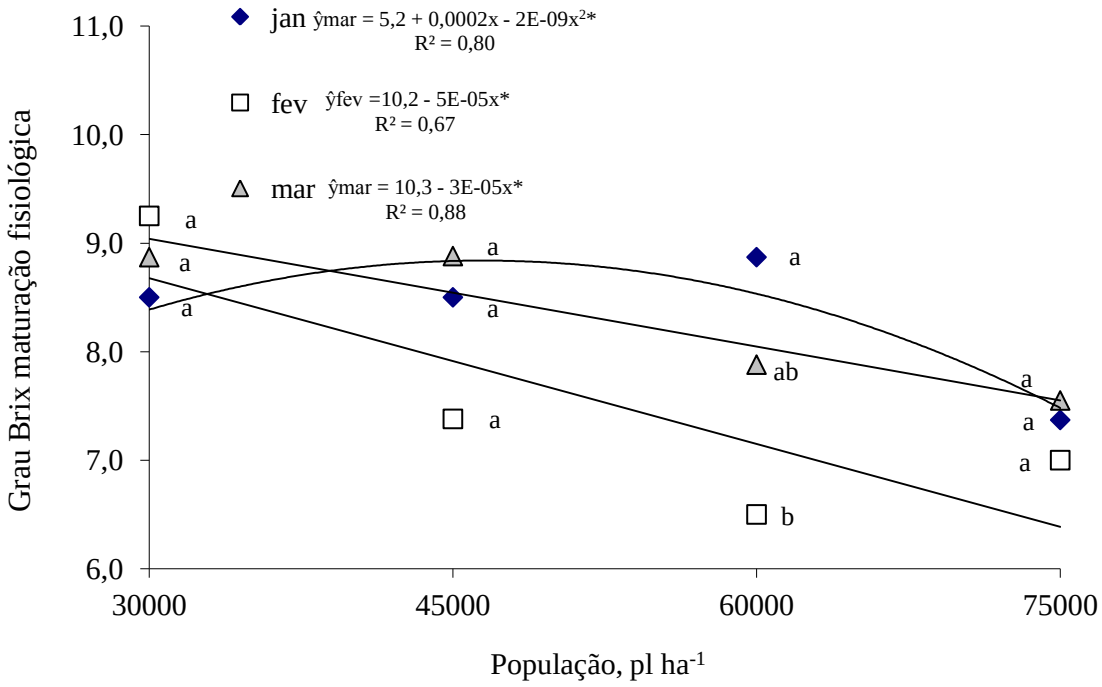


Figura 22. Grau Brix na maturação fisiológica (GBmf), em função da população de plantas e híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para a interação população * época de semeadura houve redução linear do grau Brix para as épocas fevereiro e março, no entanto para a época janeiro o ajuste foi quadrático. Na população de 60.000 pl ha^{-1} a época janeiro apresentou maior teor de sólidos

totais (GBmf) do que a época fevereiro. Para as outras populações e épocas não houve diferença estatística (Figura 22).

Para interação cultivar * população * época de semeadura, o híbrido DKB 393, apresentou redução linear do grau Brix (GBmf), conforme aumentou-se a população de plantas, nas épocas janeiro e fevereiro, enquanto que, na época março houve efeito contrário. Na população de 45.000 pl ha^{-1} a época fevereiro diferiu das demais épocas, podendo este efeito ser atribuído a maior força de dreno para esta época que resultou em menor saldo de sólidos totais no colmo (Figura 23).

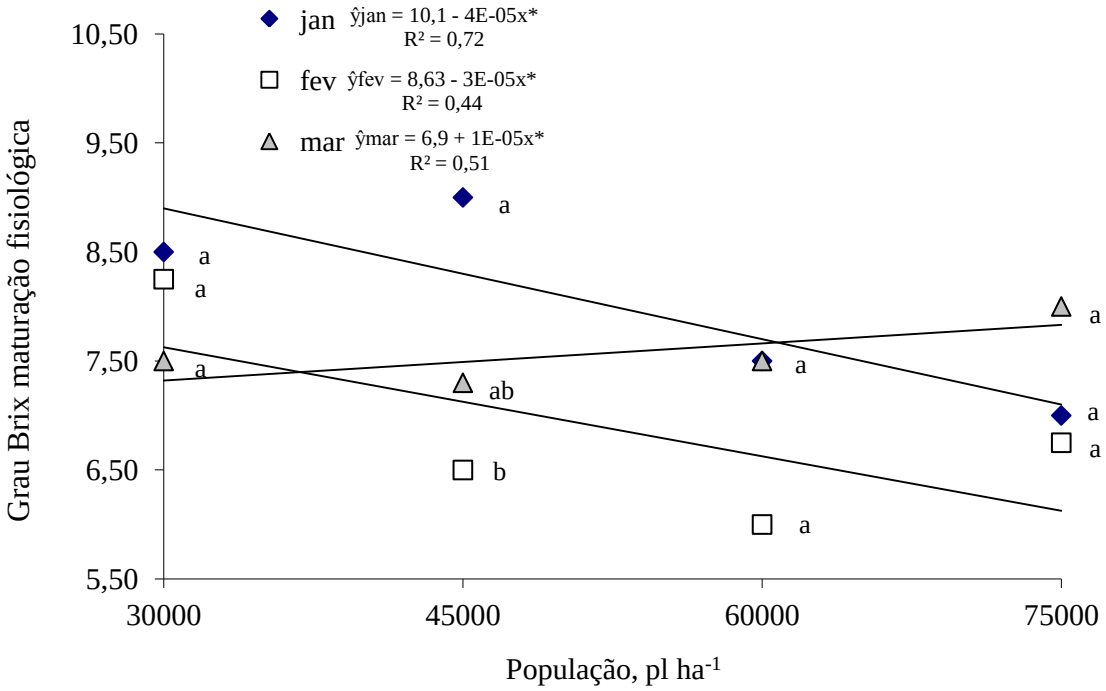


Figura 23. Grau Brix na maturação fisiológica (GBmf), em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para interação cultivar * população * época de semeadura, o híbrido DKB 330, apresentou redução linear do grau Brix, para as épocas fevereiro e março, enquanto que para a época janeiro houve ajuste quadrático desta característica, com ponto de máximo, em 52.727 pl ha^{-1}. Para a população de 45.000 pl ha^{-1}, a época março apresentou maior GBmf

que a época janeiro, sendo este efeito resultante da menor força de dreno para esta época. Na população de 60.000 pl ha^{-1}, preponderou o efeito da população de plantas, sendo que a época janeiro apresentou maior GBmf que a época fevereiro (Figura 24).

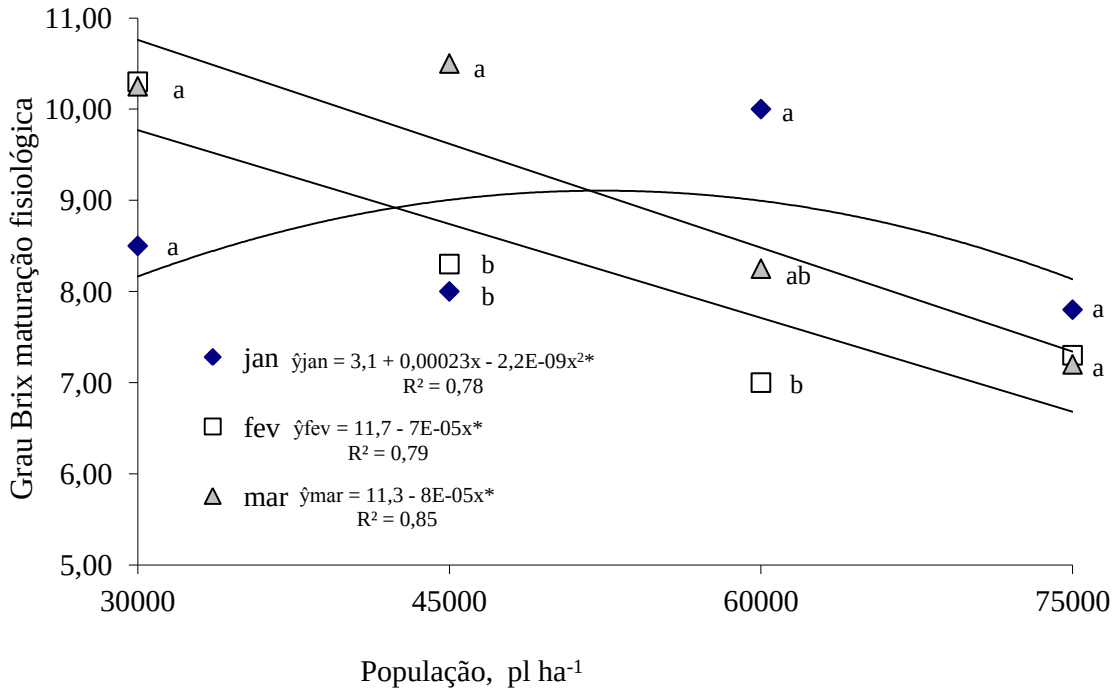


Figura 24. Grau Brix na maturação fisiológica (GBmf), em função da população de plantas para o híbrido DKB 330, cultivado na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na comparação dentro de cada nível de população e época o híbrido DKB 330, apresentou maior valor de grau Brix, para as épocas fevereiro e março, na população de 30.000 pl ha^{-1}. Na comparação entre os cultivares dentro de cada nível de população e época, o híbrido DKB 393, apresentou menor valor de grau Brix nas populações de 30.000 pl ha^{-1} nas épocas fevereiro e março, na população 45.000 pl ha^{-1} na época março, e na população de 60.000 pl ha^{-1} na época fevereiro. Para as outras populações de plantas e épocas não houve diferença estatística entre os híbridos (Tabela 19).

Tabela 19. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para Grau Brix na maturação fisiológica (GBmf).

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro	Março	Janeiro	Fevereiro	Março
30.000	8,50 A[(1)]	8,3 B	7,5 B	8,5 A	10,3 A	10,3 A
45.000	8,0 A	6,5 A	7,3 B	9,0 A	8,3 A	10,5 A
60.000	7,5 B	6,0 A	7,5 A	10,3 A	7,0 A	8,5 A
75.000	7,0 A	6,7 A	7,2 A	8,0 A	7,3 A	8,0 A

[(1)] Médias seguidas de letras maiúsculas na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.2.3.5 Plantas acamadas

Para o parâmetro plantas acamadas (A), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar e população e para as interações cultivar * população e população * época de semeadura (Tabela 15).

Para a causa de variação cultivar, o cultivar DKB 393, apresentou maior porcentagem de plantas acamadas que o cultivar DKB 330 (Tabela 15). Cultivares mais altos e com maior altura de inserção de espiga possuem maior probabilidade de acamamento, principalmente pelo fato de possuírem centro de gravidade mais alto o que favorece o acamamento. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os obtidos por Pereira et al., (2009), que verificaram diferenças na porcentagem de plantas acamadas e quebradas em cinco híbridos de milho na época da safrinha nas populações de 45.000 e 55.000 pl ha^{-1}.

Para a causa de variação população quando aumentou-se a população de plantas houve aumento quadrático da porcentagem de plantas acamadas (Tabela 15). Aumentos na população de plantas fazem com que ocorra aumento da altura e da altura de inserção de espiga, resultante da menor degradação de auxinas (SANGOI et al., 2002), que juntamente com o aumento da competição intraespecífica, neste ambiente de produção, faz com que seja prejudicada as outras estruturas do vegetal (KAPPES, 2010), ocorrendo aumento

da senescência de folhas do terço inferior da planta e a diminuição do diâmetro de colmo, que colaboram com o aumento da porcentagem de plantas acamadas e quebradas.

Para a interação cultivar * população, os dois híbridos testados, DKB 393 e DKB 330, apresentaram aumentos lineares da porcentagem de plantas acamadas, conforme aumentou-se a população de plantas. No entanto o híbrido DKB 393 apresentou maior incremento no acamamento do que o híbrido DKB 330 na população de 75.000 pl ha^{-1} (Figura 25). Cultivares mais altos, tendem a apresentar maior probabilidade de acamamento que cultivares de porte mais baixo, devido ao efeito da competição intraespecífica (KUNZ, 2005; KAPPES et al., 2011).

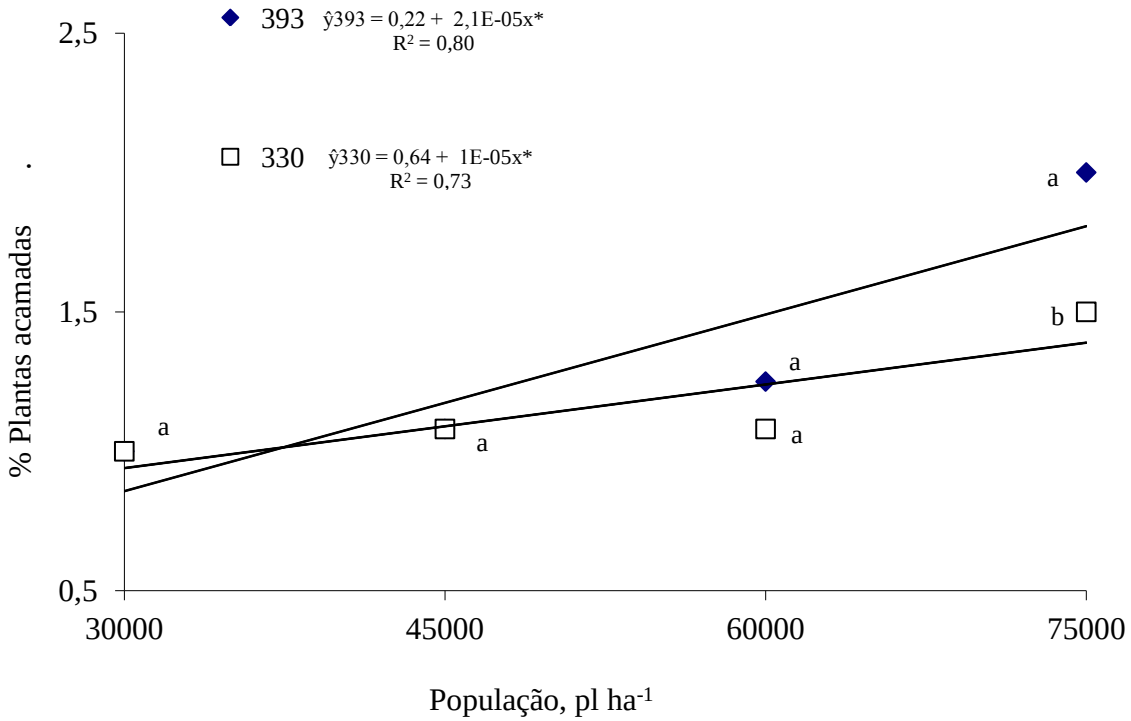


Figura 25. Porcentagem de plantas acamadas (A) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Dados transformados por $(x + 1)^{0,5}$.
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para a interação população * época de semeadura, as épocas janeiro e março, apresentaram aumentos lineares da porcentagem de plantas acamadas à medida que aumentou-se a população de plantas. No entanto, para a época de fevereiro este aumento

ocorreu de forma quadrática, com ponto de mínimo em 38.461 pl ha^{-1}. Apesar desta porcentagem, estar dentro dos limites adequados, o aumento da população de plantas acima de 60.000 pl ha^{-1}, contribuiu para aumentos significativos no número de plantas acamadas, principalmente na época fevereiro, o que pode ser explicado pela maior altura das plantas e pelo aumento da competição intra específica que ocorre nas maiores populações, fazendo com que ocorra fragilização do colmo (Figura 24). Os resultados deste trabalho corroboram com os obtidos por Sangoi et al. (2001), Brachtvogel (2010), na qual o aumento da população de plantas implica em aumento das perdas por acamamento e contrariam os obtidos por Sangoi et al. (2002) e Farinelli et al. (2012), que não observaram este efeito.

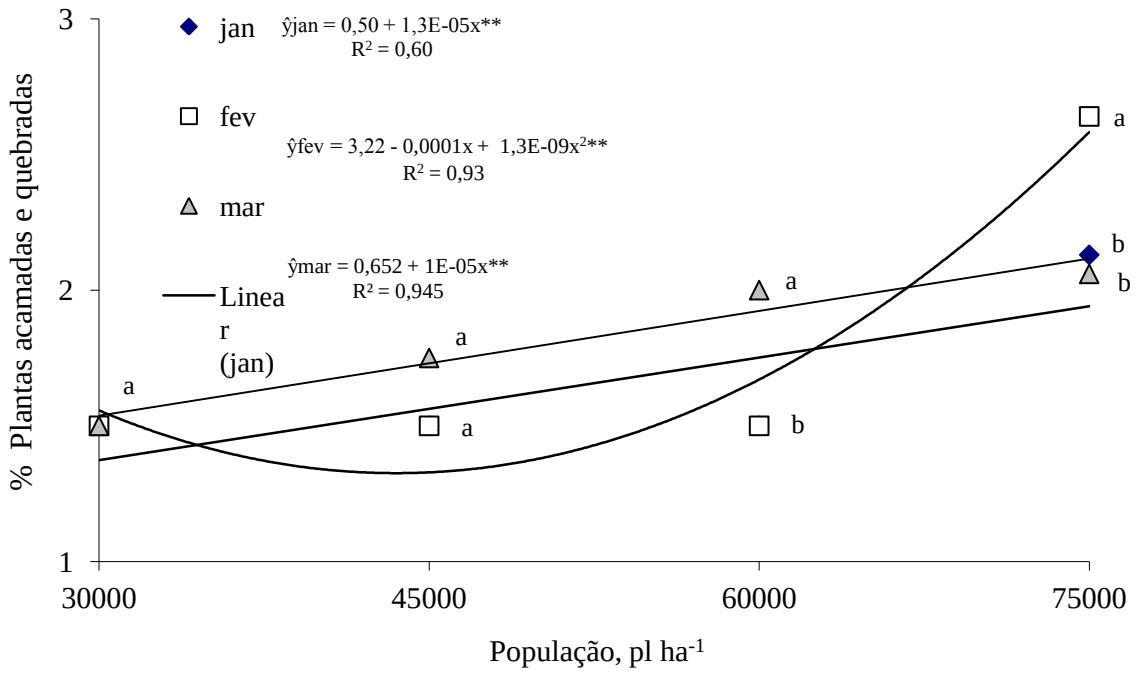


Figura 26. Porcentagem de plantas acamadas e quebradas (A) em função da população de plantas de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Dados transformados por $(x + 1)^{0,5}$.
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.3 Características da espiga, componentes de produção e produtividade

Os resultados da análise de variância e regressão, referente as características da espiga e componentes de produção estão nas Tabelas 20, 23 e 27.

6.3.1 Características da espiga e componentes de produção I

Na Tabela 20, encontra-se o resumo da análise de variância para as características da espiga e componentes de produção I.

Tabela 20. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para comprimento de espiga (CE) (cm), número de fileiras (NF), diâmetro da espiga (DE) (mm) e diâmetro do sabugo (mm).

	Parâmetros			
	CE	NF	DE	DS
Cultivar (C)	7,728**[(1)]	39,253**	124,596**	229,364**
DKB 393	17,5 B	16,3 A	48,0 A	28,1 A
DKB 330	18,1 A	15,5 B	45,4 B	25,8 B
DMS =	0,4	0,1	0,47	0,3
População (P)	28,467**	9,711**	73,795**	40,136**
Regressão	L[(2)]	L	L	L
30.000	19,1	16,0	48,8	27,9
45.000	18,25	16,3	47,7	27,4
60.000	17,5	16,0	46,2	26,8
75.000	16,5	15,5	44,2	25,4
Época (E)	215,349**	0,268ns	56,433**	15,665**
Janeiro	20,1 A	15,9	47,9 A	27,5 A
Fevereiro	18,4 B	15,9	47,3 A	26,9 B
Março	14,9 C	16,0	45,0 B	26,3 C
DMS =	0,18	0,09	0,20	0,1
C X P	3,023*	1,124ns	4,601**	1,682ns
C X E	2,376ns	2,338ns	0,534ns	17,403**
P X E	5,471**	0,933ns	1,741ns	4,665**
C X P X E	0,391ns	2,389*	1,108ns	3,403**
CV (%)	5,76	3,28	2,45	2,90

[(1)] ns: não significativo (P>0,05), *:P<0,05; **P<0,01; [(2)]Modelo de equação: Linear.
Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% ou 5% de probabilidade.

6.3.1.1 Comprimento da espiga

Para a característica comprimento de espiga (C), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população, época de semeadura e para as interações cultivar * população e população * época de semeadura (Tabela 20).

Para a causa de variação cultivar, o híbrido DKB 330, apresentou maior comprimento de espiga que o cultivar DKB 393 (Tabela 20). O híbrido DKB 393 possui ciclo mais longo que o híbrido DKB 330, portanto este último obteve no momento da definição do comprimento de espiga, melhores condições ambientais, especialmente relacionados com luz e armazenamento de água no solo. Estes resultados corroboram com os obtidos por Moraes et al. (2010), que verificaram diferenças entre oito cultivares de milho verde cultivados na época da safrinha

Para a causa de variação população, à medida que aumentou-se a população de plantas houve diminuição linear do comprimento de espiga. Os resultados obtidos neste experimento concordam com os obtidos por Kappes, (2010) e Brachtvogel (2008). Aumentos na população de plantas fazem com que ocorra diminuição do comprimento da espiga devido ao efeito provocado pela maior competição intraespecífica. O comprimento da espiga é definido no momento em que as plantas apresentam doze folhas plenamente desdobradas (estádio V12), sendo assim, qualquer adversidade que aconteça nessa fase, como o efeito combinado da competição intraespecífica e limitações relacionadas com temperatura, água ou luz, podendo resultar em redução no comprimento das espigas, provocando diminuição da produtividade (PALHARES, 2003).

Para a causa de variação época de semeadura, houve redução deste parâmetro à medida que alterou-se a época de semeadura de janeiro para março (Tabela 20). Este deslocamento da época de semeadura faz com que a diferenciação da espiga ocorra em épocas onde verifica-se piores condições de ambiente em termos de disponibilidade de água, luz e temperatura (MUNDSTOCK; SILVA, 2005), acarretando na diminuição deste componente de produção.

Para a interação cultivar * população de plantas, tanto o híbrido DKB 393, quanto o híbrido DKB 330, apresentaram redução do comprimento de espiga de forma

linear, quando aumentou-se a população de plantas (Figura 27). O híbrido DKB 330, embora nas menores populações de plantas tenha apresentado maior comprimento de espiga, com o aumento da população de plantas, apresentou uma queda mais acentuada (maior coeficiente angular da reta, 0,00007). Este fato pode ser justificado pelo fato deste cultivar apresentar menor ciclo, sendo assim, possuir menor tempo para se recuperar de estresse provocado pelo ambiente.

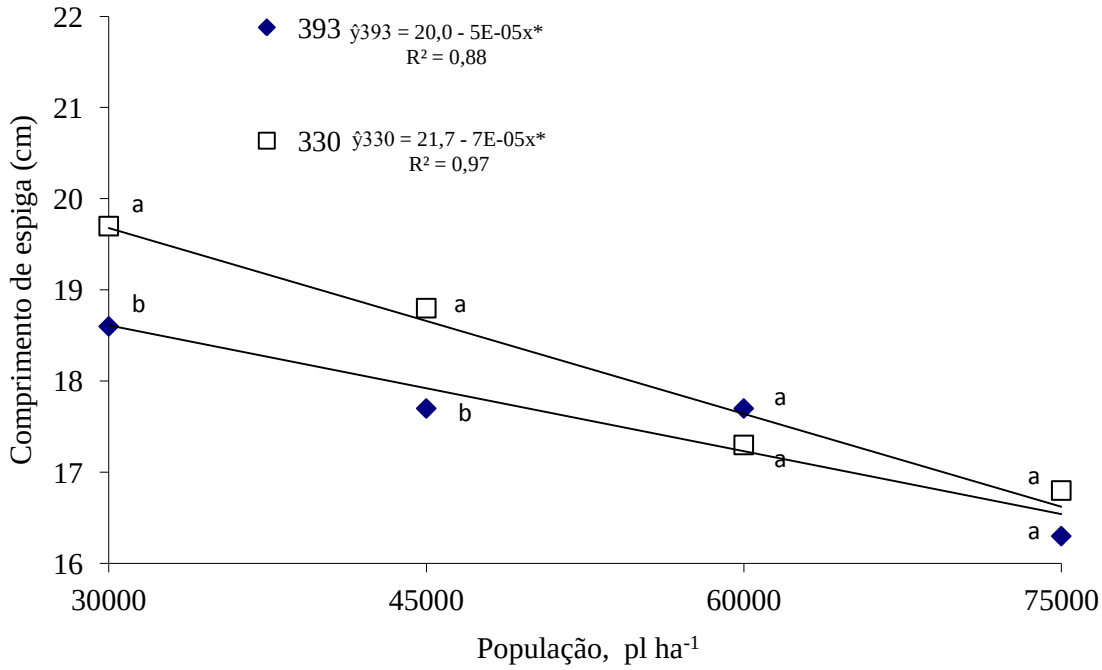


Figura 27. Comprimento de espiga (CE) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para a interação população * época de semeadura, houve redução linear deste parâmetro, quando aumentou-se a população de plantas (Figura 28). Esta redução ocorreu de forma mais acentuada da época janeiro para a época de março, demonstrando assim, uma piora condição do ambiental, em termos de luz, água e temperatura, comprometendo assim o comportamento desta variável. Os resultados deste trabalho, corrobora com os obtidos por Palhares (2003), na qual os híbridos de milho na maior

população de plantas, 90.000 pl ha^{-1}, reduz o comprimento médio de espigas em todos os híbridos utilizados, devida a competição intraespecífica por água luz e nutrientes, existentes nesta situação.

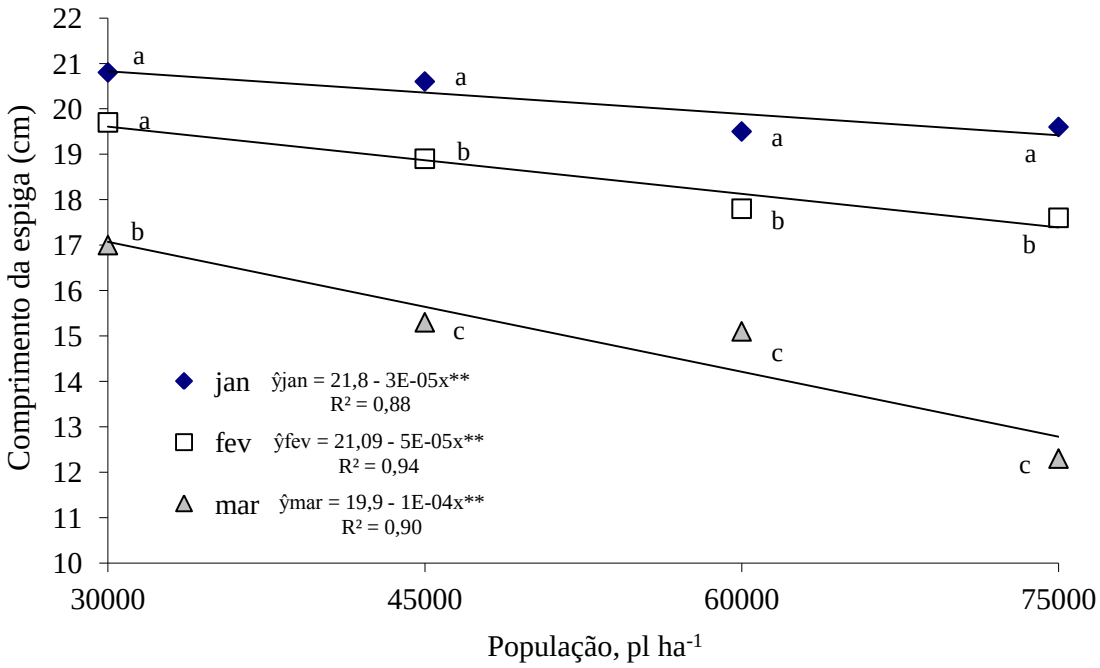


Figura 28. Comprimento de espiga (CE) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.3.1.2 Número de fileiras de grãos

Para o parâmetro número de fileiras (N), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população e para a interação cultivar * população * época de semeadura (Tabela 20).

Para a causa de variação cultivar, o híbrido DKB 393 apresentou maior número de fileiras que o híbrido DKB 330 (Tabela 20). O número de fileiras é definido por ocasião da emissão da quarta folha verdadeira, sendo este um importante componente do rendimento de grãos, assim, fica demonstrado a melhor adaptação do híbrido DKB 393 aos

efeitos do avanço da época de semeadura. Lopes et al. (2007), verificaram a correlação do o numero de fileiras de grãos com os outros componentes da espiga. Nos seis híbridos de milho testados, verificou-se que seis componentes foram positivos e dois negativos, o que demonstra a importância do número de fileiras nos componentes de espiga. Noldin e Mundstock (1988) e Gadioli et al. (2000), verificaram maior número de fileiras de grãos no híbrido de maior ciclo, quando atrasou- se a época de semeadura.

Para a causa de variação população, houve redução do número de fileiras de grãos com o aumento da população (Tabela 20). Este efeito pode ser atribuído ao aumento da competição intraespecífica. Os resultados deste trabalho contrariam os obtidos por Marchão et al., (2005) que não verificaram efeito de diferentes populações de plantas e seis híbridos em espaçamento reduzido, sobre este parâmetro.

Para a interação cultivar * população * época de semeadura, a cultivar DKB 393, apresentou pequena redução linear do número de fileiras à medida que aumentou-se a população de plantas (Figura 29).

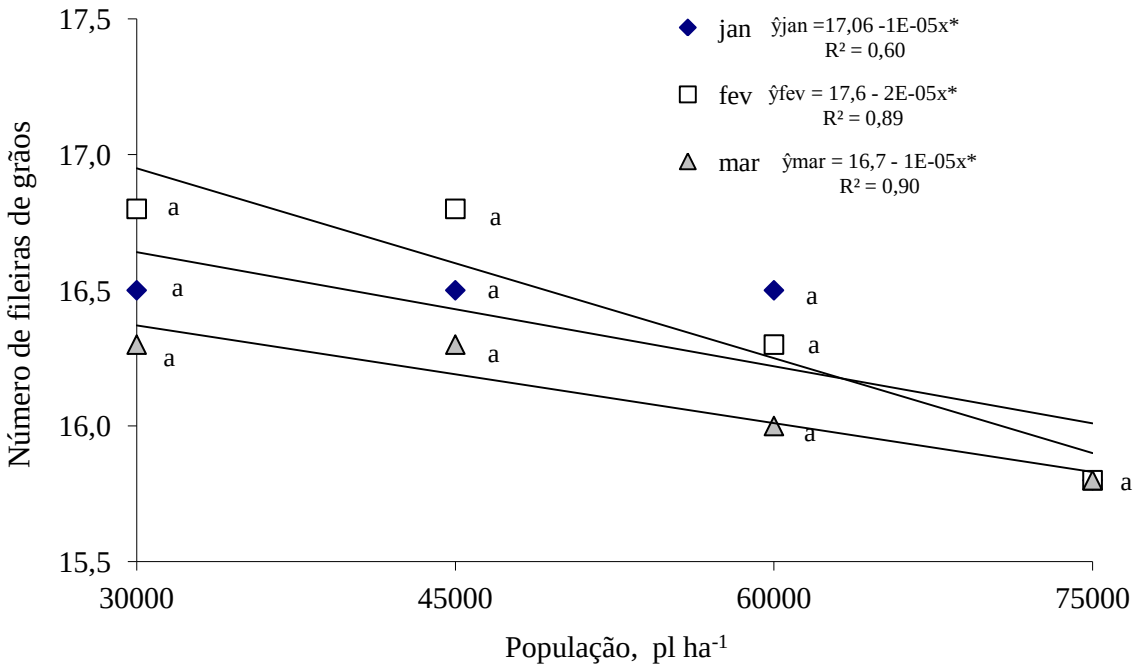


Figura 29. Número de fileiras de grãos em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Comportamento semelhante ocorreu com o cultivar DKB 330, nas épocas janeiro e março, no entanto para a época fevereiro houve ajuste quadrático deste parâmetro com ponto de máximo na população de 45.000 pl ha^{-1}. Para este híbrido na população de 30.000 pl ha^{-1}, a época janeiro e março apresentaram maior número de fileiras do que a época fevereiro (Figura 30).

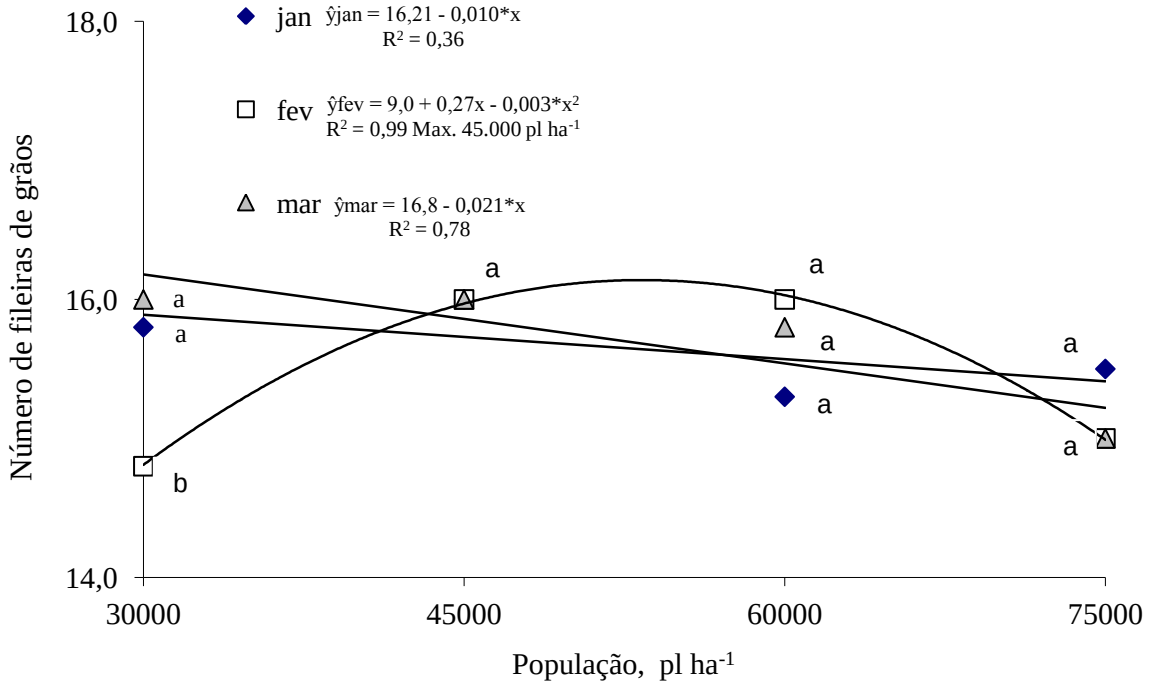


Figura 30. Número de fileiras de grãos, em função da população de plantas para o híbridos de milho DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O híbrido DKB 330, apresentou menor número de fileiras de grãos, para a população de 30.000 pl ha^{-1} na época janeiro e fevereiro. Para a população de 45.000 pl ha^{-1} os híbridos tiveram o mesmo comportamento nas três épocas. Para a população de 60.000 pl ha^{-1} o híbrido DKB 330 apresentou menor número de fileiras para a época janeiro. Para a população de 75.000 pl ha^{-1} o híbrido DKB 330 apresentou menor número de fileiras nas épocas fevereiro e março (Tabela 21).

Tabela 21. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para número de fileiras de grãos (NG).

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro	Março	Janeiro	Fevereiro	Março
30.000	16,5 A[(1)]	16,8 A	16,3 A	15,8 B	14,8 B	16,0 A
45.000	16,5 A	16,8 A	16,3 A	16,0 A	16,0 A	16,0 A
60.000	16,5 A	16,3 A	16,0 A	15,5 B	16,0 A	15,8 A
75.000	15,8 A	15,8 A	15.8 A	15,5 A	15,0 B	15,0 B

[(1)] Médias seguidas de letras maiúsculas na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.3.1.3 Diâmetro da espiga

Para a causa de variação cultivar, o híbrido DKB 393 apresentou maior diâmetro de espiga que o híbrido DKB 330 (Tabela 20). Este parâmetro é importante, pois o mesmo sofre influência direta da interação genótipo X ambiente, que caracteriza a adaptação do híbrido (DOTTO et al., 2010).

Para a causa de variação população, houve redução do diâmetro da espiga, à medida que aumentou-se a população de plantas (Tabela 20). Estes resultados mostram o efeito da competição intraespecífica resultante deste aumento populacional, e corroboram com os resultados encontrados por Barbieri et al. (2005) que trabalharam com dois híbridos e quatro populações de plantas de milho doce

Para a interação cultivar * população, ambos os híbridos DKB 393, e DKB 330, apresentaram redução linear do diâmetro da espiga (Figura 31), porém no híbrido DKB 330, esta redução ocorreu de forma mais acentuada o que pode ser explicado pelo maior coeficiente angular da reta (0,0001), o que também demonstra a menor adaptação deste híbrido a ambientes adensados.

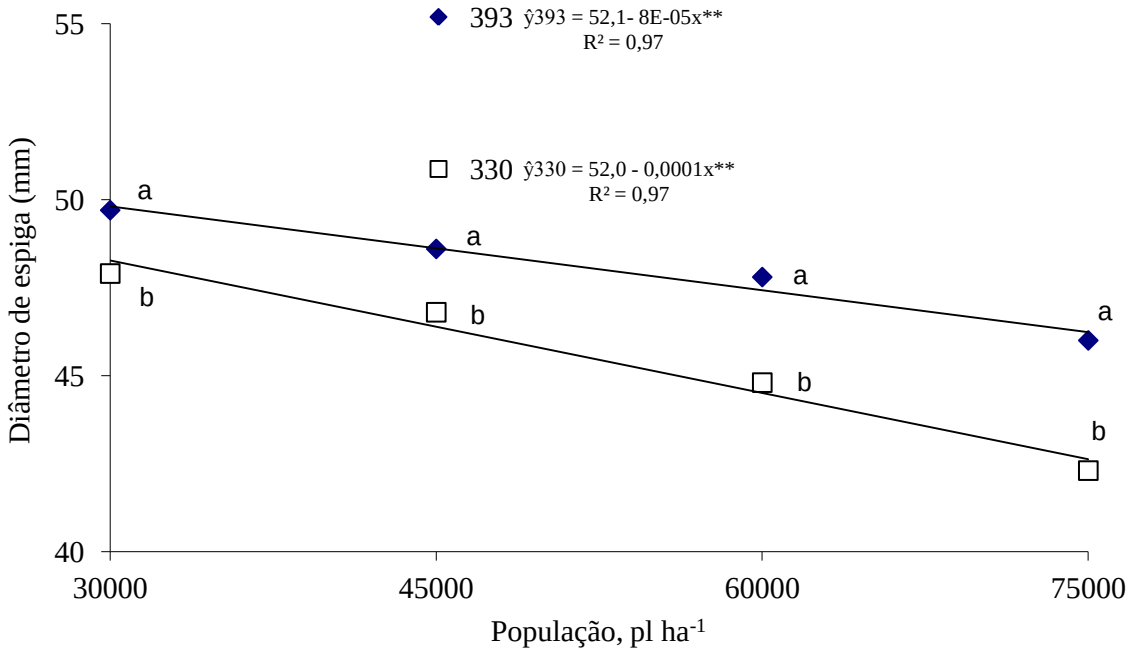


Figura 31. Diâmetro de espiga (DE), em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.3.1.4 Diâmetro do sabugo

Para o parâmetro diâmetro de sabugo (DS), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população, época de semeadura e para as interações cultivar * época de semeadura, população * época de semeadura e cultivar * população * época de semeadura (Tabela 20).

Para a causa de variação cultivar, o híbrido DKB 393 apresentou maior diâmetro de sabugo (Tabela 20). Os resultados deste trabalho corroboram os obtidos por Barbosa et al. (2010) e Kappes (2010) que verificaram diferenças de cultivares para esta característica.

Para a causa de variação população de plantas houve redução linear do diâmetro, à medida que aumentou-se a população de plantas (Tabela 20). Este fato pode ser atribuído ao aumento da competição intraespecífica, resultante do aumento populacional de

plantas. Assim como neste trabalho, Marchão et al. (2005) que trabalharam com seis híbridos e cinco populações de plantas encontraram resultados semelhantes para esta característica.

Para a causa de variação época de semeadura houve redução do DS quando alterou-se à época de semeadura de janeiro para março (Tabela 20). O efeito estressante do ambiente em termos de disponibilidade de água, luz e temperatura que atuam sobre esta característica. Estes resultados contrariam os obtidos por Cantele (2009), que trabalhou com um híbrido simples em três épocas de semeadura em setembro, outubro e novembro e não verificou diferença significativa.

Para a interação cultivar * população * época de semeadura o híbrido DKB 393 apresentou redução linear do DS (Figura 32).

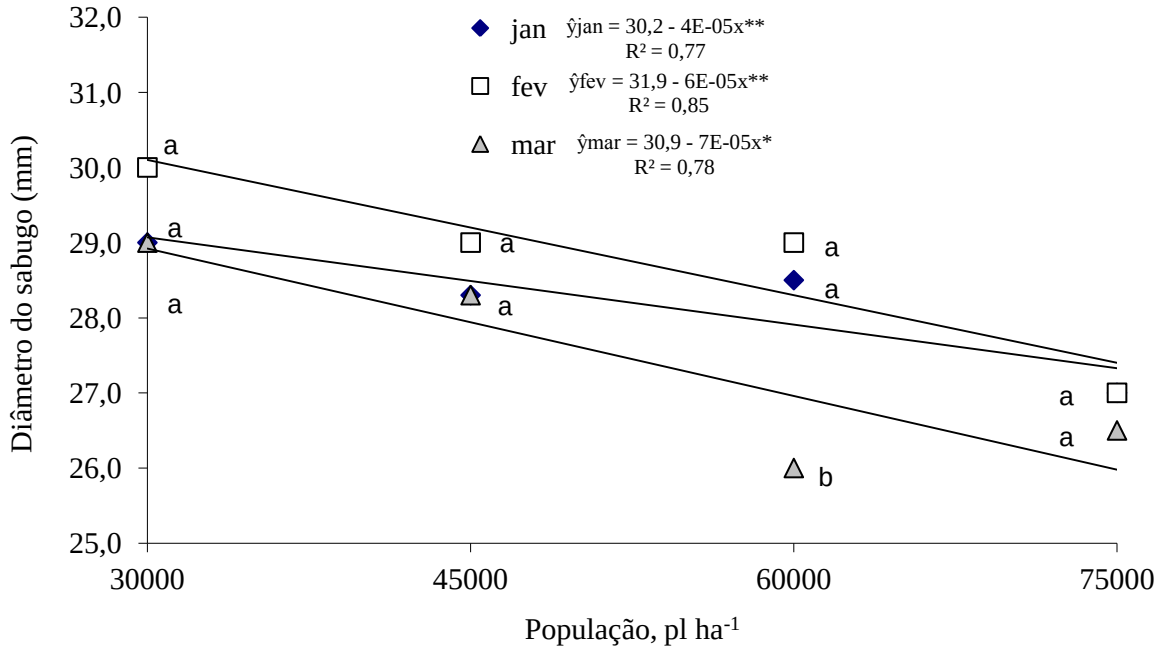


Figura 32. Diâmetro do sabugo, em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP).

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

Este efeito resultante da competição intraespecífica por água luz e nutrientes, existente nas maiores populações de plantas. Na população de 60.000 pl ha^{-1} a época março apresentou menor DS que as épocas janeiro e fevereiro que não diferiram entre si (Figura 32). Para o híbrido DKB 330 nas épocas janeiro e fevereiro houve decréscimo linear quando aumentou-se a população de plantas. No entanto, na época março houve ajuste

quadrático desta variável, com ponto de máximo em 50.000 pl ha^{-1}. Na população de 60.000 pl ha^{-1} a época janeiro diferiu das épocas fevereiro e março que não diferiram entre si (Figura 33).

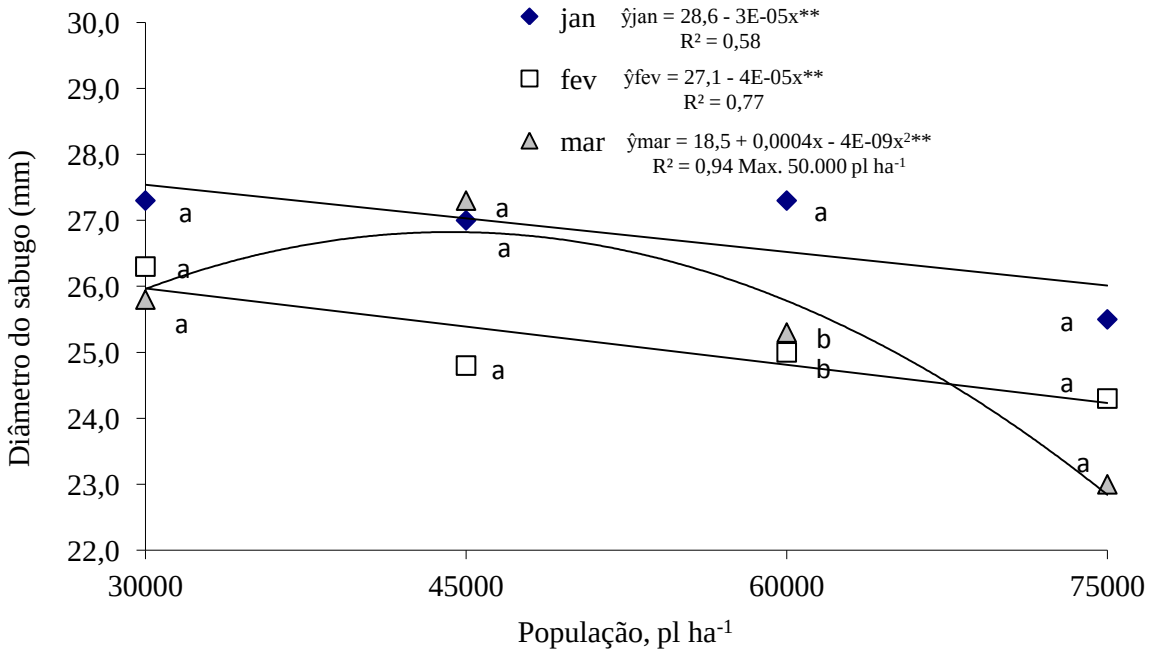


Figura 33. Diâmetro do sabugo (DS) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

O híbrido DKB 393 apresentou maior diâmetro de sabugo em todas as populações e épocas com exceção da população de 45.000 e 60.000 pl ha^{-1} na época março, onde os dois híbridos apresentaram o mesmo DS (Tabela 22).

Tabela 22. Desdobramento da interação cultivar *população * época de semeadura para diâmetro do sabugo (DS)

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro	Março	Janeiro	Fevereiro	Março
30.000	29,0 A$^{(1)}$	30,0 A	29,0 A	27,3 B	26,3 B	25,8 B
45.000	28,3 A	29,0 A	28,3 A	27,0 B	24,8 B	27,3 A
60.000	28,5 A	29,0 A	26,0 A	27,3 B	25,0 B	25,3 A
75.000	27,0 A	27,0 A	26,5 A	25,5 B	24,3 B	23,0 B

(1) Médias seguidas pelas letras maiúscula na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.3.2 Características da espiga e componentes de produção II

Na Tabela 23, encontra-se o resumo da análise de variância para as características da espiga e componentes de produção II.

Tabela 23. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para comprimento de grão (CG) (mm), massa de 1000G (1000G) (g), massa de grãos por espiga (MGE) (g) e número de grãos por espiga (NGE).

	Parâmetros			
	CG	1000G	MGE	NGE
Cultivar (C)	0,00ns[(1)]	1,313ns	112,492**	58,735**
DKB 393	10,2	284,4	158,7 A	522 A
DKB 330	10,2	287,1	133,9 B	474 B
DMS =	0,1	4,8	4,6	12
População (P)	12,619**	70,813**	68,142**	50,436**
Regressão	L[(2)]	L	L	Q[(3)]
30.000	10,8	309,0	170	536
45.000	10,3	295,5	148	516
60.000	10,0	272,7	143	506
75.000	9,6	265,8	123	434
Época (E)	31,824**	164,018**	97,143**	1,405ns
Janeiro	10,6 A	298,5 A	145 B	493
Fevereiro	10,5 A	303,4 A	167 A	496
Março	9,5 B	255,4 B	127 C	505
DMS =	0,4	7,0	6,9	18
C X P	2,141ns	10,526**	1,987ns	0,671ns
C X E	3,504*	25,907**	18,701**	1,027ns
P X E	0,551ns	5,123**	3,846**	1,032ns
C X P X E	0,779ns	2,645*	1,023ns	0,850ns
CV (%)	6,42	4,08	7,83	6,13

[(1)] ns: não significativo (P>0,05), *:P<0,05; **P<0,01; [(2)]Modelo de equação: Linear; [(3)] Modelo: quadrático.
Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% ou 5% de probabilidade.

6.3.2.1 Comprimento do grão

Para o parâmetro comprimento do grão (CG), houve efeito significativo para as causas de variação população, época de semeadura e para a interação cultivar * época de semeadura (Tabela 23).

A exemplo do que ocorreu com os diâmetros da espiga e do sabugo, houve diminuição do comprimento do grãos à medida quando aumentou-se a população de plantas (Tabela 23). O ajuste linear do diâmetro de espiga e de sabugo ao aumento da população resultou em mesma tendência para o comprimento de grão, uma vez que esta característica foi obtida pela diferença dos dois primeiros (Figura 34). Sendo assim, a resposta do crescimento do grão em relação ao amento da população de plantas é semelhante ao que ocorreu com a espiga e sabugo. Os resultados deste trabalho corroboram com os obtidos por Brachtvoget et al. (2009) e Kappes (2010), que verificaram redução do comprimento dos grãos mediante aumento da população de plantas.

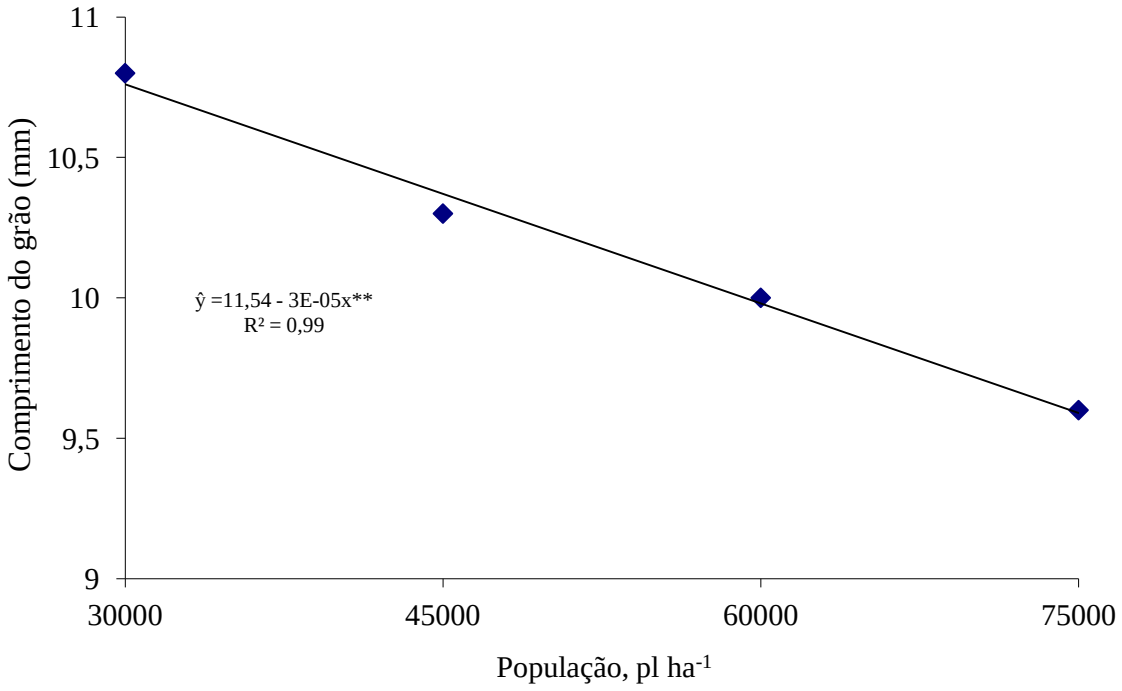


Figura 34. Comprimento do grão, em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

Para a interação cultivar * época de semeadura, o híbrido DKB 330, apresentou maior comprimento de grão que o híbrido DKB 393 na época fevereiro, enquanto que para as outras épocas não houve diferença entre os mesmos (Tabela 24). Para as épocas de semeadura, ambos os híbridos, DKB 393 e DKB 330, apresentaram redução comprimento de grão na época março, enquanto que nas épocas janeiro e fevereiro não houve diferença significativa (Tabela 25). Para a época de semeadura março, as condições de temperatura e luz são menos favoráveis ao crescimento do grão, o que limita o seu desenvolvimento, resultando assim, em grãos menores.

Tabela 24. Desdobramento da interação entre cultivar e época de semeadura para o comprimento do grão (CG).

Época	Cultivar	
	DKB 393	DKB 330
Janeiro	10,7 Aa	10,5 Aa
Fevereiro	10,3 Ba	10,8 Aa
Março	9,6 Ab	9,3 Ab

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha (cultivar) e minúsculas na coluna (épocas), não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.3.2.2 Massa de mil grãos

Para a característica massa de mil grãos (1000G), e a exemplo do que ocorreu com o comprimento de grãos, houve efeito significativo para as causas de variação população, época de semeadura e para as interações cultivar * população, cultivar * época de semeadura, população * época de semeadura e cultivar * população *época de semeadura (Tabela 23).

Para a causa de variação população houve redução deste parâmetro quando aumentou-se a população de plantas (Tabela 23). Estes resultados concordam com Lenzi (1992) e Strieder et al. (2007), demonstrando o efeito da competição intraespecífica em condições de alta densidade populacional.

Para a causa de variação época de semeadura a época março apresentou menor massa de mil grãos que as épocas janeiro e fevereiro, que não diferiram entre si (Tabela 23). Portanto além da competição intraespecífica existente nas altas populações de plantas, o efeito da semeadura tardia também reduz o peso de mil grãos (SILVA et al., 1999).

Para a interação cultivar * população * época de semeadura o híbrido DKB 393 apresentou redução linear desta característica quando aumentou-se a população de plantas. A época março apresentou menor massa de mil grãos que as épocas janeiro e fevereiro que não diferiram entre si, independentemente da população de plantas utilizada (Figura 35).

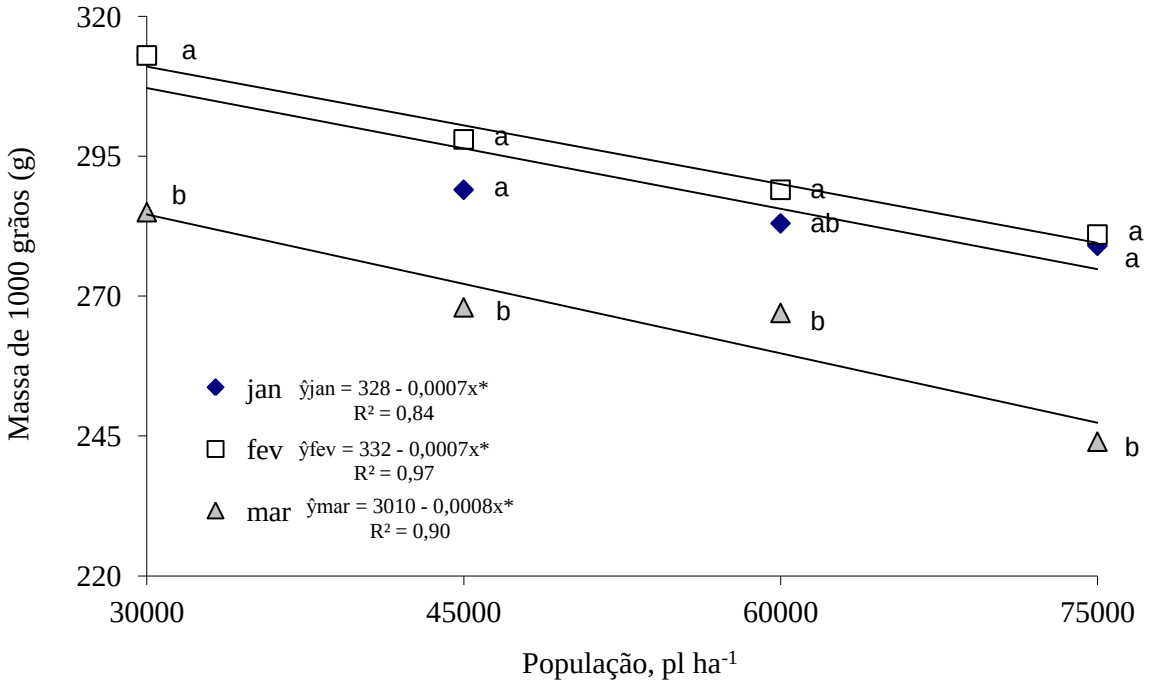


Figura 35. Massa de mil grãos (1000G) em função da população de plantas para o híbrido DKB 393 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O híbrido DKB 330 apresentou redução linear para as épocas fevereiro e março, no entanto na época janeiro houve ajuste quadrático para esta característica com

ponto de mínimo em 58.750 pl ha^{-1}. Também para este híbrido a época março foi a que apresentou menor massa de mil grãos, independentemente da população utilizada, no entanto na população de 45.000 pl ha^{-1} na época janeiro obteve-se maior massa de mil grãos que na época fevereiro, e na população 75.000 pl ha^{-1} a época janeiro apresentou maior massa de mil grãos que as épocas fevereiro e março. Este efeito pode ser atribuído as melhores condições de ambiente para a época janeiro (Figura 36).

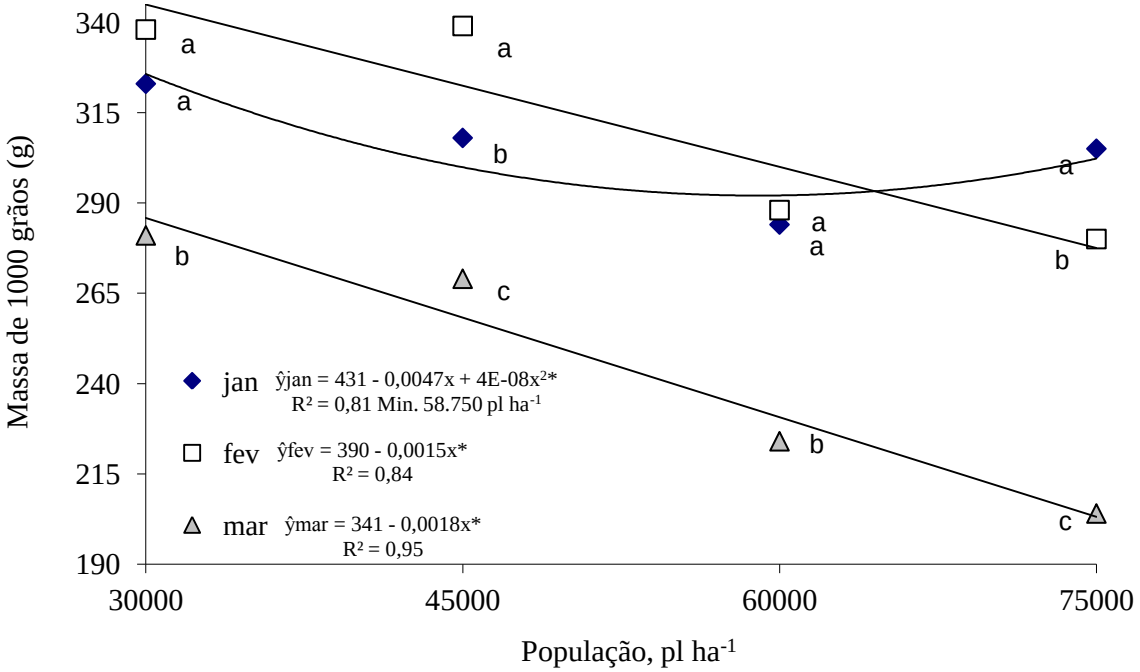


Figura 36. Massa de mil grãos (1000G) em função da população de plantas para o híbrido DKB 330 cultivado na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O híbrido DKB 330 apresentou maior ou igual massa de mil grãos em todas as populações e épocas, com exceto nas populações 60.000 e 75.000 pl ha^{-1} na época março (Tabela 25).

Tabela 25. Desdobramento da interação cultivar * população * época de semeadura para massa de mil grãos (1000G).

.

População	DKB 393			DKB 330		
(plantas ha^{-1})	Janeiro	Fevereiro	Março	Janeiro	Fevereiro	Março
30.000	313 A[(1)]	313 B	285 A	323 A	338 A	281 A
45.000	289 B	299 B	268 A	308 A	338 A	270 A
60.000	283 A	290 A	267 A	284 A	289 A	224 B
75.000	280 B	282 A	243 A	305 A	280 A	204 B

[(1)] Médias seguidas pelas letras maiúscula na linha comparam os cultivares dentro de cada nível de população e época, e não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O híbrido DKB 330 demonstrou maior sensibilidade aos fatores restritivos do ambiente e da competição intraespecífica existente nas maiores populações de plantas (Tabela 25).

6.3.2.3 Massa de grãos por espiga

Para o parâmetro massa de grãos por espiga (MGE), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população, época de semeadura e para as interações cultivar * época de semeadura e população * época de semeadura (Tabela 23).

Para a causa de variação cultivar o híbrido DKB 393 apresentou maior massa de grãos por espiga, que o cultivar DKB 330. Estes resultados concordam com os obtidos por Gadioli et al. (2000), que verificou diferença entre híbridos de ciclos fenológicos contrastantes (Tabela 23).

Para a causa de variação população, houve redução linear da massa de grãos por espiga à medida que aumentou-se a população de plantas. Estes dados corroboram com Pinotti (2003), Brachtvogel et al. (2009) e Brachtvogel (2010) que trabalharam com populações de plantas entre 30.000 e 105.000 pl ha^{-1} (Tabela 23).

Para a interação cultivar * época de semeadura o híbrido DKB 393 apresentou maior número de grãos por espiga que o híbrido DKB 330 em todas as épocas. Para a comparação das épocas dentro de cada híbrido, o DKB 393 apresentou maior massa de grãos por espiga na época fevereiro, que diferiu das épocas janeiro e março. Para o híbrido DKB 330 as épocas em que com maior massa de grãos por espiga foram janeiro e fevereiro que diferiram da época março (Tabela 26). Estes resultados demonstram a melhor adaptação do cultivar DKB 393 que na época mais limitante (março) apresentou massa de grãos semelhante a melhores épocas (janeiro e fevereiro) para o híbrido DKB 330.

Tabela 26. Desdobramento da interação entre cultivar e época de semeadura para massa de grãos por espiga.

Época	Cultivar	
	DKB 393	DKB 330
Janeiro	149,7 Ab	139,4 Ba
Fevereiro	189,3 Aa	145,0 Ba
Março	137,3 Ac	117,5 Bb

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha (cultivares) e minúsculas na coluna (épocas), não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,001).

Para a interação população * época de semeadura, houve redução linear da massa de grãos por espiga, quando aumentou-se a população de plantas (Figura 37). Em relação às épocas de semeadura, fevereiro apresentou maior massa de grãos por espiga, enquanto que em março obteve-se a redução desta característica. Este fato ocorreu pelas maiores limitações climáticas da época março o que acarretou em menor massa de grãos por espiga.

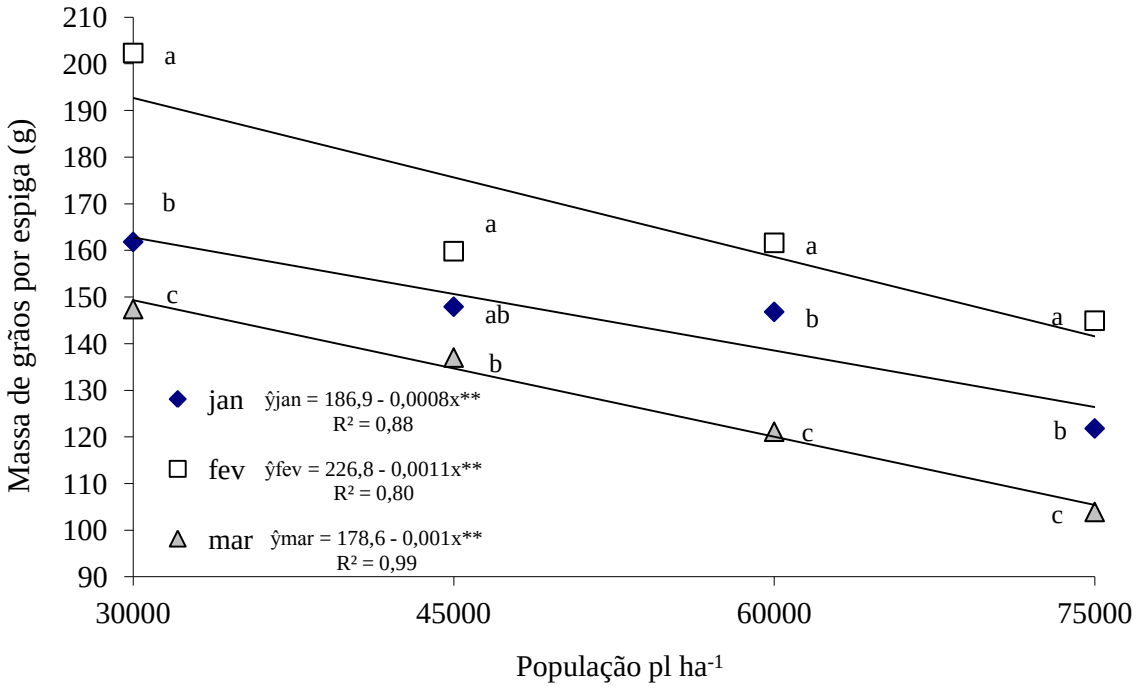


Figura 37. Massa de grãos por espiga (g) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.3.2.4 Número de grãos por espiga

Para a característica número de grãos por espiga (NGE), houve efeito significativo para as causas de variação, cultivar e população. Nenhuma das interações foram significativas (Tabela 23).

O híbrido DKB 393 apresentou melhor desempenho o DKB 330, assim como ocorreu com as características, número de fileiras de grãos, diâmetro da espiga e massa de grãos por espiga, concordando com resultados obtidos por Demétrio et al., (2008).

Para a causa de variação população, houve redução de forma quadrática do número de grãos por espiga quando aumentou-se a população de plantas (Figura 38).

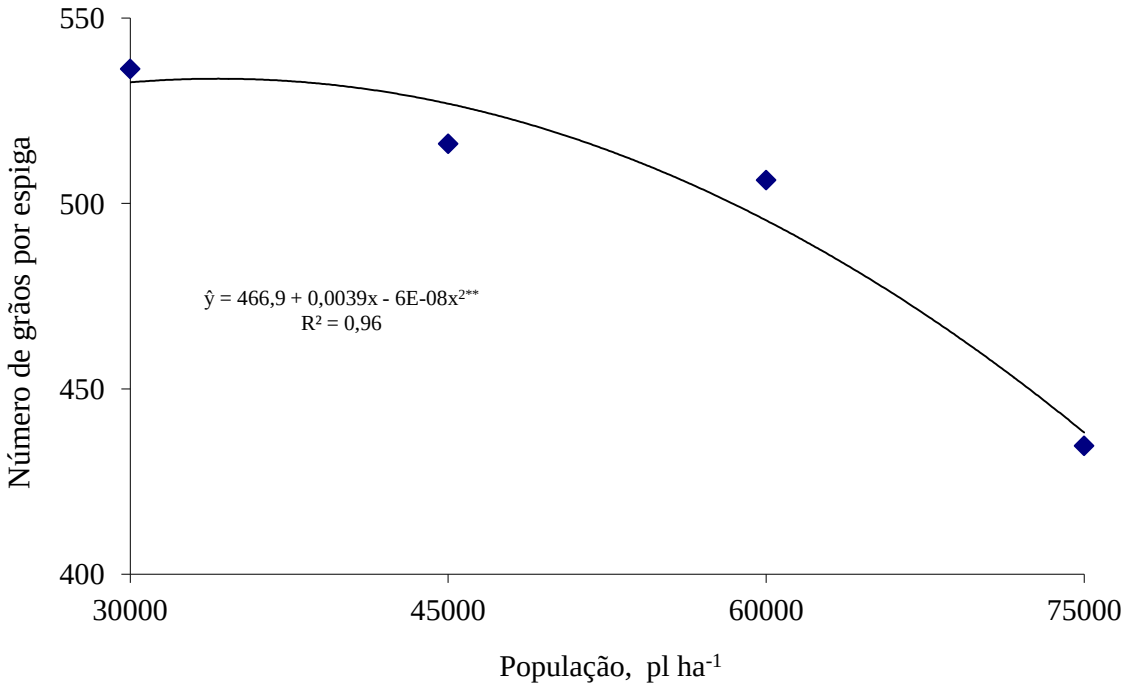


Figura 38. Número de grãos por espiga (NGE) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

Assim como outras características da espiga, o número de grãos por espiga também foi influenciado pela população de plantas (Figura 36), sendo esta redução atribuída ao aumento da competição intraespecífica presente nas maiores populações (SILVA, 1999; PENARIOL et al., 2003; FLESCH e VIEIRA, 2004; DEMÉTRIO et al., 2008).

6.3.3 Características da espiga e componentes de produção III

Na Tabela 27, encontra-se o resumo da análise de variância para as características da espiga e componentes de produção III.

Tabela 27. Resumo da análise de variância com médias e valores de F, calculado para as causas de variação e suas interações, efeitos de regressão para populações e médias de cultivares e épocas de semeadura para número de espigas por hectare (NEH), número de grãos por hectares (NGH), índice de espigas, produtividade Kg ha^{-1}.

	Parâmetros			
	NEH	NGH	IE	P
Cultivar (C)	0,015ns[(1)]	25,778**	0,094ns	28,635**
DKB 393	55.420	28,6 . 10^6 A	1,08	3.605 A
DKB 330	55.330	25,9 . 10^6 B	1,08	3.271 B
DMS =	0,52	1,04 . 10^6	0,02	124
População (P)	225,154**	48,766**	152,212**	31,243**
Regressão	L[(2)]	Q[(3)]	L	Q
30.000	41.422	22,2 . 10^6	1,3	3069
45.000	52.825	27,2 . 10^6	1,1	3706
60.000	60.247	30,4 . 10^6	1,0	3764
75.000	67.030	29,2 . 10^6	0,9	3212
Época (E)	6,128**	6,485**	3,582**	45,797**
Janeiro	53.648 B	26,0 . 10^6 B	1,07 B	3468 B
Fevereiro	56.697 A	28,3 . 10^6 A	1,07 B	3788 A
Março	55.797 B	27,4 . 10^6 AB	1,11 A	3058 C
DMS =	2.144	1,53	0,04	183
C X P	6,932**	5,717**	3,712**	1,831**
C X E	1,165ns	1,626ns	0,946ns	0,731ns
P X E	3,070**	1,602ns	1,215ns	11,333**
C X P X E	0,824ns	0,297ns	1,372ns	0,993**
CV (%)	6,46	9,36	6,13	8,89

[(1)] ns: não significativo (P>0,05), *:P<0,05; **P<0,01; [(2)]Modelo de equação: Linear; [(3)] Modelo: quadrático. Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey à 1% ou 5% de probabilidade.

6.3.3.1 Número de espigas por hectare

Para o parâmetro número de espigas por hectare (NEH), houve efeito significativo para as causas de variação, população e época de semeadura e para as interações, cultivar * população e população * época de semeadura (Tabela 27).

Para a interação cultivar * população, o híbrido DKB 393, apresentou aumento linear deste parâmetro, enquanto que o híbrido DKB 330 apresentou ajuste quadrático para esta característica (Figura 39). Destaca-se o comportamento do híbrido DKB 393, que mesmo sendo de porte mais alto, obteve comportamento semelhante ao híbrido DKB 330 nas menores populações, exceto na população de 45.000 pl ha^{-1}. Na população de 75.000 pl ha^{-1} o híbrido DKB 393 apresentou maior número de espigas ha^{-1}. Este fato se deve a maior capacidade de suporte e menor altura deste híbrido o que confere melhor adaptação a ambientes adensados.

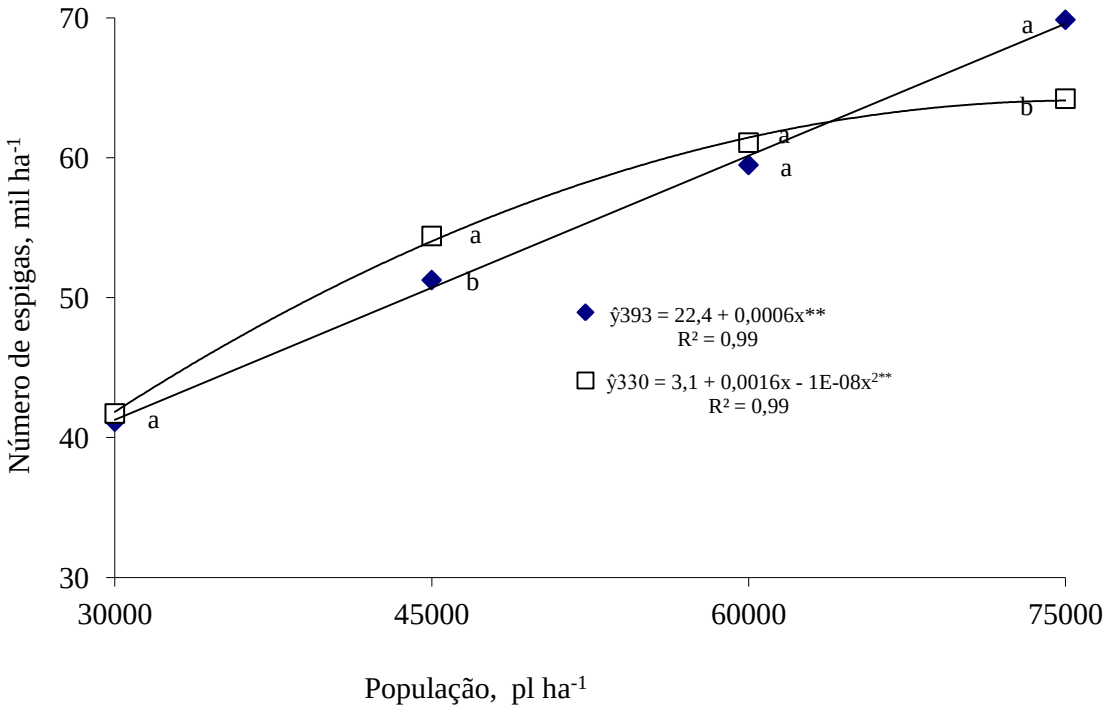


Figura 39. Número de espigas por hectare (NEH) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

Para a interação população * época de semeadura houve aumento linear desta característica para as três épocas, sendo que na população de 60.000 pl ha^{-1}, a época janeiro apresentou menor NEH que as épocas fevereiro e março que não diferiram entre si. Para a população de 75.000 pl ha^{-1} a época março apresentou menor NEH que a época fevereiro, sendo este fato explicado pela maior disponibilidade de luz e temperatura, existentes nesta época (Figura 40).

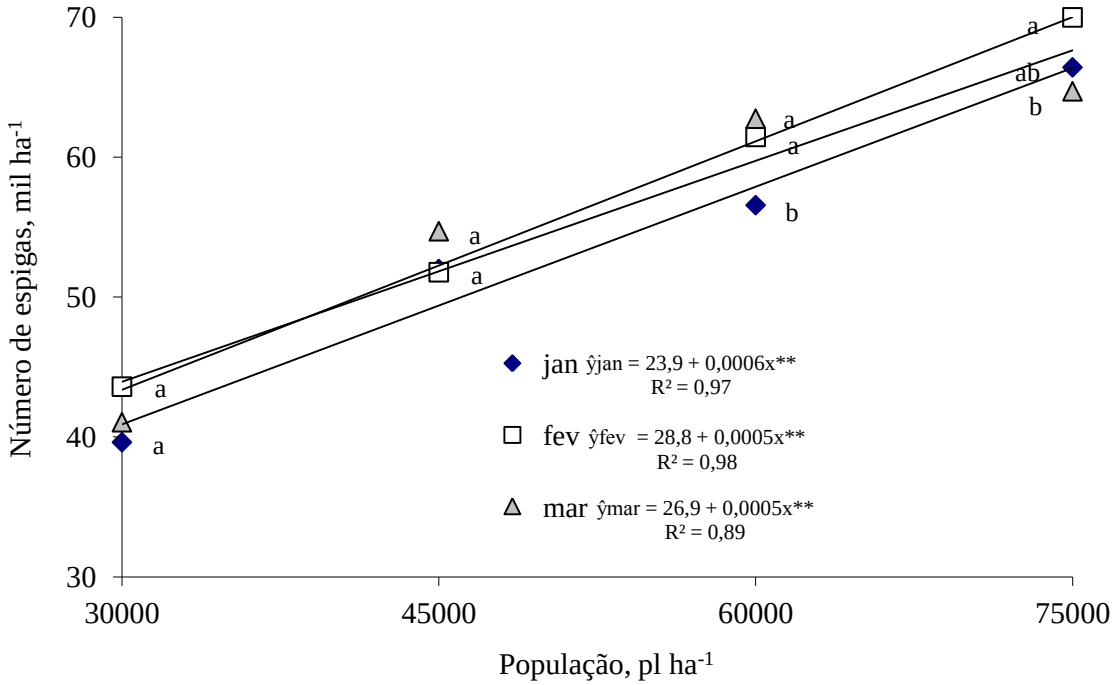


Figura 40. Número de espigas hectare (NEH) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.3.3.2 Número de grãos por hectare

Para o parâmetro número de grãos por hectare (NGH), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população, época de semeadura e para a interação cultivar * população (Tabela 27).

Para a causa de variação cultivar, assim como ocorreu com massa de grãos por espiga, número de grãos por espiga e produtividade, o híbrido DKB 393, apresentou maior número de grãos por hectare, que o híbrido DKB 330 (Tabela 27). Esta característica da espiga é uma das que estão mais relacionados com a produtividade (RICHARDS, 2000) sendo assim, híbridos que apresentam maior número de grãos por hectare, mesmo em condições mais restritivas, possuem maior adaptação e maior probabilidade de apresentarem maiores produtividades na safrinha. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os obtidos por Sangoi et al. (2007), que verificaram diferenças no número de sementes por m^2 nos

híbridos AG 303 e Speed. Os autores encontraram no híbrido AG 303 112 grão m^{-2} , enquanto que para o híbrido Speed este valor foi de 210 grãos m^{-2} a cada 10.000 pl ha^{-1}.

Para a causa de variação população quando aumentou-se a população de plantas ocorreu aumento quadrático desta característica (Tabela 27). Estes resultados corroboram com os obtidos por Brachvogel (2008) que também obteve ajuste quadrático para esta característica, e contrariam os obtidos por Strieder et al. (2007) com dois híbridos (Flash e Attack) e quatro populações de plantas (5,0; 6,25; 7,5 e 8,75 m^2 pl^{-1}).

Para a causa de variação época de semeadura a época janeiro apresentou menor NGH que a época fevereiro (Tabela 28). O NGH é a característica que mais se correlaciona com a produtividade (BRACHTVOGEL, 2008 e BRACHTVOGEL, 2010) e que estabelece o potencial produtivo da cultura. A definição do NGH é consequência direta da diferenciação dos grãos e de outras características da espiga (comprimento da espiga, número de fileiras de grãos, número de grãos por espiga, índice de espiga, etc) que são influenciados pela condição edafoclimática e da adaptação genótipo ao ambiente. Fosthofer et al. (2006) que verificaram diminuição do número de grãos por m^2, quando alterou-se a época de semeadura de agosto para dezembro, efeito parecido ao obtido neste trabalho.

Para a interação entre cultivar * população de plantas o híbrido DKB 393 aumentou o NGH quando aumentou-se a população de plantas, enquanto que para o híbrido DKB 330 o ajuste foi quadrático, com ponto de máximo em 61.111 pl ha^{-1} (Figura 41). O híbrido DKB 393 apresenta melhor adaptação que o híbrido DKB 330, ao aumento da densidade de plantas. O número de grãos é um dos principais componentes de produção da cultura do milho se correlaciona positivamente com a produtividade e é muito influenciado pela população de plantas. Portanto cultivares que possuem melhor adaptação ao aumento da densidade de plantas, sem comprometer este parâmetro deve ter a preferência em sua utilização.

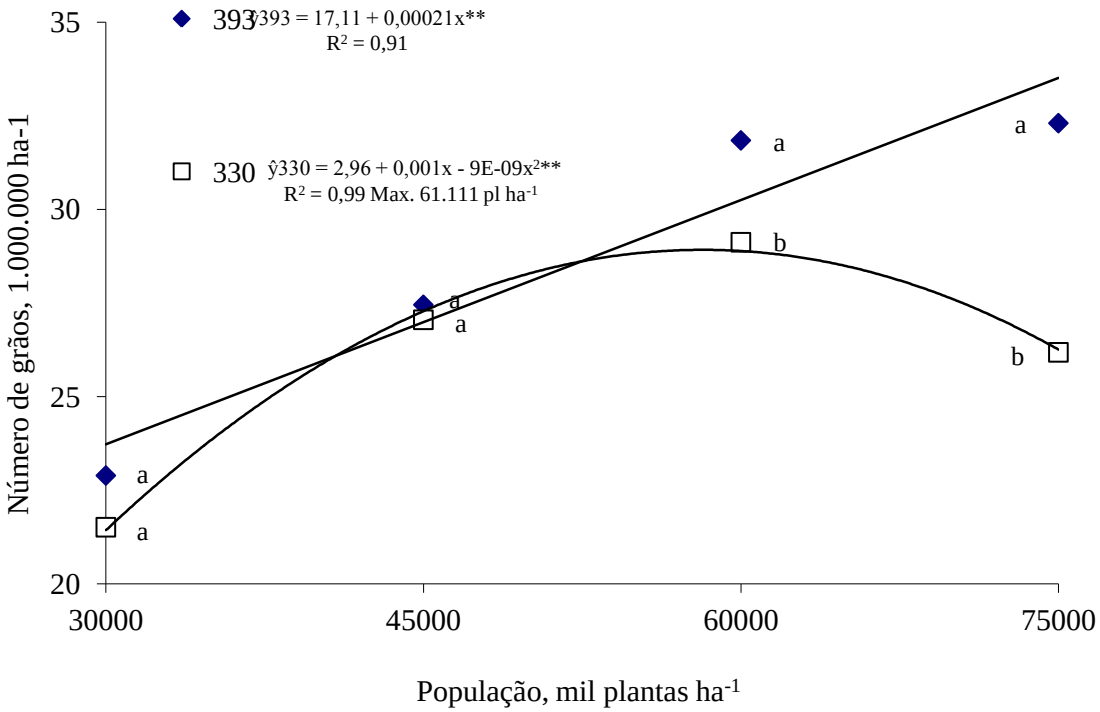


Figura 41. Número de grãos hectare (NGH) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

6.3.3.3 Índice de espigas

Para o parâmetro índice de espigas (IE), houve efeito significativo para as causas de variação, população, época de semeadura e para a interação, cultivar * população (Tabela 27).

Para a causa de variação população assim como todas as demais características da espiga, esta também foi influenciada pela população de plantas. A redução do índice de espigas com o aumento da população de plantas, é relatado com freqüência por diversos autores (SILVA et al. 1999; PALHARES, 2003; PINOTTI, 2003; PENARIOL et al. 2003; CRUZ et al. 2007; FLESCH; VIEIRA, 2004; BRACHTVOGEL 2009; BRACHTVOGEL, 2010; KAPPES et al. 2011), corroboram com os resultados obtidos. Apesar da redução do índice de espigas , em torno de 0,4 espigas por planta, o aumento na população de plantas, foi compensado pelo aumento do número de espigas por hectare. A prolificidade do híbrido é uma das principais características que indicam a adaptação do

mesmo à capacidade de suportar estresses provocados pelo ambiente sendo assim, espera-se do híbrido com elevado grau de adaptação que possa haver a emissão de pelo menos uma espiga comercial ou então mediante a adoção de maiores populações, que não seja afetada a emissão e manutenção das espigas (AMARAL FILHO et al., 2005; BRACHTVOGEL, 2010; SANGOI et al., 2010).

Para a interação cultivar * população o híbrido DKB 393 apresentou menor índice de espigas somente na população de 45.000 pl ha^{-1} (Figura 42). Na população de 75.000 pl ha^{-1} obteve-se maior IE para este híbrido o que demonstra a sua adaptação a ambientes adensados.

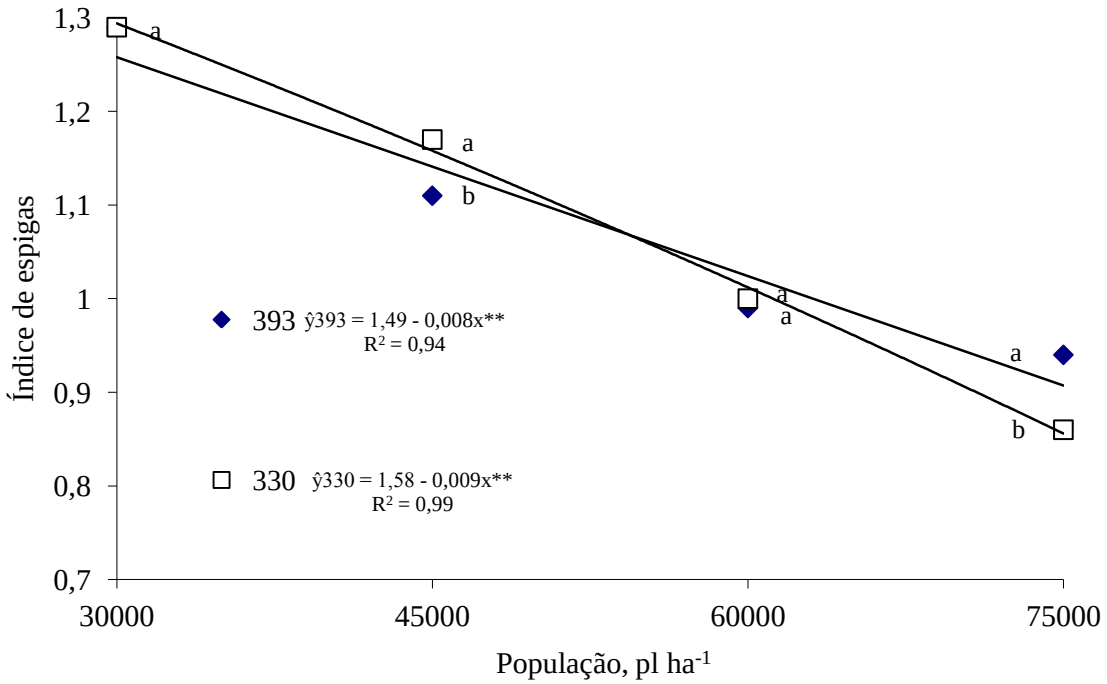


Figura 42. Índice de espigas (IE), em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompeia (SP).

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.3.3.4 Produtividade de grãos

Para o parâmetro produtividade de grãos (P), houve efeito significativo para as causas de variação cultivar, população, época de semeadura e para a interação população * época de semeadura (Tabela 27).

Para a causa de variação cultivar, o híbrido DKB 393 apresentou maior produtividade que o cultivar DKB 330. O cultivar DKB 393 apresenta ciclo maior que o cultivar DKB 330, sendo assim, apresenta maior probabilidade de se recuperar de períodos subótimos ao desenvolvimento e a produção das plantas, fato este que é de ocorrência normal na época safrinha (Tabela 27). Quiesse, (1999), Penariol et al. (2003) e Shioga et al. (2010) verificaram nestes trabalhos, verificaram o comportamento diferencial dos híbridos quanto à produtividade na época safrinha, assim como foi realizado neste trabalho.

Para a causa de variação época de semeadura, a época fevereiro apresentou maior produtividade, seguida das épocas janeiro e março (Tabela 27). Para a época janeiro um dos fatores limitantes o excesso de temperatura, enquanto que para a época março, a diminuição do fotoperíodo, da disponibilidade de água e da temperatura, são fatores determinantes na redução da produtividade para esta época. Portanto o conhecimento destes fatores mostram os níveis e o tempo pela qual a cultura e submetida a estresses ambientais, podendo ser este um valioso instrumento a ser utilizado na gestão do processo produtivo. Segundo Gonçalves et al. (2010) as épocas de semeadura mais indicadas são aquelas que combinam o efeito da temperatura e do armazenamento de água no solo, devendo haver o desenvolvimento de técnicas de manejo que minimizem estes problemas.

Para a interação população * época de semeadura, encontrou-se o ajuste quadrático para as três épocas de semeadura, conforme aumentou-se a população de plantas (Figura 43). Para as épocas de semeadura janeiro, fevereiro e março, respectivamente, os pontos de máximo foram de 73.100 pl ha^{-1}, 51.745 pl ha^{-1} e 38.500 pl ha^{-1}, ou seja houve redução da população para obtenção da máxima produtividade conforme alterou-se a época de semeadura. Nestas populações foram obtidas produtividades máximas de 3.8703 Kg ha^{-1}; 4328 Kg ha^{-1}; 3.492 Kg ha^{-1}, respectivamente para as épocas janeiro, fevereiro e março. Este efeito pode ser atribuído às condições mais restritivas de produção, provocadas pelo ambiente à medida que migra-se da época de janeiro para março. Para as épocas fevereiro e março o ponto de máximo da população ocorreu próximo a recomendação de densidade de plantas recomendado para a safrinha que está próximo de 50.000 pl ha^{-1}(CRUZ et al., 2012). No entanto, à partir desta população e para estas épocas, ocorreu decréscimo na produtividade, entretanto este efeito não foi verificado para a época janeiro.

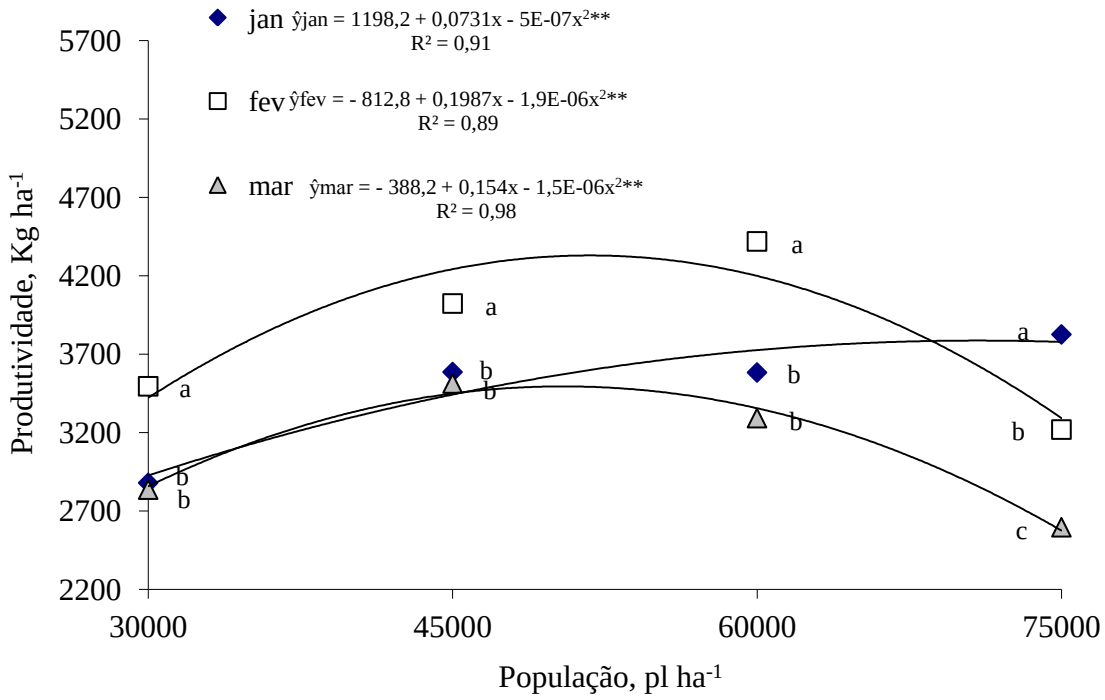


Figura 43. Produtividade de grãos (P) em função da população de plantas em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) em Pompéia (SP).
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

6.4 Correlação entre variáveis

Como pode ser observado na Tabela 28 as características índice de persistência e índice de senescência não se correlacionaram com a produtividade, porém o número de grãos por espiga e o número de grãos por hectare, apresentaram correlação positiva, sendo este último o que possui maior coeficiente de correlação. Neste trabalho, assim como no obtido por Brachtvogel (2010) o gráfico que mais se assemelha com a produtividade é a do número de gãos por hectare. Na literatura existem diversos trabalhos que mostram a influencia desta característica na produtividade de grãos, portanto infere-se que a mesma é uma característica complexa e que é dependente também de outros componentes de produção. A produtividade é uma característica que possui baixa herdabilidade e de controle genético difícil (ALLARD, 1971), portanto, através da identificação de caracteres secundários que também estão associados a produtividade, seria possível fazer a identificação da adaptação do

híbrido as condições ambientais as quais os cultivares são submetidos e também as práticas distintas de manejo adotadas pelo agricultor.

Tabela 28. Matriz de correlação pelo coeficiente de Pearson entre características de fonte, índice de persistência [(IAFmf/f)], Índice de senescência [IAF(mf-f)/f], de dreno, número de grãos por espiga (NGE), número de grãos por hectare (NGH), massa de mil grãos (1000g) e produtividade, em híbridos de milho cultivados na safrinha (2010) Pompeia (SP).

	[IAFmf/m]	[IAF(mf-m)/m]	NGE	NGH	1000G	P
[IAFmf/m]	1	-0,999$^{(1)**}$	0,610**	-0,286**	0,322**	0,091^{ns}
[IAF(mf-m)/m]		1	-0,619**	0,281**	-0,325**	-0,101^{ns}
NGE			1	0,09^{ns}	0,179**	0,280**
NGH				1	-0,031^{ns}	0,437**
1000G					1	0,15^{ns}
P						1

$^{(1)}$ ns, não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

6.5 Considerações finais

A comparação de dois híbridos de milho com somatórias térmicas distintas influenciaram todas as características morfológicas, com exceção da área foliar no florescimento masculino (AFm) e área foliar na maturação fisiológica. Portanto fica demonstrado a adaptação destes híbridos as condições de estresse provocado pelo ambiente e também pelo aumento da competição intraespecífica, provocado pelo aumento na população de plantas.

O aumento da população de plantas resultou em aumento de todas as características morfológicas, com exceção da altura de plantas (A), número de folhas por planta (N), área foliar no florescimento masculino (AFm), área foliar na maturação fisiológica (AFmf). Em relação às características da espiga e componentes de produção, o aumento na população de plantas teve como conseqüência, decréscimo de todas as características da

espiga, exceto número de espigas por hectare (NEH) e número de grãos por hectare (NGH). A produtividade de grãos foi representada por equações de regressão de segundo grau, com produção máxima estimada para cada época de semeadura, sendo o aumento da população de plantas .

A utilização de três épocas de semeadura, dentro do período da safrinha, influenciaram todas as características morfológicas das plantas de milho, com exceção da área foliar no florescimento masculino (AFm), índices de persistência [IAF(mf/f)] e senescência [IAF(f-mf)/f], grau Brix na maturação fisiológica (GBmf) e plantas acamadas (PA). Também houve influencia das épocas de semeadura nas características da espiga e componentes de produção, com exceção do número de fileiras de grãos (NF), número de grãos por espiga (NGE), número de grãos por hectare (NGH) e índice de espigas (IE).

A característica que mais se correlacionaou com a produtividade foi o número de grãos por espiga e o número de grãos por hectare, sendo esta última a que apresentou maior coeficiente de correlação.

Neste experimento, o híbrido de maior exigência climática, respondeu de forma mais adequada em relação à maioria dos componentes de produção. A população de plantas para na máxima produtividade variou conforme a época de semeadura, havendo uma diminuição da população quando alterou-se a época de janeiro para março. As épocas janeiro e fevereiro, foram as mais adequadas ao cultivo do milho safrinha, enquanto que na época março, as limitações impostas pelo ambiente fez com que houvesse redução na produtividade.

7 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que, nas condições em que o experimento foi instalado e conduzido, o desenvolvimento a produtividade e as características morfológicas dos híbridos respondem de maneiras distintas à disponibilidade térmica e as demais variações ambientais havidas nas épocas de cultivo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFÉRRI, F.S.; DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. Relação entre IAF e altura de planta em três híbridos de milho. In: 24° Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Florianópolis. **Anais...**, 2002, EMBRAPA/ CNPMS. p.108.

ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético de plantas. São Paulo: Edgard Lucher, 1971. 381p

AGUIAR, A.C.F.; MOURA, E.G. Crescimento e produtividade de duas cultivares de milho de alta qualidade protéica em solo de baixa fertilidade. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.429-435, 2003.

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

ALMEIDA, M. L. et al. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.189-194, 2003.

ALVAREZ, C.G.D.; VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamento entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p. 402-408, 2006.

ALVIM, K.R.T. et al. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, 2010**.**

AMARAL FILHO, J.P.R. do et al. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 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.

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

ANDRADE, F. H. et al. Kernel number determination in maize. **Crop Science**, Madison, v.39, n. 2, p. 453-459, 1999.

ARGENTA, G. et al. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001a.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ÍNDÚSTRIAS DO MILHO. **O cereal que enriquece a alimentação humana.** ABIMILHO, São Paulo: SP, 2008. Disponível em: <http://abimilho.com.br/>.Acesso: 28 Abril 2012.

BALBINOT Jr., A.A.; FLECK, N.G. Competitividade de dois genótipos de milho (*Zea mays*) com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Revista Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 415-421, 2005.

BARBIERI, V.H.B. et al. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.826-830, 2005.

BECKER, H.C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, v.101, p.1‑23, 1988.

BEGNA, S. H. et al. Effects of population density and planting pattern on the yield and yield components of leafy reduced stature maize in a short season area. Journal of Agronomy, v. 179, n 1, p. 9-17, 1997.

BELEZE, J.R.F. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays, L.*) em diferentes estádios de maturação I. Produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.32, n.3, p.529-537, 2003.

BLUM, L.E.B. et al. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões de colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, 2003.

BOER, C.A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entresafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropeária Brasileira**, v. 42, p. 1269-1276, 2007.

BOLLER, W.; KLEIN, V.A.; DALLMEYER, A.V. Semeadura do milho em solo sob preparo reduzido. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 22, n. 5, p. 123-130, 1998.

BORRÁS, L.; MADDONNI, G.A.; OTEGUI, M.E. Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. **Field Crops Research**, v.82, p.13-26, 2003.

BRACHTVOGEL, E. L. **Densidades e arranjos populacionais de milho e componentes agronômicos**. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BRACHTVOGEL, E.L. et al. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v.39, p.2334-2339, 2009.

BRACHTVOGEL, E. L**. População de plantas e uso de piraclostrobina na cultura do milho: alterações agronômicas e fisiológicas**. 2010. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRUNINI, O. Ecologia do milho e da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE SISTEMA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA REGIÃO CENTRO SUL DO BRASIL, 1984, Campinas, **Anais...**Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 25-72.

BRUNINI, O. et al. Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometerologia**, Sete Lagoas, v.9, n.3, p. 519-526, 2001.

BULLOCK, D. G.; NIELSEN, R. L.; NYQUIST, W. E. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 2, p. 254-258, 1988.

CALONEGO, J.C. et al. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Agrarian**, Dourados, v.4, n.12, p.84-90, 2011.

CANTELE, E.F. **Desempenho da cultura de milho em diferentes épocas de cultivo no sudoeste paulista**. 2009. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 33-40, 2002.

CASAL, J.J., DEREGIBUS, V.A., SÁNCHEZ, R.A. Variations in tiller dynamics and morphology in ***Lolium multiflorum*** Lam. vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far-red irradiation. **Annals of Botany**, London, v. 56, p. 533-559, 1985.

CIRILO, A.G.; ANDRADE, F.H. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. **Crop Science**, Madison, v.34, p.1044–1046, 1994.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos: décimo segundo levantamento, Setembro 2012. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_grãos_-_ setembro_2012.pdf>. Acesso em: 17 novembro 2012.

CRUZ, J.C. et al. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.1, p.60-73, 2007.

CRUZ, J.C. et al. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, n.2, p. 177-188, 2010.

CRUZ, J.C. et al. **Cultivo do milho.** 8ª ed. Sete Lagoas: EMBRAPA,CNPS, 2012. (Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/manejomilho.htm>. Acesso em: 20 abril 2013

DAYNARD, T.B.; TANNER, J.W.; DUNCAN, W.G. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn *(Zea mays* L.). **Crop** Science, v.ll, n.l, p.45-48, 1971.

DEMÉTRIO, C.S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

DIAS, V.O. et al. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1721-1729 , 2009.

DOEBLEY, J. The Genetics of maize evolution. **Annual Review of Genetics**, Madison, v.38, p.37-59, 2004.

DOTTO, M.A.; et al. Divergência genética entre cultivares comerciais de milho em baixas altitudes no Tocantins, safra 2007/2008. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 630-637, 2010.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L.; LOPES, P. P. Milho: população e distribuição de plantas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Orgs.). **Milho**: tecnologia e produtividade. Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 120-125.

DOURADO NETO, D. et al. 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.

DOZZA, M. **Influência da densidade de semeadura na seleção e expressão de caracteres prolificidade e produção de grãos na produção de milho (*Zea Mays* L.) CMS – 39**. 1997. 67 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1977.

DUARTE, A. P. et al. Avaliação de cultivares e densidade populacional em milho "safrinha" no Vale do Paranapanema. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 2., Assis, 1994. **Resumos...** Campinas: AC/CDV, 1994. p. 49-58.

DUARTE, A.P.; PATERNIANI, M.E.A.G. Avaliação de cultivares de milho no Estado de São Paulo: Influência de fatores abióticos e estratificação ambiental. Resultados do sistema IAC/CATI/Empresas 1999/2000. Campinas, Instituto Agronômico, 2000 (Documento IAC, 69

DUARTE, A.P.; KIEHL, J.C.; CAMARGO de, M.A.F. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Embrapa - Sete lagoas, v.2, n.3, p.1-20, 2003.

DURÃES, F.O.M. et al. Partição de fitomassa e limitações do rendimento de milho *(Zea mays* L.) relacionadas com a fonte-dreno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 4., Fortaleza, 1993. Resumos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal,** v.5, n.l, p.90, 1993.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C. ; OLIVEIRA, A. C. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, p. 33-40, 2002.

DURÃES, F.O.M. et al. Fatores Ecofisiológicos que afetam o comportamento do milho em semeadura tardia (safrinha) no Brasil Central. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.3, p. 491-501, 1999.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C. ; OLIVEIRA, A. C. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, p. 33-40, 2002.

DWYER, L. M.; TOLLENAAR, M.; STEWARET, D. W. Chances in plant density dependence of leaf photosynthesis of maize (Zea mays L.) hybrids, 1959 to 1988. **Canadian Journal Plant Science.**, Quebec, v. 71, p. 1-11, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do milho**. 3. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 2007. (Sistemas de produção, 2). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/index.htm>. Acesso em: 16 setembro 2012.

ENDRES, V. C.; TEIXEIRA, M. R. O. População de plantas e arranjo entre fileiras. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Milho:** informações técnicas. Dourados: EMBRAPA, CPAO, 1997. p. 108-110. (Circular técnica, 5).

FANCELLI, A.L. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.131, setembro 2010.

FANCELLI, A.L. **MILHO:** produção e produtividade. 2 ed. Piracicaba: USP /ESALQ/LPV, 2011.176p.

FARINELLI, R. et al. Desempenho agronômico de cultivares de milho nos períodos da safra e safrinha. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.235-241, 2003.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Revista Científica.** Jaboticabal, v.40. n.1, p. 21-27, 2012.

FIGUEIREDO, P.G. et al. Desempenho de híbridos de milho precoce em Mato Grosso do Sul, 2009. In: 10º Seminário Nacional do Milho Safrinha, Rio Verde, 2011, **Anais ...**, Rio Verde: EMBRAPA:CNPS, p.328-334.

FLÉNET, F.; KINIRY, J. R.; BOARD, J. E.; WESTGATE, M. E.; REICOSKY, D. C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996.

FLESCH, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 25-31, 2004.

FOLONI, J.S.S.; CALONEGO, J.C.; LIMA, S.L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 947-953, 2003.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho.** Jaboticabal: FUNEP. 1992. 273 p.

FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L. Desenvolvimento fenológico e agronômico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p. 1341-1348, 2004.

FORSTHOFER, E.L. Desempenho agronômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

GADIOLI, J.L et al. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada a soma calórica. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.377-383, 2000.

GALLAVOTTI, A. et al. The role of *barren stalk 1* in architecture of maize. **Nature**, v. 432, p. 630-635, 2004.

GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. **Physiology of crop plants**. 2ªed. Ames, Iowa State University Press, 1985, 327p.

GONÇALVES, S.L. et al. Épocas de semeadura do milho "safrinha", no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos. **Acta Scientiarum.** Maringá, v.24, n.5, p. 1287-1290, 2002**.**

GUIMARÃES, D.P., SANS, L.M.A., MORAES, A.V.C. Estimativa da área foliar de cultivares de milho. In: 24° Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Florianópolis, 2002. **Anais...,** EMBRAPA/ CNPMS. p.96.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, v.26 n.3 p.1-86, 2013.

KANEKO, F.H. **Manejo do solo e do nitrogênio em milho cultivado em dois espaçamentos entrelinhas.** 2009. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2009.

KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas.** 2010. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Ilha solteira, 2010.

KAPPES, C. et al. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.334-343, 2011.

KUNZ, J.H.; et al. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo,espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1511-1520, 2007.

LENZI, E. A. **População e distribuição espacial de plantas em cultura de milho (*Zea mays* L.)**. 1992. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

LIANG, B. C., REMILLARD, M. MACKKENZIE, A. F. Effects of hybridis densities, fertilization and irrigation on grain corn (Zea mays L.) in Quebec. **Canadian Journal of Plant Science**, Quebec, v. 72:4, p. 1163-1170, 1992.

LOPES, S.J.; et al. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, v.37, n.6, 2007.

MACHADO E.C. et al. Fotossíntese, remobilização de reservas e crescimento de grãos em dois híbridos de milho sob deficiência hídrica na fase de enchimento de grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 51, n.2, p.151- 159, 1992.

MADONNI, G.A. et al. Plant population density, row spacing and hybrid affects on maize canopy architecture and light attenuation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.71, p.183-193, 2001.

MAGALHÃES, P.C. et al. **Fisiologia do milho**. Circular Técnica 22. 1ª Ed: Sete Lagoas, 2002. 23p.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia do milho**, 1 ed., Sete Lagoas, EMBRAPA: CNPMS, 10 p., 2006. (Circular Técnica 76)

MARCHÃO, R.L.; et al. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, n.35, v.2, p.93-101, 2005.

MELGES, E.; LOPES, N. F.; OLIVA, M. A. Crescimento, produção de matéria seca e produtividade da soja submetida a quatro níevis de radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 9, p. 1073-1080, 1989.

MEROTO Jr, A. ; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 549-554, 1997.

MILHO. **Agrianual 2011**: Anuário da Agricultura Brasileira, Ed. FNP – Consultoria e Comércio, São Paulo, p. 227-237, 2011.

MORAES, et al. Desempenho de oito cultivares de milho verde na safrinha no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo.** Embrapa - Sete Lagoas, v. 9, n.1, p. 79-91, 2010.

MUCHOW, R. C. Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 20, p. 207-219, 1989.

MUNDSTOCK, C. M**. Densidade de semeadura no milho para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre**:** UFRGS; ASCAR, 1977. 35 p.

MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de populações de plantas de milho (*Zea mays* L.) de tipo precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n. 1, p. 13-18, 1978.

MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F.da. **Manejo da cultura do milho para alto rendimento de grãos.** Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 41p., 2005.

NASCIMENTO, M.N. et al. Produtividade de genótipos de milho em resposta à épocas de semeadura. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.2, p. 193-201, 2011.

NOLDIN, J.A.; MUNDSTOCK, C.M. Rendimento de grãos e componentes de rendimento de três cultivares de milho em duas épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, p.615-620, 1988.

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

PEIXOTO, A.R. Estimativa da área foliar em milharal. **Bragantia**, v.46, n.1, p. 147-150, 1987.

PEIXOTO, C. M.; SILVA, P. R. F.; REZER, F. Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas, em dois níveis de manejo da água e da adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 63-71, 1997.

PENARIOL, F.G. et al Comportamento de cultivares de milho semeadas 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, F.H. **Influência do despendoamento e da desfolha na produção e qualidade de sementes de milho**. 2007. 38f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção e Tecnologia de Sementes) Faculdade de ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

PEREIRA, J.L.A.R., et al. Cultivares, doses de fertilizantes e densidades de semeadura no cultivo de milho safrinha. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 676-683, 2009.

PEREIRA FILHO, I.; CRUZ, J.C. Cultivo do milho. Sistemas de Produção 1, Sete Lagoas EMBRAPA , CNPS: 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/plantespaca.htm>. Acesso em dezembro de 2012.

PEREIRA, F.; CRUZ, J.C.; GARCIA, J.C. Sistema diferenciais de cultivo 7. ed. Sete Lagoas, EMBRAPA , CNPS: 2011. Disponível em: <http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/Fontes/HTML/MILHO/cultivodomilho_7ed/coeficientestecnicos.htm>. Acesso em novembro de 2012.

PIANA, A.T.; et.al. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.2608‑2612, 2008.

PINAZZA, L. A. Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: BULL, L. T., CANTARELLA, H. (Ed.) **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTATOS, 1993. cap. 1, p.1-10.

PINOTTI, E.B. **Características agronômicas de três cultivares de milho (*Zea Mays* L.) sob quatro populações de plantas em espaçamento reduzido**. 2003. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

PORTER, P.M. et al. Corn response to row width and plant population in the northern corn belt. **Journal of Production Agriculture**, v.10, p.293‑300, 1997.

QUIESSI, J. **Rendimento de grãos e características agronômicas da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função de cultivares e épocas de semeadura.** Botucatu, 1999. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

RAIJ, B. van et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2ed. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico**, Campinas, n. 100, p. 60-61, 1996.

RIBEIRO, P.H.E.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F. Adaptabilidade E estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2213-2222, 2000.

RICHARDS, R.A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.51, p. 447-458, 2000.

RITCHE, S.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. Arquivo do Agrônomo N. 15, **Informações Agronômicas N^{o} 103**, POTAFÓS, Setembro 2003.

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

SANGOI, L. Efeito de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do milho, em solos com texturas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.8, n.2, p. 187-197, 2009.

SANGOI, L et al. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.271-276, 2001a.

SANGOI, L. et al. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n.6, p. 861-869, 2001b.

SANGOI, L. et al. Bases morfológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, 101-110, 2002.

SANGOI, L. et al. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 25-31, 2005.

SANGOI, L. et al. Perfilhamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho, em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, n.3, p. 254-265, 2010.

SANGOI, L. et al. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p.609-616, 2011.

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

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

SANTOS, A.B.dos; FAGERIA, N.K. Caracterísicas fisiológicas do feijoeiro em várzeas tropicais afetadas por doses e manejo de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n.1, p. 23-31, 2008.

SAWAZAKI, E. **Parâmetros genéticos em milho pipoca (*Zea mays* L.)**. 1996. 157f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1996.

SCHWEITZER, C. **Perfilhamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho em função do arranjo de plantas.** 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianopolis.

SHIOGA, P.S.; OLIVEIRA, E. L.; GERAGE, A. C. Efeitos de densidade populacional e doses de nitrogênio sobre o rendimento de dois híbridos de milho em épocas não convencionais. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 5., 1999, Barretos.**Anais...** Campinas: IAC, 1999. p. 123-126.

SHIOGA, P.S.; OLIVEIRA, E.L.; GERAGE, A.C. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.3, p.381-390, 2004

SHIOGA, P.S et al. **Avaliação Estadual de Cultivares de Milho Safrinha**. 1ª Ed. Londrina: IAPAR, 2011. 78p.

SILVA, A.G. da et al. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agronômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.2, p.89-96, 2008.

SILVA, C.J. da **Influência de estresses abióticos na fase reprodutiva do milho**. 2010. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

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

SILVA, P.R.F. da et al. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 64p.

SINCLAIR, T. R. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 2 p. 638-643, 1998.

SOUZA, A.R.R. et al. Correlação de caracteres de uma população crioula de milho para sistema tradicional de cultivo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.4, p.183-190, 2008.

SOUZA, E.F.C.; SORATTO, R.P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura , no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.3, p.395-405, 2006.

STONE, P.J.; SORENSEN, I.B.; JAMIESON, P.D. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. **Field Crops Research**, Amsterdan, v.63, p.169-178, 1999.

STRIEDER, M.L.; et al. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.634‑642, 2007.

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.617-622, 2007.

TORNTWAITTE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Climatology,** v. 10, n. 3, 104 p. 1955.

TOLLENAAR, M.; DAYNARD, T.B.; HUNTER, R.B. Effect of temperature on rate of leaf appearence and flowering date in maize. **Crop Science,** Madison, v.19, p.363-366, 1979.

TOLLENAAR, M.; BRUULSEMA, T. W. Efficiency of maize dry matter production Turing periods of complete leaf area expansion. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 4, 1988.

TOLLENAAR, M.; AGUILERA, A. Radiation use efficiency of an old and new maize hybrid. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n.3, p. 536-541, 1992.

TOLLENAAR, M.; LEE, E. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. **Field Crops Research**, Amsterdan, v.75, p.161-169, 2002.

VIEIRA, M.A. Cultivares e população de plantas na produção de milho verde. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007, 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2007.

VILHEGAS, A.C.G. et al. Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de safrinha no noroeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n.1, p. 45-51, 2001.

VON PINHO, R.G. et al. Efeito de métodos de adubação e épocas de semeadura em características agronômicas de cultivares de milho cultivadas na "safrinha". **Ciência e agrotecnologia.** Lavras, v.26, n.4, p.719-730, 2002.

VON PINHO, R.G. et al. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007.

ZANIN, C. G. **Senescência foliar lenta e desenvolvimento uniforme como características favoráveis a adaptação de cultivares de milho ao incremento na população de plantas**. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2007.