



JOAQUIM VICENTE UATE

**ÉPOCAS DE SEMEADURA DO MILHO E
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLANTAS**

LAVRAS-MG

2013

JOAQUIM VICENTE UATE

**ÉPOCAS DE SEMEADURA DO MILHO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como exigência do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Renzo Garcia Von Pinho

LAVRAS- MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Uate, Joaquim Vicente.

Épocas de semeadura do milho e distribuição espacial de plantas
/ Joaquim Vicente Uate. – Lavras : UFLA, 2013.
59 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Renzo Garcia Von Pinho.

Bibliografia.

1. Híbridos. 2. População de plantas. 3. Semeadura tardia. 4.
Espaçamento entre fileiras. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 633.15

JOAQUIM VICENTE UATE

**ÉPOCAS DE SEMEADURA DO MILHO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como exigência do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 9 de maio de 2013.

Dr. João Cândido de Souza UFLA

Dr. Élberis Pereira Botrel UFLA

Dr. Renzo Garcia Von Pinho

Orientador

LAVRAS – MG

2013

Aos meus pais, Maimane e Helena,

Aos miúdos Hany, Gaby Vincy,

Às minhas irmãs, Sílvia, Titiana, Meriota, Mariana,

Ao meu cunhado, Gabriel Langa

Pelo amor recíproco,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção, força e guia de todas as horas.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Renzo Garcia Von Pinho, pela orientação, apoio e amizade.

Aos professores, pesquisadores e funcionários do Setor de Grandes Culturas e do Departamento de Agricultura, pelo aprendizado, colaboração e convivência amigável.

Aos colegas e amigos do curso de pós-graduação, Luís Eduardo, Neto, Frank, Viviane, pela amizade e coleguismo.

Aos meus irmãos da “República Africana”: Daniel, Diego, Djony e Nonote, pela amizade e convivência na casa.

A Gildinha e Joel, pelo apoio e amizade.

Aos amigos do Grupo do Milho, Leandro, Ivan, Viviane, Gabi, Fark “d’ UFLA”, Muco, Fark, Mamute e demais integrantes.

RESUMO

O aumento da densidade de plantas, a diminuição do espaçamento entre fileiras e a adequação da época de semeadura, associados à escolha do híbrido, estão entre as práticas empregadas para a obtenção de maiores produtividades de grãos na cultura do milho. Objetivou-se neste trabalho estudar em sistema plantio direto o comportamento de cultivares de milho sob duas épocas de semeadura, associadas a três densidades de plantas e dois espaçamentos entre fileiras. Os experimentos foram instalados em duas épocas (30/11/11 e 30/1/12) em área experimental da Universidade Federal de Lavras, em Lavras/MG. Em cada época, a área disponível foi dividida em duas glebas. Na primeira gleba, instalou-se um experimento com espaçamento de 0,55 m e, na segunda, outro experimento com 0,80 m de espaçamento. Para cada experimento, foram avaliados os desempenhos dos híbridos DOW 2B 587, AG 4051, CD 384 HX e GNZ 2004, sob três densidades de semeadura (55 mil, 70 mil e 85 mil plantas.ha⁻¹). Cada experimento foi conduzido sob o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3, com três repetições, sendo as quatro cultivares e as três densidades de semeadura. Os dados obtidos foram submetidos inicialmente a uma análise de variância individual por experimento. Posteriormente, foi realizada uma análise da variância conjunta envolvendo os dois experimentos em cada época de semeadura e, por fim, considerando simultaneamente todos os experimentos conduzidos. O atraso na época de semeadura provoca redução significativa nas características avaliadas. Para as características altura de plantas e altura de inserção da espiga, o comportamento dos híbridos coincide, independentemente da população de plantas ha⁻¹. A escolha do espaçamento entre fileiras independe da população de plantas ha⁻¹. A prolificidade e a produtividade de grãos dos híbridos são dependentes da época de semeadura e do espaçamento e independe da densidade de plantas.

Palavras-chave: Híbridos. População de plantas. Espaçamento entre fileiras. Semeadura tardia.

ABSTRACT

The increase in plant density, as well as the decrease in row spacing and the suitability for sowing date, associated with hybrid choice, are among the practices employed to achieve a higher grain productivity in maize crops. The objective of this work was to study the behavior of maize cultivars under two sowing dates in no-tillage system, associated with three plant densities and two row spacings. The experiments were conducted in two seasons (11/30/2011 and 01/30/2012) in an experimental area at "Federal University of Lavras", in Lavras/MG. In each season, the available area was divided into two plots. In the first plot, an experiment was settled with a spacing of 0.55 m; in the second, another experiment was settled with a 0.80 m spacing. For each experiment, the performance of hybrids DOW 2B 587, AG 4051, CD 384 HX and GNZ 2004 was evaluated, under three sowing densities (55,000, 70,000 and 85,000 plants. ha⁻¹). Each experiment was conducted in a randomized block design, in a 4 x 3 factorial arrangement, with three repetitions, corresponding to four cultivars and three sowing densities. The data obtained were initially subjected to an individual variance analysis per experiment. A joint variance analysis was then performed, involving the two experiments at each sowing date and lastly, simultaneously considering all experiments conducted. The delay in sowing dates causes a significant reduction in the evaluated characteristics. For traits plant height and ear insertion height, the behavior of hybrids coincides, regardless of plant population ha⁻¹. The choice of row spacing is independent on plant population ha⁻¹. Prolificacy and grain productivity of hybrids are dependent on sowing date and spacing, and are independent on plant density.

Keywords: Hybrid. Plant population. Row spacing. Late sowing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Dados médios de temperatura e precipitação por decêndio, de 30/11/11 a 30/7/12 em Lavras - MG.....	27
Figura 2	Representação gráfica da equação de regressão para a prolificidade (espigas/planta) em função da densidade de plantas. Lavras - MG, 2012.....	43
Figura 3	Representação gráfica da equação de regressão para a produtividade de grãos (Kg ha^{-1}) em função da população de plantas. Lavras - MG, 2012.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características das quatro cultivares de milho avaliadas no estudo. Lavras - MG, 2013.....	27
Tabela 2	Resumo das análises de variância conjunta para a altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE), Prolificidade (PROL) e produtividade de grãos (PG). Lavras - MG, 2012.....	35
Tabela 3	Médias de altura de plantas (m) em função dos híbridos e épocas de semeadura, considerando dois espaçamentos entre linhas e três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.....	37
Tabela 4	Médias de altura de plantas (m) em função das épocas de semeadura e espaçamentos entre linhas, considerando quatro híbridos e três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.....	37
Tabela 5	Médias de altura de inserção da espiga (m) em função dos híbridos e épocas de semeadura, considerando dois espaçamentos entre linhas e três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.....	39
Tabela 6	Médias de altura de inserção da espiga (m) em função das épocas de semeadura e espaçamentos entre linhas, considerando quatro híbridos e três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.....	40
Tabela 7	Médias de prolificidade (espigas/planta) em função dos híbridos, das épocas de semeadura e dos espaçamentos entre linhas (m), considerando três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.....	42
Tabela 8	Médias de produtividade de grãos (Kg ha^{-1}) em função dos híbridos, das épocas de semeadura e dos espaçamentos entre linhas (m), considerando três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	Cultivares de Milho	13
2.2	Densidade de Plantas	15
2.3	Espaçamento entre fileiras	18
2.4	Época de Plantio	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	Material genético	26
3.2	Caracterização da área experimental	27
3.3	Métodos	28
3.3.1	Delineamento experimental	29
3.4	Características avaliados	29
3.4.1	Altura de planta (AP)	29
3.4.2	Altura de inserção da espiga (AIE)	29
3.4.3	Prolificidade (PROL)	29
3.4.4	Produtividade de grãos	30
3.5	Análise dos dados	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	Altura de plantas	26
4.2	Altura de Inserção da Espiga	30
4.3	Prolificidade	33
4.4	Produtividade de grãos	36
5	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE	57

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento de novos híbridos e técnicas de manejo para a cultura de milho, estudos têm sido realizados para a determinação do material genético a ser cultivado em diferentes regiões, sob diversas condições climáticas. Assim, a evolução de práticas de manejo com o uso de híbridos de alto potencial produtivo contribuiu para o acréscimo da densidade de plantas e a diminuição do espaçamento entre fileiras. Associado a isso, a população de plantas na cultura do milho tem variado bastante, conforme as características dos híbridos, sendo a recomendação efetuada sempre pelas empresas produtoras de sementes.

Dada a dinâmica dos programas de melhoramento das empresas do setor sementeiro, a cada ano são colocados no mercado vários novos cultivares. Esses materiais precisam ser avaliados nos mais diversos ambientes e também nas mais diferentes situações, principalmente no que se refere à distribuição espacial, população ideal de plantas e melhor época de semeadura.

A redução do espaçamento entre fileiras é uma das técnicas que permite melhorar o arranjo de plantas, possibilitando, assim, o uso de densidades elevadas de plantas por hectare, além de dificultar o desenvolvimento das plantas daninhas, minimizando o estresse causado nos períodos críticos de desenvolvimento da cultura do milho.

Em estudos recentes, tem-se conseguido demonstrar que a redução do espaçamento entre fileiras de 0,90 para 0,45 m, combinada com a redução do número de plantas nas linhas, têm contribuído para o aumento da produtividade. Essa redução facilita também as operações mecanizadas, uma vez que elimina o ajuste de implementos, como a semeadora e/ou cultivador-adubador em áreas de rotação com outras culturas, como é o caso da soja e feijão. Essas técnicas não

implicam necessariamente o acréscimo no custo de produção e podem ser facilmente implementadas pelo agricultor.

Atualmente a redução no espaçamento entre fileiras e o aumento da população de plantas têm sido estudados com mais frequência; porém, ainda há escassez de resultados conclusivos sobre o assunto.

A cultura do milho é sensível à variação na densidade de plantas. Nesse contexto, existe uma população que maximiza o rendimento de grãos. Essa população de plantas varia com a disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, ciclo da cultivar, época de semeadura e espaçamento entre fileiras.

Houve mudanças no cenário da cultura de milho no Brasil, onde a semeadura tardia, denominada segunda safra ou *safrinha*, tem conseguido aumentos consideráveis, chegando a superar a primeira safra, tanto no que refere à área plantada como à produção de grãos.

Objetivou-se neste trabalho avaliar o comportamento agrônômico de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos entre fileiras e população de plantas, avaliados em duas épocas de semeadura.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O milho (*Zea mays mays*) é a principal planta domesticada das Américas (LIA et al., 2006). É uma gramínea da família *poaceae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays*. Possui um único colmo, portador de uma ou duas espigas com aproximadamente 25 cm de comprimento, com grãos dispostos em várias fileiras envolvidas por uma palha (WORDELL FILHO; ELIAS, 2010).

A produtividade média de milho no Brasil está abaixo de 5 t ha⁻¹. (CONAB, 2013). Esse valor, quando comparado a dos outros países, como Argentina (6 toneladas) e Estados Unidos da América (9 toneladas) é considerado baixo, relacionando-se a várias causas, entre as quais destacam-se os fatores de nutrição do milho, densidade populacional e arranjo das plantas (CRUZ et al., 2008; SILVA et al., 2008).

O grande número de setores que utilizam o milho como matéria-prima principal ou seus subprodutos coloca a cultura do milho como um dos cereais mais produzidos e pesquisados no mundo, gerando, ano após ano, novas tecnologias, que trazem consigo o aumento do potencial produtivo da planta (AFFERRI et al., 2008) Assim, estudos de alternativas de espaçamento e arranjo de plantas, adaptação de híbridos e sistemas de cultivo têm recebido relevante atenção da comunidade científica (BORGES et al., 2006).

2.1 Cultivares de milho

O contínuo progresso no melhoramento genético da cultura do milho tem permitido o desenvolvimento e a comercialização de cultivares com maior potencial de produção, de ciclo variado, arquitetura mais ereta e porte baixo.

Dessa forma, ao se definir o melhor arranjo das plantas na área, a escolha da cultivar também deve ser considerada. As cultivares tardias, de porte alto, que produzem muita massa, geralmente não se beneficiam de menores espaçamentos por sombrearem o espaço entre fileiras, em razão do rápido desenvolvimento vegetativo logo no início do ciclo. Já os híbridos de ciclo curto, menor estatura, com pouca produção de massa, tardam a fechar os espaços entre as linhas e, muitas vezes, não ocorre o sombreamento total da área (SANGOI *et al.*, 2007).

As empresas de sementes, obtentoras de cultivares de milho, têm constantemente desenvolvido e ofertado novos híbridos ao mercado. Porém, o desempenho dessas novas cultivares tende a ter forte interação com as condições ambientais e com o nível tecnológico adotado em cada propriedade. Desse modo, a estratégia de comercialização dessas empresas tem sido incrementada nos últimos anos, com o objetivo de otimizar a interação das cultivares com os diferentes sistemas de manejo e condições ambientais (EMYGDIO; TEIXEIRA, 2008).

As cultivares atualmente disponibilizadas no mercado apresentam elevado potencial genético, além de outras vantagens relativas a aspectos fitossanitários, físicos e fisiológicos, capazes de proporcionar altas produtividades. Para isso, uma série de informações, como o seu comportamento em relação às principais doenças, tipo de híbrido, ciclo, região de adaptação e textura de grãos, época de semeadura e densidade de plantas recomendada, é fornecida, para que os agricultores possam explorar ao máximo o potencial genético dessas cultivares. O surgimento de novas cultivares de milho de ciclo mais curto, estatura reduzida, menor número de folhas e folhas mais eretas aumentou o potencial de resposta da cultura ao aumento da população de plantas (CRUZ *et al.*, 2007).

Na safra 2012/13, foram disponibilizados 479 cultivares de milho, sendo 263 cultivares convencionais e 216 cultivares transgênicas. A dinâmica de

renovação das cultivares foi mantida, sendo 93 novas cultivares foram acrescentadas e 103 cultivares deixaram de ser comercializadas (EMBRAPA, 2013).

Com isso, há a necessidade de mais pesquisa para a disponibilização de informações referentes ao seu comportamento em relação às principais doenças, região de adaptação, época de semeadura e densidade de plantas recomendada para cada uma das cultivares de forma isolada (BALESTRE et al. 2011).

Rezende et al. (2003), avaliando o comportamento de diferentes cultivares de milho sob influência de diferentes arranjos espaciais, verificaram que, nas diferentes densidades e espaçamentos, a performance não era coincidente ao longo dos anos, dependendo das condições climáticas prevalentes no ano agrícola. Resultados similares foram relatados por Pereira et al. (2009), que avaliaram em dois anos de plantio o efeito de fertilizantes e densidades de semeadura nas cultivares de milho e verificaram interação dos híbridos com o ano de plantio.

Em virtude das modificações introduzidas nos genótipos mais recentes, como menor estatura das plantas e altura de inserção da espiga, menor esterilidade das plantas, menor duração do período entre pendoamento e espigamento, inserção de folhas mais eretas e elevado potencial produtivo, Stacciarinil et al. (2010) e Assefa et al. (2012) justificam a reavaliação nas recomendações de espaçamento e densidades de semeadura para a cultura do milho.

2.2 População de plantas

O milho é a gramínea mais sensível à variação na densidade de plantas. Para cada sistema de produção, existe uma população que maximiza o rendimento de grãos. A população ideal para maximizar o rendimento de grãos

de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas ha⁻¹, dependendo da disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, ciclo da cultivar, época de semeadura e espaçamento entre linhas (CRUZ et al., 2007). Reforçando as informações acima, Emygidio e Teixeira (2008) asseguram que, para os híbridos triplos e simples, vem se tornando frequente a recomendação de densidades específicas, chegando até 80 mil plantas ha⁻¹.

Entre as formas existentes de manejo do arranjo de plantas, a densidade de semeadura é a que tem maior interferência na produção de milho, já que pequenas alterações na população implicam modificações relativamente grandes no rendimento de grãos. Essa resposta está associada ao fato de que a espécie *Zea mays* (L.) não possui um mecanismo de compensação de espaços tão eficiente quanto o mecanismo de outras espécies da família *Poaceae*, pois raramente perfilha e apresenta capacidade limitada de expansão foliar e prolificidade (BRACHTVOGEL et al., 2009). Essas informações estão de acordo com as de Piana (2008) e Melo et al. (2011) ao afirmarem que a densidade de plantas é uma das práticas culturais que mais interfere na cultura de milho devido à sua baixa capacidade de emissão de perfilhos férteis, à sua organização floral monoica e ao curto período de florescimento

Nos programas de melhoramento genético do milho, têm-se buscado genótipos cujas altas produtividades são estabelecidas em densidades populacionais de 70.000 até 100.000 plantas ha⁻¹ (BRACHTVOGEL et al., 2009).

De posse das informações de Stacciarini et al. (2010), os sistemas agrícolas bem gerenciados têm obtido altas produtividades, pela utilização de 55.000 a 72.000 plantas de milho por hectare, adotando-se espaçamento entre 0,55 e 0,80 m entre fileiras, delimitando arranjos espaciais que minimizam as relações de competição por fatores de produção. Contudo, Resende et al. (2003) relataram que, na safra de 2000/01, não foram constatadas diferenças de produtividade de grãos entre três densidades: 55, 70 e 90 mil plantas ha⁻¹; porém, na safra de

2001/02 a densidade de 90 mil plantas ha⁻¹ proporcionou maior produtividade de grãos em relação às menores densidades avaliadas. Esses autores ainda ressaltam que o comportamento das cultivares nas diferentes densidades e espaçamentos não são coincidentes ao longo dos anos, dependendo das condições climáticas prevalentes do ano agrícola.

O uso de densidade de plantas acima das recomendadas propicia competição entre plantas por luz, água, CO₂ e nutrientes, o que afeta negativamente o rendimento final (AMARAL FILHO et al., 2005; DEMÉTRIO et al., 2008). Sendo assim, a produtividade de grãos de milho aumenta com o incremento na densidade populacional, até atingir um nível ótimo, que é dependente do genótipo e das condições ambientais, e diminui com posteriores acréscimos na densidade (SILVA et al. 1999; MARCHÃO et al., 2006; BERES, et al. 2008; FARINELLI et al., 2012)

A evolução de práticas de manejo com o uso de híbridos de alto potencial produtivo contribui para o acréscimo da densidade de plantas e para a diminuição do espaçamento entre linhas. Associado a isto, a população de plantas na cultura do milho tem variado bastante, conforme as características dos híbridos, sendo a recomendação efetuada sempre pelas empresas produtoras de sementes (SILVA, et al., 2008).

De modo geral, a baixa produtividade das lavouras de milho, no Brasil, é devida a uma densidade não adequada de plantas por unidade de área, fatores ligados à fertilidade dos solos e ao arranjo de plantas na área (REZENDE et al., 2003).

Rezende et al. (2003) acrescentam que a população ideal de plantas está relacionada com a finalidade da cultura (grãos ou forragem) e com as características da cultivar. A definição da população ótima para determinada cultivar seria aquela com menor número de plantas por área, capaz de proporcionar maior produção em um solo com determinado nível de fertilidade.

De acordo com Penariol et al. (2003), a partir da década de 1970, os melhoristas passaram a preocupar-se com estudos sobre arquitetura da planta, baseados na premissa de que as plantas de menor porte, com folhas eretas, permitiriam uma semeadura mais adensada, com maior capacidade fotossintética e, assim, maior produtividade.

Desse modo, não há uma recomendação singular de densidade de semeadura ideal para todas as condições, pois a densidade ótima varia dependendo de todos os fatores ambientais, bem como fatores controlados, como fertilidade do solo, seleção de híbridos, época de semeadura e sistema de plantio, cultivares, entre outros.

2.3 Espaçamento entre fileiras

No Brasil, observa-se que o espaçamento entre linhas adotado pela maioria dos produtores concentra-se entre 0,80 e 0,90 m, devido, principalmente, à inadequação operacional da maioria das colhedoras em uso, mas deveria ser inferior a 0,80 m; porém, grandes avanços na mecanização agrícola permitiram a disponibilização no mercado brasileiro de diversos modelos de semeadora que permitem o ajuste em vários espaçamentos, bem como plataformas adaptáveis às colhedoras que possibilitam a colheita em espaçamento de até 0,45 m (PALHARES, 2003).

Atualmente, a redução do espaçamento entre linhas é uma realidade na cultura do milho no Brasil, devido ao surgimento de novas cultivares com características agrônômicas desejáveis, como ciclo mais precoce, menor estatura de plantas e de altura de inserção de espiga, menor esterilidade de plantas, menor número de folhas e com angulação mais ereta e, conseqüentemente, elevado potencial produtivo (FARINELLI et al., 2012).

A interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel exerce grande influência sobre o rendimento de grãos da cultura do milho, quando outros fatores ambientais são favoráveis. Uma forma de aumentar a interceptação de radiação e, conseqüentemente, o rendimento de grãos, é pela escolha adequada do arranjo de plantas (SILVA et al., 2002; CRUZ et al., 2007; SANGOI, 2011).

A redução do espaçamento entrelinhas de 0,80 m (espaçamento padrão para a cultura) para 0,50 ou 0,40 m aumenta a distância entre as plantas na linha, proporcionando uma disposição mais equidistante entre as plantas na área de cultivo, o que reduz a competição por recursos hídricos e nutricionais, otimizando o rendimento de grãos (SANGOI et al.2000; EMYGDIO; TEIXEIRA, 2008; BRACHTVOGELL et al., 2009; HICKEY, et al., 2012).).

Afferri et al. (2008) acrescentam que, por meio do aumento na eficiência da interceptação de luz e do melhor aproveitamento da água e nutrientes disponíveis, acréscimos nas produtividades podem ser obtidos pelo aumento da densidade de semeadura, associado à redução do espaçamento entre linhas, como também afirmam que o conhecimento e a adoção da melhor combinação entre cultivar, espaçamento e densidade não implica acréscimo no custo de produção e pode ser rapidamente implementada pelo produtor.

Em estudos recentes, têm-se conseguido demonstrar que a redução do espaçamento entre linhas de 0,90 para 0,45 m, combinada com a redução do número de plantas nas linhas, têm contribuído para o aumento da produtividade, como também facilita as operações mecanizadas, uma vez que elimina o ajuste de implementos, como a semeadora e o cultivador-adubador em áreas de rotação com outras culturas, como são os casos da soja ou feijão (FORESTHOR et al., 2010; GIDO et al., 2011)

Alvarez et al. (2006) acrescentam que a redução do espaçamento entre linhas de 90 para 70 cm proporciona maiores produções de matéria seca e de grãos de milho, independentemente do ano de plantio e da densidade de plantas.

Fanadzo et al. (2010) afirmam que as densidades de 70 e 90 mil plantas ha^{-1} foram mais promissoras para produtividade de grãos em relação à densidade de 55 mil plantas ha^{-1} , e que no estudo realizado não houve efeito da diminuição do espaçamento entre linhas. Em contrapartida, Cancellier et al. (2011), trabalhando com os sistemas de plantio direto e convencional, espaçamentos entre linhas e adubação nitrogenada, verificaram que o aumento da adubação no sistema plantio direto favorecia uma maior produção de grãos no menor espaçamento entre linhas.

Avaliar os novos cultivares de milho disponíveis em diferentes espaçamentos entre fileiras se faz necessário, tendo em vista a necessidade de conhecer seus efeitos nas características agronômicas em diferentes ambientes com diferentes tipos de manejo da cultura (BORGES et al., 2006). Stacciarinil et al. (2010) verificaram que a redução de espaçamento entre linhas de plantio (de 0,90 para 0,45 m) resultava em maior produtividade do híbrido 30K75, sem alterar suas características agronômicas de altura de plantas, altura de inserção de espiga, peso de 1000 grãos, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira e porcentagem de espiga.

Gross et al. (2006) e Farinelli et al. (2012) afirmam que mesmo nos casos em que a redução do espaçamento entre linhas não resulte em acréscimo de produtividade, sua adoção limita, por sua vez, o desenvolvimento de plantas daninhas, diminuindo a competição com o milho em períodos críticos de crescimento.

As cultivares tardias, de porte alto, que produzem muita massa, geralmente não se beneficiam de menores espaçamentos. Pelo grande desenvolvimento vegetativo, logo no início do ciclo podem sombrear o espaço

entre fileiras, causando estiolamento das plantas. Os híbridos de ciclo menor, com pouco desenvolvimento de massa verde, tardam a fechar os espaços entre as linhas e, muitas vezes, nem conseguem sombrear toda a área. Plantas de milho com essas características são as que mais se beneficiam do uso de menores espaçamentos (REZENDE et al., 2003).

De acordo com Farinelli et al. (2012), modelos de distribuição mais favoráveis em virtude do uso de espaçamentos reduzidos aumentam a taxa de crescimento inicial da cultura, levando a uma melhor interceptação da radiação solar e a uma maior eficiência no uso dessa radiação, resultando em maiores produtividades de grãos devido ao aumento da taxa fotossintética líquida.

2.4 Época de semeadura

A semeadura tardia do milho, realizada nos meses de dezembro e janeiro, é uma importante opção de cultivo em sucessão a soja, fumo, feijão e batata, por intensificar o uso da terra e proporcionar maior diversidade de renda ao produtor. Porém, nessa época o potencial de rendimento de grãos é mais baixo devido à menor quantidade de radiação solar durante o período de enchimento de grãos e à maior incidência de doenças foliares e de colmo (SILVA et al., 2010).

O cultivo do milho em épocas extemporâneas é fortemente influenciado pelos fatores climáticos. A cultura do milho exige um mínimo de 350-500 mm de precipitação para que produza a contento, sem a necessidade da utilização de irrigação. O estresse hídrico pode reduzir a altura da planta, bem como a produção e a fertilidade do pólen, além de alterar o sincronismo do florescimento masculino e feminino (BRASIL et al., 2007).

A semeadura tardia do milho, denominada “milho safrinha”, representa a principal modalidade de cultivo do milho nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e na região paulista do Médio Paranapanema. Essa alternativa consolidou-se nos últimos 15 anos com a geração e adoção de tecnologias apropriadas e expressivo crescimento de área, produção e produtividade (DUARTE et al. 2007). No entanto, esse período de semeadura da cultura coincide com uma época caracterizada por baixos índices pluviométricos (VAN ROEKEL et al., 2012). A produção por área pode ficar comprometida se a deficiência hídrica coincidir com o período do florescimento, fase que determina a quantidade de óvulos a serem fecundados e, por consequência, a produção de grãos (SILVA et al., 2011).

De acordo com Conab (2013), na safra 2011/12, a área plantada na primeira época foi inferior à da segunda época, e o cenário se manteve na safra 2012/13, com a agravante da diminuição da área plantada na primeira época (6,99 milhões de ha) e aumento na segunda época (8,64 milhões de ha). Quanto à produção de grãos, foram estimados 34,77 milhões de toneladas para a primeira época e 42,69 milhões para a segunda época, demonstrando-se a superioridade da segunda época de semeadura em comparação à primeira.

De posse dos dados de Casa et al. (2007), nas semeaduras tardias, a adoção de altas densidades de plantas pode não ser uma prática cultural recomendável, por favorecer a incidência de moléstias foliares e de grãos ardidos, bem como o acamamento de plantas, sendo necessário o estudo do arranjo populacional ideal, de acordo com as características edafoclimáticas da região.

Além de ser viável economicamente para o produtor, o cultivo do milho safrinha proporciona os benefícios agronômicos da rotação de culturas: aumento da palhada, fundamental para a manutenção do sistema de plantio direto, e

controle de pragas e doenças da lavoura de verão, tornando-se a principal cultura de outono-inverno semeada após a soja (SOUSA et al., 2006).

Penariol et al. (2007) afirmaram que a ausência de alternativas econômicas para a safrinha (cultivo extemporâneo, sem irrigação suplementar) vem fortalecendo a importância da semeadura de milho nesse período; entretanto, não há uma recomendação singular de densidade de semeadura ideal para todas as condições, pois a densidade ótima varia dependendo de todos os fatores ambientais, bem como fatores controlados, seleção de híbridos, época de semeadura, densidade, espaçamento, entre outros.

Estudos realizados no estado de Minas Gerais, visando avaliar o efeito da época de semeadura na produção de grãos de milho, constataram decréscimo expressivo na produtividade com o atraso na data de semeadura; assim sendo, a determinação da época ideal de semeadura do milho é de fundamental importância para o sucesso da cultura (VON PINHO et al., 2003). Os autores ainda ressaltam que os trabalhos, em sua maioria, foram realizados considerando-se o sistema convencional de cultivo, o que remete a mais estudos, principalmente no sistema de plantio direto.

Pereira et al. (2009) afirmam que a escolha da cultivar para o cultivo do milho safrinha deverá fundamentar-se na adequação de suas necessidades térmicas à época de semeadura e à região considerada, ressaltando que esses fatores poderão acarretar prolongamento ou redução da fase vegetativa da cultura, comprometendo o desempenho e o potencial de produção. Corroborando com os autores acima, Farinelli et al. (2003) acrescentam que a adaptação de cultivares a uma determinada região produtora varia com a época de semeadura, de maneira que, em cultivos extemporâneos, as cultivares mais bem adaptadas não estão associadas com as da safra de verão.

Há carência em pesquisas na região do sul de Minas Gerais que possibilitem obter informações úteis aos produtores, principalmente no que se

refere à avaliação de cultivares e tratos culturais na semeadura tardia. Essas informações permitirão a intensificação no uso da terra, possibilitando que os agricultores maximizem seus lucros e melhorem a sua qualidade de vida (PEREIRA et al., 2009).

Embora a época recomendada para a semeadura do milho na região sul de Minas Gerais seja de 15 de outubro a 15 de novembro, tem-se constatado que a semeadura é postergada até janeiro. Pela diversidade climática durante o período em que o milho é cultivado, é esperado efeito pronunciado da época de semeadura no crescimento e desenvolvimento da planta, podendo causar reflexos na produtividade (VILELA et al., 2003).

O potencial de rendimento de grãos, definido pela interação genótipos x ambientes, pode ser maximizado por meio da escolha adequada da época de semeadura, sem sobrecarregar, significativamente, o custo de produção. Esse potencial de rendimento, a ser obtido em cada época de semeadura, dependerá principalmente da quantidade de radiação solar incidente, da eficiência de interceptação e de conversão da radiação interceptada em fitomassa, e da eficiência de partição de assimilados à estrutura de interesse econômico (SANGOI et al., 2006).

Segundo Piana et al. (2008), na ausência de restrição hídrica, a época preferencial para semear o milho é aquela que coincide o estágio em que a planta apresenta a máxima área foliar (pendoamento) com os dias mais longos do ano, o que é obtido com a semeadura em outubro, no caso específico de Rio Grande do Sul. De acordo com Forsthofer et al. (2006), não só a disponibilidade hídrica, mas também as variações da temperatura do ar e a disponibilidade da radiação influenciam a fenologia, o crescimento e o desenvolvimento da planta de milho.

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 de semeadura. Com base no

conhecimento e na mensuração dos fatores que interferem no 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 bruta, preservando os recursos do ambiente (FORESTHOR et al., 2006).

A caracterização das modificações morfológicas que ocorrem na planta do milho quando semeado em épocas contrastantes, é importante para definir as práticas culturais, visando maximização do rendimento de grãos em cada época (SILVA et al., 2006).

A escolha do tipo de híbrido e a época de semeadura irão determinar o sucesso ou fracasso da safrinha, lembrando que, em uma mesma região, dependendo da época de semeadura, terão grande influência o tipo de cultivar, o ciclo e tolerâncias às doenças. As condições climáticas para a cultura de safrinha diferem das condições da safra verão, quando a temperatura, radiação solar e disponibilidade de água são decrescentes, conduzindo a planta a uma situação de estresse, influenciando na decisão da escolha da cultivar ou híbrido a ser semeado (PERIN et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na safra agrícola de 2011/2012, em área experimental do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situada no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFLA. A fazenda localiza-se no município de Lavras, em Minas Gerais, a 918 m de altitude, latitude 21° 14'S e longitude de 40° 17'W, com precipitação e temperatura médias anuais de 1530 mm e 19 °C, respectivamente.

A área onde foram instalados os experimentos sob sistema plantio direto possui latos solo vermelho-escuro com textura argilosa. As variações na temperatura e na precipitação por decêndio, ocorridas durante a condução dos experimentos, estão apresentadas na Figura 1. Os dados foram obtidos no setor de Agrometeorologia e Climatologia do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras.

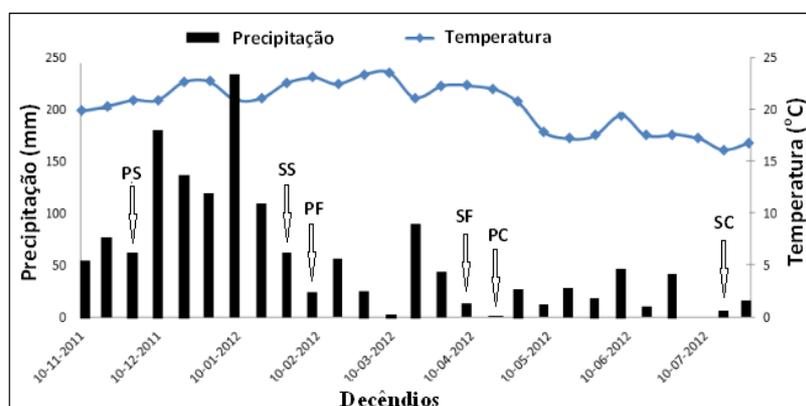


Figura 1 Dados médios de temperatura e precipitação por decênio, de 30/11/11 a 30/7/12 em Lavras - MG.

PS- Primeira Semeadura; SS- Segunda Semeadura; PF- Primeiro Florescimento; SF- Segundo Florescimento; PC- Primeira Colheita; SC- Segunda Colheita.

3.2 Cultivares

Foram utilizadas quatro cultivares comerciais com diferentes características (Tabela 1).

Tabela 1 Características das quatro cultivares de milho avaliadas no estudo. Lavras - MG, 2013.

Cultivar	Tipo	Ciclo	Época de Plantio	População (mil plantas)	Tipo de Grão
DOW 2B 587	HS	P	C/N/T/S	50-70	SMDENT
AG 4051	HT	SMP	C/N/T/S	45-50	DENTADO
CD 384 HX	HT	P	N/S	45-60	SMDURO
GNZ 2004	HS	P	N/S	45-57	SMDENT

HS- híbrido simples; HT- híbrido triplo; P- precoce; SMP- semiprecoce; C- cedo; N- normal; T- tardio; S- safrinha; SMDENT- semidentado; SMDURO- semiduro.

Fonte: Embrapa, 2011

3.3 Instalação e condução dos ensaios

Os experimentos foram instalados em duas épocas de semeadura, sob o sistema de plantio direto. A primeira semeadura foi realizada no dia 30 de novembro de 2011 e a segunda, no dia 30 de janeiro de 2012, consideradas neste estudo como *época normal e tardia*, respectivamente. Em cada época, foram instalados dois experimentos em áreas contíguas, adotando-se os espaçamentos entre fileiras de 0,55 m para o primeiro experimento e 0,80 m para o segundo.

Para cada experimento, foram avaliadas três populações de plantas: 55 mil, 70 mil e 85 mil plantas ha^{-1} e quatro cultivares de milho (Tabela 1).

Antes da semeadura, foi realizada a dessecação da área com aplicação de glyphosatona, dose de 4 litros ha^{-1} utilizando-se o produto RoundUp original. Para o controle de plantas daninhas, foram utilizados os herbicidas Tembotrione + Atrazina (produto comercial - Soberan + Primatop), na dose de 200 ml ha^{-1} do herbicida Soberan + 2 litros ha^{-1} do herbicida Primatop, aplicados no estágio V4, próximo aos 25 dias após plantio

Por ocasião da semeadura, as sementes foram distribuídas uniformemente nos sulcos, tomando-se como base o dobro de sementes necessárias para se obter a densidade de plantas desejada, de acordo com as três densidades pretendidas. Quando as plântulas apresentavam 2-3 folhas completamente desenvolvidas, foi realizado o desbaste para atingir as populações de plantas desejadas, conforme os tratamentos de cada parcela.

Para todos os experimentos, foram utilizados 450 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ da fórmula 8 (N): 28 (P_2O_5): 16 (K_2O) mais 0,5% de Zn, com base na análise de solo. Na adubação de cobertura, foram utilizados 160 kg de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$, divididos em duas adubações iguais, sendo a primeira quando as plantas estavam com 4-5 folhas totalmente expandidas (FTE) e a segunda, quando as plantas estavam com 7-8

FTE, tendo sido usada a ureia como fonte de nitrogênio. No estágio de 4-5 FTE, todas as parcelas receberam igualmente 80 kg.ha^{-1} de K_2O , na forma de cloreto de potássio.

3.3.1 Delineamento experimental

Cada experimento foi conduzido sob o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4×3 , com três repetições, sendo quatro cultivares e três densidades de semeadura. A parcela experimental foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento e a área útil foi constituída pelas duas linhas centrais, onde foram coletados todos os dados experimentais antes e após a colheita.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Altura de planta (AP)

Tomada do ponto de inserção da folha bandeira até o solo, medindo-se em metros cinco plantas por área útil da parcela, após a maturidade fisiológica dos grãos.

3.4.2 Altura de inserção da espiga (AIE)

Tomada do ponto de inserção da espiga superior até o solo, medindo-se em metros, cinco plantas por área útil da parcela, após a maturidade fisiológica dos grãos.

3.4.3 Prolificidade (PROL)

Calculada pela razão entre o número de espigas e o número de plantas existentes em cada parcela, após a maturidade fisiológica dos grãos.

3.4.4 Produtividade de grãos

Os dados referentes ao peso de grãos das parcelas foram transformados para $t \text{ ha}^{-1}$ e corrigidos para a umidade de 13%, utilizando a seguinte expressão:

$$P_{13\%} = PC(100-U)/87$$

Em que:

- $P_{13\%}$: produtividade de grãos ($t. \text{ ha}^{-1}$) corrigida para a umidade padrão de 13%;
- PC: produtividade de grãos sem a correção;
- U: umidade dos grãos observada no campo.

3.5 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos inicialmente a uma análise de variância individual para cada um dos quatro experimentos. Posteriormente, foi realizada uma análise de variância conjunta envolvendo os dois experimentos em cada época de semeadura e, por fim, considerando simultaneamente todos os experimentos conduzidos nas duas épocas de semeadura.

A análise de variância individual foi realizada de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + b_k + c_i + d_j + (cd)_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

- Y_{ijk} : Valor observado referente à cultivar i, na densidade j, no bloco k;
- μ : efeito da média geral;

- b_k : efeito do bloco k , para $k = 1, 2, 3$;
- c_i : efeito do cultivar i , para $i = 1, \dots, 4$;
- d_j : efeito da densidade j , para $j = 1, 2, 3$;
- $(cd)_{ij}$: efeito da interação do cultivar i com a densidade j ;
- e_{ijk} : efeito do erro experimental da observação referente a cultivar i , na densidade j , no bloco k .

A análise de variância conjunta, considerando os dois experimentos por época, foi realizada de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_k + h_l + c_i + d_j + (hc)_{li} + (hd)_{lj} + (cd)_{ji} + (hcd)_{lji} + e_{ijkl}$$

Em que:

- Y_{ijkl} : valor observado referente á cultivar i , na densidade j , no espaçamento l , no bloco k ;
- μ : efeito da média geral;
- b_k : efeito do bloco k , para $k = 1, 2, 3$;
- h_l : efeito do espaçamento l , para $l = 1, 2$;
- c_i : efeito da cultivar i , para $i = 1, \dots, 4$;
- d_j : efeito da densidade j , para $j = 1, 2, 3$;
- $(hc)_{li}$: efeito da interação espaçamento l com cultivar i ;
- $(hd)_{lj}$: efeito da interação espaçamento l com a densidade j ;
- $(cd)_{ji}$: efeito da interação do cultivar i com a densidade j ;
- $(hcd)_{lji}$: efeito da interação do espaçamento l com a densidade j e com a cultivar i ;
- e_{ijkl} : efeito do erro experimental da observação referente ao espaçamento l , na densidade j , na cultivar i e no bloco k .

Finalmente, para a análise de variância conjunta envolvendo simultaneamente todos os experimentos conduzidos nas duas épocas de semeadura, adotou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + b_k + c_i + h_l + d_j + a_m + (ch)_{il} + (cd)_{ij} + (hd)_{lj} + (ac)_{mi} + (ah)_{ml} + (ad)_{mj} + (ach)_{mil} + (acd)_{mij} + (ahd)_{mlj} + (chd)_{ijl} + (acdh)_{mijl} + e_{ijklm}$$

Em que:

Y_{ijklm} : valor observado do ano m , do espaçamento l , do bloco k , da densidade j , da cultivar i ;

μ : efeito da média geral;

b_k : efeito do bloco k , para $k = 1, 2, 3$;

c_i : efeito da cultivar i , para $i = 1, \dots, 4$;

h_l : efeito do espaçamento l , para $l = 1, 2$;

d_j : efeito da densidade j , para $j = 1, 2, 3$;

a_m : efeito da época m , para $m = 1, 2$;

$(ch)_{il}$: efeito da interação cultivar com o espaçamento l ;

$(cd)_{ij}$: efeito da interação do cultivar i com a densidade j ;

$(hd)_{lj}$: efeito da interação espaçamento l com a densidade j ;

$(ac)_{mi}$: efeito da interação época m com a cultivar i ;

$(ah)_{ml}$: efeito da interação época m com espaçamento l ;

$(ad)_{mj}$: efeito da interação época m com densidade j ;

$(ach)_{mil}$: efeito da interação época m , cultivar i e o espaçamento l ;

$(acd)_{mij}$: efeito da interação época m , cultivar i e a densidade j ;

$(ahd)_{mlj}$: efeito da interação época, espaçamento l e a densidade j

$(chd)_{ijl}$: efeito da interação cultivar i , espaçamento l e a densidade j ;

$(acdh)_{mijl}$: efeito da interação época m , cultivar i , densidade j e espaçamento l .

e_{ijklmk} : efeito do erro experimental da observação referente à cultivar i , densidade j , época m , e bloco k .

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando verificadas diferenças significativas, foram submetidos a teste de médias ou análises de regressão. Aplicou-se o teste Tukey para comparação de médias a 5% de probabilidade, quando os fatores avaliados foram de natureza qualitativa (cultivar, época de semeadura e espaçamento) e análise de regressão para o fator de natureza quantitativa (densidade de plantas).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância individuais e conjuntas, considerando os dois espaçamentos em cada época de semeadura, encontram-se nas Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A, no apêndice.

O resumo das análises de variância conjunta envolvendo todos os experimentos está apresentado na Tabela 2. Com exceção das interações época x espaçamento e épocas x híbridos x espaçamentos, todas as significâncias encontradas apresentaram o valor $P \leq 0,01$.

Nas quatro variáveis respostas, foram observados efeitos significativos para as fontes de variação híbrido e época de semeadura, bem como para a interação épocas x espaçamentos.

A interação épocas x híbridos, foi significativa tanto para a altura de planta, quanto para a altura de inserção da espiga. Além dessa interação, a altura de inserção da espiga mostrou diferença significativa nos diferentes espaçamentos avaliados.

A prolificidade e a produtividade de grãos foram influenciadas significativamente pela densidade de plantas e pela interação épocas x híbridos x espaçamentos.

A produtividade de grãos apresentou efeito significativo para espaçamento e para a interação épocas x híbridos.

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (C.V.) variou entre as características avaliadas, com valores sempre inferiores a 14,0%.

Tabela 2 Resumo das análises de variância conjunta para a altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE), Prolificidade (PROL) e produtividade de grãos (PG). Lavras - MG, 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios e Significância de F			
		AP	AIE	PROL	PG
Bloco (EP)	4	435,49	215,61	0,0026	628711,90
H	3	1181,92 **	1987,60 **	0,1173 **	10569949,24 **
E	1	707,56	2999,39 **	0,0024	27757250,31 **
D	2	621,23	253,53	0,0547 **	11675188,23 **
EP	1	140112,97 **	34490,68 **	0,1251 **	143803688,00 **
H*E	3	180,66	290,59	0,0079	917809,79
H*D	6	112,60	74,84	0,0153	825972,80
E*D	2	120,48	21,42	0,0045	2699434,08
EP*H	3	1623,11 **	893,07 **	0,0111	10912861,24 **
EP*E	1	2460,16 **	6099,61 **	0,0672 **	5306043,15 *
EP*D	2	158,20	208,24	0,0102	1208740,83
EP*H*E	3	265,28	274,70	0,0301 **	2743696,87 *
EP*H*D	6	135,90	84,17	0,0025	1132808,83
EP*E*D	2	64,45	18,36	0,0182	124910,33
H*E*D	6	90,64	62,28	0,0047	287017,26
EP*H*D*E	6	100,90	39,55	0,0073	1141294,72
ERRO	92	233,11	129,92	0,0082	945263,90
C.V. (%)	-	8,3	12,0	8,3	13,7

*e** - Ssignificativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente. H- Híbrido; E- Espaçamento; D- Densidade; EP- Época.

A seguir, são apresentados os resultados médios e a discussão, considerando as características que mostraram significância nas fontes de variação na análise conjunta.

4.1 Altura da planta (AP)

A interação épocas x híbridos (Tabela 3) retrata o comportamento diferente das médias de altura de plantas dentro e entre as épocas de semeadura. Na época de semeadura normal, os híbridos triplos AG 4051 e CD 384 HX não diferiram entre si e apresentaram as maiores alturas de plantas. Esses resultados corroboram com os dados de Vilela et al. (2003), ao avaliarem o comportamento de diferentes cultivares de milho e concluírem que a altura de plantas era altamente influenciada pela constituição genética do material e pelas condições climáticas, o que proporcionou a grande variação observada nos estudos realizados por eles .

Não houve diferença na altura de plantas quando os híbridos foram semeados tardiamente. Resultados contrários foram relatados por Penariol et al. (2003), ao avaliarem na safrinha os híbridos BR 473 e AG-9010 em três espaçamentos entre linhas (0,40; 0,60 e 0,80 m) e três densidades de semeadura (40 mil; 60 mil e 80 mil plantas ha⁻¹) e concluírem que havia diferença no comportamento dos híbridos, nos quais a maior AP fora alcançada pelo híbrido AG 9010.

Comparando a performance dos híbridos nas duas épocas de semeadura, todos apresentaram uma menor estatura quando semeados na época tardia. A época de semeadura tardia apresentou uma altura média de plantas 0,6 m inferior em comparação com a semeadura na época normal, o que vai de encontro com os resultados de Farinelli et al. (2003), ao afirmarem que, ao se comparar as diferentes épocas de semeadura, as realizadas tardiamente apresentam baixos

valores médios de altura de plantas em relação ao cultivo no período de safra normal. Resultados similares foram relatados por Penariol et al. (2003).

Tabela 3 Médias de altura de plantas (m) em função dos híbridos e épocas de semeadura, considerando dois espaçamentos entre linhas e três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.

Híbrido	Época de Semeadura				Média
	Normal		Tardia		
DOW 2B 587	2,02	b A	1,53	a B	1,78
AG 4051	2,28	a A	1,53	a B	1,91
CD 384 HX	2,24	a A	1,51	a B	1,88
GNZ 2004	2,10	b A	1,57	a B	1,84
Média	2,16		1,54		

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 4, são apresentados os dados referentes à interação espaçamentos x épocas. Tanto no espaçamento de 0,55 m como o de 0,80 m as plantas apresentaram uma altura superior na época de semeadura normal em relação à semeadura tardia.

Tabela 4 Médias de altura de plantas (m) em função das épocas de semeadura e espaçamentos entre linhas, considerando quatro híbridos e três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.

Espaçamento	Época de Semeadura		Média
	Época de semente		
	Normal	Tardia	
0,55 m	2,14 aA	1,60 aB	1,87
	2,14 aA		
0,80 m	2,18 aA	1,47 bB	1,83

Média	2,16	1,54
--------------	-------------	-------------

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Não houve influência do espaçamento entre linhas na média da altura de plantas quando semeadas na época normal. Esse resultado corrobora com os de Stacciarini et al. (2010), ao afirmarem que a redução de espaçamento entre linhas de plantio de 0,90 para 0,45 m não altera as características agronômicas do milho, especificamente a altura de plantas. Resultados similares foram relatados por Alvarez et al. (2006), ao avaliarem os híbridos AG 1051, AG 9010 e DKB 440 nos espaçamentos de 0,70 e 0,90 m, concluindo não haver influência da redução do espaçamento na média da altura de plantas. Todavia, Gross et al. (2006), analisando as médias de AP em função dos espaçamentos entre linhas de 0,45 e 0,90 m e considerando duas cultivares, três densidades de semeadura e quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, concluíram que o espaçamento de 0,90 m proporcionou a obtenção de plantas com maior altura.

Diferentemente dos dados obtidos na época normal de semeadura, encontrou-se diferença das médias de altura de plantas na semeadura tardia, em que o espaçamento entre linhas de 0,55 m proporcionou a maior média de altura de plantas. Concordando com os resultados obtidos neste estudo, Afférreri et al. (2008), avaliando em semeadura tardia os híbridos AGN2012 e BRS2020 nos espaçamentos entre linhas de 0,65 e 0,80 m e populações de 50 mil e 60 mil plantas ha⁻¹, concluíram que o menor espaçamento fora responsável pela maior altura de plantas.

4.2 Altura de Inserção da Espiga (AIE)

A altura de inserção da espiga variou em relação aos híbridos, espaçamentos e épocas de semeadura, além das interações época x híbrido e épocas x espaçamentos (Tabelas 5 e 6).

Todos os híbridos apresentaram uma maior altura de inserção da espiga na semeadura normal, em comparação com a tardia. A época de semeadura tardia apresentou uma altura média de inserção da espiga 0,3 m inferior em relação à época normal de semeadura, corroborando com Souza et al. (2006), ao afirmarem que, na semeadura tardia, as cultivares apresentaram menores valores médios de altura de inserção da espiga em relação à semeadura realizada no período de safra normal. Resultados similares foram encontrados por Penariol et al. (2003) e Farinelli et al. (2003).

O híbrido AG 4051 tende a apresentar uma maior AIE em relação aos outros, independentemente da época de semeadura. Na semeadura tardia, o híbrido CD 384 HX apresentou a AIE estatisticamente inferior em relação ao AG 4051. Resultados similares foram relatados por Gilo et al. (2011), ao avaliarem o comportamento dos híbridos AG 9040, DKB 330, Pioneer 30F35, 2B707, 2B688 e 2B433 submetidos aos espaçamentos entre linhas de 0,45 e 0,90 m, em que verificaram haver diferença na altura de inserção de espiga em relação aos híbridos, tendo apresentado a maior AIE os híbridos Pioneer 30F35 e 2B688. Resultados que mencionam a diferença no comportamento dos híbridos quanto a AIE foram igualmente relatados por Rezende et al. (2003), Alvarez et al. (2006), Gross et al. (2006) e Afférreri et al. (2008).

Tabela 5 Médias de altura de inserção da espiga (m) em função dos híbridos e épocas de semeadura, considerando dois espaçamentos entre linhas e três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.

Híbrido	Época de Semeadura		Média
	Normal	Tardia	
DOW 2B 587	1,04 b A	0,82 ab B	0,93

AG 4051	1,26 a A	0,86 a B	1,06
CD 384 HX	1,10 b A	0,73 b B	0,92
GNZ 2004	1,01 b A	0,79 ab B	0,90
Média	1,10	0,80	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Na tabela 6, são apresentados os resultados do desdobramento da interação espaçamentos x épocas de semeadura para essa característica. Na época de semeadura normal, tanto o espaçamento de 0,55 m como o de 0,80 m foram estatisticamente superiores em relação às médias obtidas na semeadura tardia.

Na semeadura normal, não houve diferença estatística na altura de inserção da espiga quando se compararam os dois espaçamentos entre linhas. Esses resultados corroboram com os de Stacciarini et al. (2010) que verificaram que a redução de espaçamento entre linhas de plantio de 0,90 para 0,45 m não altera a altura de inserção da espiga.

O espaçamento de 0,55 m apresentou uma AIE média estatisticamente superior em relação ao de 0,80 m, quando as plantas foram avaliadas na semeadura tardia. Esses resultados estão de acordo com os relatados por Afféri et al. (2008), ao avaliarem em plantio tardio as cultivares AGN2012 e BRS2020, nos espaçamentos de 0,50 m, 0,65 m e 0,80 m, nas densidades de 50.000 e 60.000 plantas por hectare, tendo encontrado maior altura de inserção da espiga no espaçamento de 0,50 m. Resultados contrários foram obtidos por Alvarez et al. (2006), ao avaliarem os híbridos AG 1051, AG 9010 e DKB 440 nos espaçamentos de 0,70 e 0,90 m, não tendo encontrado influência da redução do espaçamento na AIE.

Tabela 6 Médias de altura de inserção da espiga (m) em função das épocas de semeadura e espaçamentos entre linhas, considerando quatro híbridos e três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.

Espaçamento	Época de Semeadura		Média
	Normal	Tardia	
0,55 m	1,09 a A	0,91 a B	1,00
0,80 m	1,13 a A	0,69 b B	0,91
Média	1,11 A	0,80 B	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4.3 Prolificidade (PROL)

A interação épocas x espaçamentos x híbridos indica que o desempenho das cultivares, no que diz respeito à prolificidade, foi variável em função dos espaçamentos entre linhas e das épocas de semeadura (Tabela 7).

Na época de semeadura normal, o comportamento dos híbridos foi coincidente nos dois espaçamentos avaliados. Para ambos os espaçamentos, o híbrido DOW 2B 587 foi estatisticamente superior ao CD 384 HX. Em relação a época de semeadura tardia, os híbridos apresentaram a mesma performance no espaçamento de 0,80 m. Em relação ao espaçamento reduzido, a prolificidade do híbrido DOW 2B 587 foi estaticamente superior às demais cultivares.

A queda de prolificidade da época de semeadura normal para a tardia caracteriza a quantidade de plantas sem espiga e/ou redução de número de espigas por planta, o que pode ter influenciado negativamente no rendimento de grãos das cultivares na época de semeadura tardia. Esses resultados concordam com os dados encontrados por Farinelli et al. (2003).

Em ambas as épocas, não foi verificada a influência da redução do espaçamento entre linhas na PROL, o que discorda dos resultados de Cruz et al. (2007), ao concluírem que a prolificidade era afetada pelo espaçamento entre fileiras, sendo maior no espaçamento entre fileiras de 0,50 m do que no espaçamento de 0,80 m.

Tabela 7 Médias de prolificidade (espigas/planta) em função dos híbridos, das épocas de semeadura e dos espaçamentos entre linhas (m), considerando três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.

Híbrido	Épocas de Semeadura			
	Normal		Tardia	
	Espaçamento		Espaçamento	
	0,55	0,80	0,55	0,80
DOW 2B 587	1,14 a B	1,23 aA	1,12 aA	1,04 a B
AG 4051	1,04 ab A	1,10 ab A	1,02 b A	1,00 aA
CD 384 HX	1,01 bA	1,05 bA	1,00 b A	1,02 aA
GNZ 2004	1,12 ab A	1,14 ab A	1,02 b A	1,03 aA
Média	1,08	1,13	1,04	1,02

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúscula na linha dentro de cada época de semeadura diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Na figura 2, encontra-se a representação gráfica da equação de regressão para a prolificidade em função da densidade de plantas.

A densidade de semeadura influenciou significativamente a prolificidade.

Foi encontrada relação linear negativa entre a prolificidade e a densidade de semeadura. Pela equação de regressão, constatou-se que para cada aumento de 1000 plantas na densidade de semeadura entre 55 mil e 85 mil plantas ha⁻¹, ocorre um decréscimo na prolificidade no valor de 0,002 unidade de espigas por planta.

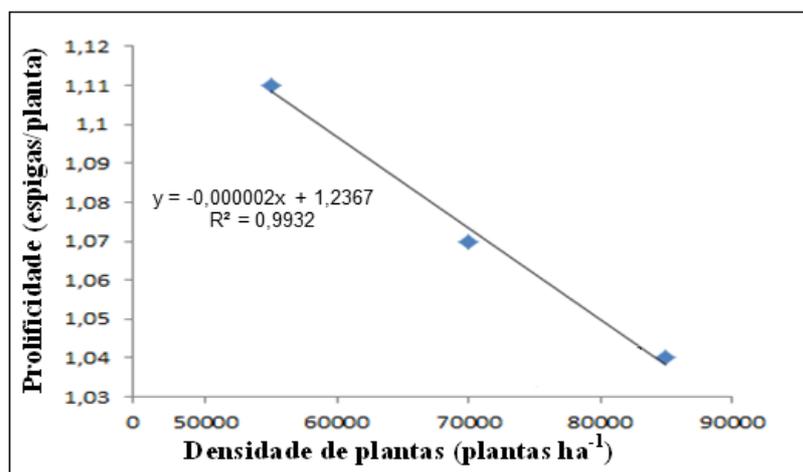


Figura 2 Representação gráfica da equação de regressão para a prolificidade (espigas/planta) em função da densidade de plantas. Lavras - MG, 2012.

Penariol et al. (2003), avaliando as densidades de 40 mil, 60 mil e 80 mil plantas ha⁻¹ na semeadura feita em novembro, obtiveram a mesma relação linear entre a prolificidade e a densidade de plantas, sendo os menores índices encontrados nas maiores densidades de semeadura. Resultados similares foram igualmente encontrados por Cruz et al. (2007). Corroborando com esses resultados, Sangoi et al. (2006) citam que altas densidades populacionais podem causar alterações morfológicas e fisiológicas, entre elas, o aumento do número de plantas sem espiga.

4.4 Produtividade de Grãos (PG)

No que concerne à produtividade de grãos, o desempenho dos híbridos foi variável em função do espaçamento entre linhas e da época de semeadura, o que foi evidenciado pela interação significativa entre épocas x híbridos x espaçamentos, consoante as tabelas 2 e 8.

Tabela 8 Médias de produtividade de grãos (Kg ha^{-1}) em função dos híbridos, das épocas de semeadura e dos espaçamentos entre linhas (m), considerando três densidades de plantas. Lavras - MG, 2012.

Híbrido	ÉPOCA			
	Normal		Tardia	
	Espaçamento		Espaçamento	
	0,55	0,80	0,55	0,80
DOW 2B 587	12248 aA	10501 aB	3803 aA	3808 aA
AG 4051	10522 bA	8872 cB	4066 aA	3854 aA
CD 384 HX	11692 ab A	10147 ab B	4533 aA	3591 a B
GNZ 2004	9067 cA	8961 bc A	4311 aA	3484 a B
Média	10882	9620	4178	3684

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúscula na linha dentro de cada época de semeadura diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A produtividade de grãos obtida na semeadura tardia foi mais de 50% inferior em relação à obtida na época normal de semeadura. Esse resultado pode ser justificado pela baixa disponibilidade hídrica durante os dois decêndios que coincidiram com o período de florescimento e enchimento de grãos nesta época de semeadura (Figura 1).

Denmead e Shaw (1982) avaliaram a redução no rendimento de grãos de milho em função da falta de água em diferentes estádios de desenvolvimento durante um período de sete dias, e observaram que o estágio de espigamento proporcionava redução de 51% no rendimento de grãos.

Resultados que relacionam produtividade de grãos e época de plantio foram relatados por Ribeiro (1998), Rezende et al. (2003), Carvalho et al. (2010) e Farinelli et al. (2012) e corroboram com os obtidos neste estudo, ao

afirmarem que atrasos na época de semeadura a partir de novembro promovem redução na produtividade de grãos.

Farinelli et al. (2003), avaliando cultivares de milho semeados na safra e na safrinha, encontraram uma diferença média de produtividade acima de 8,5 mil kg ha⁻¹ entre as duas épocas, em que o menor valor foi obtido na semeadura tardia. Tanto no trabalho acima citado, como nesta pesquisa, a época de florescimento masculino/feminino coincidiu com o período de baixa precipitação pluviométrica, o que justificou as quedas acentuadas no rendimento de grãos. Dessa forma, pode-se afirmar que o conhecimento do ciclo da cultivar até o florescimento é de extrema importância na escolha de cultivar e no planejamento da época de semeadura, de maneira que este estágio coincida com o período de menor probabilidade de ocorrência de déficit hídrico.

Resultados congruentes foram igualmente obtidos por Vilela et al. (2003), avaliando o desempenho agrônomico de nove cultivares de milho em duas épocas de semeadura, novembro e dezembro, onde constataram que o comportamento das cultivares não foi coincidente nas duas épocas de semeadura e que a média de produtividade das cultivares foi maior na semeadura realizada em novembro. Von Pinho et al. (2003), avaliando o efeito de adubação nitrogenada e duas épocas de plantio nos sistemas de plantio direto e convencional, encontraram no sistema de plantio convencional resultados equivalentes aos encontrados neste trabalho; contudo, no sistema de plantio direto, concluíram que o atraso na época de semeadura aumentava a produtividade média das cultivares de milho.

Na semeadura realizada na época normal, todos os híbridos semeados sob o espaçamento de 0,55 m apresentaram uma produtividade superior em relação ao espaçamento de 0,80 m, exceto o GNZ 2004, que apresentou o mesmo desempenho independentemente do espaçamento. Para essa mesma época de semeadura, no espaçamento de 0,55 m, a maior produtividade foi

obtida pelo híbrido DOW 2B587, tendo sido estatisticamente superior aos híbridos GNZ 2004 e AG 4051 . A performance do híbrido DOW 2B587 manteve-se superior no maior espaçamento avaliado; contudo, a menor produtividade foi atribuída ao híbrido AG 4051 (Tabela 8).

A média da produtividade de grãos no espaçamento entre linhas de 0,55 m na época de semeadura normal foi superior à obtida no maior espaçamento. Confirmando esses resultados, Borges et al. (2006), em experimento conduzido sob o sistema de plantio direto, em que avaliou as doses de adubação nitrogenada nos espaçamentos entre linhas de 0,45 e 0,8 m na safra normal, concluíram que o menor espaçamento proporcionava melhores rendimento de grãos.

Resultados similares retratando maior rendimento de grãos com a diminuição do espaçamento entre linhas foram relatados por Afféri et al. (2008), Stacciarini et al. (2010) e Farinelli et al. (2012). Resultados contrários foram obtidos por Giloet al. (2011) e Cruz (2007), ao avaliarem diferentes híbridos de milho nos espaçamento entre linhas de 0,45 m e 0,90 m e concluíram que a produtividade média dos híbridos na época de semeadura normal não era influenciada pela redução espaçamento.

Em relação à semeadura tardia, não houve diferença estatística no comportamento dos híbridos dentro dos espaçamentos entre linhas. Comparando os dois espaçamentos, os híbridos GNZ 2004 e CD 384 HX foram os que apresentam resposta positiva quanto à redução do espaçamento entre linhas (Tabela 8).

Na figura 3, encontra-se a representação gráfica da equação de regressão para a produtividade de grãos em função da densidade de plantas.

Foi encontrada relação linear entre a produtividade de grãos e a densidade de plantas. Pela equação de regressão, constatou-se que, para cada aumento de mil plantas nas populações entre 55 mil e 85 mil plantas ha⁻¹, ocorre

um acréscimo $32,2 \text{ kg ha}^{-1}$ na produção de grãos. Com esse resultado, pode-se inferir que nas condições avaliadas, os híbridos responderiam a densidades acima de $85 \text{ mil plantas ha}^{-1}$, proporcionando maiores produtividade de grãos.

O estudo feito por Gross et al. (2006), avaliando dois híbridos submetidos aos espaçamentos entre linhas de $0,45 \text{ m}$ e $0,90 \text{ m}$ e populações de 55 mil , 70 mil e $85 \text{ mil plantas ha}^{-1}$, discordam dos obtidos neste trabalho, ao concluírem que a produtividade de grãos não era influenciada pela densidade de plantas. Porém, os resultados relatados por Von Pinho et al. (2008), ao avaliarem adubação nitrogenada, densidade e espaçamento entre linhas em híbridos de milho cultivados no sistema plantio direto, em que verificaram uma função linear positiva entre a produtividade e o aumento da densidade de plantas ha^{-1} , discordam dos relatados por Gross et al. (2006), corroborando consequentemente com os obtidos neste estudo.

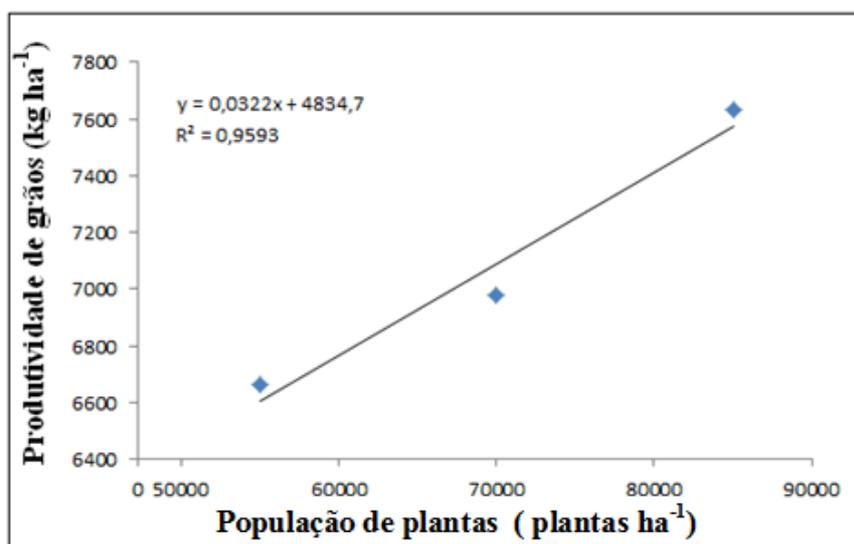


Figura 3 Representação gráfica da equação de regressão para a produtividade de grãos (Kg ha^{-1}) em função da população de plantas. Lavras - MG, 2012.

Sangoi et al. (2007) e Pereira et al. (2009), avaliando o comportamento de híbridos em função de densidades de plantas entre 25 mil a 125 mil plantas ha^{-1} , observaram que o rendimento de grãos aumentava de forma quadrática com o aumento da população plantas ha^{-1} . Em contrapartida, Piana et al. (2008) e Silva et al. (2010) relataram aumentos de produtividade de grãos de forma quadrática e linear, dependendo dos híbridos em estudo.

5 CONCLUSÕES

O atraso na época de semeadura provoca redução significativa nas características avaliadas.

Para as características altura de plantas e altura de inserção da espiga, o comportamento dos híbridos coincide, independentemente da população de plantas ha^{-1} .

A escolha do espaçamento entre fileiras independe da população de plantas ha^{-1} .

A prolificidade e a produtividade de grãos dos híbridos são dependentes da época de semeadura e do espaçamento e independe da densidade de plantas.

REFERÊNCIAS

- AFFÉRI, F.S, et al. **Espaçamento e Densidade de Semeadura para a Cultura do Milho, em Plantio Tardio, no Estado do Tocantins.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 38, n. 2, 2008.
- ALVAREZ, C.G.D.; VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.B. **Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de sementeira e espaçamento entre linhas.** Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 30, n.3, p. 402-408, maio/jun., 2006.
- ASSEFA, Y. et al. **Dryland and Irrigated Corn Yield with Climate, Management, and Hybrid Changes from 1939 through 2009.** AgronomyJournal, v. 104, n. 2, p. 473-482, Mar-Apr 2012. ISSN 0002-1962.
- BALESTRE, M.; VON PINHO, R. G.; SOUZA, J. C. **Prediction of maize double-cross hybrids using the best linear unbiased prediction with microsatellite marker information.** Genetics and Molecular Research, v. 10, n. 1, p. 25-35, 2011 2011.ISSN 1676-5680.
- BERES, B. L.; BREMER, E.; VAN DASSELAAR, C. **Response of irrigated corn silage to seeding rate and row spacing in southern Alberta.** Canadian Journal of Plant Science, v. 88, n. 4, p. 713-716, Jul 2008. ISSN 0008-4220.Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000259524300016 >.
- BORGES, I.D., et al. **Efeito das épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, das fontes de nitrogênio e dos espaçamentos entre fileiras na cultura do milho.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 42, n.4, 2006.
- BRACHTVOGEL,E.L., et al. **Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas.** Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.8, p.2334-2339, nov – 2009.

BRASIL, E. C., et al. **Matéria seca e acúmulo de nutrientes em genótipos de milho contrastantes quanto a aquisição de fósforo**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 2, p. 704-712, 2007.

CANCELLIER, L. L. et al. **Forage potential of uft maize populations in south of Tocantins state**. BioscienceJournal, v. 27, n. 1, p. 77-87, Jan-Feb 2011.

CARVALHO, E.V., et al. **Avaliação Agronômica e de sanidade em Genótipos de milho no sul do Tocantins, em duas épocas de semeadura**. Científica, Jaboticabal, v.38, n.1/2, p.39 - 49, 2010.

CASA, R.T, et al.**Incidência de podridões de colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas**. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.33, 2007.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos- Safra 2012/2013**. Sétimo levantamento, Abril, 2013. Acessado em 20 de abril de 2013.

CRUZ, J.C. et al. **Resposta de Cultivares de Milho à Variação em Espaçamento e Densidade**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.1, p.60-73, 2007.

CRUZ, S. C. S. et al. **Nutrição do milho e da Brachiaria de cumbens cultivado em consórcio em diferentes preparos do solo**. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 30, n. 05, p. 733-739, 2008.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. **Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.43, p.1.691-1.697, 2008.

DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. **The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn.** *Agronomy Journal*, Madison, v.52, p. 497-498, 1982.

EMBRAPA MILHO E SORGO: **Milho - Cultivares para 2012/2013.** Disponível em <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>> Acessado em 28 de abril de 2013.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Características agronômicas das cultivares de milho disponíveis no mercado na safra 2008/09.** Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/tabela1-caracteristicas.html>. Acessado em 10 de novembro de 2011.

EMYGDIO, B.M.; TEIXEIRA, M.C.C. **Densidade de plantas e espaçamento entrelinhas para o híbrido de milho BRS 1002.** Pelotas, RS, Outubro, 2008 (circular técnica 68).

FANADZO, M.; CHIDUZA, C.; MNKENI, P. N. S. **Effect of inter-row spacing and plant population on weed dynamics and maize (*Zea mays* L.) yield at Zanyokwe irrigation scheme, Eastern Cape, South Africa.** *African Journal of Agricultural Research*, v. 5, n. 7, p. 518-523, Apr 2010.

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

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

FERREIRA, D. F. SISVAR. **Sistema de análise de variância.** Versão 3.04. Lavras: UFLA, 2000.

FORSTHOFER, E.L., et al. **Desempenho agronômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.3, p.399-407, mar. 2006.

FORSTHOFER, T.C.V., et al. **Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 57, n.4, p. 516-519, jul/ago, 2010.

GILO, E.G., et al. **Comportamento de híbridos de milho no cerrado sul-matogrossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas.** Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 908-914, Nov./Dec. 2011.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; DE BRITO, A. H. **Nitrogen fertilization, sowing rate and interrow spacing in corn crop in no-tillage system.** Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 3, p. 387-393, May-Jun 2006.

HICKEY, J. M. et al. **Factors Affecting the Accuracy of Genotype Imputation in Populations from Several Maize Breeding Programs.** Crop Science, v. 52, n. 2, p. 654-663, Mar-Apr 2012. ISSN 0011-183X.

LIA, V.V., et al. **Microsatel litety pingo fanciet mauze: insigh tesinto the history fagriculture in Southern South America.** Procee ding sof the royal society, v. 274, p. 545-554, 2006.

MARAL FILHO, J.P.R., et al. **Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 03, 2005.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. **Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos de milho adensado.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.5, p.170-181, 2006.

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

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, v.2, n.2, p.52-60, 2007.

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

PERIN, A., et al. **Produtividade de híbridos de milho na safrinha em Goiás.** Agrarian, v.2, n.3, p.19-28, jan./mar. 2009.

PIANA, A. T. et al. **Plant density of hybrid maize at early sowing date in Southern Brazil.** Ciência Rural, v. 38, n. 9, p. 2608-2612, Dec 2008.

REZENDE, S.G. et al. **Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, n.3, p.34-42, 2003.

SANGOI, L. et al. **Adubação foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.3 , p. 263-271, 2007

SANGOI, L. **Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield.** Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.1, p.159-168, 2000.

SANGOI, L., et al. **Desempenho agrônômico de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.2, p.218-231, 2006.

SILVA, A. G., 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. 02, p. 89-96, 2008.

SILVA, P. R. F., et al. **Resposta de dois híbridos de milho ao arranjo de plantas.** In : **in: congresso nacional de milho e sorgo, 24.**, 2002, Florianópolis. Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo: [resumos expandidos]... Sete Lagoas: ABMS/EPAGRI/Embrapa Milho e Sorgo.

SILVA, P. S. L., et al. **Maize tillering, leaf area, and grain productivity under different spatial arrangement.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 6, p. 609-616, Jun 2011.

SILVA, P. S. L. et al. **CORN GROWTH AND YIELD IN COMPETITION WITH WEEDS.** *Planta Daninha*, v. 29, n. 4, p. 793-802, Oct-Dec 1999. ISSN 0100-8358.

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

SILVA, P.R.F., et al. **Adequação da densidade de plantas à época de semeadura em milho irrigado.** Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.9, n.1, 2010.

SOUZA, E.F.C. e SORATTO, R.P.S. **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.

STACCIARINI, T.C.V. et al. **Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional.** Revista Ceres, Viçosa, v. 57, n.4, p. 516-519, jul/ago, 2010.

VAN ROEKEL, R. J.; COULTER, J. A. **Agronomic responses of corn hybrids to row width and plant density**. Agronomy Journal, v. 104, n. 3, p. 612-620, May-Jun 2012. ISSN 0002-1962.

VILELA T.E.A., et al. **Consequências do atraso na época de semeadura e de ensilagem em características agronômicas do milho**. Ciênc. agrotec., Lavras. V.27, n.2, p.271-277, mar./abr., 2003.

VON PINHO, R.G., et al. **Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins**. Bragantia, Campinas, v.67, n.3, p.733-739, 2008.

VON PINHO, R.G.; SOUSA, L.O.V.; VASCONCELOS, R.C. **Sistemas de cultivo, épocas de semeadura e doses de nitrogênio na produção de milho em Lavras-MG**. Revista Ceres, 5 (290),:431-444, 2003.

WORDELL FILHO, J.A; ELIAS, HT. **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2010. 480p.

APÊNDICE

Tabela 1A. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de Inserção da Espiga (AIE), Prolificidade (PROL) e produtividade de grãos (PG) da cultura do milho na época normal de semeadura e espaçamento entre linhas de 0,55m. Lavras, safra 2011/2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios e Significância de F			
		AP	AIE	PROL	PG
BLOCO	2	400,75 *	218,25	0,0010	842496,64
HIB	3	1454,84 *	1501,44 *	0,0339 *	17835433,96 *
DENS	2	58,58	220,75	0,0102	6491970,19 *
HIB x DENS	6	21,84	29,27	0,0020	1240611,38
ERRO	22	72,66	73,95	0,0034	816630,24
C.V.(%)	-	3,98	7,91	5,41	8,3

(*) - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2A. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de Inserção da Espiga (AIE), Prolificidade (PROL) e produtividade de grãos (PG) da cultura do milho, na época de semeadura normal e espaçamento entre linhas de 0,80m. Lavras, safra 2011/2012

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios e Significância de F			
		AP	AIE	PROL	PG
BLOCO	2	232,75	155,86	0,0029	555511,44
HIB	3	1392,39 *	1053,51 *	0,0020 *	6141003,07 *
DENS	2	231,25	245,36 **	0,0002 *	1967303,36
HIB x DENS	6	94,06	48,18	0,0013	310470,88
ERRO	22	153,05	72,01	0,0009	1842415,32
C.V.(%)	-	5,7	7,5	2,87	14,1

(*) e (**) - Significativo a 5% e 6 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3A. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de Inserção da Espiga (AIE), Prolificidade (PROL) e produtividade de grãos (PG) da cultura do milho na época de semeadura tardia e espaçamento entre linhas de 0,55m. Lavras, safra 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios e Significância de F			
		AP	AIE	PROL	PG
BLOCO	2	886,11	175,82	0,0179	1003538,64
HIB	3	131,67	212,39	0,0784 *	889551,14
DENS	2	536,59	18,22	0,0433	6149930,51 *
HIB x DENS	6	231,03	123,13	0,0192	131974,79 *
ERRO	22	408,42	175,71	0,0229	450409,43
C.V.(%)	-	12,6	14,6	14,3	16,06

(*) - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4A. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de Inserção da Espiga (AIE), Prolificidade (PROL) e produtividade de grãos (PG) da cultura do milho, na época de semeadura tardia e espaçamento entre linhas de 0,80m. Lavras, safra 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios e Significância de F			
		AP	AIE	PROL	PG
BLOCO	2	755,53 *	320,15	0,0029	1011118,87
HIB	3	272,06	678,62 *	0,0020	278328,97
DENS	2	137,94	17,21	0,0002	1099069,41
HIB x DENS	6	93,10	60,26	0,0013	516636,56
ERRO	22	213,05	181,73	0,0009	647535,69
C.V.(%)	-	9,9	19,63	2,87	21,84

(*)- Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5. Resumo da análise de variância conjunta para da altura de planta (AP), altura de Inserção da Espiga (AIE), Prolificidade (PROL) e produtividade de grãos (PG) da cultura do milho, na época normal de semeadura. Lavras, safra 2011/2012 .

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios e Significância de F			
		AP	AIE	PROL	PG
BLOCO (ESP)	4	316,75 *	189,06	0,0016	699004,07
ESP	1	264,50	272,22	0,0475 *	28667592,00 *
HIB	3	2683,07 *	2334,46 *	0,0815 *	21273625,67 *
DENS	2	173,04	438,39 *	0,0406 *	7150762,39 *
ESP x HIB	3	164,17	220,48 *	0,0045	2702811,37
ESP x DENS	2	116,79	27,72	0,0036	1308511,17
HIB x DENS	6	73,00	39,57	0,0065	1037740,28
ESP x HIB x DENS	6	42,90	37,87	0,0028	513341,98
ERRO	44	108,44	73	0,0047	1329522,78
C.V.(%)	-	4,9	7,7	6,2	11,3

(*) - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6A. Resumo da análise de variância conjunta para da altura de planta (AP), altura de Inserção da Espiga (AIE), Prolificidade (PROL) e produtividade de grãos (PG) da cultura do milho, na época de semeadura tardia. Lavras, safra 2012 .

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios e Significância de F			
		AP	AIE	PROL	PG
BLOCO (ESP)	4	820,82 *	247,98	0,0104	1007328,77
ESP	1	2903,22 *	8826,78 *	0,0221	4395701,45 *
HIB	3	121,96	546,21 *	0,0468 *	209184,81
DENS	2	606,39	23,38	0,0243	5733166,69 *
ESP x HIB	3	281,77	344,81	0,0336	958695,29
ESP x DENS	2	68,14	12,06	0,0191	1515833,24
HIB x DENS	6	175,49	119,44	0,0113	901041,35
ESP x HIB x DENS	6	148,64	63,95	0,0093	915070,00
ERRO	44	310,73	63,95	0,0119	548972,56
C.V.(%)	-	10,5	16,8	10,5	18,9

(*) - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.