



MÁRCIA LEITE DOS SANTOS

**IDENTIFICAÇÃO DE POPULAÇÕES COM
EVENTOS TRANSGÊNICOS ADAPTADAS À
DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA**

LAVRAS – MG

2015

MÁRCIA LEITE DOS SANTOS

**IDENTIFICAÇÃO DE POPULAÇÕES COM EVENTOS
TRANSGÊNICOS ADAPTADAS À DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós - Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética Quantitativa, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. João Cândido de Souza

LAVRAS – MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Santos, Márcia Leite dos.

Identificação de populações com eventos transgênicos
adaptadas à diferentes épocas de semeadura / Márcia Leite dos
Santos. – Lavras : UFLA, 2015.

75 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientador(a): João Cândido de Souza.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Produtividade. 3. Fatores Ambientais. 4.
Componentes de Produtividade. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

MÁRCIA LEITE DOS SANTOS

**IDENTIFICAÇÃO DE POPULAÇÕES COM EVENTOS
TRANSGÊNICOS ADAPTADAS À DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós - Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética Quantitativa, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 13 de fevereiro de 2015.

Dr. Magno Antonio Patto Ramalho UFLA

Dr. Cleso Antonio Patto Pacheco Embrapa Tabuleiros Costeiros

Dr. João Cândido de Souza
Orientador

LAVRAS – MG

2015

Dedico,
aos meus pais José Bispo dos Santos e Magna Almeida Leite dos Santos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a força suprema que rege todo o Universo. Se eu não acreditasse no poder dessa força, não teria de modo algum, chegado até aqui.

Agradeço a minha avó Dona Nina (*in memoriam*), por como matriarca da família ter sido sempre um exemplo de superação, de garra e persistência.

Aos meus pais José Bispo e Magna, por nunca deixarem de ser meu porto seguro. Por sempre acreditarem em mim, mesmo sem me entender. Pelo esforço e por uma vida totalmente dedicada ao bem-estar e ao crescimento de seus filhos.

Aos meus irmãos Márcio e Marcelo, por ser sempre meu encontro com a alegria, por me ensinarem a ver a vida cada um a seu modo.

Aos meus sobrinhos Raphael, Lorena, Caio e Heitor, por serem minha fonte da juventude. Minhas horas com vocês são o “elixir” da vida eterna e trazem a paz para a minha alma.

Agradeço a minha madrinha Lêda Lessa, por toda dedicação e comprometimento com a minha educação.

Agradeço também, ao professor Dr. João Candido, pela paciência, pela amizade, por acreditar no meu trabalho, pelos ensinamentos e pela oportunidade junto ao seletivo grupo de “Milhoristas” do Programa de Genética e Melhoramento da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Agradeço aos primeiros idealizadores dessa empreitada acerca de “ser melhorista”, Dr^o Hélio Wilson Lemos de Carvalho e Dr^o Cleso Antonio Patto Pacheco, por toda atenção e disponibilidade, conselhos e ensinamentos.

Agradeço ao companheirismo, risadas e amparo nos experimentos, nas análises estatísticas e ideais para o projeto, aos amigos Kaio Olímpio, Marcio

Guedes, José Maria, Rafael Diniz, Rafael Nalin, Indalecio Cunha, Carlos Henrique.

Agradeço aos amigos do milho, Maria Beatriz, Gustavo Cardoso, Eduardo Rezende, Adriano Oliveira, Breno Viana, Ana Maria, Camilinha, Cosntantino Senete, Grampola, Leonardo, Lucas Valacci, Tulio, Pedro, por todas as horas compartilhadas em campo, nos corredores do Departamento de Biologia, e nas reuniões de “família” durante esses dois anos.

Agradeço aos meus amigos de turma de mestrado, obrigada por tornarem nossas horas intermináveis de estudo, prazerosas, e à Cinthia Rodrigues, pelo amparo no início dessa jornada.

Agradeço à Lilian Freitas, por ser mais que uma secretaria para o programa, por ser uma amiga.

Aos funcionários do DBI (Dona Iron, Zelia, Rafa Thais, Du) pela amizade, pelo colo e pela colaboração, e por sempre manterem um ambiente saudável e prazeroso de trabalho.

Agradeço a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

E por fim, mas não menos importantes, agradeço a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da UFLA, Elaine Aparecida, João Bosco, José Airton, César Brasil, em especial, ao professor Magno Antônio Patto Ramalho, por cada questionamento durante o curso, pela sempre disponibilidade em ajudar e aconselhar sobre a vida profissional.

Obrigada a grandes mestres, grandes naquilo que fazem.

Meu muito... OBRIGADA.

“O esforço dos filósofos tende a compreender o que os contemporâneos se contentam em viver.”
(Friedrich Nietzsche)

RESUMO

Os objetivos desse trabalho foram (i) indentificar a população com eventos transgênicos com melhor desempenho, obtido pelo programa de Melhoramento de Milho da UFLA, (ii) quantificar a perda na produtividade média, com o atraso da semeadura das populações com eventos transgênicos testadas, (iii) identificar os caracteres do milho que auxiliam os melhoristas nas fases de seleção, mais influenciados pelo atraso da semeadura. Dez populações, oriundas do programa de melhoramento DBI/UFLA, mais três testemunhas, foram avaliados em experimentos instalados, em blocos completos casualizados, com três repetições, em quatro épocas de plantio, em dois locais. Avaliou-se caracteres agrônômicos e componentes de produção. Foram realizadas análises de variância individuais e conjuntas, para todos os caracteres. Também foram estimadas as correlações fenotípicas e, posteriormente, estimou-se a relação de causa e efeito, por meio da análise de trilha. O cruzamento entre os híbridos DKB 310 x DKB 390, ambos parentais, com evento transgênicos, foi o que obteve maior produtividade de grãos e melhor desempenho agrônômico. Houve perda de produtividade média de 139 kg ha⁻¹ a cada 4 semanas de diferença de semeadura. Os caracteres mais influenciados negativamente pelo atraso de semeadura, foram o peso médio de grãos por espiga e o peso de cem grãos.

Palavras-chave: Milho. Produtividade. Fatores Ambientais. Componentes de Produtividade.

ABSTRACT

The purposes of this work were: (i) to identify populations with transgenic events, with high performance, obtained in the maize breeding program at UFLA; (ii) to quantify the mean productivity loss with delayed sowing of populations with the tested transgenic events; and (iii) to identify characters of maize which help plant breeders in the selection phases more influenced by the late sowing. Ten populations from the plant breeding program at the DBI/UFLA, plus three control treatments, were assessed in randomized complete block design with three replications, four planting seasons, in two places. Agronomic and production components were assessed; and individual and combined analysis of variances were carried out for all characters. Phenotypic correlations were also estimated and then the cause and effect relationship, by means of path analysis. The cross between the hybrids DKB 310 × DKB 390, both parentals with transgenic effects, was found to have high grain productivity and better agronomic performance. There was a mean productivity loss about 139 kg ha⁻¹ for every difference of four sowing weeks. Therefore, the following characters were the most negatively influenced by the delay in sowing: mean grain weight per spike and weight of hundred grains.

Key-words: Maize. Productivity. Environmental Factors. Productivity components.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Diferença na média da produtividade e dos caracteres agronômicos altura de espiga, altura de planta, número de espigas doentes, folhas a cima da espiga e prolificidade a partir da avaliação de genótipos de milho, em função da pluviosidade em quatro diferentes épocas de semeadura. _ est: médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos. Ano agrícola 2013/201448
- Figura 2 Diferença na dos componentes de produção, comprimento de espiga, profundidade do grão, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, peso de cem grãos e peso de grãos por espiga a partir da avaliação genótipos de milho, em função da pluviosidade em quatro diferentes épocas de semeadura. _ est: médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos. Ano agrícola 2013/2014.....51

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Relação dos grupos de genótipos utilizados, Híbridos Simples (HS), Híbrido Triplo (HT) e Populações (POP) e respectivas empresas ou responsáveis pela hibridização, avaliados em quatro épocas de semeadura e dois locais de Minas Gerais. Ano Agrícola 2013/2014..... | 30 |
| Tabela 2 | Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos (PROD), altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), folhas a cima da espiga (FAE), prolificidade (PROL), na avaliação de genótipos de milho em quatro épocas de semeadura e dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14..... | 41 |
| Tabela 3 | Resumo da análise de variância conjunta para os componentes de produção do milho, peso de grãos por espiga (PG), comprimento da espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM), na avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14..... | 42 |
| Tabela 4 | Análise de agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott seguido do teste de Comparações Múltiplas de Scheffé para os contrastes não ortogonais, tratamentos regulares vs híbrido duplo comercial (TRvsHD), tratamentos regulares vs híbrido triplo comercial (TRvsHS), para produtividade (PROD) e caracteres agrônômicos altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), folhas a cima da espiga | |

| | | |
|----------|--|----|
| | (FAE), prolificidade (PROL) a partir da avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais. Ano agrícola 2013/201444 | 44 |
| Tabela 5 | Análise de agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott seguido do teste de comparações múltiplas de Scheffé para os contrastes não ortogonais, tratamentos regulares vs híbrido duplo comercial (TRvsHD), tratamentos regulares vs híbrido triplo comercial (TRvsHT) e tratamentos regulares vs híbrido simples comercial (TRvsHS), para produtividade (PROD) e os componentes de produção do milho peso de grãos por espiga (PG), comprimento da espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM), na avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais. Ano agrícola de 2013/1445 | 45 |
| Tabela 6 | Médias a partir da avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14 para produtividade (PROD) e caracteres agrônômicos altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), folhas a cima da espiga (FAE), prolificidade (PROL) e pluviosidade média em milímetros (mm) dentro do intervalo de dias da semeadura a colheita.....47 | 47 |
| Tabela 7 | Médias a partir da avaliação de genótipos de híbridos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14 para os componentes de produção do milho, peso de grãos por espiga (PG), comprimento da espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), | |

| | | |
|-----------|---|----|
| | número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM) e pluviosidade média em (mm) dentro do intervalo de dias da semeadura a colheita..... | 50 |
| Tabela 8 | Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica de Pearson entre produtividade (PROD), caracteres agronômicos altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), folhas a cima da espiga (FAE), prolificidade (PROL) e componentes de produção primária do miho, peso de grãos por espiga (PG), comprimento da espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM), na avaliação de híbridos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14..... | 55 |
| Tabela 9 | Estimativa dos efeitos diretos (D) e indiretos (I) sobre a produtividade (Primeira Cadeia), em relação aos componentes de produção primário do milho, peso de grãos por espiga (PG), comprimento de espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM)..... | 56 |
| Tabela 10 | Estimativa dos efeitos diretos (D) e indiretos (I) sobre a produtividade (Segunda Cadeia), em relação aos caracteres agronômicos, altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), número de folhas acima da espiga (FAE) e prolificidade (PROL)..... | 56 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 19 |
| 2.1 | O Milho Híbrido..... | 19 |
| 2.2 | O Milho Transgênico | 20 |
| 2.3 | Importância do milho no Brasil..... | 23 |
| 2.4 | Influência ambiental na produtividade do milho..... | 23 |
| 2.5 | As épocas de semeadura para a cultura do milho..... | 24 |
| 2.6 | Correlações entre os caracteres de interesse no melhoramento de plantas | 25 |
| 2.7 | Análise de Trilha | 27 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 29 |
| 3.1 | Obtenção das populações..... | 29 |
| 3.2 | Experimentação agronômica | 30 |
| 3.3 | Caracteres Agronômicos | 31 |
| 3.3.1 | Folhas acima da espiga (FAE)..... | 31 |
| 3.3.2 | Altura de espiga (AE) | 32 |
| 3.3.3 | Altura de plantas (AP)..... | 32 |
| 3.3.4 | Prolificidade (PROL)..... | 32 |
| 3.3.5 | Peso de espigas despalhadas (PROD)..... | 32 |
| 3.3.6 | Número de Espigas doentes (ND) | 33 |
| 3.4 | Componentes de Produção | 34 |
| 3.4.1 | Peso médio de espigas (PME)..... | 34 |
| 3.4.2 | Comprimento médio de espigas (CPE) | 34 |
| 3.4.3 | Peso médio do sabugo (PMS) | 34 |
| 3.4.4 | Peso médio de grãos por espiga (PG) | 34 |
| 3.4.5 | Número médio de fileiras de grãos por espiga (NF)..... | 35 |
| 3.4.6 | Número médio de grãos por fileira (GF)..... | 35 |
| 3.4.7 | Diâmetro da espiga (DE) | 35 |
| 3.4.8 | Diâmetro do sabugo (DS) | 35 |
| 3.4.9 | Profundidade do grão (PROF)..... | 35 |
| 3.4.10 | Peso de 100 grãos (PCEM) | 36 |
| 3.5 | Análise Estatística | 36 |
| 4 | RESULTADOS | 39 |
| 4.1 | Interações entre genótipos de milho por épocas de semeadura, em diferentes ambientes do estado de Minas Gerais | 39 |
| 4.2 | Interações entre genótipos de milho, segundo análise de Regressão Linear Simples, por épocas de semeadura em diferentes ambientes do estado de Minas Gerais em função da pluviosidade..... | 46 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.3 | Correlações fenotípicas e análise de trilha de duas cadeias entre caracteres, de acordo com a análise conjunta na avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14 | 53 |
| 5 | DISCUSSÃO..... | 57 |
| 6 | CONCLUSÕES | 61 |
| | REFERÊNCIAS..... | 62 |
| | APÊNDICE..... | 70 |

1 INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento, tanto de empresas públicas, quanto privadas, colocam à disposição dos agricultores, inúmeras cultivares de milho a cada ano. O desenvolvimento cada vez mais tecnológico do milho híbrido, tem sido um dos fatores responsáveis pelo aumento na produção mundial, principalmente nas últimas décadas, o qual tem sido relacionado ao advento de eventos biotecnológicos, que garantem menores custos quanto ao manejo. Essa contribuição é verificada em todo o mundo, onde a produtividade de grãos média vem aumentando. Para que a produção nacional e a área semeada deste cereal continuem crescendo é imprescindível a difusão de tecnologia entre os agricultores. No entanto, a tecnologia concentra-se, principalmente, nas grandes empresas multinacionais, cujos programas de melhoramento são conduzidos em outras regiões do país, com características de solo e clima bem distintos, quando comparadas às da região Sul de Minas. Por isso, é tão relevante a iniciativa do programa de melhoramento genético, do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (DBI/UFLA), em desenvolver híbridos de milho adaptados à região Sul de Minas. As novas cultivares híbridas, obtidas por esse programa de melhoramento genético são previamente avaliadas em diferentes ambientes, identificando-se aqueles híbridos de milho mais adaptados.

Na região Sul de Minas Gerais o milho é cultivado em uma larga extensão de ambientes, que podem ser considerados devido a variação de localidades e de épocas de semeadura. As cultivares comercializadas nessas regiões nem sempre são selecionadas para estas condições, assim como acontece em boa parte do território brasileiro, sendo assim, as posições relativas dos genótipos utilizados, podem ser alteradas devido a interação genótipos por ambientes.

A adaptação e a difusão de híbridos de milho é parte fundamental no sistema de produção. Sendo assim, algumas linhas de pesquisa visam estudar como os pequenos e médios agricultores, os quais em geral têm limitação de recursos financeiros, que os impede de investir em tecnologias modernas de produção, alcancem a autonomia em relação ao recurso semente, utilizando híbridos adaptados e portadores de atributos agronômicos desejáveis, tais como, menor porte da planta, dimensão da espiga, precocidade, tolerância ao acamamento e quebramento do colmo, bom empalhamento, ou até mesmo inserções de eventos biotecnológicos (CARVALHO et al., 2008b).

A realização de pesquisas fornecendo informações sobre qual ou quais híbridos devem ser utilizados nos diferentes sistemas de produção e local, vem dando um suporte tecnológico decisivo ao desenvolvimento da cultura, garantindo melhores produtividades e retornos econômicos competitivos a pequenos e médios agricultores (CARVALHO et al., 2008a). Na literatura, há resultados que evidenciam que o atraso na semeadura acarreta redução expressiva na produção de grãos de milho (RIBEIRO et al., 2000). Essa redução, no entanto, não ocorre na mesma magnitude em todos os genótipos, isto é, existe a interação híbridos x épocas de semeaduras, por isso, os programas de melhoramento de milho têm que ser dinâmicos. Para tanto, é necessário verificar de tempos em tempos, o comportamento dos híbridos frente a variações na época de semeadura.

Várias metodologias podem ser utilizadas para o estudo frente à interação genótipos x ambientes e os caracteres que influenciam diretamente e indiretamente a produtividade de grãos. Como muitas características são levadas em consideração no processo seletivo para obtenção da melhor cultivar para a determinada região, as correlações entre as características podem influenciar positiva ou negativamente na seleção, portanto, devem também ser avaliadas a

fim de contribuir na orientação de estratégias a serem adotadas pelos programas de melhoramento genético em andamento.

As estimativas das correlações permitem avaliar o comportamento de uma característica quando se realiza a seleção em outra correlacionada, ou seja, implica na viabilidade de se promover a seleção em uma característica de fácil mensuração, visando obter ganhos em outra de difícil avaliação (CARVALHO, 1995).

Apesar de muito útil no melhoramento de plantas as informações de correlações são restritas a um par de caracteres. Além disso, a correlação estimada, pode não representar a verdadeira associação entre dois caracteres, uma vez que pode ocorrer influência de um terceiro, ou um conjunto de caracteres, sobre uma estimativa de correlação (CRUZ et al., 2006).

Assim observado, a Análise de Trilha (“path analysis”), proposta por Wright (1921), permite um estudo mais prático das associações entre um conjunto de caracteres, devido a proposta da metodologia, em decompor os coeficientes de correlação em efeitos diretos e indiretos, de um conjunto de caracteres sobre uma variável principal.

Com base no exposto, o presente trabalho objetivou identificar as populações obtidas pelo programa de Melhoramento de Milho da Pós Graduação em Genética e Melhoramento da UFLA, com eventos transgênicos, mais adaptadas a diferentes épocas de semeadura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Milho Híbrido

A obtenção de híbridos através de endogamia e cruzamentos, foi descrita no início do século XX, por Shull e East (1909). Shull (1909) estudou a variabilidade dentro de uma população de milho, e inter cruzou linhagens puras, observando o vigor híbrido. Para tal, descreveu os seguintes procedimentos: autofecundar dentro de uma população heterozigótica para se obter as linhagens puras, e posteriormente, realizar os cruzamentos entre as linhagens e avaliar os híbridos, para determinar os mais produtivos.

Em 1909, Shull, com base nos seus estudos, comprovou que o método tinha potencial para melhorar a produtividade do milho. No entanto, nessa época, o método de hibridação para obter milho híbrido simples não era geralmente aceito, devido ao custo elevado na produção da semente híbrida. Assim, o uso comercial de sementes de milho híbrido a um custo adequado para os agricultores, ocorreu quando Jones (1918), sugeriu o uso de híbridos duplos, resultantes do cruzamento de dois híbridos simples, o que superou as desvantagens da produção de sementes de híbridos simples, a partir de linhagens “per ser”.

Os híbridos duplos (HD) foram os primeiros tipos de híbridos usados comercialmente, até 1960. No final da década de 50 e início da década de 60, alguns híbridos simples (HS) estavam disponíveis aos agricultores mais tecnificados, pois eram mais produtivos e uniformes, embora o custo da semente fosse maior.

A formação de um híbrido é baseada no desenvolvimento de linhas puras, ou linhagens, oriundas do processo de autofecundação das plantas de

milho, por várias gerações. Os tipos básicos de híbridos de milho definidos por Galvão (2004) são:

- a) Híbrido Simples: resultante do cruzamento entre duas linhagens endogâmicas divergentes (linhagem A x linhagem B). Caracteriza-se por sua uniformidade e maior potencial de produtividade;
- b) Híbrido Simples Modificado: difere do híbrido simples quanto ao progenitor feminino, que passa a ser um híbrido entre duas linhagens aparentadas [(AxA')xB];
- c) Híbrido Triplo: obtido do cruzamento de um híbrido simples (AxB) utilizado como progenitor feminino, com uma terceira linhagem (C);
- d) Híbrido Triplo Modificado: difere do híbrido triplo pela substituição da linhagem macho (C), por um híbrido entre linhagens aparentadas [(AxB)x(CxC')];
- e) Híbrido Duplo: resultante do cruzamento de dois híbridos simples [(AxB)x(CxD)]. Apresenta maior variabilidade genética que os híbridos simples e triplo, sendo, portanto, menos sujeito a vulnerabilidade, além de ter menor uniformidade e custo da semente.

2.2 O Milho Transgênico

O milho Bt® é geneticamente modificado, por meio da introdução de genes específicos de *B. thuringiensis*, levando a produção de proteínas tóxicas à determinadas ordens de insetos, considerados pragas (insetos que causam danos econômicos) para a cultura (CASTRO, 2008).

Segundo pesquisas realizadas por Castro (2008) são atribuídos às variedades de milho Bt®, as seguintes vantagens: necessitam de menor quantidade de inseticida, manejo integrado de pragas, ajudam a preservar a

população de insetos benéficos na lavoura, oferecem menor risco de contaminação do lençol freático e dos rios, requerem menor consumo de água, maior produtividade e maior rentabilidade.

O primeiro milho Bt® utilizado comercialmente, ocorreu no ano de 1996, com a produção do híbrido Maximizer™, pela empresa Novartis, no mercado norte americano (JOUANIN, 1998). Contudo, os primeiros testes para o uso do milho Bt® começaram, segundo Koziel (1993), através da inserção modificada do gene *cry1Ab*, que contém a informação para a expressão da proteína *Cry1Ab* em alto nível, em testes de campo com plantas de milho, de modo a verificar a proteção contra o consumo foliar e perfuração de colmos por *Ostrinia nubilalis*, uma importante praga para a cultura do milho nos EUA.

No Brasil, em 1997, foram feitas com o milho Bt1, as primeiras pesquisas com esse tipo de transgênico (SYNGENTA, 2010). Híbridos de milho expressando a proteína *Cry1Ab*, foram liberados comercialmente (MON810 ou *Milho Guardian*) no ano de 2007 (BRASIL, 2014).

No mundo, em 2013, foram plantados cerca de 175, 2 milhões de hectares de transgênicos em 16 países (JAMES, 2014). O Brasil assumiu a posição de terceiro maior produtor de transgênicos, sendo responsável por 12% da área total com transgênicos no mundo, depois dos EUA e Argentina (JAMES 2014).

A área estimada semeada com milhos transgênicos em 2012/13, no Brasil, foi de 7,37 milhões de hectares ou 57,2% da área total, destacando-se um incremento do milho transgênico na safrinha (MENEZES et al., 2014).

No caso do milho primeira safra, o índice de adoção de biotecnologia chega a 90,3% da área total utilizada em Minas Gerais. Ao todo, foram destinadas ao plantio do cereal, 1,02 milhão de hectares, e deste total, 920 mil hectares foram semeados com exemplares geneticamente modificados. As cultivares com tecnologia combinada, respondem por 58,3% do total, seguida

pelas resistentes a insetos, com taxa de adoção de 28,6%, e as tolerantes somente a herbicidas, respondendo por 3,4% (VALVERDE, 2014).

As cultivares transgênicas no mercado (época de 2012/2013), foram resultantes de cinco eventos transgênicos para o controle de lagartas: evento TC1507, marca Herculex I®; o evento MON810, marca registrada YieldGard®; evento MIR 162, TL VIP®, e dois eventos transgênicos que conferem resistência ao herbicida glifosato aplicado em pós emergência: o NK603 marca registrada Roundup Ready e o GA 21-TG, o conhecido milho RR de larga utilização pelos produtores brasileiros (LEITE, 2013).

Na safra 2013/14, estão sendo disponibilizados, 467 cultivares de milho, doze a menos do que na safra anterior, sendo 253 cultivares transgênicas e 214 cultivares convencionais. Pela primeira vez, o número de cultivares transgênicas, é maior do que o das cultivares convencionais. Além disso, como novidade no mercado, também serão comercializados dois híbridos duplos transgênicos, o que aumenta o leque de escolha para agricultores com menor capacidade de investimento. Esses dados foram obtidos diretamente das empresas produtoras de sementes de milho, em materiais de divulgação e promoção das empresas do ramo, como boletins e folders das cultivares de milho, distribuídos gratuitamente, e de outras fontes disponíveis, como a ABRASEM, e no Zoneamento Agrícola (CRUZ et al., 2014). Segundo a ABRASEM, na safra 2013/214, dentre as cultivares acrescentadas ao mercado por empresas públicas e privadas no Brasil, vinte e duas, são de fato novas cultivares, sendo 19 híbridos simples, um híbrido simples modificado, um híbrido triplo e um híbrido duplo (CRUZ et al., 2014).

Observa-se, portanto, que a utilização de híbridos duplos de milho com eventos transgênicos, ainda não é um mercado muito explorado pelas empresas, devido ao apelo mercadológico que o híbrido simples ainda detém comercialmente.

2.3 Importância do milho no Brasil

A importância econômica do milho é definida ou determinada pelas formas de sua utilização, desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na atualidade, o uso do milho em grão, como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% a 80% (CONAB, 2014). Apesar de não ter uma participação muito grande no uso de milho em grão, a alimentação humana, com derivados de milho, constitui fator importante de uso desse cereal em regiões de baixa renda.

No Brasil, na safra 2013/2014, foram colhidas mais de 79 milhões de toneladas de milho, sendo a produtividade média de 5.007 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

No estado de Minas Gerais, a produção total desse cereal foi de 6,9 milhões de toneladas, com produtividade de grãos média de 5.236 kg ha⁻¹. (CONAB, 2014).

2.4 Influência ambiental na produtividade do milho

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela disponibilidade de água, temperatura, e irradiância luminosa ou luminosidade.

O clima é um dos fatores principais determinantes da adaptabilidade do milho, com interferência direta na produtividade. Os principais elementos do clima são: temperatura, precipitação e radiação solar (CARDOSO et al., 2007). A cultura do milho necessita que os índices dos fatores climáticos, especialmente a temperatura, precipitação pluviométrica e fotoperíodo, atinjam níveis considerados ótimos, para que o seu potencial genético de produção se expresse ao máximo (CRUZ et al., 2008). A temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, está compreendida entre

24 e 30°C. Pode ser cultivado em regiões onde as precipitações vão desde 250 mm até 5000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida pela planta, durante seu ciclo, está em torno de 600 mm. O efeito do fotoperíodo na produtividade do milho, nas condições brasileiras, é praticamente insignificante. Quanto a radiação solar, o milho, por ser uma planta do grupo C4, é altamente eficiente na utilização da luz. Uma redução de 30% a 40% da intensidade luminosa, por períodos longos, atrasa a maturação dos grãos ou pode ocasionar até mesmo queda na produção (RIBEIRO et al., 2000, CRUZ et al., 2006).

A produtividade do milho pode ser definida como o produto do número de grãos por unidade de solo pelo peso de grãos (CARDOSO et al., 2007). Entre os fatores que afetam a produtividade do milho no Brasil, destaca-se a baixa população de plantas, atraso na colheita, falta de tecnologia e de insumos. A baixa produtividade brasileira não decorre somente de um generalizado atraso tecnológico, mas sim, de uma heterogeneidade dos sistemas de produção, visto que há regiões onde o cultivo é altamente tecnificado e em outras não (SOUZA, 1998, citado por GALVÃO, 2004). As médias são obtidas nas mais diferentes regiões, em lavouras com diferentes sistemas de cultivos e finalidades (CRUZ et al., 2008). Esse fato, acarreta na baixa média nacional, o que leva o Brasil a ter uma das produtividades mais baixas entre os exportadores de milho, e o preço do produto brasileiro ser mais alto do que o do mercado internacional.

2.5 As épocas de semeadura para a cultura do milho

Em Minas Gerais, a época de semeadura recomendada, é nos meses de outubro e novembro. Gonçalves (1997), sugere ser outubro a melhor época de plantio do milho em Minas Gerais, e Gomes (1990) afirma que a melhor época de plantio é aquela anterior a vinte de outubro, desaconselhando o plantio após oito de novembro.

Alguns trabalhos realizados na região, mostram que atraso na semeadura acarreta perdas expressivas na produção de grãos (SOUZA, 1989, AVELAR et al., 1996). Porém, tem sido uma prática antiga e comum, no estado de Minas Gerais, semeaduras nos meses de dezembro e janeiro, e em alguns casos estendendo-se até o mês de fevereiro.

De fato, essa amplitude na época de semeadura, tem fatores, tais como, pequena disponibilidade de máquinas e implementos, acúmulo de atividades nas propriedades e na semeadura escalonada (RIBEIRO et al., 2000).

Na região Sul mineira, durante esses meses, há uma expressiva variação nas temperaturas diurnas e noturnas e também nas condições de precipitação. Portanto, pode-se deduzir que nessas condições, o comportamento das cultivares é muito mais instável do que nas regiões temperadas, onde a época de semeadura dificilmente se estende por um período superior a 20 dias. Paterniani (1999) salienta que melhoristas das regiões tropicais, enfrentam bem mais problemas quanto as interações genótipos com os ambientes, quando comparado com os profissionais que conduzem experimentos nas regiões temperadas. O fator má distribuição de chuva é um dos mais problemáticos para a cultura do milho.

2.6 Correlações entre os caracteres de interesse no melhoramento de plantas

A correlação é um parâmetro estatístico que mede o grau de associação entre duas variáveis. Diz-se que duas variáveis estão correlacionadas, quando a variação de uma delas é acompanhada por variação simultânea na outra. A ocorrência de correlações genéticas é explicada pelos fenômenos genéticos da pleiotropia e ligação genética (FALCONER; MACKAY, 1996).

O conhecimento das correlações genéticas é empregado em muitos casos. Segundo Johnson e Wichern (2007), nas unidades experimentais onde

normalmente são avaliados diversos caracteres simultaneamente, eles podem apresentar dependências lineares ou correlações, assim, a análise dessas variáveis isoladamente, poderá ser insuficiente para praticar a seleção em função da perda de informações de importância, ao desconsiderar as correlações existentes entre as variáveis envolvidas. Os autores ainda afirmam que ao se explicar essas correlações, as inferências tornam-se mais informativas e acuradas.

A correlação entre os caracteres, pode contornar as dificuldades no melhoramento de caracteres que apresentam problemas de mensuração, que sofrem pronunciado efeito do ambiente e apresentam baixa herdabilidade, mediante a seleção indireta praticada em caracteres correlacionados a estes, mas que apresentam alta herdabilidade e sejam de fácil avaliação (RAMALHO et al., 1993; KUREK et al., 2001; BERNARDO, 2002). Para isso, é necessário que ocorra correlação genética entre esses caracteres, em especial causada por efeitos pleiotrópicos. Assim, a correlação é mais estável e não se dissipa com os repetidos ciclos de meiose, como na correlação genética atribuída a genes ligados (BERNARDO, 2002).

Apesar de muito útil no melhoramento de plantas, as informações de correlações são restritas a um par de caracteres. Além disso, a correlação estimada pode não representar a verdadeira associação entre dois caracteres, uma vez que pode ocorrer influência de um terceiro ou um conjunto de caracteres sobre a estimativa da correlação (CRUZ et al., 2006). Nesse sentido, o método da análise de trilha ("*path analysis*"), proposto por Wright (1921), permite um estudo mais detalhado das associações dos conjuntos de caracteres.

2.7 Análise de Trilha

A análise de trilha (*“path analysis”*) consiste em um método estatístico que permite a decomposição dos coeficientes de correlação em efeitos diretos e indiretos, de um conjunto de caracteres sobre uma variável básica ou principal.

O sucesso do método da análise de trilha está diretamente ligado a composição dos diagramas causais, que deverá ser formado com o conhecimento do melhorista, sobre quais variáveis são mais importantes na expressão da variável principal (CARVALHO, 1995).

As correlações observadas são decompostas em um conjunto de termos denominados de coeficientes de trilha, os quais apresentam os caminhos simples e complexos (JOHNSON; WICHER, 2007). Os coeficientes de trilha podem ser estimados pelo método dos quadrados mínimos (CRUZ et al., 2006).

Os resultados dos coeficientes de trilha ou de caminamento, podem auxiliar na tomada de decisão da estratégia de seleção mais adequada, quando: o efeito direto do caráter causal (X) sobre o caráter principal (Y) for semelhante, em grandeza e sinal à correlação observada entre X e Y, a seleção indireta do caráter principal pode ser eficiente; a correlação entre X e Y for positiva e significativa, mas X tiver pequeno efeito direto positivo ou mesmo negativo sobre o caractere principal, o melhorista deve dar maior atenção aos efeitos indiretos dos demais caracteres; a correlação entre X e Y for negativa, porém, com efeito direto positivo elevado, é recomendável utilizar um esquema seletivo restrito a fim de eliminar os efeitos indiretos indesejáveis para aproveitar o efeito direto existente (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

A confiabilidade dos coeficientes de caminamento, pode ser adversamente afetada pelos efeitos de multicolinearidade existente entre os caracteres que compõem o diagrama causal. O termo multicolinearidade é utilizado quando há correlações elevadas entre variáveis que constituem o

diagrama causa de uma análise de trilha, contudo, ausência de altas correlações não indica ausência de multicolinearidade (CARVALHO; CRUZ 1996).

A análise de trilha tem sido bastante utilizada no melhoramento de diversas culturas, como aveia (BENIN, 2003), cana de açúcar (SINGH et al., 2005), feijão (CABRAL et al., 2011), principalmente por possibilitar o conhecimento da influência de um caráter qualquer sobre o caráter principal e, assim, estabelecer uma boa estratégia de seleção para efetivação do melhoramento genético.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção das populações

As populações utilizadas foram oriundas do cruzamento de dez híbridos simples comerciais, com uma população F_2 do híbrido simples DKB 390 (Tabela 1). Os híbridos simples comerciais utilizados pertencem a diferentes empresas de melhoramento privadas Monsanto, Syngenta e Geneze, os quais diferem quanto a textura dos grãos e ciclo, todos com evento Bt® ou RR®. Os mesmos foram escolhidos por serem recomendados para cultivo na região sul de Minas Gerais.

Os cruzamentos foram efetuadas por meio do método irlandês na safra de verão 2012/13. O método consistiu no plantio de linhas da população F_2 , a qual foi utilizada como doadora de pólen, e os demais híbridos simples foram semeados e despendoados antes da antese. Para isso, foi utilizada a área experimental do departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, que está situada a 918 m de altitude, latitude de 21°14' (Sul) e longitude de 40°17' (Oeste).

Tabela 1 Relação dos grupos de genótipos utilizados, Híbridos Simples (HS), Híbrido Triplo (HT) e Populações (POP) e respectivas empresas ou responsáveis pela hibridização, avaliados em quatro épocas de semeadura e dois locais de Minas Gerais. Ano Agrícola 2013/2014

| Genótipos | Híbrido | EMPRESA | GP |
|-----------|--------------------|-----------|-----|
| 1 | DKB 340 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 2 | AG B676 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 3 | MAXIMUS x DKB 390 | UFLA | POP |
| 4 | GNZ 9688 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 5 | AS 1555 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 6 | AS 1625 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 7 | AG 7098 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 8 | DKB 177 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 9 | DKB 310 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 10 | GNZ 9626 x DKB 390 | UFLA | POP |
| 11 | DKB 390 | Monsanto | HS |
| 12 | BM 207 | Biomatrix | HD |
| 13 | BM 502 | Biomatrix | HT |

3.2 Experimentação agrônômica

A avaliação foi realizada em dois locais, na área experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, município de Lavras, MG, e na Fazenda Experimental da UFLA, que está situada a 951m de altitude, latitude de 21°12' (Sul) e longitude de 44°58' (Oeste).

As dez populações obtidas, mais três testemunhas (DKB390, BM207 e BM 502) foram avaliadas em quatro épocas de plantio. O primeiro plantio foi realizado em 01 de novembro de 2013, o segundo em 29 de novembro de 2013, o terceiro em 28 de dezembro de 2013 e o último em 02 de fevereiro de 2014. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas de 2 linhas de 3 metros, no espaçamento de 0,6 metros entre linhas e 0,25 metros entre plantas. No plantio

foram utilizadas 2 sementes por cova, e foi realizado o desbaste aos 25 dias após o plantio, para que a população final fosse a de 4 plantas por metro, totalizando 65.000 plantas ha⁻¹.

A adubação utilizada na ocasião do plantio foi a de 400 kg ha⁻¹ do fertilizante 8 (N) 28 (K₂O) 16 (P₂O₅), a cobertura foi realizada aos 25 dias após o plantio com 200 kg ha⁻¹ de Uréia (45-00-00). O controle das plantas invasoras foi realizado aos 30 dias após o plantio, com uso de herbicidas. Os dados de produtividade de grãos foram corrigidos para a umidade de 13% (BRASIL, 2009).

Os dados de precipitação da sub-região de Lavras-MG, foram obtidos por meio do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que executa o controle dos dados climáticos (INPE, 2014).

3.3 Caracteres Agronômicos

Foram avaliados os caracteres que descrevem a arquitetura dos genótipos estudados.

3.3.1 Folhas acima da espiga (FAE)

Número de folhas acima da espiga de cinco plantas competitivas e representativas de cada parcela, contadas a partir da inserção da primeira espiga (espiga superior) até a inserção da folha bandeira.

3.3.2 Altura de espiga (AE)

Altura das espigas de cinco plantas competitivas e representativas de cada parcela, do ponto de inserção da primeira espiga (espiga superior) até a inserção da folha bandeira em centímetros.

3.3.3 Altura de plantas (AP)

Altura de cinco plantas competitivas e representativas de cada parcela, do nível do solo até a inserção da folha bandeira em centímetros.

3.3.4 Prolificidade (PROL)

Relação entre o número de espigas colhidas na parcela e o estande (médio) verificado no momento da colheita.

3.3.5 Peso de espigas despalhadas (PROD)

Peso de espigas despalhadas em kg parcela⁻¹, corrigidos para o teor de água de padrão de 13%, utilizando a seguinte expressão (BRASIL, 2009):

$$P_{13}=[PO(100-U)]/87$$

Sendo:

P_{13} : é o peso de espigas despalhadas corrigido para a umidade padrão de 13%;

PO: é o peso de espigas observado da parcela;

U: é a umidade dos grãos na ocasião da pesagem das espigas, em porcentagem.

Para a obtenção da umidade dos grãos, foi amostrada uma mistura dos grãos de cinco espigas de cada parcela no momento da pesagem.

Os dados foram corrigidos para o estande ideal de plantas por parcela (24 plantas), pela formula proposta por Zuber (1942), que acrescenta 70% do rendimento médio da parcela por falha, ou seja:

$$Z_{ij} = Y_{ij}[N - a(N - X_{ij})]/X_{ij}$$

Sendo:

Z_{ij} : produtividade corrigida da ij -ésima parcela

Y_{ij} : produtividade observada da ij -ésima parcela

X_{ij} : número de plantas observado na ij -ésima parcela

N : número ideal de plantas na parcela

a^* : coeficiente de compensação por ausência de competição.

* Fator de compensação adotado para o milho é de 0,3 (Zuber, 1942).

3.3.6 Número de Espigas doentes (ND)

Contagem do número de espigas por parcela, com algum indício de discrepância visual, causado por um fungo ou qualquer outro patógeno, afetando diretamente a qualidade dos grãos.

3.4 Componentes de Produção

Foram avaliados os caracteres primários que compõem a produção dos genótipos estudados.

3.4.1 Peso médio de espigas (PME)

Média do peso de cinco espigas despalhadas colhidas aleatoriamente na parcela e pesadas individualmente em gramas.

3.4.2 Comprimento médio de espigas (CPE)

Média do comprimento de cinco espigas colhidas aleatoriamente em cada parcela, que não apresentam falhas, quebra ou problemas de má formação. Foram medidas individualmente cada espiga em centímetros (cm), da extremidade superior até a extremidade final, mesmo se nesta não houvesse grãos formados.

3.4.3 Peso médio do sabugo (PMS)

Média do peso dos cinco sabugos das mesmas espigas colhidas aleatoriamente na parcela, e pesadas individualmente em gramas.

3.4.4 Peso médio de grãos por espiga (PG)

Subtração da média dos dados obtidos por parcela entre o peso médio de espigas e o peso médio do sabugo.

3.4.5 Número médio de fileiras de grãos por espiga (NF)

Número médio de fileiras de grãos de cinco espigas colhidas aleatoriamente em cada parcela, que não apresentam falhas de polinização e problemas de má conformação.

3.4.6 Número médio de grãos por fileira (GF)

Número médio de grãos por fileira de cinco espigas. colhidas aleatoriamente em cada parcela, que não apresentam falhas de polinização e problemas de má conformação.

3.4.7 Diâmetro da espiga (DE)

Média do diâmetro de cinco espigas colhidas aleatoriamente em cada parcela que não apresentam falhas, quebra ou problemas de má formação. Foram medidas individualmente cada espiga em milímetros (mm) com o auxílio de um paquímetro eletrônico na parte mediana da espiga preenchida por grãos.

3.4.8 Diâmetro do sabugo (DS)

Média do diâmetro dos cinco sabugos das espigas colhidas aleatoriamente em cada parcela que não apresentam falhas, quebra ou problemas de má formação. Foram medidos individualmente cada sabugo em milímetros (mm) com o auxílio de um paquímetro digital na parte mediana da espiga.

3.4.9 Profundidade do grão (PROF)

Subtração da média dos dados obtidos por parcela entre o diâmetro médio de espigas e o diâmetro médio do sabugo.

3.4.10 Peso de 100 grãos (PCEM)

Peso médio em gramas de cem grãos tomados aleatoriamente em cada parcela.

Para todos os componentes acima citados, foram utilizadas as mesmas cinco espigas colhidas aleatoriamente em cada parcela. PME e PMS não foram utilizados nas análises estatísticas, assim como o DE e DS, sendo assim representados pelo PG e PROF, respectivamente.

3.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANAVA) por época de semeadura e local. Antes de realizar a análise conjunta entre os ambientes e épocas de semeadura, foi verificada a homogeneidade dos erros das análises individuais por ambiente, conforme proposto por Ramalho et al. (2012a).

A análise conjunta foi realizada com base nas médias de cada época. Essas análises foram realizadas utilizando o *software* “R” (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014). Para discriminar as médias dos materiais foi aplicado o teste de agrupamento de médias proposto por Scott; Knott (1974) a 5% de probabilidade. Os contrastes não ortogonais entre médias foram analisados pelo teste de Scheffé (BOHRER, 1967) a 5% de probabilidade.

As análises de regressão e os gráficos foram feitos utilizando o Software GENES (CRUZ, 2013). Foi estimado o coeficiente de regressão linear (b) (STEEL; TORRIE, 1980) para a conjunta das quatro épocas de semeadura dentro dos dois locais, para se avaliar o efeito das épocas de semeadura

verificando a relação entre a variável independente, pluviosidade média, e a variável dependente, produtividade de grãos relativa a média de cada época.

O modelo estatístico utilizado na análise de variância conjunta de épocas e locais foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + c_i + d_k + f_l + b_{j(kl)} + (cd)_{ik} + (cf)_{il} + (df)_{kl} + (cdf)_{ikl} + e_{ij(kl)}$$

Onde:

Y_{ijkl} : corresponde ao valor da observação na parcela do cultivar i na repetição j , na época k , no local l ;

μ : constante associada a observações;

c_i : efeito aleatório da cultivar i ($i=1,2,3,\dots,13$);

d_k : efeito fixo de época k ($k=1$ a 4);

f_l : efeito fixo do local l ($l=1,2$);

$b_{j(kl)}$: efeito aleatório da repetição j na época k , no local l

$(cd)_{ik}$: efeito da interação do cultivar i com época k

$(cf)_{il}$: efeito da interação do cultivar i com o local l

$(df)_{kl}$: efeito da interação da época k com o local l

$(cdf)_{ikl}$: efeito da interação entre o cultivar i , com a época k e o local l

$e_{ij(kl)}$: erro associado ao cultivar i , na repetição j , na época k e no local l .

A precisão experimental foi aferida mediante a estimação da acurácia seletiva (RESENDE; DUARTE, 2007).

Foram estimadas as correlações fenotípicas entre os caracteres mensurados com auxílio do *software* “R” (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) utilizando o pacote “*Agricolae*”. As significâncias das correlações foram testadas pelo teste t de Student a 5% de probabilidade (CRUZ, 2013).

A partir das estimativas das correlações fenotípicas foi realizada a análise de trilha. A análise de trilha foi realizada em diagrama causal de duas cadeias. A primeira cadeia constou da característica PROD como variável básica e pelos caracteres PG, CPE, PROF, NF, GF, PCEM, como variáveis explicativas primárias. A segunda cadeia constou das variáveis explicativas secundárias ALTESPI, ALTP, ESPIDO, FOESPI, PROL sobre a variável principal PROD, sendo o procedimento estatístico realizado no programa GENES (CRUZ, 2013).

4 RESULTADOS

4.1 Interações entre genótipos de milho por épocas de semeadura, em diferentes ambientes do estado de Minas Gerais

Para os caracteres agronômicos, a estimativa da acurácia seletiva variou em magnitude, sempre superiores a 70%, exceto para o caráter prolificidade (Tabela 2).

Constatou-se diferenças significativas entre os tratamentos, exceto para as características número de espigas doentes e prolificidade (Tabela 2). Observa-se por meio do desdobramento dos quadrados médios dos tratamentos, que houve diferenças significativas entre os tratamentos regulares para produtividade de grãos, altura de planta e folhas a cima da espiga (Tabela 2). Já para as testemunhas foi verificada diferença significativa apenas para altura de espiga e folhas acima da espiga. O contraste ortogonal entre tratamentos regulares e testemunhas só não foi significativo para o caráter prolificidade.

Constatou-se que as fontes de variação épocas e local, foram significativas para a maioria dos caracteres (Tabela 2). Todavia, não foi observado significância para o caráter prolificidade quando avaliado em diferentes locais.

De mesmo modo a interação épocas x local foi também significativa para quase todos os caracteres agronômicos estudados, exceto para número de espigas doentes. Observou-se comportamento coincidente dos tratamentos em relação as quatro épocas de avaliação e os dois locais. Já a interação tratamentos x épocas x locais foi significativa para quase todos os caracteres, exceto para número de espigas doentes e para prolificidade.

A estimativa da acurácia variou entre os componentes de produção, sendo que o valor mais baixo obtido foi o de 55, 66% para comprimento de

espiga (Tabela 3). A variação da estimativa entre os caracteres foi de 95,41% para peso de grãos por espiga até 87,01 para peso de cem grãos.

Para a análise de variância conjunta por épocas de semeadura e locais para os componentes primários de produção do milho, constatou-se, exceto para comprimento médio de espigas e peso de cem grãos, que existe diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3). Para os tratamentos regulares observa-se diferenças significativas para peso de grãos por espiga, profundidade de grãos e número de grãos por fileira. Entre as testemunhas apenas houve diferença significativa para número de fileiras por espiga. E o contraste não se mostrou significativo, apenas para comprimento de espiga e peso de cem grãos.

Tabela 2 Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos (PROD), altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), folhas a cima da espiga (FAE), prolificidade (PROL), na avaliação de genótipos de milho em quatro épocas de semeadura e dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14

| Fontes de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | |
|-----------------------|------|------------------|---------|----------|-----------|------------|------------|
| | | PROD | AE | AP | ND | FAE | PROL |
| Tratamentos (Trat) | (12) | 2.11** | 347** | 769** | 3.904ns | 0.07562** | 585.9ns |
| Tratamentos Regulares | 9 | 2.457** | 446.9ns | 869.1* | 0.9499ns | 0.175628** | 0.06034ns |
| Testemunhas | 2 | 1.57ns | 359** | 486ns | 0.79856ns | 0.0325** | 0.008357ns |
| TR vs TES | 1 | 0.887** | 87.9** | 383.1* | 0.15134** | 0.143128** | 0.051983ns |
| Épocas | 3 | 169.606** | 46579** | 78014** | 23.379** | 0.47278** | 21523.2** |
| Local | 1 | 40.269** | 75406** | 122612** | 57.049** | 0.21526** | 1978.6ns |
| Épocas x Local | 3 | 28.996** | 8805** | 11523** | 0.893ns | 0.22818** | 6613.4** |
| Tratamentos x Épocas | 36 | 0.652ns | 116ns | 244ns | 3.249ns | 0.00673ns | 836ns |
| Tratamentos x Local | 12 | 0.833ns | 102ns | 287ns | 2.439ns | 0.00215ns | 589ns |
| Épocas x Local/Rep | 16 | 1.553* | 305** | 484* | 2.927ns | 0.00596ns | 1554.1* |
| Trat x Épocas x Local | 35 | 0.904* | 123* | 266* | 1.784ns | 0.00706* | 820.4ns |
| Resíduo | 184 | 0.677 | 100 | 195 | 1.988 | 0.00571 | 618.4 |
| Acurácia Seletiva | | 82,42% | 84,40% | 86,41% | 70,06% | 96,15% | 23,56% |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns _ não significativo pelo teste F. TR_ tratamentos regulares. TES _ Testemunhas.

Tabela 3 Resumo da análise de variância conjunta para os componentes de produção do milho, peso de grãos por espiga (PG), comprimento da espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM), na avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | |
|-----------------------|------|------------------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|
| | | PG | CE | PROF | NF | GF | PCEM |
| Tratamentos (Trat) | (12) | 2561** | 7.86ns | 21.886** | 13.631** | 50.76** | 7.18x10 ⁻⁵ ns |
| Tratamentos Regulares | 9 | 3240** | 23.109ns | 23.878** | 29.5523ns | 48.3** | 0.00006382ns |
| Testemunhas | 2 | 778ns | 5.043ns | 9.213ns | 8.977** | 13.57ns | 0.00005495ns |
| TR vs TES | 1 | 2462** | 18.066 | 14.665** | 20.5753** | 34.73** | 8.87x10 ⁻⁶ ns |
| Épocas | 3 | 1141794** | 421.53** | 123.321** | 49.633ns | 1080.06** | 0.002398** |
| Local | 1 | 622ns | 69** | 177.719** | 75.549** | 616.15** | 2.3x10 ⁻⁷ ns |
| Épocas x Local | 3 | 6233** | 65.65** | 53.804** | 10.348** | 282.02** | 0.000438** |
| Tratamentos x Épocas | 36 | 330ns | 5.7ns | 3.73ns | 1.409ns | 12.36ns | 3.03x10 ⁻⁵ ns |
| Tratamentos x Local | 12 | 245ns | 4.14ns | 1.319ns | 0.61ns | 7.12ns | 1.14 x10 ⁻⁵ ns |
| Épocas x Local/Rep | 16 | 471ns | 7.64ns | 2.877ns | 1.277ns | 14.91ns | 1.81 x10 ⁻⁵ ns |
| Trat x Épocas x Local | 35 | 262* | 4.12ns | 3.432ns | 1.347ns | 8.61ns | 1.74 x10 ⁻⁵ ns |
| Resíduo | 181 | 230 | 5.43 | 2.778 | 1.391 | 10.94 | 1.74 x10 ⁻⁵ |
| Acurácia Seletiva | | 95,41% | 55,66% | 93,43% | 94,75% | 88,57% | 87,01% |

** _ significativo a 1%, * _ significativo a 5% e ns _ não significativo pelo teste F. TR_ tratamentos regulares. TES _ Testemunhas.

Em relação ao teste de agrupamento de médias Scott-Knott, verifica-se (Tabela 4) que as populações DKB 310 x DKB 390, GNZ 9626 x DKB 390, DKB 177 x DKB 390, DKB 390 (HS) e GNZ 9688 x DKB 390, foram os que obtiveram maiores magnitudes para produtividade, altura de espiga, altura de planta, número de folhas acima da espiga e prolificidade. De modo contrário, os híbridos citados foram também os que obtiveram menor número de espigas doentes por parcela. Vale ressaltar, que mesmo pertencendo ao mesmo agrupamento, a população DKB 310 x DKB 390 se destacou obtendo maiores médias.

Para os contrastes não ortogonais, observou-se que os tratamentos regulares não diferiram das testemunhas utilizadas para todos os caracteres, exceto para altura de plantas e número de folhas acima da espiga, para o contraste entre os tratamentos regulares e o híbrido simples DKB390 (Tabela 4).

Não houve diferença entre as populações testadas e as demais testemunhas para peso de grãos por espiga, profundidade de grãos e peso de cem grãos (Tabela 5).

Tabela 4 Análise de agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott seguido do teste de Comparações Múltiplas de Scheffé para os contrastes não ortogonais, tratamentos regulares vs híbrido duplo comercial (TRvsHD), tratamentos regulares vs híbrido triplo comercial (TRvsHS), para produtividade (PROD) e caracteres agrônômicos altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), folhas a cima da espiga (FAE), prolificidade (PROL) a partir da avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais. Ano agrícola 2013/2014

| Híbridos | PROD | AE | AP | ND | FAE | PROL |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| DKB 310 x DKB 390 | 4.107963A | 115.3367 A | 209.5342 A | 3.35B | 2.464739 A | 58.95A |
| GNZ 9626 x DKB 390 | 3.948548A | 112.6083 A | 209.0778 A | 3.041667B | 2.459676 A | 58.25A |
| DKB 177 x DKB 390 | 3.918685A | 111.7014 A | 200.7014B | 3.434783B | 2.45405 A | 66.78261A |
| DKB 390 (HS) | 3.883581A | 106.0833B | 188.65C | 3.125B | 2.247532C | 67.29167A |
| GNZ 9688 x DKB 390 | 3.734964A | 108.4B | 201.7333B | 3.5B | 2.36896B | 58.75A |
| BM 207 (HD) | 3.609306B | 106.15B22 | 195.2083B | 3.954545 A | 2.392706B | 62.47826A |
| AS 1625 x DKB 390 | 3.608501B | 108.9521B | 199.3479B | 3.125B | 2.394153B | 69.5A |
| AG 7098 x DKB 390 | 3.521865B | 110.1354 A | 197.7237B | 3.166667B | 2.448322A | 65.875A |
| AS 1555 x DKB 390 | 3.493392B | 102.3333B | 198.6667B | 4.416667 A | 2.368801B | 62.54167A |
| AG B676 x DKB 390 | 3.37878B | 107.2611B | 202.3472B | 3.958333 A | 2.416543B | 70.08333A |
| BM 502 (HT) | 3.372468B | 113.7246 A | 200.7942B | 3.291667B | 2.400532B | 67.54167A |
| MAXIMUS x DKB 390 | 3.18879B | 114.058 A | 207.8043 A | 3.26087B | 2.388331B | 60.52174A |
| DKB 340 x DKB 390 | 3.098491B | 105.8333B | 198.0417B | 3.5B | 2.400989B | 54.04167A |
| TR vs BM 207 (HD) | 0.009308ns | 3.50976ns | 7.28952ns | 0.479146ns | 0.02375ns | 1.363316ns |
| TR vs BM 502 (HT) | 0.22753ns | 4.06264ns | 1.70362ns | 0.183732ns | 0.015924ns | 3.700094ns |
| TR vs DKB 390 (HS) | 0.2835ns | 3.57866ns | 13.84782** | 0.350394ns | 0.168924** | 3.450094ns |

_médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, **_significativo a 1% de probabilidade e ns_ não significativo.

Tabela 5 Análise de agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott seguido do teste de comparações múltiplas de Scheffé para os contrastes não ortogonais, tratamentos regulares vs híbrido duplo comercial (TRvsHD), tratamentos regulares vs híbrido triplo comercial (TRvsHT) e tratamentos regulares vs híbrido simples comercial (TRvsHS), para produtividade (PROD) e os componentes de produção do milho peso de grãos por espiga (PG), comprimento da espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM), na avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais. Ano agrícola de 2013/14

| Híbridos | PROD | PG | CPE | PROF | NF | GF | PCEM |
|--------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| DKB 310 x DKB 390 | 4.107963A | 145.1431A | 16.75684A | 10.46966A | 17.37895A | 33.57368A | 0.03521053A |
| GNZ 9626 x DKB 390 | 3.948548A | 115.1442B | 15.63935A | 10.404445A | 17.13043A | 33.00435A | 0.02983043C |
| DKB 177 x DKB 390 | 3.918685A | 114.4297B | 15.28464A | 10.267755A | 16.77971A | 29.57101B | 0.03186667B |
| DKB 390 (HS) | 3.883581A | 112.6404B | 14.76362A | 9.67697B | 16.96528A | 31.73194A | 0.03022778C |
| GNZ 9688 x DKB 390 | 3.734964A | 99.8372C | 15.7243A | 9.50526B | 15.48696B | 29.65B | 0.0340087A |
| BM 207 (HD) | 3.609306B | 115.2799B | 15.83694A | 9.168905C | 15.44848B | 33.17197A | 0.02787576C |
| AS 1625 x DKB 390 | 3.608501B | 106.4546C | 15.37153A | 10.01288A | 16.73611A | 30.05278B | 0.03063889B |
| AG 7098 x DKB 390 | 3.521865B | 110.1212B | 14.80764A | 10.412315A | 16.75278A | 31.44444A | 0.03060556B |
| AS 1555 x DKB 390 | 3.493392B | 103.5404C | 15.47933A | 10.22575A | 16.38333A | 30.325B | 0.03221667B |
| AG B676 x DKB 390 | 3.37878B | 102.7508C | 15.7A | 9.20025C | 15.61667B | 29.50833B | 0.03184167B |
| BM 502 (HT) | 3.372468B | 104.2301C | 16.72333A | 9.7568B | 14.8C | 31.96097A | 0.03111944B |
| MAXIMUS x DKB 390 | 3.18879B | 111.0518B | 15.39391A | 9.514045B | 16.08913B | 29.85435B | 0.03146957B |
| DKB 340 x DKB 390 | 3.098491B | 110.6046B | 15.55594A | 9.21698C | 15.92464B | 29.64203B | 0.03203478B |
| TR vs BM 207 (HD) | 0.009308ns | 3.37214ns | 0.265592ns | 1.508085** | 0.979391ns | 2.509373** | 0.004097ns |
| TR vs BM 502 (HT) | 0.22753ns | 7.67766ns | 0.88639ns | 0.332268ns | 1.627871** | 1.298373ns | 0.000853ns |
| TR vs DKB 390 (HS) | 0.2835ns | 0.73264ns | 1.07332ns | 0.491928ns | 0.537409ns | 1.069343ns | 0.001745ns |

_médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, **_significativo a 1% de probabilidade e ns_ não significativo.

4.2 Interações entre genótipos de milho, segundo análise de Regressão Linear Simples, por épocas de semeadura em diferentes ambientes do estado de Minas Gerais em função da pluviosidade

Os dados da pluviosidade média estão apresentados na Tabela 5. Foi observado um decréscimo na pluviosidade de 11% quando se compara a primeira e a segunda época de avaliação. Esse decréscimo aumenta para 20% e 32% quando se compara a segunda com a terceira época, e a terceira com a quarta época, respectivamente.

Constatou-se que para produtividade de grãos, houve uma redução de 33% e 56% da média em comparação da primeira com a terceira época, e primeira com a quarta época, respectivamente (Tabela 6). Foi observado também uma diminuição na acurácia de 44% quando se compara a primeira e a última época de avaliação (APÊNDICE A). Houve um decréscimo na média dos caracteres altura de planta, altura de espiga, folha acima da espiga e prolificidade. Outro fato importante a ser destacado é que além das médias nas épocas 3 e 4 terem sido reduzidas para esses caracteres, a acurácia seletiva nessas duas épocas foi também de baixa magnitude, ou seja, menor que 50%. Entretanto, para o número médio de espigas doentes foi observado um aumento ao decorrer das quatro épocas de semeadura.

Tabela 6 Médias a partir da avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14 para produtividade (PROD) e caracteres agrônômicos altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), folhas a cima da espiga (FAE), prolificidade (PROL) e pluviosidade média em milímetros (mm) dentro do intervalo de dias da semeadura a colheita

| CARACTERES | EPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| PROD | 5.542,84 | 3.746,30 | 2.006,55 | 2.819,98 |
| AE | 141.1769 | 114.5898 | 93.3344 | 77.96562 |
| AP | 240.7359 | 210.4333 | 170.8576 | 175.9445 |
| ND | 0.838795 | 0.826767 | 2.382284 | 0.711011 |
| FAE | 2.445951 | 2.445951 | 2.380876 | 2.110854 |
| PROL | 81.17949 | 81.17949 | 40.68094 | 60.84615 |
| PLUVIO (mm) | 650.44993 | 580.0256 | 460.14162 | 310.98991 |

Na Figura 1, verifica-se uma queda na produtividade ao decorrer do espaço de quatro semanas entre semeaduras, levando em consideração o volume pluviométrico que se encontra reduzido a cada época. O rendimento foi reduzido cerca de 0,5161 kg parcela⁻¹ (b= - 0,5161), o que transformado dá o valor de 139 kg ha⁻¹ em média, a cada dia de diferença de semeadura. Observou-se que a estimativa de R² foi de 0,597, indicando que 59,7% da variação da produtividade média das parcelas, com atraso da semeadura, foi explicado pelos dados de média pluviométrica obtida.

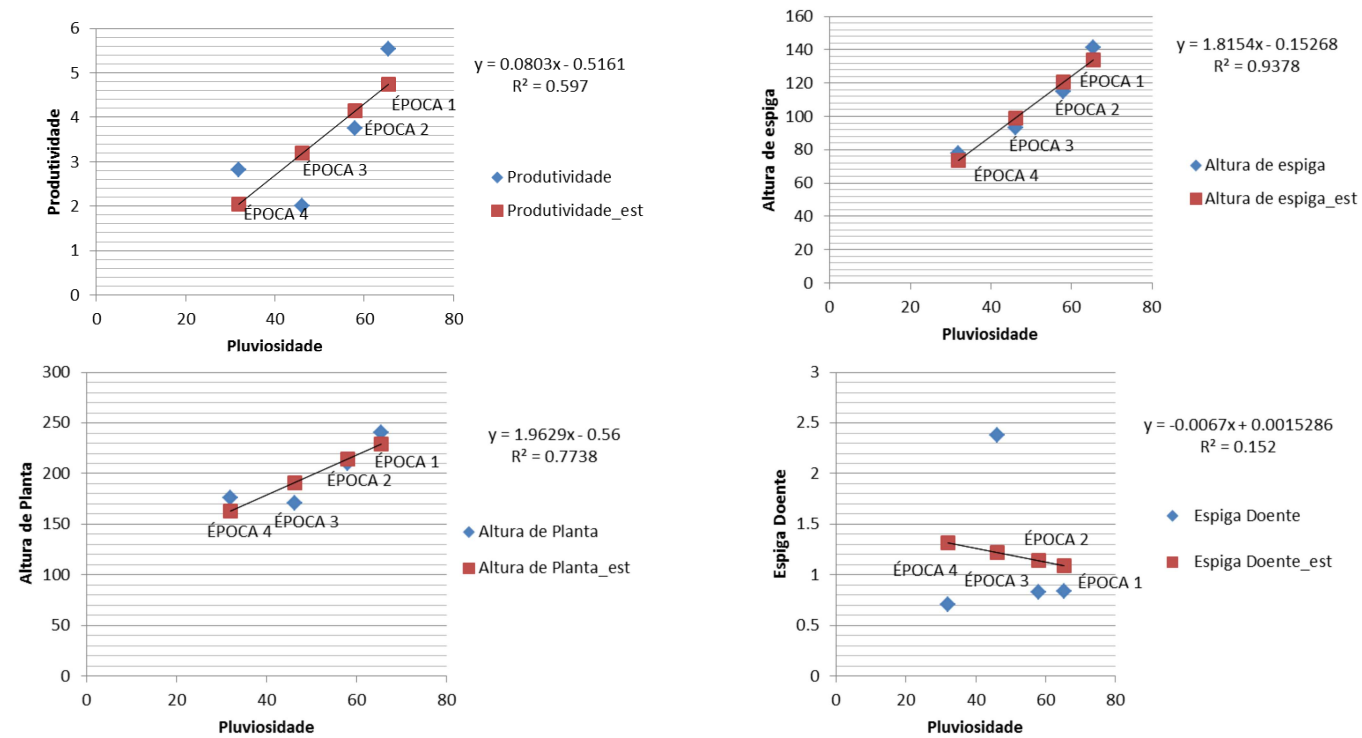
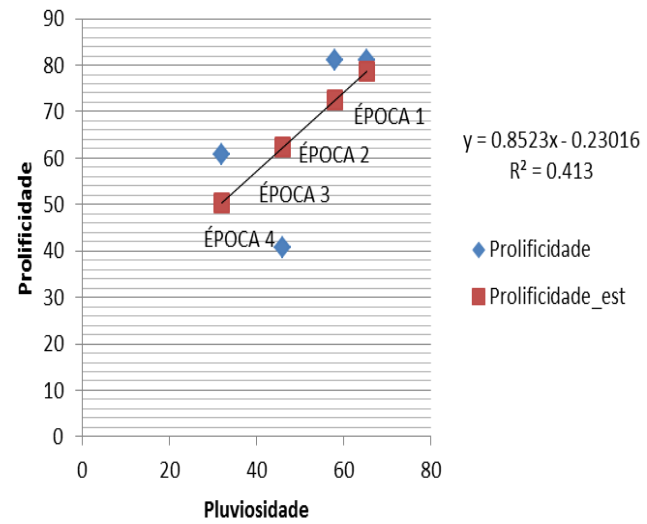
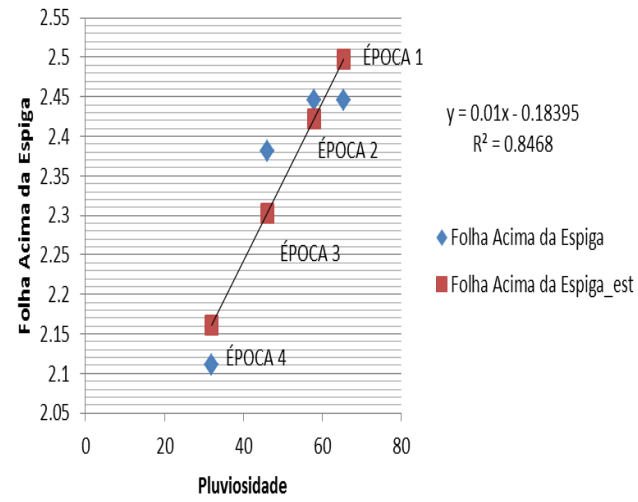


Figura 1 Diferença na média da produtividade e dos caracteres agrônômicos altura de espiga, altura de planta, número de espigas doentes, folhas a cima da espiga e prolificidade a partir da avaliação de genótipos de milho, em função da pluviosidade em quatro diferentes épocas de semeadura. _ est: médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos. Ano agrícola 2013/2014

“Figura 1, conclusão”



Segundo a análise de regressão dos componentes primários de produção, foi verificado uma redução em todos os caracteres quando a época de semeadura era adiada em quatro semanas (Figura 2).

Assim como para a produtividade por parcela, foi observado que ao avançar as épocas de semeadura houve uma redução do peso médio dos grãos por espiga (Tabela 7). Outro fato a ser mencionado é a média negativa estimada para o caráter peso de grãos por espiga na época 4 (-35,59). Esse fato é explicado devido a perda de parcelas nessa época, de modo que por meio do método dos quadrados mínimos, a média ajustada foi obtida, reduzindo os desvios da reta de regressão. Na Figura 2, é demonstrado que o peso médio dos grãos por espiga diminui consideravelmente, sendo que a perda chega a ser de 290,68 g por espiga ($b = -0,29069$). O R^2 foi de 0,8002.

Tabela 7 Médias a partir da avaliação de genótipos de híbridos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14 para os componentes de produção do milho, peso de grãos por espiga (PG), comprimento da espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM) e pluviosidade média em (mm) dentro do intervalo de dias da semeadura a colheita

| CARACTERES | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
|-------------|-----------|--------------|-----------|------------|
| CE | 18.44497 | 18.47011538 | 13.68405 | 12.32456 |
| PROF | 21.17429 | 21.18596769 | 19.63441 | 17.77749 |
| NF | 16.875 | 16.90277615 | 16.09967 | 15.00347 |
| GF | 35.2969 | 35.35106846 | 27.27385 | 27.69019 |
| PCEM | 0.038596 | 0.038587928 | 0.028308 | 0.024869 |
| PG | 227.9648 | 228.3731846 | 108.50892 | 105.657277 |
| PLUVIO (mm) | 650.44993 | 580.02560137 | 460.14162 | 310.98991 |

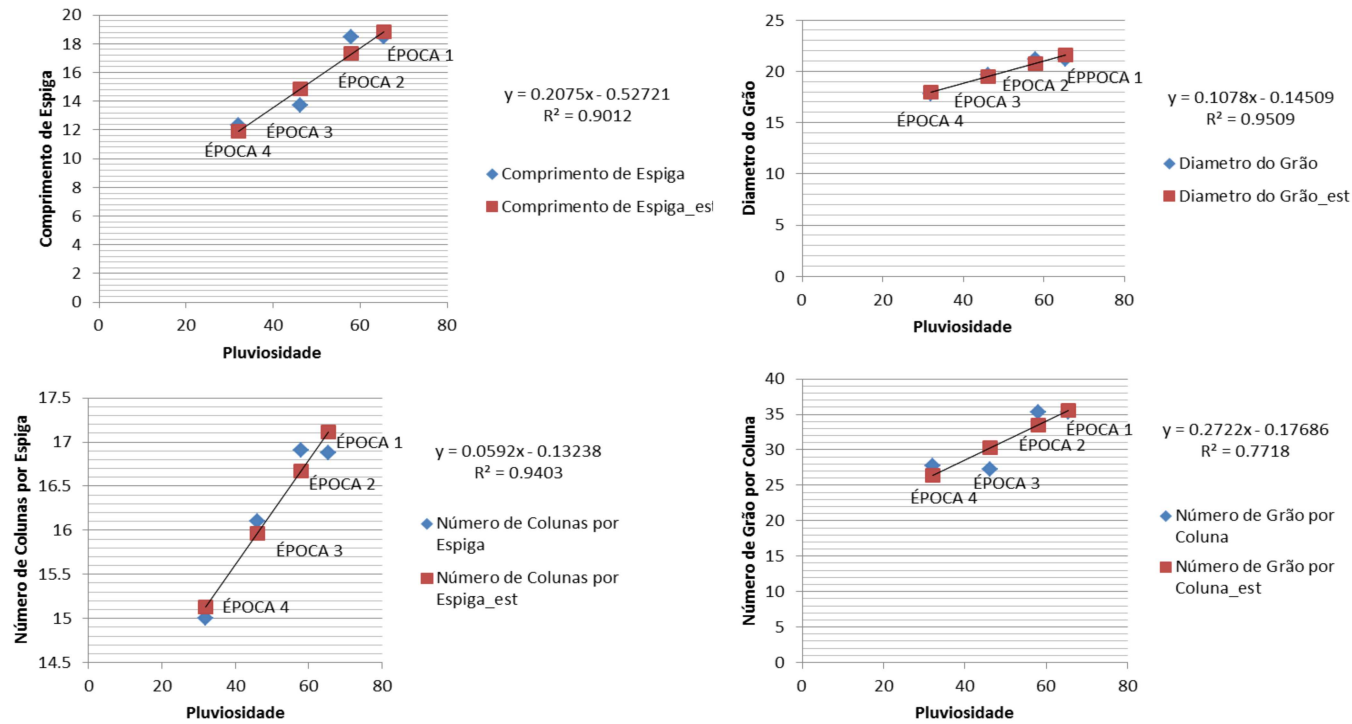
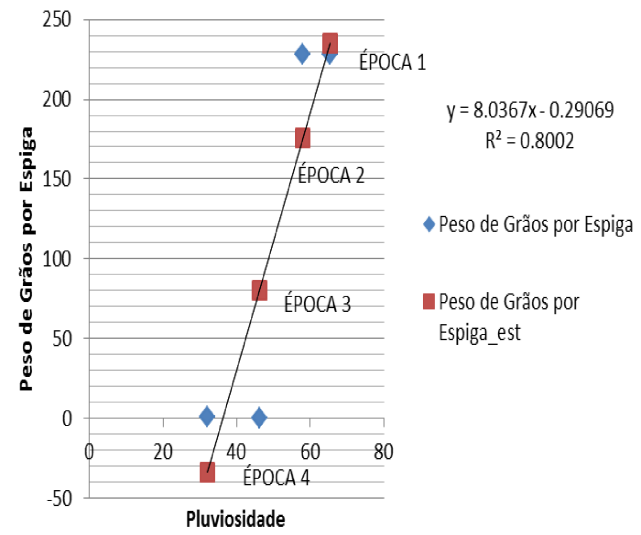
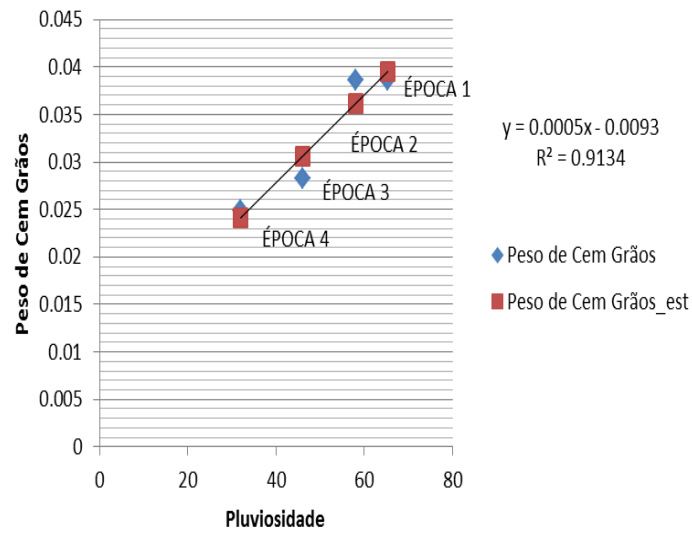


Figura 2 Diferença na dos componentes de produção, comprimento de espiga, profundidade do grão, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, peso de cem grãos e peso de grãos por espiga a partir da avaliação genótipos de milho, em função da pluviosidade em quatro diferentes épocas de semeadura. _ est: médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos. Ano agrícola 2013/2014

“Figura 2, conclusão”



4.3 Correlações fenotípicas e análise de trilha de duas cadeias entre caracteres, de acordo com a análise conjunta na avaliação de genótipos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14

As estimativas das correlações fenotípicas variaram de -0,05 (PROD-AP) a 0,72 (AP-FAE) considerando apenas aquelas significativas a 5% de probabilidade (Tabela 8). Relativos aos caracteres AP-AE, AP-FAE, PROD-PROF foram positivamente correlacionados entre si. Destacando-se para AP-FAE que foram altamente correlacionados (0,72).

A prolificidade e o comprimento de espiga apresentou correlação alta e negativa (-0,67), do mesmo modo que o número de grãos por fileira e peso de cem grãos (-0,67). Além disso, muitas correlações não se apresentaram significativas devido a grande influência ambiental, vista por meio da baixa acurácia, com o avanço das épocas de semeadura (Tabela 7).

Na Tabela 9 são apresentados como primeira cadeia, os componentes primários da produção, para explicar a produtividade de grãos ao decorrer das épocas de semeadura. Verifica-se que houve efeito direto sobre a produtividade de grãos em relação aos componentes de produção primários, apenas para número de fileiras (0,5301). É válido salientar que não foi verificado efeito direto dos demais componentes, demonstrando assim, como as estimativas de correlações simples podem nos induzir a erros. Outro fato a ser destacado é que o número de fileiras por espiga possui efeitos na produtividade, via efeito indireto do comprimento de espiga.

Os efeitos diretos e indiretos de acordo com a segunda cadeia, que relaciona a produtividade com os caracteres agrônômicos, são observados na Tabela 10. Verifica-se que a produtividade sofre efeito direto positivo, em relação a altura de plantas (0,2585), prolificidade (0,2648) e folhas acima da

espiga (0,1986), assim também, como efeito direto e negativo de altura de espiga (0,2122) e número de espigas doentes (-0,4538). Os efeitos indiretos também foram observados sendo eles, altura de espiga via número de espigas doentes, a altura de plantas via número de folhas acima da espiga, e o número de espigas doentes via altura de espiga.

Verificou-se que o coeficiente de determinação foi alto $R^2 = 0,9185$ o que demonstra que a segunda cadeia, mostrou-se mais ajustada em relação a produtividade de grãos. Esse fato pode ser explicado devido a inferência de estimativas mais precisas para os caracteres agronômicos, do que para os componentes de produtividade.

Tabela 8 Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica de Pearson entre produtividade (PROD), caracteres agronômicos altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), folhas a cima da espiga (FAE), prolificidade (PROL) e componentes de produção primária do miho, peso de grãos por espiga (PG), comprimento da espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM), na avaliação de híbridos de milho, em quatro épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14

| | PROD | AE | AP | ND | FAE | PROL | PG | CPE | PROF | NF | GF | PCEM |
|------|------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| PROD | 1 | 0.19ns | -0.05ns | -0.3* | -0.13ns | 0.18* | 0.6* | -0.27* | 0.55* | 0.57* | 0.33ns | -0.03ns |
| AE | | 1 | 0.55* | -0.75* | 0.51ns | 0.08ns | 0.34* | 0.12ns | 0.35ns | 0.14ns | 0.05ns | 0,1ns |
| AP | | | 1 | -0.08ns | 0.72* | -0.32* | -0.2* | 0.24* | 0.22ns | 0.06ns | -0.18ns | 0.2ns |
| ND | | | | 1 | -0.05ns | 0.02ns | -0.66* | 0.2* | -0.27* | -0.37* | -0.24ns | 0.17ns |
| FAE | | | | | 1 | -0.12ns | -0.13ns | 0.16ns | 0.33* | 0.03ns | -0.08ns | -0.03ns |
| PROL | | | | | | 1 | -0.23* | -0.01ns | 0.2ns | 0.07ns | 0.03ns | -0.07ns |
| PG | | | | | | | 1 | -0.67* | 0.47* | 0.75* | 0.34* | -0.29* |
| CPE | | | | | | | | 1 | -0.23ns | -0.77* | 0.13ns | 0.2ns |
| PROF | | | | | | | | | 1 | -0.68* | 0.23ns | 0.08ns |
| NF | | | | | | | | | | 1 | 0.08ns | -0.12ns |
| GF | | | | | | | | | | | 1 | -0.67* |
| PCEM | | | | | | | | | | | | 1 |

*_significativo a 5% de probabilidade e ns_ não significativo.

Tabela 9 Estimativa dos efeitos diretos (D) e indiretos (I) sobre a produtividade (Primeira Cadeia), em relação aos componentes de produção primário do milho, peso de grãos por espiga (PG), comprimento de espiga (CPE), profundidade do grão (PROF), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), peso de cem grãos (PCEM)

| EFEITO | PG | CPE | PROF | NF | GF | PCEM |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| D PROD | 0.3734 | 0.2712 | -0.0299 | 0.5301 | 0.3495 | 0.3242 |
| I PG | - | -0.1817 | -0.0141 | -0.3976 | 0.1188 | -0.094 |
| I CPE | -0.2502 | - | 0.0069 | 0.4282 | 0.0454 | 0.0648 |
| I PROF | 0.1755 | -0.0624 | - | 0.3605 | 0.0804 | 0.0259 |
| I NF | 0.28 | -0.2088 | -0.0203 | - | 0.028 | -0.0389 |
| I GF | 0.1269 | 0.0353 | -0.0069 | 0.0424 | - | -0.2172 |
| I PCEM | -0.1083 | 0.0542 | -0.0024 | -0.0636 | -0.2342 | - |
| Total* | 0.6 | -0.27 | 0.55 | 0.57 | 0.33 | -0.03 |
| R ² | 0,6767 | | | | | |
| Resíduo | 0,4021 | | | | | |

*Correlação de Pearson

Tabela 10 Estimativa dos efeitos diretos (D) e indiretos (I) sobre a produtividade (Segunda Cadeia), em relação aos caracteres agrônômicos, altura de espiga (AE), altura de planta (AP), número de espigas doentes (ND), número de folhas acima da espiga (FAE) e prolificidade (PROL)

| EFEITO | AE | AP | ND | FAE | PROL |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| D PROD | -0.2122 | 0.2582 | -0.4538 | 0.1986 | 0.2648 |
| I AE | - | 0.142 | 0.3403 | -0.1013 | 0.0212 |
| I AP | -0.1167 | - | 0.0363 | -0.143 | -0.0847 |
| I ND | 0.1592 | -0.0207 | - | 0.0099 | 0.0053 |
| I FAE | -0.1082 | 0.1859 | 0.0227 | - | -0.0318 |
| I PROL | -0.017 | -0.0826 | -0.0091 | 0.0238 | - |
| Total* | 0.19 | -0.05 | -0.3 | -0.13 | 0.18 |
| R ² | 0,9185 | | | | |
| Resíduo | 0,1564 | | | | |

*Correlação de Pearson

5 DISCUSSÃO

A acurácia seletiva tem sido usada por melhoristas de plantas para fazer inferências sobre a precisão experimental. Por meio dos resultados obtidos nessa pesquisa, viu-se que as estimativas foram superiores a 70% para quase todas as características avaliadas. De acordo com Rezende e Duarte (2007), valores acima de 70% evidenciam uma boa precisão experimental. A baixa estimativa para os caracteres prolificidade e comprimento de espiga, pode ser devido a baixa variabilidade apresentada pelos tratamentos, assim, o teste F apresenta baixa magnitude. Desse modo, os valores dessa estimativa tendem a apresentar menores valores.

Na cultura do milho, a principal característica a ser avaliada é a produtividade de grãos. Foi observado nesse trabalho, que a média das populações do programa de melhoramento da pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da UFLA, não foi diferente das médias do híbridos simples, duplos e triplos utilizados como testemunhas, exceto para os caracteres agrônômicos altura de planta e número de folhas acima da espiga. Esses resultados foram semelhantes aos reportados por Costa et al. (2010). Os autores supracitados, avaliando híbridos simples, duplos e triplos, obtidos a partir de um mesmo conjunto de linhagens, verificaram que os híbridos não diferem entre si quanto a produtividade de grãos.

Os produtores de regiões tropicais enfrentam bem mais problemas quanto as interações genótipos por ambientes, que os pertencentes a regiões temperadas (PATERNIANI, 1999). O fator mais problemático para a cultura do milho é a má distribuição de chuva. É sabido que muitos produtores atrasam a época de plantio por questões econômicas, entre eles, o menor preço de insumos na entressafra. Desse modo, pequenos e médios agricultores, enfrentam problemas, pois não possuem maquinário próprio para preparo do solo, plantio e

tratos culturais, bem como a falta de planejamento, que dificulta a execução dessas tarefas, o que desencadeia a execução da semeadura em épocas diferente da desejada.

Nesse trabalho, foi verificado um decréscimo na pluviosidade de 11% quando se compara as semeaduras de novembro e dezembro, sendo que quando se compara a semeadura em janeiro e fevereiro, esse decréscimo quase que triplica. Sendo assim, não é compensatório para os produtores atrasar a semeadura para economizar no insumo, já que essa prática acarreta perda na produtividade em 139 kg ha^{-1} em média, quando se atrasa o plantio dentro de um intervalo de 4 semanas.

Esses resultados são condizentes com valores encontrados por Ribeiro et al. (2000), os quais observaram perda na produtividade de grãos na ordem de 28 kg ha^{-1} . Os autores supracitados, avaliaram semeaduras no início de outubro, e mais duas postergadas 30 e 60 dias após, diferentemente dos relatados no atual trabalho, que propôs verificar a perda de produtividade com início da semeadura em novembro, se estendendo até fevereiro, com diferença de quatro semanas entre elas.

Referente aos componentes de produtividade primários, os resultados denotam que houve uma queda maior em relação ao peso de cem grãos e peso dos grãos por espiga, quando consideradas as quatro épocas analisadas. O que indica que as características que mais sofrem interferência com o atraso da semeadura, estão relacionadas ao enchimento dos grãos (BERGAMASCHI et al., 2004), influenciados pela diminuição da pluviosidade no decorrer das épocas de semeadura.

Como a maioria dos grandes produtores semeiam nas épocas favoráveis ao plantio no sul de Minas Gerais, com o decorrer do atraso de semeadura, existe menor oferta de milho para as pragas da cultura, ou seja, as pequenas populações mantidas são foco de ataque em massa das pragas. O que corrobora com o

achado do aumento sobre a média do número de espigas doentes, no decorrer das quatro épocas de semeadura, em detrimento de um decréscimo na média dos outros caracteres agronômicos estudados entre eles altura de espiga, altura de planta, prolificidade. Destacando que a maioria dos caracteres agronômicos sofre grande influência ambiental, resultando em menores valores estimados ao longo das épocas.

Sendo o Brasil um país tropical, e a dificuldade na recomendação de cultivares superiores em macrorregiões, os programas de melhoramento visam selecionar genótipos que possuam comportamento coincidente ao longo dos ambientes. Mesmo observado o efeito da interação entre local, tratamentos e épocas, nesse trabalho, o tratamento DKB 310 x DKB 390 foi o que manteve maiores médias em relação a produtividade de grãos e caracteres agronômicos. Foi observado que todas as populações obtidas pelo programa, tiveram o mesmo comportamento dos atualmente comercializados para a região.

Segundo Ramalho et al. (2012b) quando o caráter a ser selecionado é quantitativo, espera-se que seja controlado por muitos genes, e a influência do ambiente é normalmente grande. Tomando como exemplo, a produtividade de grãos para representar esse tipo de caráter, a escolha correta dos genitores não é fácil. O que se deseja é obter uma população segregante, que possua média alta, associada a grande variabilidade para o caráter sob seleção. A partir disso, é passível indicar que as populações DKB 310 X DKB 390, GNZ 9626 X DKB390 e DKB177 X DKB390, são boas combinações para iniciar uma população, para um programa de melhoramento.

Dada que a influência ambiental é maior para os componentes de produção do que para os caracteres agronômicos, já que foi verificado apenas efeito direto sobre a produtividade, em relação ao número de fileiras por espiga, a seleção dos melhores genótipos deve ser cautelosa, quando se analisa as médias dos componentes de produção. Outro fato importante a ser destacado é o

efeito direto e acentuado do número de espigas doentes, em relação a produtividade de grãos. Isso evidencia que com o passar das épocas de semeadura, a perda da produtividade é afetada pelo aumento da incidência de pragas sobre a cultura, o que potencializa a redução na produtividade, devido a menor média pluviométrica.

Foi visto também, nos tratamentos avaliados, que quanto maior o número de folhas acima da espiga maior é a produtividade de grãos (SANGOI et. al., 2001). A altura de espiga apresentou efeito indireto sobre a produtividade, via altura das espigas. Isso significa que plantas com menores alturas de espiga tendem a possuir maior número de folhas acima da espiga, e com isso, índices maiores de produtividade. Como os programas de melhoramento atuais buscam menor porte de planta, isso pode ser um bom indicio de que os melhores genótipos em avaliações, de fato, são os que possuem menor porte.

Pode-se ter, como já comentado, que a altura da planta é um caráter agrônômico interessante de ser estudado, sendo que a incidência de doenças nas plantas que como já relatado atua diretamente na produtividade é mais drástica quando as plantas são maiores. Esse fato pode ser explicado devido a observada incidência de pássaros que atacam as plantas, e abrem espaço para o desenvolvimento de patógenos.

Ainda segundo Ramalho et al. (2012b), o primeiro ponto a ser discutido para se ter sucesso na escolha dos genitores, é que os objetivos devem ser bem claros e focados em poucos caracteres. Assim, é de fundamental importância que existam caracteres que devem ser analisados com mais atenção pelos melhoristas, pois estão intimamente relacionados às questões de produtividade, e conseqüentemente, reduzirão o tempo e os custos nas avaliações que visam obter genótipos superiores para cada região.

6 CONCLUSÕES

A população obtida a partir do cruzamento DKB 310 x DKB 390, foi o que obteve melhor desempenho.

Com o atraso de semeadura em quatro semanas, houve perda de produtividade em 139 kg ha^{-1} em média a cada 4 semanas de diferença de semeadura, e os caracteres mais influenciados negativamente, foram o peso médio de grãos por espiga e peso de cem grãos.

A média das populações com eventos transgênicos, obtidos no programa de melhoramento da UFLA, obteve o mesmo desempenho para produtividade em relação aos híbridos simples duplos e triplos comerciais testados.

Com o atraso das épocas de semeadura, as estimativas dos componentes primários de produção são mais afetadas do que os caracteres agronômicos.

REFERÊNCIAS

- AVELAR, F. M.; CARVALHO, S.P.; RIBEIRO, P.H.E.; RAMALHO, M.A.P. Interação de cultivares de milho x época de semeadura para produção de grãos de silagem. **Brazilian Journal of Genetics**, Caxambu, MG, v. 19, n. 3, p. 218, set. 1996.
- BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.de; OLIVEIRA, A.C.de; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C.; KURK, A.J.; SILVA, J.A.G.; CARGIN, A.; SIMIONI, D. Estimativas de correlações e coeficientes de trilha como critérios de seleção para rendimento de grãos de Aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 1, p. 9-16, jan./mar. 2003.
- BERGAMASCHI, H; DALMAGO G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.
- BERNARDO, R. Correlation between testcross performance of lines at early and late selfing generations. **Theoretical and applied genetics**, Berlin, v. 82, p. 17-21, 1991.
- _____. R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma, 2002. 368 p.
- BOHRER, R. On Sharpening Scheffe Bounds. **Journal of the Royal Statistical Society (Methodological)**, v. 29, n.1. p. 110-114, 1967. (Series B).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). **Resolução CNBS N° 3, de 5 de Março de 2008**. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/11445.html>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

CABRAL, P.D.S.; SOARES, T.C.B.; LIMA, A.B.P.; SOARES, Y.J.B.; SILVA, J.A. Análise de trilha do rendimento do grão de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 42, n. 1, p. 132-138, jan./mar. 2011.

CARDOSO, M.J.; ATHAYDE SOBRINHO, C. (Ed.). **O Milho no Meio-Norte do Brasil: estratégias básicas do manejo**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2007. 384 p.

CARVALHO, S.P. **Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção sob multicolineariedade**. 1995. 163 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1995.

CARVALHO, S.P.; CRUZ, C.D. Diagnosis of multicollinearity: assessment of the condition of correlation matrices used in genetic studies. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 19, p. 479-484, set. 1996.

CARVALHO, H.W.L. de; CARDOSO, M.J.; ROCHA, L.M.P. da; PACHECO, C.A.P.; OLIVEIRA, I.R.; TABOSA, J.N.; LIRA, M.A.; OLIVEIRA, E.A.S.; MACEDO, J.J.G.; NASCIMENTO, M.M.A.; SIMPLÍCIO, J. B.; COUTINHO, G. V.; BRITO, A. R. M. B.; TAVARES, J. A.; TAVARES FILHO, J.J.; MELO, K.E.O.; FEITOSA, L.F.; MENEZES, A.F.; RODRIGUES, C.S. **Avaliação de Cultivares de Milho no Nordeste Brasileiro: ensaios realizados no ano agrícola de 2008/2009**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. (Comunicado Técnico 80).

CARVALHO, H.W.L. de; OLIVEIRA, I.R.; DONALD, E.R.C.; RAMOS, S.R.R.; PACHECO, C.A. P.; FUKUDA, V.M.; DEL PELOSO, M.J.; FEITOSA, L.F.; MELO, K.E.O.; MENEZES, A.F. **Cultivares de milho, feijão, girassol e mandioca para o Agreste Sergipano com foco na Agricultura familiar e no Agronegócio**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. (Documento 131).

CASTRO, A.P. Perspectivas da utilização do gene Bt para o controle de insetos-praga do arroz no Brasil. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**. (Documento, 232). 23 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1, n. 3 (2013/2014). Brasília. 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 de dez. 2014.

COSTA, E. F.N.; SOUZA, J.C.; LIMA, J.L.; CARDOSO, G.A. Interação entre genótipos e ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1433-1440, 2010.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2006. 579 p.

CRUZ, C.D. **Programa GENES: Estatística experimental e matrizes**. Viçosa, MG: UFV. 2013. 285 p.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H. M.; OLIVEIRA, M.F. de; SANTANA, D.P. Manejo da cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas/MG, 2006. (Circular Técnica 87).

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H. M.; OLIVEIRA, M.F. de; MATRANGOLO, W.J.R. Cultivo do milho: Manejo a Cultura do Milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas/MG, 2008. (Documentos 153).

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; QUEIROZ, L.R. Milho-Cultivares para 2013/2014. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas/MG, 2014. (Circular Técnica 134). Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>>. Acesso em: 17 de jun. 2014.

DUARTE, I.A.; FERREIRA, J.M.; NUSS, C.N. Potencial discriminatório de três testadores em *topcrosses* de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 365-372, mar. 2007.

EAST, E.M. The distinction between development and heredity in inbreeding. **American Naturalist**, Chicago, v. 43, p. 173-181, 1909.

FALCONER, D.S; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. Edinburgh: Longman Group Limited, 1996. 464 p.

GALVÃO, J.C.C. **Tecnologias de Produção do Milho**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 366 p.

GOMES, L.S. **Interação genótipos x épocas de plantio em milho (*Zea mays*, L.) em dois locais do oeste do Paraná**. 1990. 148 p. Dissertação (mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ/USP, Piracicaba. 1990.

GONÇALVES, F.M.A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em “safrinha” no período de 1993 a 1995**. 1997. 86 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras. 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Dados históricos estação MG-Lavras**. Disponível em: <<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/index.php>>. Acesso em: 19 nov. 2014.

JAMES, C. **Status Global das Cultivares Transgênicas Comercializadas:** 2013. 2014. Disponível em: <
<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/46/executivesummary/pdf/Brief%2046%20-%20Executive%20Summary%20-%20Portuguese.pdf>>. Acesso:
em 19 dez. 2014.

JOHNSON, R.A.; WICHER, D.W. **Multivariate distributions:** applied multivariate statica anaysis. New Jersey: Pearson, 2007. 488 p.

JONES, D.F. The effect of inbreeding and crossbreeding upon development. Connecticut. Agricultural. Experiment. **Station Buletin**, Washington, p.1-100, 1918.

JOUANIN, L. Transgenic plants for insect reistence - Review. **Plant Science**, v. 131, p. 1-11, 1998.

KOZIEL, M.G. Field performance of elite transgenic maize plants expressing an insecticidal protein derived from *Bacillus thuringiensis*. **Nature Biotechnolgy**, v. 11, p. 194-200, 1993.

LEITE, N.A. O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos. **Embrapa milho e sorgo**. Sete Lagoas, 2013. (Documentos, 133). p. 45.

KUREK. A.J.et al. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimentos de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 1, p. 29-32, jan./abr. 2001.

MENEZES, L.; CUNHA, J.; BIOSINOTTO, F.; ATTIE, J. Relatório Biotecnologia. **Céleres**, p. 1-7, 2014.

OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2012. 328 p.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 429-486.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2014). **R: a language and environment for statistical computing**, Viena, Austria 2012. ISBN 3-900051-07-0.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2012a. 328 p.

RAMALHO, M.A.P. et al., **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2012b. 522 p.

RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37. p. 182-194. 2007.

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, nov. 2000.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; LECH V.A.; GRACIETTI, L.C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001.

SCOTT A.J.; KNOTT, M.A. cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics, Releigh**, n. 30, p. 507-512, 1974.

SHULL, G.H. A puri line method of corn breeding. **Amer. Breed. Assoc. Rep.**, v. 5, p. 51-59, 1909.

SINGH, R.K.; SINGH, S.P.; SINGH, S.B. Correlation and Path Analysis in Sugarcane Ratoon. **Sugarcane Research Institute**, Shahjahanpur, Índia: U.P, p.176-178, 2005.

SOUZA, F.R. S. **Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais**. 1989. 80 p.

SOUZA, F.R. S. **Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais**. 1989. 80p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Lavras, Minas Gerais, 1989.

SYNGENTA BIOTECNOLOGIA. **A SYNGENTA SEMPRE FAZ PRIMEIRO**. 2010. Disponível em:

<<http://www.syngenta.com/country/br/pt/sobresyngenta/biotecnologia/Pages/biotecnologianobrasil.aspx>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

VALVERDE, M. Área de cultivo de transgênicos tem expansão em Minas Gerais. Diário do Comércio. **Sistema OCMG**. 2014. Disponível em:<<http://www.minasgerais.coop.br/pagina/5488/e193readecultivodetransge234-nicostemexpanse227oemminasgerais.aspx>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica aplicada no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Whashington, v. 20, p. 557-585, 1921.

ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniform trial data. *Journal of the American Society of Agronomy*. Madison, v. 34, n. 1, p.34-47, jan.1942. In: RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. rev. Lavras: UFLA, 2012. 328 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Resumo das análises de variância conjunta para produtividade e caracteres agronômicos na avaliação de híbridos de milho, nas quatro diferentes épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14

| AE | | | | | |
|-------------------|----|----------------|------------|-----------|-----------|
| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 188.1* | 167.3ns | 133ns | 101ns |
| Local | 1 | 3363.4** | 3601.3** | 49304** | 45885** |
| Local/Rep | 4 | 196.7ns | 639** | 260ns | 124ns |
| Trat x Local | 12 | 91.7ns | 166.7ns | 169ns | 37ns |
| Resíduo | 48 | 65 | 110.8 | 134 | 92 |
| Acurácia Seletiva | | 80.88% | 58.08% | 40.70% | 30.32% |
| Média | | 134.084809 | 120.606834 | 99.032894 | 73.342159 |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns_não significativo pelo teste F.

| PROD | | | | | |
|-------------------|----|----------------|----------|-----------|----------|
| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 1.1558* | 0.626ns | 0.49616ns | 1.353ns |
| Local | 1 | 20.0822** | 6.1292** | 0.58797ns | 101.31** |
| Local/Rep | 4 | 0.1688ns | 1.6889** | 1.2927ns | 3.083ns |
| Trat x Local | 12 | 0.6626ns | 0.8299* | 0.7392ns | 1.385ns |
| Resíduo | 48 | 0.3766 | 0.257 | 0.4252 | 1.637 |
| Acurácia Seletiva | | 82.10% | 72.78% | 37.82% | 45.77% |
| Média | | 4.736628 | 4.140782 | 3.187022 | 2.051263 |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns_não significativo pelo teste F.

AE

| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-------------------|----|----------------|-----------|------------|------------|
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 283.5** | 259.46ns | 554ns | 262ns |
| Local | 1 | 15541** | 2786.44** | 71291** | 67655** |
| Local/Rep | 4 | 297.3* | 1207.58* | 211ns | 239ns |
| Trat x Local | 12 | 213.4** | 316.24ns | 430ns | 105ns |
| Resíduo | 48 | 54.6 | 222.25 | 352 | 154 |
| Acurácia Seletiva | | 89.85% | 37.86% | 60.39% | 64.16% |
| Média | | 229.030335 | 214.45738 | 191.130728 | 163.352823 |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns_não significativo pelo teste F.

ND

| Fonte de variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-------------------|----|----------------|----------|----------|----------|
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 0.4111ns | 0.2075ns | 2.1727ns | 0.6695ns |
| Local | 1 | 6.1663** | 5.8605** | 4.5ns | 7.7179** |
| Local/Rep | 4 | 1.0549ns | 1.0992ns | 2.6474ns | 0.3068ns |
| Trat x Local | 12 | 0.5377ns | 0.2907ns | 1.7371ns | 0.2752ns |
| Resíduo | 47 | 0.4453 | 0.5631 | 1.3954 | 0.3562 |
| Acurácia Seletiva | | 28.86% | 30.88% | 59.81% | 68.40% |
| Média | | 1.088541 | 1.138457 | 1.218357 | 1.313503 |

**_significativo a 1% e ns_não significativo pelo teste F.

FAE

| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-------------------|----|----------------|------------|-------------|-----------|
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 0.016025* | 0.007066ns | 0.0314282** | 0.02962** |
| Local | 1 | 0.135681** | 0.135681** | 0.0129495ns | 0.61571** |
| Local/Rep | 4 | 0.008203ns | 0.008203ns | 0.0064698ns | 0.00847ns |
| Trat x Local | 12 | 0.002095ns | 0.004612ns | 0.0113982ns | 0.00534ns |
| Resíduo | 45 | 0.004954 | 0.006564 | 0.008608 | 0.00525 |
| Acurácia Seletiva | | 83.12% | 26.64% | 85.21% | 90.69% |
| Média | | 2.497089 | 2.422501 | 2.303109 | 2.160934 |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns_não significativo pelo teste F.

PROL

| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-------------------|----|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 539ns | 321.8ns | 1152.72ns | 954.3ns |
| Local | 1 | 4554.1** | 4554.1* | 2900.97* | 14378.4** |
| Local/Rep | 4 | 330.9ns | 330.9ns | 1333.77ns | 4164.5* |
| Trat x Local | 12 | 430.5ns | 201.4ns | 1227.38ns | 1016.1ns |
| Resíduo | 48 | 351.6 | 463.2 | 711.14 | 1081.3 |
| Acurácia Seletiva | | 58.95% | 66.27% | 61.89% | 36.48% |
| Média | | 78.796365 | 72.468957 | 62.340796 | 50.279953 |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns_não significativo pelo teste F.

APÊNDICE B - Resumo da análise de variância conjunta para os componentes de produção primários do milho na avaliação de híbridos de milho, nas quatro diferentes épocas de semeadura, em dois locais do estado de Minas Gerais, ano agrícola de 2013/14

| CPE | | | | | |
|-------------------|----|------------------|-----------|-----------|----------|
| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 36.253** | 1.0666ns | 3.104ns | 2.867ns |
| Local | 1 | 9.187** | 9.5971* | 32.952* | 192.52** |
| Local/Rep | 2 | 2.057ns | 1.179ns | 5.184ns | 7.856ns |
| Trat x Local | 12 | 1.454ns | 0.7917ns | 0.922ns | 1.43ns |
| Resíduo | 49 | 35.258 | 1.0127 | 2.942 | 3.167 |
| Acurácia Seletiva | | 87.28% | 22.49% | 22.87% | 32.34% |
| Média | | 18.853559 | 17.312941 | 14.846903 | 11.91029 |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns_não significativo pelo teste F.

| PROF | | | | | |
|-------------------|----|----------------|----------|-----------|-----------|
| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 11.347* | 5.482ns | 5.0982* | 7.439ns |
| Local | 1 | 53.816** | 54.909* | 31.1525** | 262.455** |
| Local/Rep | 4 | 3.803ns | 3.738ns | 1.3344ns | 3.212ns |
| Trat x Local | 12 | 4.465ns | 3.937ns | 1.1838ns | 3.791ns |
| Resíduo | 47 | 3.284 | 4.898 | 1.6792 | 4.203 |
| Acurácia Seletiva | | 84.29% | 32.63% | 81.89% | 65.95% |
| Média | | 21.56555 | 20.76505 | 19.483704 | 17.957849 |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns_não significativo pelo teste F.

GF

| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-------------------|----|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 3.4134** | 1.4822ns | 8.037** | 3.731ns |
| Local | 1 | 11.1325** | 11.7188* | 49.176** | 40.39* |
| Local/Rep | 4 | 0.3281ns | 0.3637ns | 2.394ns | 1.183ns |
| Trat x Local | 12 | 1.2562ns | 1.2941ns | 1.975ns | 1.108ns |
| Resíduo | 47 | 0.8025 | 1.2704 | 2.11 | 1.879 |
| Acurácia Seletiva | | 87.46% | 37.79% | 85.87% | 70.44% |
| Média | | 17.110694 | 16.671364 | 15.968137 | 15.130719 |

**_significativo a 1%, *_significativo a 5% e ns_não significativo pelo teste F.

NF

| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-------------------|----|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 20.4067** | 5.7356ns | 15.97ns | 23.34ns |
| Local | 1 | 7.676ns | 9.1577ns | 440.25** | 1015.95** |
| Local/Rep | 4 | 9.5663ns | 8.6638ns | 17.61ns | 24.26ns |
| Trat x Local | 12 | 5.1143ns | 6.9756ns | 7.67ns | 10.16ns |
| Resíduo | 47 | 4.3242 | 7.64 | 17.11 | 16.25 |
| Acurácia Seletiva | | 88.77% | 57.62% | 26.71% | 55.09% |
| Média | | 35.498435 | 33.477867 | 30.243582 | 26.392122 |

**_significativo a 1% e ns_não significativo pelo teste F.

PCEM

| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-------------------|----|--------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 0.000011705* | 0.00000815 ns | 0.000060345 ns | 0.00007406 ns |
| Local | 1 | 0.0000015075 ns | 0.00000205 ns | 0.000098535 ns | 0.00078901 * |
| Local/Rep | 4 | 0.000000972n s | 0.00000079 ns | 0.0000423ns s | 0.0000209n s |
| Trat x Local | 12 | 0.0000091768 ns | 0.00000598 ns | 0.0000260ns s | 0.0000164n s |
| Resíduo | 47 | 0.0000044456 | 0.000006.17 | 0.0000332 | 0.0000294 |
| Acurácia Seletiva | | 78.75% | 49.21% | 67.11% | 77.61% |
| Média | | 0.039543 | 0.036113 | 0.030622 | 0.024083 |

*_significativo a 5% e ns_ não significativo pelo teste F.

PG

| Fonte de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-------------------|----|----------------|-----------|-----------|------------|
| | | ÉPOCA 1 | ÉPOCA 2 | ÉPOCA 3 | ÉPOCA 4 |
| Tratamento | 12 | 500ns | 276.2ns | 11.366ns | 23.299ns |
| Local | 1 | 13993.6** | 14313.9** | 13.857ns | 30.215ns |
| Local/Rep | 4 | 116.3ns | 108.7ns | 11.685ns | 23.225ns |
| Trat x Local | 12 | 218.8ns | 224.4ns | 11.437ns | 25.24ns |
| Resíduo | 47 | 261.5 | 311 | 13.193 | 25.605 |
| Acurácia Seletiva | | 69.60% | 35.49% | 40.09% | 31.46% |
| Média | | 235.313356 | 175.6464 | 80.138635 | -33.594171 |

**_significativo a 1% e ns_ não significativo pelo teste F.