

Artigo Científico

Seleção de progênies de meios-irmãos de milho para condição de segunda safra no sul do Tocantins

Resumo

Objetivou-se com este trabalho selecionar progênies de meios-irmãos (PMI) de milho em condições de segunda safra no sul do Estado do Tocantins. Para isso, 169 progênies de meios-irmãos foram avaliadas em experimento no município de Gurupi, TO. Essas progênies são derivadas da variedade "Robusto" proveniente do programa de melhoramento de milho da empresa Pioneira Ltda. A seleção das respectivas progênies foi realizada com base nas principais características relacionadas ao potencial de rendimento de grãos de milho. Altas correlações (acima de 90%) foram observadas entre a característica produtividade de grãos e peso de espiga e diâmetro de colmo (DC). A correlação negativa entre a produtividade de grãos e a intervalo de florescimento masculino e feminino sugere que menores intervalos entre florescimento masculino e feminino estão associados a maiores produtividades. Nas estimativas de ganhos indiretos, o que chamou atenção foi o ganho na ordem de 23,96% em produtividade quando a característica selecionada foi DC. Na seleção direta, o maior ganho total foi encontrado na característica produtividade de grãos (108,1%). O estudo permitiu concluir que o índice de seleção proposto permite a identificação de PMI superiores para multi características de interesse no melhoramento do milho na segunda safra. As progênies selecionadas para a futura recombinação e extração de linhagens são as 32, 73, 12, 51, 62, 52, 50, 122, 128, 117, 133, 42, 47, 21, 107, 5, 74, 101, 139, 8, 85, 33, 155, 118, 7, 96, 146, 55, 49, 143.

Palavras-chave: índice de seleção, melhoramento genético, milho safrinha.

Selection of half-sib maize for second crop condition in south Tocantins state

Abstract

The objective of this work was to select progenies of half-sib of maize under conditions of second crop in the south of the State of Tocantins. For this, 169 families of half-sib were evaluated in an experiment in the municipality of Gurupi, TO. These families are derived from the "Robusto" variety from the maize breeding program of Pioneira Ltda. The selection of the respective families was performed based on the main characteristics related to yield potential of corn grains. High correlations (above 90%) were observed between the characteristic grain yield and spike weight and stalk diameter. The negative correlation between grain yield and the male and female flowering interval suggests that shorter intervals between male and female flowering are associated with higher yields. In the indirect gains estimates, what attracted attention was the gain in the order of 23.96% in yield when the selected characteristic was DC. In the direct selection, the highest total gain was found in the characteristic grain yield (108.1%). The study allowed to conclude that the proposed selection index allows the identification of superiors families of half-sib for multi characteristics of interest in maize improvement in the second harvest. The progenies selected for future recombination and lineage extraction are 32, 73, 12, 51, 62, 52, 50, 122, 128, 117, 133, 42, 47, 21, 107, 5, 74, 101, 139, 8, 85, 33, 155, 118, 7, 96, 146, 55, 49, 143.

Keywords: selection index, genetical enhancement, winter maize.

Received at: 12/12/2017

Accepted for publication at: 28/05/2018

1 - Eng. Agrônomo. Dr. Prof Adjunto. Universidade Federal do Tocantins - UFT - Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72 - Zona Rural - Gurupi-TO - 77402-970. Email: vazdemelo@mail.uft.edu.br

2 - Eng. Agrônomo. Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia. Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde - Rodovia Sul Goiana, Km 01- Zona Rural - Rio Verde -GO - 75.901-970. Email: valderemartins25@hotmail.com

3 - Eng. Agrônomo. Doutor em Produção Vegetal. Universidade Federal do Tocantins - UFT - Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72 - Zona Rural - Gurupi-TO - 77402-970. Email: mtaubinger@hotmail.com

4 - Acadêmico de Agronomia. Universidade Federal do Tocantins - UFT - Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72 - Zona Rural - Gurupi-TO - 77402-970. Email: coutinho565@outlook.com

5 - Eng. Agrônomo. Doutorando em Produção Vegetal. Universidade Federal do Tocantins - UFT - Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72 - Zona Rural - Gurupi-TO - 77402-970. Email: maronysantos@yahoo.com.br

Selección de progenies de medios hermanos de maíz para la condición de segunda cosecha en el sur del estado de Tocantins

Resumen

Se objetivó con este trabajo seleccionar progenies de medios-hermanos de maíz en condiciones de segunda cosecha en el sur del Estado de Tocantins. Para ello, 169 progenies de medios hermanos fueron evaluados en experimento en el municipio de Gurupi, TO. Estas progenies se derivan de la variedad "Robusto" proveniente del programa de mejora de maíz de la empresa Pioneira Ltda. La selección de las respectivas progenies fue realizada con base en las principales características relacionadas al potencial de rendimiento de granos de maíz. Se observaron altas correlaciones (encima del 90%) entre la característica productividad de granos, peso de espiga y diámetro de colmo (DC). La correlación negativa entre la productividad de granos y el intervalo de florecimiento masculino y femenino sugiere que menores intervalos entre florecimiento masculino y femenino están asociados a mayores productividades. En las estimaciones de ganancias indirectas, lo que llamó la atención fue la ganancia en el orden de 23,96% en productividad cuando la característica seleccionada fue DC. En la selección directa, la mayor ganancia total fue encontrada en la característica productividad de granos (108,1%). El estudio permitió concluir que el índice de selección propuesto permite la identificación de PMI superiores para multi características de interés en el mejoramiento del maíz en la segunda cosecha. Las progenies seleccionadas para la futura recombinación y extracción de linajes son las 32, 73, 12, 51, 62, 52, 50, 122, 128, 117, 133, 42, 47, 21, 107, 5, 74, 101, 139, 8, 85, 33, 155, 118, 7, 96, 146, 55, 49, 143.

Palabras clave: índice de selección, mejoramiento genético, maíz segunda cosecha.

Introdução

A safrinha de milho (ou milho 2a safra) é caracterizada pelo cultivado de janeiro a março, sem irrigação em sucessão à cultura de verão, quase sempre a soja. Sendo que nos últimos anos sua importância no mercado vem crescendo significativamente (FOLONI et al., 2014; TORRES et al., 2014).

Segundo o levantamento da Conab (2015), a safrinha de milho representou mais de 64 % da produção total de milho no país. Nesse levantamento aponta ainda na safra de milho 2014/15 recordes de 9,6 milhões de hectares de área plantada. Com produtividade média nacional de 5683 kg ha⁻¹ e produção de 54,5 milhões de toneladas de grãos de milho. No estado do Tocantins, a área destinada ao plantio de milho de segunda safra foi de 154 mil hectares, com produtividade média de 4768 kg ha⁻¹ e produção de 734,3 mil toneladas de grãos de milho.

A expansão da segunda safra de milho está ligada à viabilidade econômica e aos benefícios agronômicos associados à rotação de culturas, aumento de palhada, redução de pragas e doenças (RIBEIRO et al., 2015). Além de permitir melhor aproveitamento dos insumos agrícolas. Assim, maximiza o uso da terra, da infraestrutura (tratores, equipamentos, armazéns, etc.) e dos recursos humanos na propriedade (TAUBINGER, 2016).

Contudo, a safrinha pode ter sua produtividade bastante afetada devido às perdas que acontecem em função do estresse hídrico nos períodos críticos da cultura. Uma estratégia seria a obtenção de cultivares tolerantes que possam escapar do estresse hídrico durante os períodos mais críticos da cultura, com a seleção de germoplasma que possua variabilidade genética para os caracteres adaptativos relacionados à seca (BERNINI, 2015).

Neste contexto o ciclo e o desenvolvimento da cultura são aspectos de suma importância. Pois definem as mudanças fenológicas da planta e, conseqüentemente, os estádios de crescimento (RENATO et al., 2013). A temperatura influencia diretamente na duração do ciclo do milho, pois condiciona as taxas dos processos fisiológicos, podendo retardá-los ou acelerá-los. Em áreas tropicais, esse é o principal responsável pelas maiores oscilações de produtividade da cultura do milho (DIAS, 2016; ZUCARELI et al., 2013).

Diante da variabilidade edafoclimática observada dentro da primeira e segunda safra, torna-se importante o estabelecimento de programas de melhoramento visando à obtenção de cultivares de milho específicos ao cultivo na segunda safra. O desenvolvimento desse novo *pool* gênico pode ser alcançado por meio da seleção e recombinação dos

indivíduos de melhor desempenho produtivo nessas condições (DIAS, 2016). Porém, a complexidade das características envolvidas requer o uso de seleção cada vez mais precisas. Essas baseadas nas estimativas de parâmetros genéticos visando observar a variabilidade genética da população. Além das correlações genéticas existentes, para que se tenha o conhecimento do grau de associação entre as mesmas.

A técnica do índice de seleção pode ser de grande utilidade, pois permite a combinação de múltiplas observações efetuadas nas progênes. O índice de seleção constitui-se num caráter adicional formado pela combinação de vários caracteres, que possibilita ganhos favoráveis e simultâneos em várias características (NEVES et al., 2011).

Na literatura, o índice que geralmente se destaca na cultura do milho é o proposto por Mulamba e Mock (1978), sendo considerado como índice de fácil interpretação e aplicabilidade. O funcionamento deste índice se baseia no ranqueamento e na soma dos ranques dos genótipos, considerando as características envolvidas. Ele hierarquiza os genótipos, inicialmente, para cada característica, por meio da atribuição de valores absolutos àqueles de melhor desempenho. Adicionalmente, é permitido ajuste na ordem de classificação das características,

bastando atribuir pesos distintos as mesmas.

Diante do exposto, objetivou-se estimar os parâmetros genéticos e as correlações entre características de interesse agrônomo em progênes de meios-irmãos de milho cultivados em ambiente segunda safra e selecionar com o auxílio do índice proposto por Mulamba e Mock (1978) as progênes com capacidade de promover aumentos efetivos na concentração de alelos favoráveis à população.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no ano de 2015, entre os meses de fevereiro a junho, em condições de campo na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi - TO, localizado em latitude Sul de 11°43'45" e longitude Oeste 49°04'07" de Greenwich em altitude de 280 m.

O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura arenosa. Com as seguintes características físico-químicas: pH em água = 6,3; P (Mel) = 7,73 mg dm⁻³; K = 13,85 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 2,03 molc dm⁻³; Mg²⁺ = 0,52 molc dm⁻³; Al³⁺ = 0,00 molc dm⁻³; H+Al = 1,55 molc dm⁻³; CTC(t) = 2,59 molc dm⁻³; V = 62,50%; MO = 0,78%, Textura: 71,85% de areia; 5,72% de silte e 22,42% de argila.

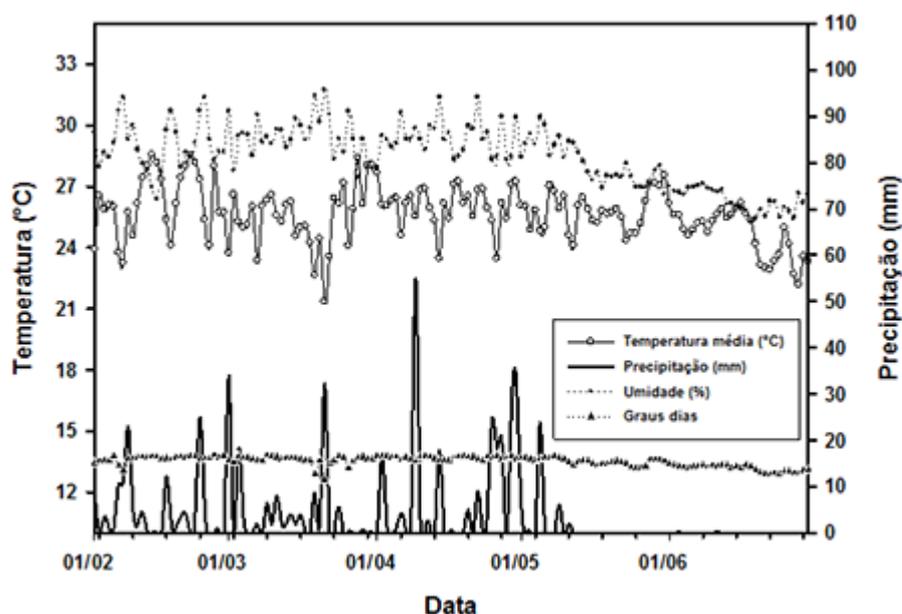


Figura 1. Média Temperatura (°C), umidade relativa (%), precipitação (mm/dia) e graus-dia durante os dias de fevereiro a junho, no ano agrícola de 2015, Gurupi - TO.

Foram utilizadas 169 progênies de meios-irmãos de milho derivadas da variedade “Robusto” proveniente do programa de melhoramento de milho da empresa Pioneira Ltda. na safra 2012/13. A seleção das respectivas progênies de meios-irmãos (PMI) foi realizada com base nas principais características relacionadas ao potencial de rendimento de grãos de milho.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com duas repetições. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de dois metros com espaçamento de 0,75 metros entre fileiras. A semeadura foi realizada de forma a se obter cinco plantas por metro linear, o equivalente a um estande final de aproximadamente 67 mil plantas ha⁻¹.

Foi utilizado o sistema convencional de preparo de solo, sendo constituído de duas gradagens e uma niveladora, seguido da aplicação do produto Penergetic® diretamente no solo com auxílio de pulverizador na dose de 300 gramas ha⁻¹. A adubação de base foi realizada juntamente com a semeadura e constou da aplicação de 200 kg ha⁻¹ da formula 05-25-15 (NPK). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em duas aplicações utilizando como adubo a uréia (45% de N): a primeira (100 kg ha⁻¹ de uréia) quando a cultura alcançou o estágio de quatro folhas (V4) e a segunda (100 kg ha⁻¹ de uréia) no estágio de oito folhas (V8), totalizando 90 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Os demais tratamentos culturais foram realizados sempre que necessário, de acordo com as recomendações técnicas da cultura do milho.

As características avaliadas nas 169 PMI foram: AP – altura da planta, DC – diâmetro do colmo, IFMF – intervalo entre os florescimentos masculino e feminino, PE – peso de espiga sem palha, PROD – produtividade e GD – Graus-dia usando como cálculo desta característica a seguinte formula 1:

$$GD = \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b ; \quad (1)$$

em que:

GD: Graus-dias; T_{max}: Temperatura máxima; T_{min}: Temperatura mínima e T_b: Temperatura base.

Quando a temperatura máxima apresentava valor acima de 30°C essa era computada como 30°C. Optou-se pela expressão acima e pela T_b de 10°C, por ser adotada pela maioria das empresas produtoras de sementes de milho no Brasil que estão utilizando o método de GD, e também ser recomendada pela Embrapa (1993).

Análises de variância, estimativas das covariâncias e correlações genotípicas, coeficiente de

variação genética, herdabilidade (h²) e quociente entre o coeficiente de variação genética e ambiental (CV_g e CV_e) foram calculados para todas as características. Os procedimentos para estimativa destes parâmetros são descritos por Cruz e Regazzi (1997). O ganho de seleção (%) esperado nas progênies selecionadas em relação ao conjunto das progênies foi obtido pela seguinte expressão: GS = $\left\{ \left[\frac{(X_s - X_o)}{h^2} \right] 100 \right\}$, em que: GS: ganho de seleção (%); X_s: média das progênies selecionadas; X_o: média de todas as progênies; h²: coeficiente de determinação genotípica.

O índice aplicado neste estudo foi: Índice de soma de postos ou ranks proposto por Mulamba; Mock (1978): as médias fenotípicas dos genótipos para cada característica foram transformadas em postos ou ranks em ordem favorável ao melhoramento. Atribuíram-se pesos econômicos as características e somaram-se as ordens destes, obtendo-se uma medida tomada como índice de seleção, conforme a equação: $I_{MM(i)} = \sum_{k=1}^n u_k r_{ik} = u_1 r_{i1} + u_2 r_{i2} + \dots + u_n r_{in}$, em que: I_{MM(i)}: valor do índice de Mulamba; Mock associado à população i; u_k peso econômico do caráter k, sendo adotado a unidade para todos os características; r_{ik}: posto (rank) associado à média genotípica da população i relativo a característica k.

A intensidade de seleção utilizada foi de 17,7% (30 progênies). As características PE, PROD, AP, DC e GD foram avaliadas no sentido de acréscimo do caráter. Já a característica IFMF foi avaliada no sentido de decréscimo. As análises estatísticas e genéticas foram efetuadas utilizando-se os aplicativos computacionais em genética e estatística Programa Genes: Estatística experimental e matrizes (CRUZ, 2006a) e Programa Genes: Biometria (CRUZ, 2006b).

Resultados e discussão

Em todas as características houveram correlações significativas (Tabela 1), o que torna o processo seletivo. Segundo Falconer e Mackay (1996), mais simples, pois aumentos na característica tendem a ser acompanhados de aumentos em outra e vice-versa.

As correlações entre as características apresentaram valores positivos, com exceção da característica intervalo de florescimento feminino e masculino (IFMF), o que sugere uma situação favorável, pois o intuito do estudo é justamente a diminuição do intervalo entre florescimentos masculino e feminino, acarretando em maior sincronismo (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativas das correlações genotípica, em progênies de meios-irmãos de milho quanto às características peso de espiga (PE); produtividade de grãos (PROD); altura da planta (AP); diâmetro do colmo (DC); intervalo entre florescimentos masculinos e femininos (IFMF); graus dias (GD) em experimento conduzido em Gurupi - TO; 2015.

Características	PROD	AP	DC	IFMF	GD
PE	0,92**	0,80**	0,83**	-0,77**	0,78**
PROD		0,88**	0,90**	-0,87**	0,85**
AP			0,83**	-0,88**	0,73**
DC				-0,72**	0,72**
IFMF					-0,73**

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Na característica PROD foram encontradas altas correlações (acima de 90%) com as características PE e DC (Tabela 1). O que já era esperado, pois quanto maior o peso da espiga do milho, maior também será o peso de grãos, e conseqüentemente maior a produtividade. Já quanto ao DC pode ser entendido pelo fato de que o colmo do milho serve como órgão de reserva e pode atuar como órgão equilibrador, promovendo a remobilização dos fotoassimilados armazenados, em períodos de estresse, principalmente hídrico. Logo, plantas de milho que apresentarem maior diâmetro de colmo terão maiores chances de superar momentos de estresse sem grandes perdas, principalmente em variedades de milhos que são cultivados na 2ª safra. Sendo que, após a polinização ocorre a translocação destes fotoassimilados armazenados no colmo para

os grãos, indicando assim a relação entre diâmetro de colmo e produtividade (MATOSO et al., 2015).

A correlação negativa entre a PROD e a IFMF sugere que menores intervalos entre florescimento masculino e feminino estão associados a maiores produtividades. Essa explicação reside no fato de que o aumento no intervalo entre os florescimentos faz com que ocorra baixa oferta de pólen no momento em que os estilo-estigmas estejam fora das espigas e aptos a fecundação. O que proporciona redução do número de grãos fertilizados (WESTGATE et al., 2004). Desse modo, a produtividade tende a ser afetada em função do não sincronismo entre os florescimentos.

Com relação à característica GD, observa-se que o maior valor de correlação foi obtido entre a característica PROD. Logo se pode inferir que plantas de milho que apresentar maior acúmulo térmico (graus-dia) terão conseqüentemente maior produtividade. É de suma importância o entendimento dessa característica, pois através dela ocorre o prolongamento ou redução da fase vegetativa da cultura do milho, o que compromete seu desempenho e potencial de produção (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

Os valores obtidos através da seleção direta foram superiores ao ganho indireto em todas as características (Tabela 2). Nota-se que os maiores ganhos diretos foram obtidos nas características IFMF e PROD, sendo que no IFMF o ganho se apresentou em valores negativos, no qual houve redução no intervalo entre os florescimentos de

Tabela 2. Estimativas dos ganhos genéticos pelo método de seleção direta e indireta de seis características em progênies de meios-irmãos de milho; em experimento conduzido em Gurupi - TO; 2015.

CARACT.	PE	PROD	AP	DC	IFMF	GD	Ganho Total
PE	36,0 (22,1)	1774,9 (22,4)	19,0 (9,8)	1,9 (8,4)	-1,6 (-35,9)	36,3 (4,1)	1869,7 (102,6)
PROD	33,7 (20,8)	1905,7 (24,0)	20,4 (10,5)	2,1 (9,0)	-1,7 (-39,8)	36,3 (4,1)	1999,9 (108,1)
AP	28,5 (17,5)	1646,5 (20,7)	21,1 (10,8)	1,8 (7,8)	-1,8 (-40,4)	30,6 (3,4)	1730,1 (100,8)
DC	33,6 (18,4)	1903,2 (24,0)	20,5 (10,5)	2,1 (9,1)	-1,8 (-40,4)	36,6 (4,1)	1997,8 (106,5)
IFMF	30,4 (18,7)	1704,0 (21,5)	20,8 (10,7)	1,8 (7,9)	-1,8 (-41,1)	32,4 (3,6)	1791,2 (103,5)
GD	31,6 (19,5)	1680,1 (21,2)	17,9 (9,2)	1,9 (8,1)	-1,5 (-33,3)	41,0 (4,6)	1774,0 (95,8)

Valores em negrito para ganho na seleção direta sobre o caráter em questão; Valores entre parênteses: ganhos genéticos em porcentagem. PE - peso de espiga em gramas; PROD - produtividade de grãos kg ha⁻¹; AP - altura da planta em centímetros; DC - diâmetro do colmo em milímetros; IFMF - intervalo entre florescimentos masculino e feminino; GD - graus dias.

1,5 dias. O que no presente estudo é desejável, pois se busca maior sincronia entre os florescimentos. Quanto a PROD o ganho foi de 24,0% (1905,6 kg ha⁻¹). O ganho em porcentagem de PE ficou próximo ao da PROD, com 22,1% (36,0 g). Nas características AP e DC, o ganho foi de 21,1 cm e de 2,1 milímetros, respectivamente. O menor valor de ganho direto ficou com a característica GD, sendo de apenas 4,6%, representando aumento no acúmulo térmico de 41,0.

Ainda na seleção direta, o maior ganho total foi encontrado na característica PROD (108,1%). Tal fato é devido às correlações de alta magnitude envolvendo as características (Tabela 1). O que faz com que os ganhos indiretos obtidos também sejam elevados. Demonstrando que a seleção direta é altamente influenciada pelos valores das correlações genéticas entre as características.

Nas estimativas de ganhos indiretos, o que chama atenção foi o ganho na ordem de 23,96% em PROD quando a característica selecionada foi DC. O que corresponde a 1903, 24 kg ha⁻¹. Este valor se apresenta semelhante ao encontrado na seleção direta para PROD. O que confirma a alta correlação genética encontrada entre estas características. Designando então o DC como importante característica secundária em promover ganhos elevados na produtividade de grãos de milho.

Apesar dos resultados satisfatórios com a seleção direta, Cruz et al. (2004) relataram que a seleção com base em uma característica mostra-se inadequada, pois conduz a um produto final superior com relação a essa característica, mas que pode levar a desempenhos não favoráveis nas demais. Assim, a adoção de métodos que possam proporcionar combinações de ganhos esperados favoráveis deve ser utilizada na avaliação dessas PMI.

Em relação aos ganhos genéticos obtidos em cada característica pelo método de índice de seleção proposto por Mulamba e Mock (1978) observou-se que os ganhos totais obtidos pelos mesmos foram bem próximos dos encontrados na seleção direta (Tabelas 2 e 3).

No cálculo do índice de seleção foram atribuídos pesos econômicos nas características, com base em suas correlações genéticas (Tabela 1) com a produtividade, sendo eles obtidos pela multiplicação do fator 10 pelo valor da correlação encontrada: AP: 8,8; DC: 9,0; IFMF: 8,7; GD: 8,5; PROD: 10,0.

Quanto às características AP e IFMF, os ganhos obtidos com o índice de seleção corresponderam a 97,59% e 98,41% daquele obtido com seleção direta.

Mas o destaque ficou por conta das características PROD e DC, onde a diferença entre

os ganhos foi menor que 1% (99,24% e 99,44% respectivamente), mostrando-se quase iguais aos ganhos obtidos através da seleção direta.

Tabela 3. Estimativa dos ganhos genéticos em unidade do caráter e porcentagem (entre parênteses), pelo método do índice de seleção proposto por Mulamba e Mock (1978) para seis características avaliadas em progênies de meios-irmãos de milho, em experimento conduzido em Gurupi -TO; 2015.

CARACT.	Mulamba e Mock (1978)	
	GS	GS %
PE	33,7	20,8
PROD	1890,6	23,8
AP	20,6	10,6
DC	2,1	9,0
IFMF	-1,8	-40,4
GD	37,1	4,2
Ganhos Totais	1982,3	108,8

GS: ganho na seleção sobre o caráter em questão; GS %: ganhos na seleção em porcentagem. PE - peso de espiga em gramas; PROD - produtividade de grãos kg ha⁻¹; AP - altura da planta em centímetros; DC - diâmetro do colmo em milímetros; IFMF - intervalo entre florescimentos masculino e feminino; GD - graus dias.

As maiores diferenças encontradas entre os ganhos obtidos pelo índice de Mulamba e Mock (1978) e a seleção direta ficaram por conta das características PE e GD, os quais corresponderam a 93,76% e 90,45% dos ganhos obtidos com seleção direta.

Em se tratando de ganhos totais o índice de Mulamba e Mock (1978), apresentou ganho de 108,76%. Valor esse semelhante ao encontrado na seleção direta para a característica PROD (108,1%) cuja diferença foi de apenas 0,66% (Tabela 2 e 3).

Essa comparação entre o índice de Mulamba e Mock (1978) e a seleção direta permitiu concluir a eficácia do índice de seleção na distribuição dos ganhos. Principalmente onde as características apresentaram altas magnitudes de correlação genética. Fazendo com que a seleção direta de PROD alcançasse ganhos elevados (próximo dos alcançados pela seleção direta de cada característica) em todas as características. Isso comprova que a utilização dos índices de seleção permite melhorar diversas características simultaneamente, independentemente da existência ou não de correlação entre eles (CRUZ e REGAZZI, 2001).

Na tabela 4, encontram-se as médias das 169 PMI de milho, junto com as 30 PMI selecionadas pelo índice de seleção de Mulamba e Mock (1978) em todas as características. Com relação à característica peso de espiga, houve a formação de três grupos pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Tabela 4. Média das seis características avaliadas nas 169 progênies de meios irmãos de milho; em experimento conduzido em Gurupi - TO; 2015.

PMI	Características					
	PE	PROD	AP	DC	IFMF	GD
32	260 a	11989 a	242 a	27,5 a	2 e	939 a
73	246 a	11928 a	242 a	27,5 a	2 e	939 a
12	266 a	11801 a	242 a	27,5 a	2 e	931 a
51	238 a	11435 a	242 a	27,0 a	2 e	939 a
62	235 a	11546 a	237 a	27,0 a	2 e	939 a
52	231 a	11524 a	242 a	27,5 a	2 e	931 a
50	228 a	11206 a	233 a	26,5 a	2 e	939 a
122	225 a	11217 a	232 a	26,5 a	2 e	939 a
128	204 b	11052 a	231 a	26,5 a	2 e	939 a
117	233 a	10993 a	232 a	26,5 a	2 e	931 a
133	215 a	10811 a	230 a	26,5 a	2 e	939 a
42	236 a	10092 a	242 a	26,0 a	2 e	931 a
47	204 b	10914 a	230 a	26,5 a	2 e	922 b
21	209 b	10272 a	233 a	26,0 a	2 e	922 b
107	205 b	10014 a	223 a	26,0 a	2 e	931 a
5	203 b	10095 a	228 a	26,0 a	2 e	931 a
74	197 b	10333 a	223 a	26,0 a	2 e	931 a
101	220 a	10500 a	235 a	26,0 a	2 e	906 b
139	202 b	10461 a	233 a	26,0 a	2 e	914 b
8	203 b	10124 a	218 a	25,5 a	3 d	930 a
85	190 b	10559 a	232 a	26,0 a	2 e	914 b
33	212 a	10237 a	217 a	25,5 a	3 d	922 b
155	196 b	9645 a	218 a	25,5 a	3 d	931 a
118	171 b	10013 a	220 a	25,5 a	3 d	939 a
7	205 b	9717 a	216 a	25,0 a	3 d	922 b
96	186 b	9480 a	218 a	25,0 a	3 d	931 a
146	189 b	9761 a	220 a	25,5 a	3 d	914 b
55	192 b	9777 a	217 a	25,5 a	3 d	914 b
49	176 b	9733 a	218 a	25,5 a	3 d	922 b
143	187 b	9758 a	218 a	25,5 a	3 d	914 b
MS	212	10566	229	26,1	2	928
MG	162	7942	195	23,1	4	890

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias Scott e Knott a 5%. PE - peso de espiga em gramas; PROD - produtividade de grãos kg ha⁻¹; AP - altura da planta em centímetros; DC - diâmetro do colmo, em milímetros; IFMF - intervalo entre florescimentos masculino e feminino em dias; GD = graus-dia.

O grupo das maiores médias foi composto por 13 PMI, com pesos variando entre 212,15 e 266,15 gramas por espiga nas progênies 33 e 12, respectivamente. O grupo das médias intermediárias foi formado por 47 PMI com variação de peso na ordem de 170,75 a 208,85 gramas por espiga. Por fim, o grupo dos menores pesos de espiga foi constituído de 109 PMI, com variação de 79,50 a 169,85 gramas por espiga. A média das PMI selecionadas superou em 30,58% a média geral das 169 PMI. As PMI foram enquadrada, segundo o teste de Scott-Knott, nos dois grupos que constituíram as maiores médias.

Lima et al., (2012) avaliando o comportamento de híbridos modernos de milho em três densidades populacionais no maranhão encontrou valores para peso de espigas menores ao do presente trabalho, sendo o peso médio de 225,97 gramas na menor densidade (50.000 plantas ha⁻¹). Já Scotta (2012) em seu trabalho com doses de nitrogênio em cobertura no cultivo consorciado do milho no sul do estado do Tocantins encontrou valores semelhantes aos observado no presente estudo.

Na produtividade de grãos, houve a separação das PMI em apenas dois grupos. Cujo grupo das maiores médias foi formado por 58 PMI com variação de produtividade de 11989,2 a 8424,4 kg ha⁻¹. Já o grupo das menores médias foi composto por 111 PMI onde a variação de produtividade foi de 3277,4 a 8346,2 kg ha⁻¹. A média de produtividade alcançada pelas PMI selecionadas foi de 10582,6 kg ha⁻¹, esse valor superou em 33,2% a média geral da população de PMI de milho. O que indica sucesso do processo de seleção baseado no índice proposto por Mulamba e Mock (1978). A média alcançada por essas PMI selecionadas estão acima da produtividade encontrada no Estado do Tocantins. Que segundo a Conab (2015) é de 4811,0 kg ha⁻¹ na safra 2014/15. Contudo, esse desempenho é equiparado somente às regiões mais produtoras do país. Além da genética e adaptação das progênies às condições edafoclimáticas do Tocantins, outro provável fator responsável pelo alcance de altas produtividades com os níveis baixo de adubação utilizada no presente estudo, reside na utilização de bioativador de solo o qual contribuiu na disponibilização de nutrientes que estavam retidos no solo. Sendo que, a área utilizada na realização do experimento recebeu a correção adequada de nutrientes em estudos anteriores e estava sendo cultivada há três anos consecutivos com experimentos relacionados ao mesmo grupo de pesquisa. Contudo, essa validação dos benefícios do bioativador de solo deve ser realizada em futuros experimentos.

Com as produtividades alcançadas pelas PMI sob o conceito de graus-dia ou soma térmica, torna-se evidente a influência do regime térmico na produtividade. As maiores produtividades foram expressas por PMI com valores de graus-dia variando de 906,4 a 938,9. Esses valores se enquadram segundo classificação de Fancelli e Dourado Neto (2004), como cultivares de milho de ciclo normal. Os quais apresentam período de crescimento maior, devido ao alongamento da fase vegetativa. Assegurando à cultura maior número de dias no aproveitamento efetivo da radiação incidente. O que aumenta a produção e translocação de fotoassimilados na planta.

A característica altura de planta (AP) apresentou a formação de dois grupos pelo teste de agrupamento de Scott-Knott. Sendo que no grupo das maiores médias de AP incluem 89 PMI variando de 195 a 242 centímetros de altura. O segundo grupo com 80 PMI a altura variou de 129 a 193 centímetros.

Cancellier et al. (2011) avaliando top crosses de milho no Sul do Tocantins encontrou valores de alturas de planta similares as médias encontrada neste trabalho. Estes valores se enquadram segundo classificação de Guimarães et al. (2010) como plantas de milho de porte médio, com tolerância a altas densidades e à colheita mecanizada.

Quanto às médias de AP, das PMI selecionadas, essas superaram em 17,4% em relação às médias das 169 PMI que constituem a população em estudo. Observa-se ainda, a concordância entre os maiores valores de altura de planta com os maiores valores de graus-dia. Este comportamento era esperado, pois o milho é uma cultura com hábito de crescimento determinado. Sendo, a altura de planta definida até o florescimento. Assim, PMI que apresentaram maior acúmulo de graus-dia obtiveram aumento do período vegetativo. Consequentemente, maior tempo de acúmulo de fotoassimilados e desenvolvimento da planta.

O diâmetro de colmo (DC) médio das plantas nas PMI selecionadas foi 12,9% superior que a média geral das 169 PMI, sendo possível separar as PMI em quatro grupos. O primeiro grupo com maiores diâmetros incluem 53 PMI com variação de 24,5 a 27,5 mm. O segundo grupo (101 PMI) com médias intermediárias que variaram de 21,5 a 24 mm. Já o terceiro grupo reuniu apenas dez PMI com variação de 17,5 a 19,5 mm de diâmetro de colmo. Por fim o quarto grupo com apenas cinco PMI e com DC com variações de 13,5 até 14 mm.

As médias de DC seguiram a mesma tendência da característica AP quando relacionados com graus-

dia. Sendo que as PMI que apresentaram os maiores valores de graus-dias também apresentaram os maiores DC. Como dito anteriormente, o colmo da planta de milho também tem a função de órgão de reserva. Com isso, pode-se inferir que o prolongamento da fase vegetativa através do aumento do acúmulo térmico (graus-dia) promoveu maior produção de fotoassimilados pela planta e maior atividade fotossintética. Logo ocorreu maior acúmulo de reservas no colmo, o que resultou em maior diâmetro. Resultados semelhantes foram encontrados por Sangoi et al. (2001), estudando híbridos de ciclos diferentes, observaram que os híbridos de ciclo tardio tem maior diâmetro de colmo quando comparado com híbridos de ciclo super precoce e ciclo precoce, o estudo mostrou tendência de quanto maior o ciclo da cultura do milho maior foi o diâmetro da cultura do milho.

O intervalo entre florescimentos masculino e feminino (IFMF) apresentou a formação de cinco grupos estatisticamente diferentes. O grupo das maiores médias incluiu 21 PMI, cuja média foi de dois dias entre os florescimentos masculino e feminino. O segundo grupo reuniu 16 PMI com média de três dias. No terceiro grupo foi composto por 57 PMI que tiveram média de quatro dias. Já o quarto grupo abrangeu 26 PMI com média de cinco dias entre os florescimentos. Por fim, o quinto grupo com 49 PMI com média de seis dias. A média das PMI selecionadas pelo índice de Mulamba e Mock (1978) reduziram em 47,7% o número de dias entre os florescimentos. Nota-se ainda que os menores valores de IFMF estão associados aos maiores valores de PROD. Esses resultados são concordantes com os obtidos por Kamara et al. (2003), os quais concluíram que o maior sincronismo de florescimento pode promover aumentos significativos na produção de grãos. Cárcova et al. (2000) também observaram que o maior sincronismo de florescimento foi responsável por aumento no número de grãos por espiga da ordem de 8% a 32%, dependendo do híbrido.

Quanto à característica GD, observa-se a formação de seis grupos estatisticamente diferentes, onde o grupo com maiores médias de graus-dia reuniu 26 PMI com variações de 938,85 a 930,53. Já o segundo grupo foi formado por 32 PMI, com variações de 922,2 a 906,4. No terceiro grupo a variação encontrada foi de 890 a 881,8 em 42 PMI. O quarto grupo apresentou 25 PMI sendo o somatório de graus-dia igual a 873,6. No quinto grupo ficaram agrupados 34 PMI com variação de 865,5 a 857,3.

Por fim o sexto grupo com apenas dez PMI. O qual apresentaram os menores valores de graus-dia (849,0 a 840,8), Segundo a classificação de Fancelli e Dourado Neto, (2004), genótipos de milhos que apresentam acúmulo de graus-dia entre 830 a 900 são considerados de ciclo precoce e com acúmulo acima de 900 são tidos de ciclo normal.

Conforme analisado anteriormente as PMI com melhor desempenho no presente trabalho foram classificadas como de ciclo normal. Esses resultados servem para demonstrar que a diferença de seis dias encontrados no florescimento masculino, influenciou de forma determinante no desempenho da produtividade nessas PMI. Assim, a utilização de cultivares de milho com maior acúmulo de graus-dia é promissora em cultivos de segunda safra nas condições edafoclimáticas da região. Pois o acréscimo de produtividade foi significativo. O que vai contra a recomendação atual de cultivares de milho para à segunda safra. Onde preconizam a utilização de cultivares cujo ciclo se encontre entre precoce e super precoce. Contudo, os resultados presentes neste trabalho mostram que esse aumento no número de

dias no florescimento masculino, não deixou que o período crítico da cultura do milho caísse na janela de estiagem comumente encontrada na região.

Conclusões

As progênies de meios-irmãos de milho apresentam variabilidade genética em todas as características. O que evidencia o potencial para serem utilizadas em programas de melhoramento visando à obtenção de PMI superiores.

A alta correlação genética entre as características nas PMI indica que o uso de uma delas como critério de seleção promove ganhos concomitantes em outras características;

O índice de seleção proposto permite a identificação de PMI superiores para multi características de interesse no melhoramento do milho para segunda safra.

As progênies selecionadas para a futura recombinação e extração de linhagens são as 32, 73, 12, 51, 62, 52, 50, 122, 128, 117, 133, 42, 47, 21, 107, 5, 74, 101, 139, 8, 85, 33, 155, 118, 7, 96, 146, 55, 49, 143.

Referências

- BERNINI, C. S. **Seleção de progênies interpopulacionais de milho e estimativas de parâmetros genéticos relacionados com tolerância à seca.** (Tese em agricultura tropical e subtropical).. Instituto agrônomo IAC. Campinas, 2015.
- CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; CARVALHO, E. V.; DOTTO, M. A.; LEÃO, F. F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, 42: 139-148, 2011.
- CÁRCOVA, J.; URIBELARREA, M.; BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E.; WESTGATE, M. E. Synchronous pollination within and between ears improves kernel set in maize. **Crop Science, Madison**, 40: 1056-1061, 2000.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2/><Acesso em: 4 out. 2015>
- CRUZ, C.D. 2006a. **Programa Genes: Biometria.** Editora UFV, Viçosa, Brasil. 382p.
- CRUZ, C.D. 2006b. **Programa Genes: Estatística experimental e matrizes.** Editora UFV, Viçosa, Brasil. 285p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas.** Viçosa, Brasil, 480p, 2004.
- DIAS, M. A. R. Seleção de progênies de meios irmãos de milho em condições de veranico no sul do Tocantins. (Dissertação em Produção Vegetal). Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2016.
- EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 204p, 1993.
- FALCONER, D.S., MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics.** Longman Group Limited, Edinburgh, Reino Unido. 464p, 1996.
- FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; CATUCHI, T. A.; BELLEGGIA, N. A.; TIRITAN, C. S.; BARBOSA, A. M. Cultivares de milho em diferentes populações de plantas com espaçamento reduzido na safrinha. **Revista**

Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.3, p. 312-325, 2014.

GUIMARÃES, F.S., ARF, O., GITTI, D.C., KANEKO, F.H., VILELA, R.G. Doses e épocas de aplicação regulador de crescimento na cultura do milho. **Bragantia**, 61: 127-141, 2010.

KAMARA, A.Y., A. MENKIR, B. BADU-APRAKU AND O. IBIKUNLE. The influence of drought stress on growth, yield and yield components of selected maize genotypes. **Journal Agriculture Science**, 141: 43-50, 2003.

LIMA, C. F.; ARNHOLD, E.; ARAUJO, B. L.; OLIVEIRA, G. H. F.; JUNIOR, E. A. O. Avaliação de híbridos de milho sob três densidades populacionais em fronteira agrícola no Maranhão. **Comunicata Scientiae**, 3: 30-34, 2012.

MATOSO, A. O.; SOUZA, L. C. F.; ANDRADE, L. H. L.; PEDROSO, F. F.; COSTA, N. R. Desempenho agrônômico da cultura do milho sob diferentes plantas de cobertura no cerrado. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.9, n.3, p.29-34. 2015.

MULAMBA, N.N., MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, 7: 40-51, 1978.

NEVES, L. G.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; VIANA, A. P.; BARELLI, M. A. A. Predição de ganhos, com diferentes índices de seleção, para características de frutos do maracujazeiro- amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1322-1330, 2011.

RENATO, N. S.; SILVA, J. B. L.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, E. G. Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.4, 382 - 388, 2013.

RIBEIRO, F. C.; SILVA, J. I. C.; FARIAS, D. I. O. A.; ERASMO, E. A. L.; MORAES, E. B. Resposta do cultivar de milho safrinha irrigado P30S31H submetido à aplicação de diferentes doses de fertilizante foliar. **Revista cultivando o Saber**. Volume 8 - n°3, p. 319 - 333, 2015.

SCOTTA, R. G. M. **Efeitos de doses de adubação nitrogenada em cobertura, no cultivo do milho consorciado no sul do estado do Tocantins**. 33f (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Tocantins - UFT, Gurupi - TO, 2012.

TAUBINGER, M. **Índice discriminatório de estresse à seca em progênies de meios irmãos de milho usando seleções múltiplas**. (Tese em Produção vegetal). Universidade Federal do Tocantins - UFT, Gurupi - TO, 2016.

TORRES, F. E.; SOUZA, L. C. F.; ANDRADE, L. H. L.; PEDROSO, F. F.; MATOSO; A. O.; TORRES, L. D.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Influência da cobertura do solo e doses de nitrogênio na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.36-41, 2014.

WESTGATE, M.E.; OTEGUI, M.E.; ANDRADE, F.H.; Physiology of the corn plant. In: SMITH, C.W.; BÉTRAN, J.; RUNGE, E.C.A. (Eds). **Corn: origin, history, technology and production**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 1: 235-271, 2004.

ZUCARELI, C.; OLIVEIRA, M. A.; SPOLAOR, L. T.; FERREIRA, A. S. Desempenho agrônômico de genótipos de milho de segunda safra na região Norte do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 3, jul./set., p.227-235, 2013.