

Modelos multivariados aplicados ao comportamento de milho em semeio tardio

Multivariate models applied to corn behavior in late sowing

Luiz Leonardo Ferreira¹, Roger Sousa Silva², Ivan Ricardo Carvalho³, Marilaine de Sá Fernandes¹, Ariana Bertola Carnevale¹, Priscila Ferreira Batista⁴

RESUMO: O plantio do milho na época ideal é de grande importância para se ter sucesso principalmente na segunda safra. Uma das grandes limitações do plantio do milho são os fatores climáticos, principalmente a pluviosidade. E uma das formas de amenizar tamanho problema seria a inclusão de híbridos de milho com boa performance de adaptabilidade e rendimento a tais condições. Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento de híbridos de milho em semeio tardio, através de modelos multivariados. O estudo foi conduzido em Mineiros-GO, Brasil. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com 15 tratamentos correspondente aos híbridos de milho (P3707, P30S31, P30F35, DKB390, DKB290, DKB177, B7046, B7049, B7640, SYN555, SYN522, SUPREMO, AG8740, AG8700 e AG8088), em quatro repetições. Conduziu-se o preparo do solo no sistema de plantio direto. Durante a execução do experimento, o controle de pragas foi realizado sempre que necessário, respeitando as boas práticas e o manejo integrado de pragas. Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições do modelo estatístico, verificando-se a normalidade e homogeneidade das variâncias residuais, bem como a aditividade do modelo. Os híbridos de milho divergiram, onde seus caracteres apresentaram correlações significativas entre si, principalmente com os níveis de rendimento. Concluiu-se que os modelos multivariados, aplicados no comportamento dos híbridos de milho em plantio tardio, revelaram como promissor o cultivo dos híbridos B7640 e SYN522.

Palavras-chave: Estresse hídrico. Grãos. Teste de competição. *Zea mays*.

ABSTRACT: The planting of corn during best season is highly important for a successful second harvest. Since climatic factors, especially rainfall, are a major limitation in corn planting, a method to mitigate the problem would be the inclusion of corn hybrids with good adaptability performance and yield. Current analysis evaluates the behavior of corn hybrids in late sowing through multivariate models. The study was conducted in Mineiros GO Brazil in a randomized block design, with 15 treatments, or rather, corn hybrids (P3707, P30S31, P30F35, DKB390, DKB290, DKB177, B7046, B7049, B7640, SYN555, SYN522, SUPREMO, AG8740, AG8700 and AG8088), in four repetitions. Soil preparation was conducted in a no-tillage system. During the experiment, pest control was carried out whenever necessary, respecting good practices and integrated pest management. Data underwent statistical model, verifying normality and homogeneity of the residual variances and the model's additivity. Corn hybrids diverged in cases where their characteristics showed significant correlations with each other, especially yield levels. Results show that multivariate models, applied in the behavior of corn hybrids in late sowing, revealed the cultivation of hybrids B7640 and SYN522 to be promising.

Keywords: hydric stress. Grains. Competition test. *Zea mays*.

¹ Docentes. Centro Universitário de Mineiros (Unifimes), Mineiros (GO), Brasil.

² Doutor em agronomia. Centro Universitário de Mineiros (Unifimes), Mineiros (GO), Brasil.

³ Docente. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), Brasil.

⁴ Instituto Federal Goiano. Bolsista de produtividade. Brasil.

Autor correspondente:

Luiz Leonardo Ferreira: leoagrozo@hotmail.com

Recebido em: 30/01/2020

Aceito em: 10/09/2020

INTRODUÇÃO

2

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal que pertence à família das *Poáceas*. É uma das principais fontes de alimento atualmente no mercado agrícola, tanto para a alimentação humana quanto animal (BORÉM; GIÚDICE, 2004). A exportação é um dos principais caminhos para que a cadeia produtiva do milho se torne estruturada e permaneça no cenário econômico produtivo. A introdução de novos híbridos no mercado, adaptados às condições climáticas e de manejo, vem alavancando a produtividade desta cultura.

A variabilidade genética, já muito explorada nos últimos anos, principalmente na cultura do milho, tem mostrado sua importante valia através dos trabalhos de melhoramento genético e de seus bons resultados (SILVA *et al.*, 2019). Neste sentido, avaliar a diversidade genética através de análise multivariada propicia a melhoria de seleção dos grupos geneticamente divergentes que apresentam características de interesse (CRUZ *et al.*, 2011).

Desta forma, a deficiência hídrica é um dos principais fatores na redução da produtividade agrícola no clima tropical (BORÉM *et al.*, 2015). Porém, como há a variabilidade na adaptação à seca entre espécies e dentro da espécie, deve-se avaliar o comportamento de diferentes materiais genéticos, em condições de seca, para a recomendação de cultivo (BLUM, 1996). A cultura submetida ao estresse hídrico fica instável, além disso, mesmo em anos em que o clima é favorável ao cultivo, a ocorrência de deficiência hídrica no período crítico, que vai da pré-floração ao início de enchimento de grãos, causa decréscimo no rendimento (SOUZA *et al.*, 2015).

Uma das grandes limitações do plantio do milho é os fatores climáticos, principalmente a pluviosidade. Os plantios de milho que são realizados em fevereiro e por vezes se prolongam por março, já têm os seus níveis de rendimento comprometidos, pelo déficit hídrico em razão das baixas médias pluviométricas registradas. Este cenário é uma realidade para esta região. E uma das formas de amenizar tamanho problema seria a inclusão de híbridos de milho com boa performance de adaptabilidade e rendimento a tais condições.

O entendimento sobre o comportamento de híbridos de milho é fundamental sob vários aspectos agrônômicos. Suas implicações envolvem as relações clima-planta, como zoneamentos agroclimáticos, calendários de semeadura, modelagem de cultivos, entre outras (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014). Desta forma, os produtores de milho anseiam por pesquisas que possam direcioná-los no momento da aquisição da semente, um dos principais insumos da cultura, que pelas tecnologias de transgenias adicionadas possuem alto valor comercial.

Para validar tais informações os modelos multivariados podem contribuir, uma vez que essas análises envolvem respostas complexas através de correlações e agrupamentos entre os caracteres analisados e os tratamentos testados. Análises como correlações lineares de Pearson, análise de trilha para mensurarmos as correlações dos diversos caracteres sobre o rendimento, além dos componentes principais que é amplamente utilizado em trabalhos agrônômicos (AFFÉRI *et al.*, 2017; FERREIRA *et al.*, 2020a; FERREIRA *et al.*, 2020b; FERREIRA *et al.*, 2020c) agrupamento através de cluster e análise de multicaráter são ferramentas de análises estatísticas que contribuem no processo de interpretação dos dados analisados.

O mercado agrícola brasileiro está cada vez mais oneroso-competitivo, e com isso torna-se necessário o posicionamento assertivo de híbridos de milho em ambientes que proporcionem altos níveis de rendimento. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento de híbridos de milho em semeio tardio, através de modelos multivariados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental Luiz Eduardo de Oliveira Sales, no município de Mineiros-GO, Brasil, situado entre as coordenadas geográficas de 17°34'10'' latitude Sul e 52°33'04'' longitude Oeste, com altitude média de 760 m. No período de condução experimental foi registrada a temperatura média de 21,82 °C, umidade relativa do ar de 54,86%, radiação solar de 792,20 kJ/m² e precipitação de 52 mm. O clima é classificado como Aw (quente a seco) (KÖPPEN; GEIGER, 1928). O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO Quartzarenico, com textura leve, topografia suavemente ondulada a plana e boa drenagem (EMBRAPA, 2013).

O solo na camada de 0-20 cm apresentou as características: potencial de hidrogênio 4,1; fósforo 3 em mg/dm; potássio 0,6, cálcio 5, magnésio 3, alumínio 4, acidez potencial 29 em mmol/dm; argila 80, silte 30 e areia 890 em g/dm. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com 15 tratamentos correspondente aos híbridos de milho (P3707, P30S31, P30F35, DKB390, DKB290, DKB177, B7046, B7049, B7640, SYN555, SYN522, SUPREMO, AG8740, AG8700 e AG8088), em quatro repetições. A unidade experimental foi composta por quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas 0,5 m. Foram avaliadas as duas linhas centrais de cada parcela. As principais características morfoagronômicas dos híbridos de milho estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais características morfoagronômicas dos híbridos de milho avaliados

Nomenclatura dos híbridos		Tipo ¹	Ciclo ²	Grãos		
Técnico	Comum			PMG ³	Cor ⁴	Textura ⁵
P3707VYH	P3707	HS	P	340	AM-AL	SMDENT
30S31VYH	P30S31	HS	P	305	AM-AL	SMDENT
30F35VYHR	P30F35	HS	P	310	AM-AL	SMDENT
DKB 390 PRO3	DKB390	HS	P	380	AM-AL	SMDURO
DKB 290 PRO3	DKB290	HS	P	466	AL	SMDURO
DKB 177 PRO3	DKB177	HS	P	402	AM-AL	SMDURO
BG7046VYH	B7046	HS	P	330	AL	SMDURO
BG7049YH	B7049	HS	P	310	AL	SMDURO
BG7640VYH	B7640	HS	P	315	AL	DURO
SYN 555 VIP 3	SYN555	HS	P	372	AL	DURO
SYN 522 VIP 3	SYN522	HS	P	372	AL	DURO
Supremo Viptera	SUPREMO	HS	P	386	AL	DURO
AG 8740	AG8740	HS	P	396	AM	SMDENT
AG 8700	AG8700	HS	P	360	AL	SMDENT
AG 8088	AG8088	HS	P	330	AL	DURO

¹HS-híbrido simples; HSm-híbrido simples modificado; HD-híbrido duplo; HT-híbrido triplo. ²Ciclo: P-precoce; ³PMG: peso de mil grãos (g). ⁴Cor do grão: AL-alaranjado; AM-amarelo; LR-laranja. ⁵Textura do grão: SMDENT-semidentado; SMDURO-semiduro

O cultivo foi realizado em sistema de plantio direto. As correções com calcário dolomítico e adubações foram realizadas de acordo com Sousa e Lobato (2004). A calagem foi realizada antes do plantio elevando a saturação de base a 60%. A adubação nitrogenada foi realizada em três partes iguais e aplicadas nos estágios V5, V9 e V11 totalizando 120 kg/ha, utilizando como fonte ureia; fosforo foi feito com 120 kg/ha à base de MAP concomitantemente ao semeio e a lanço; e potássio foi usado KCL com uma quantidade de 90 kg/ha, no estágio fenológico V5.

A semeadura foi realizada manualmente, em 28/03/2018, com uma população de 60 mil plantas por hectare (FERREIRA *et al.*, 2019b). Durante a execução do experimento o controle de pragas, doenças e plantas daninhas foram realizados sempre que necessário, respeitando as boas práticas e o manejo integrado de pragas. Para tal foi utilizado pulverizador costal, com barra única de uma ponta de pulverização do tipo leque duplo. As aplicações foram realizadas no período da manhã, com temperatura média ambiente de 25°C, umidade relativa do ar acima de 60% e ventos médios de 5 km/h⁻¹.

As aplicações de produtos químicos foram realizadas com herbicidas no estágio V3 do milho, com o uso de Atrazina[®]. Os inseticidas usados, para controle de lagarta do cartucho e cigarrinhas, foram Connect em V3 e Engeo Pleno[®] em V8. Os fungicidas aplicados foram

Approach Prima[®] e Score Flexi[®] nos estágios V8 e pré-pendoamento, respectivamente. Todos foram utilizados nas doses cheias, seguindo as recomendações do fabricante.

Ao término do experimento em 15/08/2018 foram tomadas as variáveis: diâmetro de colmo (DIC) em cm; altura da inserção de espiga (AIE) em m; altura de planta (ALT) em m; número de fileira por espiga (NFE) em unid; número de grãos por fileira (NGF) em unid; número de grãos por espiga (NGE) em unid; e rendimento (REN) em sc/ha de acordo com Ferreira et al. (2019c).

Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições do modelo estatístico, verificando-se a normalidade (SHAPIRO; WILK, 1965) e homogeneidade das variâncias (STEEL *et al.*, 1997). Após, realizou-se a análise de variância com a finalidade de identificar as diferenças entre os híbridos de milho através do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Posteriormente, as variáveis foram submetidas à correlação linear de Pearson com intuito de compreender a tendência de associação, sendo sua significância baseada a 5% de probabilidade pelo test t. A análise de trilha foi realizada a partir da matriz de correlação fenotípica, considerando o REN como a variável dependente e DIC, ALT e NGE como explicativas. Identificada a presença de elevada multicolinearidade dentre os dados, procedeu-se à análise de trilha sob multicolinearidade, com posterior ajuste do fator k aos elementos da diagonal da matriz de correlação. Depois realizou-se a análise dos componentes principais em biplot em que possibilitou visualizar a variabilidade geral do experimento e as tendências multivariadas. Após procedeu-se a dissimilaridade pela distância média euclidiana, em que se ponderou a matriz dos resíduos, construindo-se o dendrograma Heatmap com agrupamento das médias por UPGMA e otimizado pelo método de Tocher (RAO, 1952). O Multi-trait stability Index foi proposto de acordo com Olivoto *et al.* (2019). As análises foram realizadas no programa estatísticos R Core Team (2019), Rbio (BHERING, 2017) e Genes (CRUZ, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os híbridos de milho divergiram, e seus caracteres apresentaram correlações significativas entre si, principalmente com os níveis de rendimento. Afinidades correlativas foram reportadas nos caracteres para com os híbridos, demonstrando peculiaridades, no entanto, esses formaram grupos semelhantes com destaque para os híbridos B7640 e SYN522 em razão da estabilidade e responsividade produtiva.

A análise de variância revelou significância para as variáveis: diâmetro de colmo (DIC), altura de planta (ALT), número de fileira por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGE) e rendimento (REN) ($p < 0,05$) (Tabela 2). Estas informações corroboram com Alves (2016), Barbosa et al. (2016), Santos *et al.* (2016), Silva *et al.* (2016), Takasu *et al.* (2014), Demétrio (2008) e Ferreira *et al.* (2019a).

Tabela 2. Resumo das análises de variância (QM e CV (%)) para o diâmetro de colmo (DIC), altura de inserção da espiga (AIE), altura de planta (ALT), número de fileira por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGE) e rendimento (REN), de híbridos de milho

Fatores	GL	DIC	AIE	ALT	NFE	NGF	NGE	REN
Híbridos	14	0,165**	0,023**	0,053**	2,221**	16,439**	4576,335**	403,653**
Blocos	3	0,044	0,048	0,081	1,821	18,338	2689,116	175,352
Resíduos	42	0,039	0,003	0,014	0,766	3,323	950,851	120,100
CV (%)	-	10,07	7,33	7,18	6,03	6,00	7,01	17,53

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; GL: grau de liberdade

Os diâmetros de caules mais elevados foram observados nos híbridos P3707, P30S31, P30F35, DKB390, DKB290, DKB177, B7049, B7640, SYN555 e SYN522 com média de 2,09 cm (Tabela 3). Essas informações diferem de Pereira *et al.* (2018) e Sousa (2012), que não verificaram alteração no diâmetro do caule ao trabalhar com distintos híbridos de milho. Este componente é importante variável estatística na avaliação do milho, pois está pertinente à sustentação da planta em si, mas também, a estrutura da parede celular deve ser considerada por afetar a absorção de nutrientes para o híbrido. A altura de inserção da espiga não foi alterada pela constituição genética e condição climática proposta aos distintos híbridos de milho avaliados neste trabalho (Tabela 3).

Tabela 3. Médias para o diâmetro de colmo (DIC), altura de inserção da espiga (AIE), altura de planta (ALT), número de fileira por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGE) e rendimento (REN), de híbridos de milho

Híbrido	DIC cm	AIE m	ALT	NFE	NGF	NGE	REN sc/ha
P3707	1,98 a	0,88 a	1,71 a	16 a	31 b	485 a	66,75 a
P30S31	2,30 a	0,89 a	1,70 a	15 a	27 b	399 b	67,28 a
P30F35	1,95 a	0,78 a	1,71 a	13 b	29 b	383 b	64,18 a
DKB390	2,15 a	0,90 a	1,67 a	15 a	29 b	442 b	69,95 a
DKB290	2,08 a	0,90 a	1,69 a	15 a	30 b	456 a	62,16 a
DKB177	2,03 a	0,92 a	1,69 a	14 b	30 b	422 b	68,24 a
B7046	1,70 b	0,83 a	1,83 a	14 b	29 b	406 b	43,03 b
B7049	2,03 a	0,88 a	1,77 a	14 b	30 b	412 b	60,86 a
B7640	2,2 a	0,69 a	1,61 b	14 b	35 a	485 a	74,56 a
SYN555	2,0 a	0,88 a	1,77 a	15 a	29 b	442 b	68,43 a
SYN522	2,13 a	0,73 a	1,53 b	14 a	34 a	489 a	50,68 b
SUPREMO	1,83 b	0,78 a	1,61 b	15 a	31 b	480 a	71,27 a
AG8740	1,90 b	0,81 a	1,70 a	15 a	29 b	430 b	75,21 a
AG8700	1,50 b	0,75 a	1,35 c	14 b	30 b	420 b	45,43 b
AG8088	1,83 b	0,81 a	1,59 b	15 a	30 b	446 b	63,02 a
Média	1,97	1,99	1,66	14,5	30,3	439,8	62,5

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

Os híbridos P3707, P30S31, P30F35, DKB390, DKB290, DKB177, B7046, B7049, SYN555, AG8740 obtiveram altura de planta mais elevada que os demais, com média de 1,72 m, ao passo que o híbrido AG8700 apresentou menor porte com 1,35 m (Tabela 3). Takasu *et al.* (2014) relatam que a redução da altura de planta pode ser atribuída possivelmente à maior competição intraespecífica por água e nutrientes e a busca por fotossíntese. Oliveira *et al.* (2016) observaram que a redução na altura da planta de milho não está ligada a baixos níveis de rendimento, e que está diretamente correlacionada com a altura de inserção da espiga, além de conferirem maior tolerância ao acamamento das plantas.

O maior número de fileira por espiga foi observado nos híbridos P3707, P30S31, DKB390, DKB290, SYN555, SYN522, SUPREMO, AG8740 e AG8088 com média de 15 unid. Os demais híbridos apresentaram redução de 1,17 unid por espiga (Tabela 3). As informações divergem de Kappes *et al.* (2011) ao observar que o número de fileira por espiga não foi afetado independente da performance de cada híbrido e população de plantas.

No número de grãos por fileira destacaram-se os híbridos B7640 (35 unid) e SYN522 (34 unid), ao passo, que os demais apresentaram médias igual ou inferior a 30 grãos por espiga (Tabela 3). As médias de número de grãos por espiga foi mais elevado nos híbridos P3707, DKB290, B7640, SYN 522 e SUPREMO, sendo superior em 13,3% a mais que os demais (Tabela 3). Takasu *et al.* (2014) ressaltam que outros fatores além da genética podem influenciar os componentes de rendimento do milho.

Os híbridos de maiores rendimentos foram os P3707, P30S31, P30F35, DKB390, DKB290, DKB177, B7049, B7640, SYN555, SUPREMO, AG8740 e AG8088 com média de 67,66 sc ha⁻¹ (Tabela 3). Pata Souza *et al.* (2017), a produtividade de grãos do milho é um caráter complexo resultante da expressão e associação de diferentes componentes, sendo, portanto, afetada por quase todos os demais caracteres da planta, dessa forma, o rendimento de grãos é um caráter de baixa herdabilidade, pois a herança genética resultante é muito complexa em razão da atuação de vários genes.

Correlações fenotípicas positivas foram observadas nos pares DICxREN, AIExALT, ALTxREN, NFExNGE, NGFxNGE e NGEExREN (Figura 1). Resultados similares a estes foram encontrados por Alves (2016). As correlações positivas relatam a interação proporcional e dependente das variáveis entre si, à medida que uma eleva, também ocorre o aumento da outra. A associação entre características agronômicas é importante pois permite verificar o grau de interferência de uma característica sobre outra de interesse econômico, bem como praticar a seleção indireta (ZUFFO *et al.*, 2016). Neste contexto, o coeficiente de correlação de Pearson é utilizado para expressar o grau de associação entre duas variáveis numéricas. Além do mais, contribuem na compactação de validação experimental com economia de tempo na tomada de dados, demonstrando ainda a grande afinidade entre os pares avaliados. Para Nogueira *et al.* (2012), na interpretação das correlações, deve-se considerar os fatores de magnitude, direção e a significância.

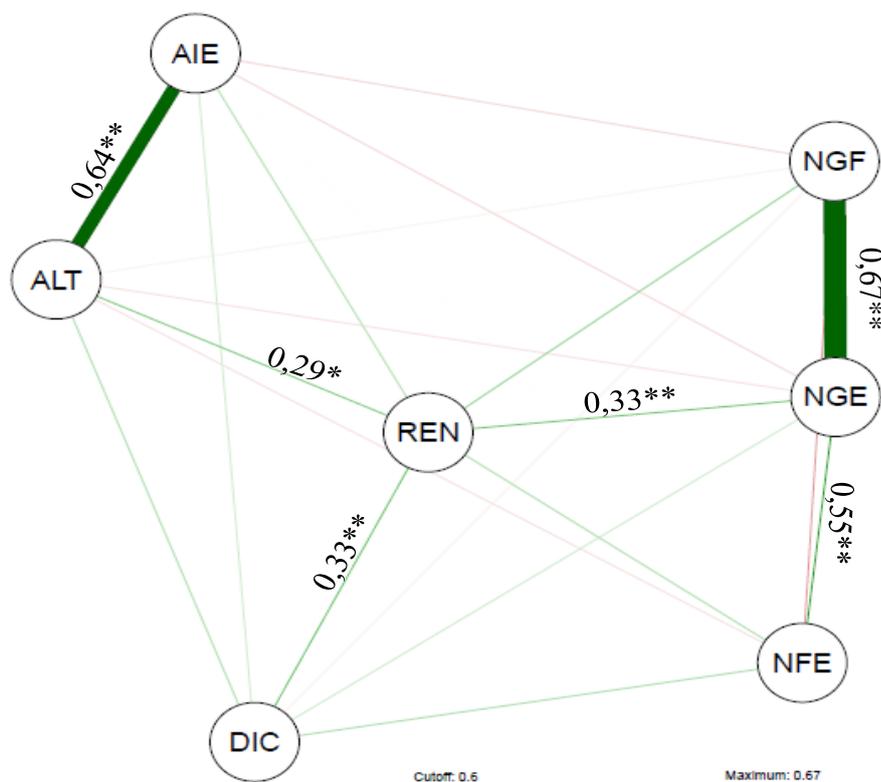


Figura 1. Rede de correlações lineares para os caracteres de híbridos de milho.

Significância: * 5% de probabilidade pelo teste t; **1 de probabilidade pelo teste t.

Variáveis: diâmetro de colmo (DIC), altura de inserção da espiga (AIE), altura de planta (ALT), número de fileira por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGE e rendimento (REN).

Os efeitos diretos sobre o rendimento em ordem decrescente de magnitude foram expressos por número de grãos por espiga (0,34), altura de planta (0,27) e diâmetro de caule (0,22), esboçando assim, fortes correlações positivas e estatisticamente significativas dos caracteres explicativos sobre a variável básica (Figura 2), corroborando com Souza *et al.* (2017). Os efeitos indiretos apresentaram contribuições espúrias. Ainda sobre os efeitos diretos, pode-se observar que os híbridos de milho com diâmetro de caule mais espesso, plantas mais altas e com o maior número de grãos por espiga, responderam com o maior nível de rendimento (Figura 2). Vian *et al.* (2016) verificaram que o efeito direto mais proeminente com rendimento foi o número de espigas por área (0,62), em que as demais variáveis explicativas tiveram contribuições indiretas muito baixa.

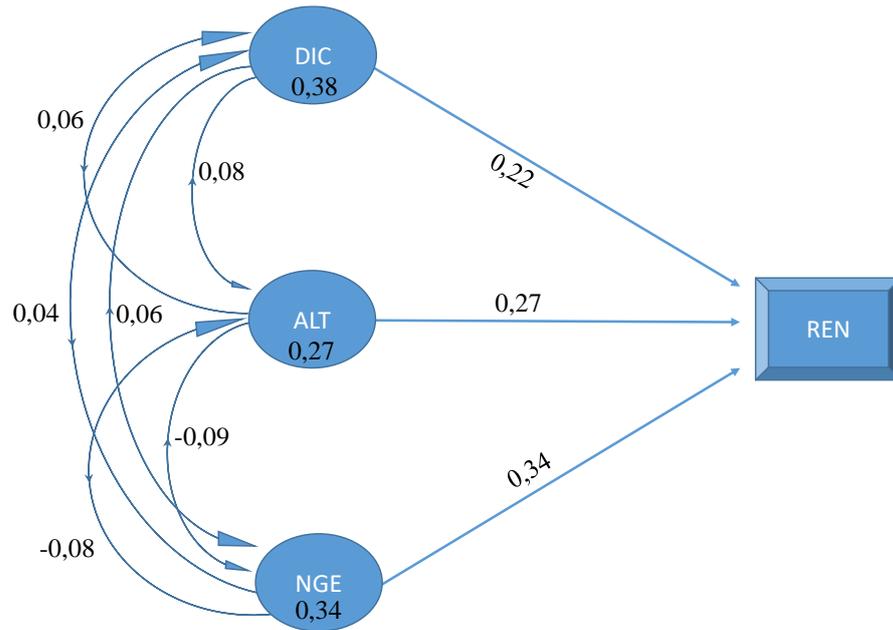


Figura 2. Diagrama causal de estimativas dos efeitos diretos e indiretos na análise de trilha dos caracteres explicativos diâmetro de colmo (DIC), altura de planta (ALT) e número de grãos por espiga (NGE), sobre o rendimento (REN) de híbridos de milho.

Coeficiente de determinação R²: 0,27; valor de K usado na análise: 0,11; efeito da variável residual: 0,85; determinante da matriz de correlação entre variáveis explicativas: 1,11.

Os componentes principais explicaram a variação dos dados em 66,6%, sendo, 36,5% no primeiro par canônico e 30,1% no segundo. A afinidade mais pronunciada foi observada no híbrido P3707 com o rendimento, que por sua vez esse caractere esteve correlacionado com o diâmetro de caule e número de fileiras por espiga. Altura de planta e de inserção da espiga também foram bem correlacionadas entre si. Os híbridos AG8700, P30F35 e B7046 foram os mais distantes em termos de afinidade para com os caracteres analisados (Figura 3A). Silva *et al.* (2015) colocam que as técnicas de análises multivariadas são eficientes para verificar as similaridades ou as diferenças na variabilidade da produtividade, com base nos dados analisados. Foram reportados os híbridos de menor contribuição no conjunto de informações como AG8088 e AG8740 (Figura 3B), bem como os caracteres de diâmetro de caule e número de fileiras por espiga (Figura 3C).

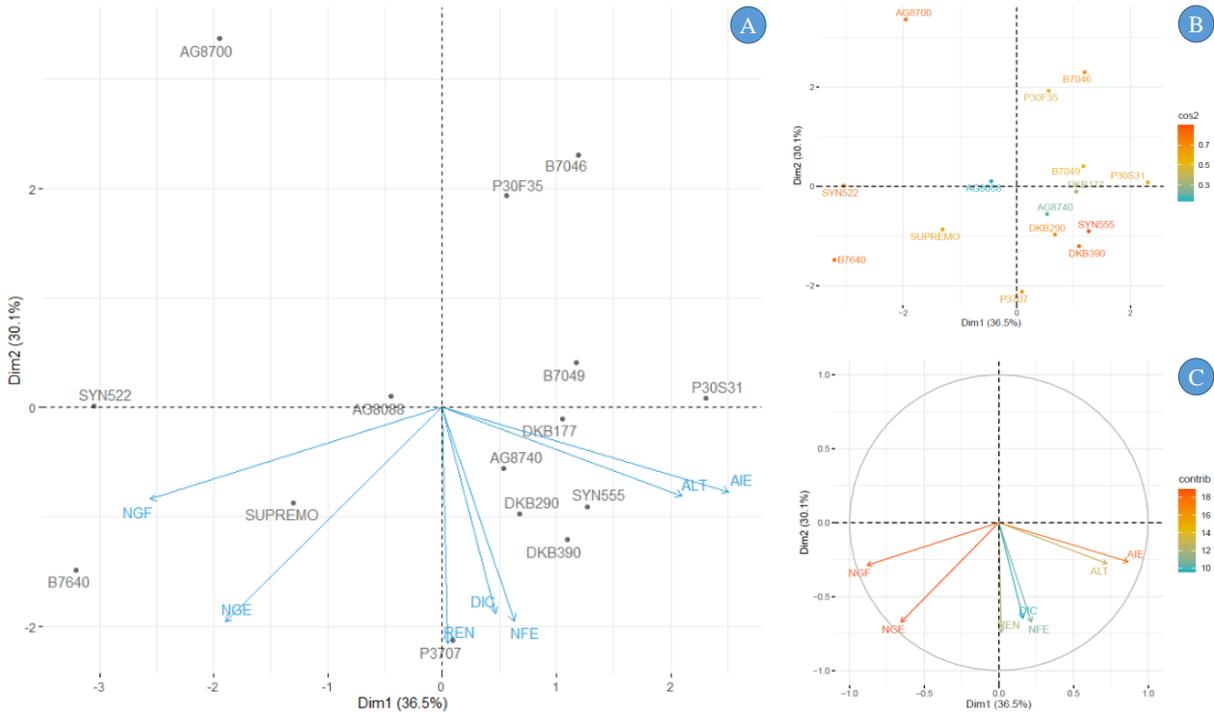


Figura 3. Análise de componentes principais (A), com as contribuições dos tratamentos (B) e variáveis (C) de soja em função de fertilizante mineral em sistema de plantio direto e convencional.

O dendrograma representativo da dissimilaridade obtido pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância média euclidiana, dividiu os híbridos de milho em três clusters (B7640, SYN522, P3707, AG8740, SUPREMO e AG8088), (AG8700) e (P30S31, DKB177, B7049, SYN555, DKB390, DKB290, P30F35 e B7046) (Figura 4A). Clusters distintos também foram encontrados por Barbosa *et al.* (2016), Santos *et al.* (2016) e Silva *et al.* (2016). Na seleção para o multitrait stability index destacaram-se acima da média os híbridos B7640 e SYN522 em razão da estabilidade morfológica e as boas médias no diâmetro de caule e rendimento, além das elevadas médias em número de grãos por fileira e espiga (Figura 4B).

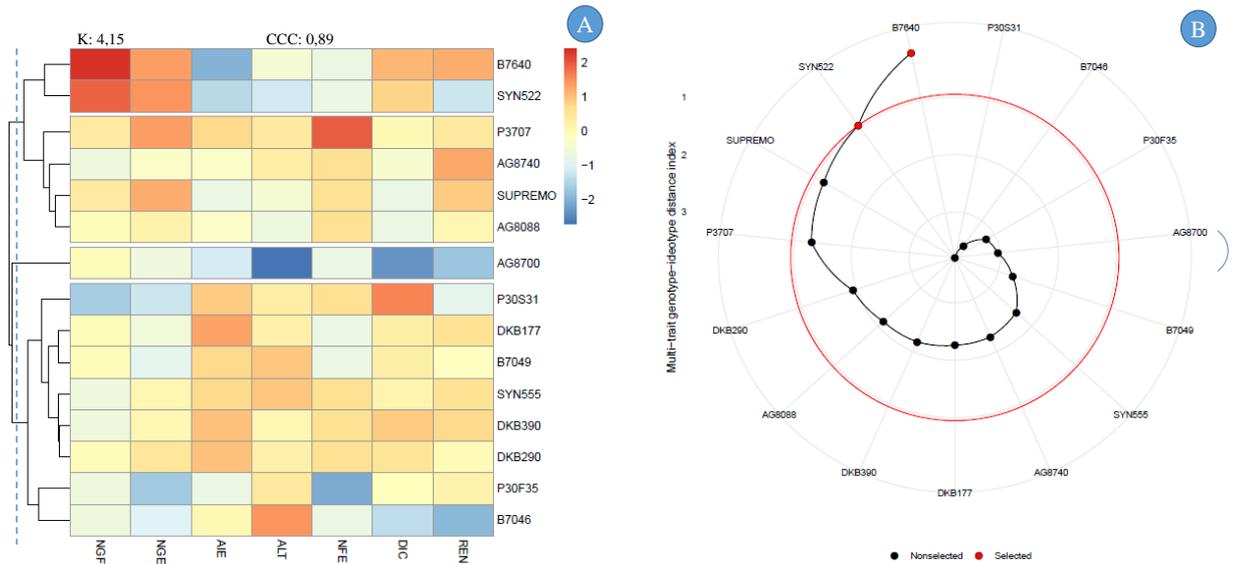


Figura 4. Dendrograma Heatmap construído através da distância média euclidiana, com agrupamento UPGMA e grupos otimizados por Tocher (A), e seleção para o multitrait stability index considerando uma intensidade de seleção de 15% (B).

Os híbridos de milho tardiamente cultivados em campo demonstraram adaptações distintas, por todas as variações obtidas nas variáveis analisadas. Correlações significativas foram abordadas dentre as variáveis, aferindo magnitude e fator positivo dentre estas. O dendrograma representativo da dissimilaridade dividiu os híbridos de milho em distintos clusters e o critério de seleção para o multitrait stability index contribuiu na identificação dos híbridos mais adaptáveis e estáveis. Vian *et al.* (2016) reforçam que a variabilidade espacial ou a heterogeneidade da produtividade de grãos pode estar associada a uma série de fatores que interagem de forma complexa e condicionam a expressão da cultura.

4 CONCLUSÕES

Os modelos multivariados aplicados no comportamento dos híbridos de milho, em plantio tardio, revelaram como promissor o cultivo dos híbridos B7640 e SYN522.

REFERÊNCIAS

AFFÉRRI, F. S.; PELÚZIO, J. M.; SODRÉ, L. F.; DE SOUZA AGUIAR, R. W.; MACIEL, L. C. Correlação entre diversidades genéticas em genótipos de milho, obtidas em diferentes combinações de ambientes. **Journal of bioenergy and food science**, v. 4, n. 2, p. 107-112, 2017.

ALVES, B. M.; CARGNELUTTI FILHO, ALBERTO.; BURIN, CLÁUDIA.; TOEBE, M. Correlações canônicas entre caracteres agronômicos e nutricionais proteicos e energéticos em genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 171-185, 2016.

BARBOSA, M. H.; CARVALHO, I. R.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D. N.; OLIVOTO, T.; DE SOUZA, V. Q. Efeitos fenotípicos e dissimilaridade genética em milho. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v. 10, n. 2, p. 39-44, 2016.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. p. 11.

BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187-190, 2017.

BLUM, A. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *In: DROUGHT tolerance in higher plants: Genetical, physiological and molecular biological analysis*. Springer, Dordrecht, 1996. p. 57-70.

BORÉM, A.; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M.A. **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. 351p.

BORÉM, A.; GIÚDICE, MP DEL. Cultivares transgênicos. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004, p. 85-108.

CRUZ, C.D. Genes Software: extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A., 2011. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Viçosa: Suprema, 2011.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. **Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais**. Brasília: Pesquisa agropecuária brasileira, 2008. p. 1691-1697

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 2009. 627p. (EMBRAPA- CNPS. Documentos, 1).

FERREIRA, L. L.; AMARAL, U.; SILVA, C. S.; CURVELO, C. R. S.; PEREIRA, A. I. A. Components of maize crop as a function of doses of polymerized urea. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 185-192, 2019a.

FERREIRA, L. L.; CARVALHO, I. R.; PRADO, R. L. F.; CARBALLAL, M. R.; PEREIRA, A. I. A.; FERNANDES, M. S.; CURVELO, C. R. S.; CARNEVALE, A. B.; SANTOS, N. S. C. Yield of corn hybrids in western Bahia and Southwest Goiania in the agricultural year 2017/2018. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, p. 150-158, 2020a.

FERREIRA, L. L.; DE SOUZA ARAÚJO, G.; CARVALHO, I. R.; DOS SANTOS, G. A.; DE SÁ FERNANDES, M.; CARNEVALE, A. B.; DE AZEVEDO PEREIRA, A. I. Cause and Effect Estimates on Corn Yield as a Function of Tractor Planting Speed. **Journal of Experimental Agriculture International**, 1-7, 2019c.

FERREIRA, L. L.; PEREIRA, A. I. A.; CURVELO, C. R. S.; FERNANDES, C. S.; DIAS, N. S.; NASCIMENTO, E. K. A.; SOUZA, B. R. Bioestimulante e nitrogênio de liberação gradual no desempenho do sorgo. **Nativa**, v. 7, p. 330-335, 2019b.

13

FERREIRA, L. L.; SANTOS, G. F.; CARVALHO, I. R.; FERNANDES, M. S.; CARNEVALE, A. B.; LOPES, K.; PRADO, R. L. F.; LAUTENCHLEGER, F. Cause and effect relationships, multivariate approach for inoculation of *Azospirillum brasilense* in corn. **Communications in Plant Sciences**, v. 10, p. 37-45, 2020b.

FERREIRA, L. L.; SILVA, W. F. C.; CARVALHO, I. R.; CONTE, G. G.; PEREIRA, V. T.; FERNANDES, M. S.; SILVA, J. A. G.; MAGANO, D. A. Yield components of lettuce cultivars submitted to different phosphate sources. **Genetics and Molecular Research**, v. 19, p. 1-10, 2020c.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. D. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C. D.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 334-343, 2011.

NOGUEIRA, P. A. G.; ZOZ, T.; NUNES, J. G. S.; FILHO, P. R. R.; VENTURINI, G. C. Correlação e análise de trilha de produtividade de grãos e seus componentes e caracteres de planta em milho. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DAS FACULDADES INTEGRADAS DE OURINHOS, 12, 2013, Ourinhos. **Anais [...]**. Ourinhos: FIO/FEMM, 2012. p. 20.

OLIVEIRA, I. R.; DE CARVALHO, H. W. L.; CARDOSO, M. J.; TABOSA, J. N., DA ROCHA, L. M. P.; FERREIRA, F. D. B. Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho na Região Nordeste do Brasil. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar. **Anais [...]**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

OLIVOTO, T.; LÚCIO, A. D.; DA SILVA, J. A.; SARI, B. G.; DIEL, M. I. Mean Performance and Stability in Multi-Environment Trials II: Selection Based on Multiple Traits. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 6, p. 2961-2969, 2019.

PEREIRA, L. B.; MACHADO, D. S.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; DA SILVA, V. S.; ARGENTA, F. M.; BORCHATE, D. Características agrônomo da planta e produtividade da silagem de milho submetido a diferentes arranjos populacionais. **Magistra**, v. 29, n. 1, p. 18-27, 2018.

PINAZZA, L. A. (ed.). **Cadeia produtiva do milho**. Bib. Orton IICA/CATIE, 2007.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2019.

RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: J. Wiley. 1952.

SANTOS, H. V.; KULKA, V. P.; JUNIOR, O. P.; KUKI, M. C.; ROSSI, E. S.; DE SOUZA DIAS, M. F. Análise da diversidade genética de linhagens de milho tropicais e temperadas por meio de marcadores microssatélites. *In: XXXI CNMS*, 31., 2016, Bento Gonçalves, RS. **Anais [...]**. Bento Gonçalves, 2016. p.1226,

14

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. Analysis of variance test for normality, **Biometrika**, v. 1, n. 1, p. 591-611, 1965.

SILVA, D. F. G., DE JESUS COELHO, C., ROMANEK, C., GARDINGO, J. R., DA SILVA, A. R., GRACZYKI, B. L.; MATIELLO, R. R. Dissimilaridade genética e definição de grupos de recombinação em progênies de meios-irmãos de milho-verde. **Bragantia**, v. 75, n. 4, p. 401-410, 2016.

SILVA, E.M.S.; MONTANARI, R.; PANOSSO, A.R.; CORREA, A.R.; TOMAZ, P.K.; FERRAUDO, A.S. Variabilidade de atributos físicos e químicos do solo e produção de feijoeiro cultivado em sistema de cultivo mínimo com irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 598-607, 2015.

SILVA, K. C. L.; SANTOS, W. F.; AFFÉRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; SODRÉ, L. F. Diversidade genética em genótipos de milho de plantio tardio sob diferentes níveis de nitrogênio no Tocantins. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, MS, v. 6, n. 3, p. 92-100, 2019.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. **Cerrado: correção do solo e adubação**, v. 2, p. 306-308, 2004.

SOUSA, G. G. D.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. D. A.; AZEVEDO, B. M. D. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 237-245, 2012.

SOUZA, L. C.; MELO, N. C.; SIQUEIRA, J. A. M.; SILVA, V. F. A.; OLIVEIRA NETO, C. F. Comportamento bioquímico no milho submetido ao déficit hídrico e a diferentes concentrações de silício. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 8, n. 29, p. 260-267, 2015.

SOUZA, T.V.; RIBEIRO, C.M.; SCALON, J.D.; GUEDES, F.L. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 493-504, 2017.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3. ed. New York: Columbia, 1997. 666p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; ARF, O.; HAGA, K. I. Desempenho agronômico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas. **Agrarian**, v. 7, n. 23, p. 34-41, 2014.

VIAN, A.L.; SANTI, A.L.; AMADO, T.J.C.; CHERUBIN, M.R.; SIMON, D.H.; DAMIAN, J.M.; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 46, n. 3, p. 464-471, 2016.

ZUFFO, A. M.; GESTEIRA, G. S.; ZUFFO JÚNIOR, J. M.; ANDRADE, F. R.; SOARES, I. O.; ZAMBIAZZI, E. V.; GUILHERME, S. R.; SANTOS, A. S. Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região sul do Piauí, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 1, p. 455-472, 2016.