

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MILHO SOB SISTEMA ORGÂNICO

Performance of maize cultivars under organic farming system

Guilherme Pozzato Francisco de Souza¹, Cinthia Souza Rodrigues², Yuri Raimondo Daniel³
Anastacia Fontanetti⁴ e Maria Elisa A.G. Zagatto Paterniani⁵

RESUMO

A demanda por alimentos orgânicos vem crescendo e o milho assume grande importância como fonte energética e proteica. Objetivou-se avaliar o desempenho de diferentes cultivares de milho no sistema orgânico. Doze cultivares de milho foram avaliadas em: Ipeúna, safra 2017/18 e safrinha 2018; e Araras, safra 2017/18, SP. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados com 3 repetições, parcelas de 4 linhas de cinco metros e espaçamento de 70 cm. Avaliaram-se: danos causados pela lagarta do cartucho (DLC), florescimento masculino (FM) e feminino (FF), número de ramificações do pendão (NRP), comprimento do pendão (CP), altura da planta (AP) e da espiga (AE), "stay green" (SG), produtividade (PROD) e teores de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB). As análises de variância individuais, conjuntas e o teste de Scott e Knott revelaram variabilidade para DLC, FM, FF, NRP, CP, AP, AE, SG e PROD. As correlações mostram indícios de que plantas mais tolerantes aos ataques da *Spodoptera frugiperda* possuem maiores teores de PB e EB no grão. Destacaram-se AGRI 340, JM 4M50, IAC 3330, IAC 8077, IAC 8046 e IAC 8390, que poderão ser indicadas e utilizadas no melhoramento de milho para sistema orgânico.

¹ Instituto Agronômico (IAC). E-mail: gribpreto@hotmail.com;

² Instituto Agronômico (IAC). E-mail: cinthia.rodrigues@iac.sp.gov.br

³ Korin Agricultura e Meio Ambiente, yuri.daniel@korinagricultura.com.br;

⁴ Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), anastacia@ufscar.br

⁵ Instituto Agronômico (IAC), elisa@iac.sp.gov.br

Recebido em: 20/04/2020

Aceito em: 08/07/2020

Correspondência para:
gribpreto@hotmail.com

Palavras-chave: Agricultura Sustentável. Híbridos intervarietais. Bromatologia. Correlação.

ABSTRACT

The demand for organic food is growing and corn is of great importance as an energy and protein source. The objective was to evaluate the performance of different corn cultivars in the organic system. Twelve corn cultivars were evaluated in Ipeúna, 2017/18 first crop and second crop 2018; and Araras, 2017/18 first crop, SP. A randomized block design with 3 replications, plots of 4 lines of five meters and 70 cm spacing was used. It was assessed: damage caused by the cartridge caterpillar (DLC), male (FM) and female (FF) flowering, number of branches (NRP), length of branches (CP), plant (AP) and ear height (AE), "stay green" (SG), productivity (PROD) and crude protein (PB) and crude energy (EB) levels. Individual, joint analyzes of variance and the Scott and Knott test revealed variability for DLC, FM, FF, NRP, CP, AP, AE, SG and PROD. The correlations show indications that plants more tolerant to *Spodoptera frugiperda* attacks have higher levels of PB and EB in the grain. AGRI 340, JM 4M50, IAC 3330, IAC 8077, IAC 8046 and IAC 8390 may be indicated and used in the improvement of maize for the organic system.

Keywords: Sustainable Agriculture. Intervarietal Hybrids. Bromatology. Correlation.

Introdução

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) vem se esforçando para buscar soluções na produção de alimentos que atendam às necessidades da população atual, sem comprometer o desenvolvimento das gerações futuras, garantindo a segurança alimentar. Nesse contexto, a agricultura orgânica se destaca no âmbito político e científico em todo o mundo, por ser um sistema sustentável, por causar menos impacto ambiental e fornecer alimentos igualmente ou mais nutritivos, com menos (ou nenhum) resíduos químicos, em comparação com a agricultura convencional (REGANOLD e WACHTER, 2016).

O milho assume papel fundamental nesse cenário, por ser um produto cultivado em todo o país, com grande versatilidade, sendo usado tanto para alimentação humana quanto animal. Cerca de 70 % da produção mundial de milho é destinado à alimentação animal, podendo esse percentual chegar a 85%, em países desenvolvidos (PAES, 2006). A demanda por alimentos de origem animal oriundos de sistema orgânico vem crescendo e o milho tem grande importância como fonte energética e de proteína na ração animal.

Dentre as barreiras técnicas que dificultaram a produção do milho orgânico, destaca-se a baixa eficiência no controle de plantas daninhas sem o uso de herbicidas e a obtenção de sementes não transgênicas, considerando-se que um dos principais requisitos para a produção orgânica é a não utilização de sementes geneticamente modificadas (OGM) (PEREIRA et al., 2018). Após a liberação dos transgênicos pelo Governo Federal em 2008, tem se observado uma redução na oferta de sementes de milho convencionais. De acordo com Pereira Filho (2020), na safra 2019/2020, havia 196 cultivares de milho para grão registradas e, dentre elas, em torno de 70% apresentam alguma tecnologia transgênica. No entanto, praticamente não se encontram sementes disponíveis das cultivares convencionais no mercado.

Desse modo, se faz necessário incentivar a produção de sementes orgânicas e avaliar cultivares convencionais que se destacam sob o manejo orgânico e se adequem à finalidade comercial e às condições edafoclimáticas da região de cultivo. Além disso, existe a preocupação com o fluxo gênico que pode ocorrer entre lavouras transgênicas e convencionais, ocasionado pela disseminação do pólen ou da mistura de sementes, provenientes de cultivos anteriores nas lavouras. O aumento constante da área cultivada por transgênicos dificulta a manutenção da pureza absoluta (100%) das culturas orgânicas, que é uma exigência obrigatória.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar caracteres agrônômicos e bromatológicos de milho e identificar cultivares convencionais de diferentes estruturas genéticas adequadas para o sistema orgânico de produção.

Material e métodos

As cultivares de milho utilizadas foram todas convencionais (não OGM), que apresentavam diferentes estruturas genéticas (híbridos e variedades) e aptidão para produção de milho grão (Tabela 1).

Doze cultivares convencionais (não transgênicas) de milho foram avaliadas em três ambientes: Ipeúna, na safra 2017/18 e safrinha 2018, no Centro de Pesquisa Mokiti Okada, São Paulo; e Araras, na safra 2017/2018, na Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com 3 repetições, com parcelas experimentais de 4 linhas de cinco metros e espaçamento de 70 cm. Utilizando-se as duas linhas centrais no momento da colheita.

A: Amarelo; AAL: Amarelo-alaranjado; SD: Semiduro; D: Duro; HS: Híbrido simples; HD: Híbrido duplo; HT: Híbrido triplo; HI:

Tabela 1. Caracterização das cultivares de milho avaliadas. Ipeúna, safra 2017/18 e safrinha 2018; e Araras, safra 2017/18, SP.

Cultivar	Cor dos Grãos	Aparência dos grãos	Estrutura Genética	Origem
AGRI 340	A	SD	HS	Agricomseed
Biomatrix 820	A	SD	HS	Biomatrix
JM 4M50	A	D	HD	Jmen Sementes
JM 3M51	A	SD	HT	Jmen Sementes
IAC 3330	A	SD	HT	IAC
IAC 8077	A	SD	HI	IAC
IAC 8390	A	SD	HI	IAC
IAC 8046	A	SD	HI	IAC
IAC Airan	AAL	SD	VPA	IAC
AL Avaré	A	SD	VPA	CATI
AL Band.	A	SD	VPA	CATI
CPMO Serra Dourada	AAL	SD	VPA	CPMO

Híbrido intervarietal; VPA: Variedade de polinização aberta.

Para a caracterização química do solo foram coletadas amostras nas profundidades de 0–20 cm, de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (1994). O preparo de solo nos três ambientes foi realizado utilizando grade aradora, seguido da aplicação manual de 250g metro linear⁻¹ do produto biológico “Embiotic Bokashi” e uma grade niveladora leve para incorporar. A composição básica do “Embiotic Bokashi” consiste em palha de arroz, melação de cana de açúcar, farelos e tortas de origem vegetal e composto orgânico. Além disso, o produto contém microorganismos benéficos ao solo, que desencadeiam um processo de fermentação na biomassa disponível, proporcionando rapidamente condições favoráveis à multiplicação e atuação da microbiota benéfica existente no solo, como fungos, bactérias actinomicetos, micorrizas e fixadores de nitrogênio, que fazem parte do processo complexo da nutrição vegetal equilibrada e da construção da sanidade das plantas e do próprio solo.

Foi realizada a operação de desbaste com 30 dias após a semeadura (DAS), as densidades populacionais nos ensaios da safra foram corrigidas para 70.000 plantas.ha⁻¹, enquanto na safrinha foi para 55.000 plantas.ha⁻¹. Para o controle de plantas espontâneas, realizou-se, aos 30 dias após a semeadura (DAS), a operação de cultivo nas entrelinhas e aos 120 DAS uma roçada utilizando roçadeira costal.

Avaliaram-se os seguintes caracteres: Incidência de danos causados pela lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) no estágio V4 (DLC): utilizando-se, aleatoriamente, dez plantas por parcela, atribuindo as seguintes notas conforme os danos: 0= ausência de danos, 1= presença de raspadura nas folhas, 2= presença de furos nas folhas, 3= presença de dano nas folhas e alguma lesão no cartucho, 4= presença de cartucho destruído e 5= planta morta (CRUZ et al. 1999); Contagem de dias da semeadura para o florescimento masculino (FM) e feminino (FF): quando 50%+1 das plantas liberaram pólen e o estilo-estigma, respectivamente; Número de ramificações do pendão (NRP): média do número da ramificações primárias de 10 plantas; Comprimento do pendão (CP): média do comprimento inserção das ramificações até a extremidade do eixo central de 10 plantas da parcela; Altura da planta (AP) e Altura da espiga (AE) realizadas em 10 plantas competitivas; “Stay green” (SG): foi determinado cerca de 120 dias após a semeadura, com base em uma escala de notas variando de 1 a 5 em 10 plantas por parcela, onde a nota 1, quando todas as folhas acima da espiga principal e pelo menos duas folhas verdes abaixo da espiga estivessem verdes; nota 2, se todas as folhas acima da espiga estivessem verdes; nota 3, quando duas folhas acima da espiga estivessem secas e as demais verdes; nota 4, quando duas folhas no ápice da planta estivessem verdes; e nota 5, com todas as folhas secas; Produtividade de grãos (PROD): peso de grãos em kg ha⁻¹, posteriormente corrigido para 13% de umidade;

Foram avaliados os caracteres bromatológicos: Porcentagem de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB): Foram coletadas cerca 250 g de milho por parcela e enviadas para o laboratório de bromatologia da ESALQ/USP, em Piracicaba. Os teores de PB foram analisados segundo método de

Dumas (ETHERIDGE et al. 1998), enquanto os teores de energia bruta foram obtidos segundo método descrito por Silva e Queiroz (2002), em bomba calorimétrica adiabática.

Realizaram-se análises de variância individuais e conjuntas utilizando o software Genes (CRUZ, 2013). As médias foram agrupadas pelo teste Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade. As análises de correlação fenotípica foram realizadas por meio do programa R (R *development core team*, 2014). Foram estimados os coeficientes de correlação fenotípica dos caracteres utilizando-se o estimador:

$$r_{XY} = \frac{COV_{XY}}{\sqrt{(\sigma^2_X \cdot \sigma^2_Y)}}$$

em que: COV_{XY} corresponde à covariância fenotípica entre os caracteres X e Y; σ^2_X e σ^2_Y correspondem a variância fenotípica entre os caracteres X e Y, respectivamente.

Resultados e discussão

Nos resultados da análise de variância conjunta dos caracteres avaliados, observou-se que, para o efeito de genótipos, houve diferenças significativas para DLC, FM, FF, NRP, CP, AP, AE, SG ($p < 0,01$) e PROD ($p > 0,05$), indicando diferença de desempenho entre as cultivares. Na fonte de variação entre ambientes, houve diferenças significativas para DLC, NRP, CP, AP, AE, PROD, PB e EB, ou seja, os diferentes ambientes compostos por diferentes localidades e safras influenciaram a maioria dos caracteres. O efeito da interação Genótipo (G) x Ambiente (A) foi significativo para NRP, AP, AE e SG, podendo afirmar que os genótipos não apresentaram comportamento relativo coincidente diante das variações ambientais (Tabela 2).

Tabela 2. Quadrado médio da análise variância conjunta dos caracteres de 12 cultivares de milho cultivadas em sistema orgânico em Ipeúna, safra 2017/18 e safrinha 2018; e Araras, safra 2017/18, SP.

FV	GL	QM										
		DLC	FM	FF	NRP	CP	AP	AE	SG	PROD	PB	EB
Rep/Amb	6	0,68	15,82	19,32	2,07	18,10	0,04	0,02	0,04	1341148,08	0,69	3837,37
Genótipos (G)	11	0,09 **	42,27 **	59,61 **	14,26 **	30,06 **	0,16 **	0,11 **	0,11 **	2393124,01 *	0,73 ns	11852,75 ns
Ambientes (A)	2	0,80 **	17,37 ns	67,36 ns	168,52 *	193,07 **	1,30 **	0,55 **	0,11 ns	131543080 **	63,54 **	7601959,23 **
G X A	22	0,02 ns	7,53 ns	6,59 ns	1,80 *	4,95 ns	0,02 **	0,01 **	0,02 *	822050,96 ns	1,02 ns	17850,46 ns
Resíduos	66	0,01	5,69	8,77	0,87	2,95	0,09	0,04	0,012	512186,81	0,76	14472,66
Total	107											
Média		1,19	68,00	70,47	12,03	41,48	1,97	1,04	1,75	3.605,57	8,57	3.990,34
CV (%)		9,97	3,49	4,2	7,55	4,14	4,81	6,68	6,45	19,84	10,21	3,01
\emptyset_G		0,080	3,860	5,890	1,340	2,790	0,020	0,010	0,010	174,563,670	—	—
\emptyset_{GA}		0,002	0,560	-0,660	0,280	0,610	0,003	0,002	0,003	94,680,720	—	—

Componente quadrático genotípico (\emptyset_G) e componente quadrático G x A (\emptyset_{GA}): danos causados pela lagarta do cartucho (DLC), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF), número de ramificações do pendão (NRP), comprimento do pendão (CP), altura da planta (AP), altura de espiga (AE), *stay green* (SG), produtividade de grãos (PROD), teor de proteína bruta dos grãos (PB) e teor de energia bruta dos grãos (EB) nos três ambientes. ns, * e **: não significativo, significativo a $p > 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente, pelo teste F.

Em relação aos parâmetros genéticos estimados, observou-se maior valor dos componentes quadráticos, que expressam a variabilidade genotípica média (componente genotípico), em relação à variância ambiental para os caracteres DLC e NRP, indicando que a expressão destes, em sua maior parte, é devido a efeitos genéticos. Já os caracteres FM, FF, CP, AP, AE, SG e PROD apresentaram maiores valores do componente quadrático G x A, ou seja, para essas características a variação observada na maior parte foi devido aos efeitos da interação (Tabela 2). Portanto, é importante que os

genótipos sejam avaliados em diferentes localidades e safras para se ter maior confiabilidade na seleção dos genótipos. Quando os genótipos são avaliados em diversos locais, o efeito dos ambientes e genótipos x ambientes é estimado com maior precisão e, conseqüentemente, a contribuição do efeito genético para a variação fenotípica é mais preciso (ZAMBIAZZI et al. 2017).

Com relação aos caracteres bromatológicos PB e EB não houve diferenças significativas entre os genótipos, com médias de 8,5% de proteína bruta e 3.990 kcal.kg⁻¹, respectivamente (tabela 2). Pensando em nutrição de monogástricos, deseja-se que tanto o teor de PB como EB sejam elevados e acima dos valores relatados nas tabelas nacionais de composição de alimentos para Aves e Suínos, que é de 7,86% para PB e 3.9001 kcal.kg⁻¹ para EB (ROSTAGNO et al., 2017). Pereira et al. (2017), comparando sistema de produção orgânico e convencional, concluíram que grãos de milho oriundos de cultivo orgânico apresentaram maior teor de PB, 10,13% e 9,36%, respectivamente. Em nove cultivares de milho, Henz et al. (2013) observaram que os valores da energia bruta variaram entre 3.052 a 4.118 kcal.kg⁻¹. Já Vieira et al. (2006), em 45 híbridos de milho, obtiveram valores de 4.425 kcal a 4.668 kcal.kg⁻¹. Ainda de acordo com Vieira et al. (2006), os valores nutricionais podem variar com a variedade de milho, bem como com a adubação nitrogenada.

Observa-se que, na avaliação de DLC, houve formação de três grupos pelo Teste de Scott Knott, sendo que as cultivares que apresentaram as menores notas de danos causados pela lagarta *Spodoptera frugiperda* no estágio V4 foram o IAC 3330 (híbrido triplo), os híbridos intervarietais do IAC e as variedades de polinização aberta. Observando o FM e FF, destacou-se o AGRI 340, que apresentou em torno de 63 dias e 67 dias para o florescimento masculino e feminino, respectivamente. Para o FF, os híbridos JM 4M50 e IAC 3330 também podem ser considerados precoces, com 67 dias. A precocidade é de suma importância em sistema orgânico, visto que genótipos tardios permanecem mais tempo no campo e, conseqüentemente, estão mais sujeitos à competição com plantas espontâneas e ataques de pragas e doenças.

Na avaliação do comprimento do pendão, destacou-se o híbrido intervarietal IAC 8046 e o BIO 820, com menores valores. Ao longo dos anos, os programas de melhoramento selecionaram cultivares com número de ramificações, massa e comprimento do pendão menores, pois estes caracteres possuem correlação negativa com a produção de grãos (PATERNIANI et al., 2015).

As cultivares JM 4M50, IAC 8077 e IAC 8046 apresentaram os menores valores de NRP nos três ambientes avaliados. Ressalta-se que a cultivar AGRI 340 se destacou na época da safra nas duas localidades e o CPMO Serra Dourada na safrinha. Os híbridos simples AGRI 340 e Biomatrix 820 e o híbrido intervarietal IAC 8046 tiveram as menores estaturas de plantas nos três ambientes (Tabela 3).

Quanto à AE, os genótipos foram agrupados em quatro grupos nos ambientes de Ipeúna safra e safrinha. Já no ambiente de Araras safra, houve menos disparidade entre as cultivares, formando-se dois grupos (Tabela 3). Um grupo com altura até 0,90 m (HS, HT, IAC 8077, IAC 8046 e AL Avaré) e outro acima desta medida (HD, IAC 8390, AL Bandeirante, IAC Airan e CPMO Serra Dourada). O genótipo AGRI 340 se destacou nos três ambientes com os menores valores de altura de espiga.

De modo geral, as cultivares apresentaram bom desempenho de *stay green* nos três ambientes, resultando em um aproveitamento mais prolongado da fotossíntese. A média geral das notas nos ambientes 1, 2 e 3 foram, respectivamente, 1,75; 1,80 e 1,69, indicando que todas as folhas acima da espiga principal se apresentavam ainda verdes aos 120 DAS (Tabela 3). A cultivar JM 4M50 se destacou nos três ensaios. Na safra, em Ipeúna, destacaram-se JM 3M51, os híbridos intervarietais e as variedades de polinização aberta. Em Araras, o IAC 3330, JM 4M50, IAC 8046, a AL Bandeirante e AL Avaré se sobressaíram. E, por fim, na safrinha o IAC 8077 e CPMO Serra Dourada tiveram os menores valores. Vale ressaltar que este caráter é muito utilizado na seleção indireta para produtividade em condições de estresse hídrico (LUCHE et al. 2013).

Em termos de produtividade de grãos (Tabela 4), as cultivares com melhor desempenho na média dos três ambientes foram: IAC 3330, IAC 8077, AGRI 340 e IAC 8390, destacando-se o desempenho dos híbridos intervarietais do IAC.

Tabela 3. Teste de agrupamento de médias de 12 cultivares de milho cultivadas em sistema orgânico em Ipeúna, safra 2017/18 e safrinha 2018; e Araras, safra 2017/18, SP.

	DLC	FM	FF	NRP	CP	AP	AE	SG
IAC 3330	0,92C	66,66B	66,66D	13,31A	41,52C	1,89C	0,96C	3,23A
AGRI 340	1,38 ^a	63,44C	67,33D	12,31B	41,21C	1,83D	0,88D	3,45A
IAC 8077	0,82C	69,77A	70,22C	10,64C	40,53D	2,02B	1,01C	2,43B
JM 4M50	1,12B	66,77B	67,11D	10,78C	41,28C	1,92C	1,06B	2,75B
IAC 8390	0,85C	66,44B	69,66C	12,86B	41,4C	2,09B	1,13B	3,32A
IAC 8046	0,85C	68,77A	69,55C	10,22C	37,35E	1,85D	0,99C	3,17A
AL AVARÉ	0,83C	69,11A	70,77B	12,38B	41,76C	2,04B	1,07B	2,96B
ZMG-01	0,74C	70,55A	74,66A	14,08A	44,71A	2,23A	1,3A	2,61B
AL BAND	0,6C	71,44A	73,77A	13,75A	42,97B	2,05B	1,11B	2,74B
JM 3M51	1,12B	68,44A	71,44B	12,81B	42,36C	1,93C	0,98C	3,53A
IAC AIRAN	0,86C	68,44A	72,22B	13,2A	42,96B	2,06B	1,08B	3,41A
BIO 820	1,43A	69,55A	72,22B	12,83B	39,76D	1,75D	0,92D	3,56A

Danos causados pela lagarta do cartucho (DLC), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF), número de ramificações do pendão (NRP), comprimento do pendão (CP), altura da planta (AP), altura de espiga (AE) e *stay green* (SG)

A escolha da cultivar a ser semeada é, provavelmente, uma das etapas mais decisivas para o agricultor, considerando que os diferentes tipos de cultivares apresentam grande variação, tanto no custo da semente, quanto no seu potencial produtivo. O melhor a ser feito é levar em consideração o sistema de produção que o agricultor esteja inserido, podendo ser de baixa, média ou alta tecnologia (CRUZ et al., 2004). Como a agricultura orgânica não permite o uso de transgênicos, uma alternativa para o agricultor pode ser o uso de híbridos intervarietais. Essa modalidade de híbridos possui elevado potencial genético, a preços mais acessíveis aos agricultores de média a baixa tecnologia, ajudando, assim, a aumentar a oferta de milho orgânico.

Os híbridos intervarietais são obtidos de maneira direta pelos cruzamentos entre duas ou mais variedades ou populações. O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) retomou a produção de híbridos intervarietais a partir de 2000. O ponto relevante do processo de obtenção desses híbridos é a simplificação da produção de sementes, pois são eliminadas as etapas de obtenção e multiplicação das linhagens, necessitando-se, apenas, da manutenção e produção dos campos de genitores (SAWAZAKI e PATERNIANI, 2004). O potencial produtivo e adaptação de híbridos intervarietais têm sido demonstrados em diversos estudos realizados em diferentes regiões do país, com germoplasmas melhorados. Pacheco et al. (2010) obtiveram híbridos intervarietais mais produtivos, do que as cultivares usadas como testemunhas. Bernini et al. (2011) avaliaram 56 híbridos intervarietais e evidenciaram que 17 destes híbridos obtiveram desempenhos produtivos equivalentes aos das testemunhas comerciais DKB 350, DKB 390 e IAC 8333. Bernini (2011) também confirmou o potencial de híbridos intervarietais como alternativa viável para produção comercial de milho, podendo oferecer aos agricultores rendimentos comparáveis aos de híbridos comerciais de ampla aceitação, mas com um menor custo da semente.

Em Ipeúna na época da safra a média da produção foi de 5.804 kg.ha⁻¹, em que os híbridos AGRI 340, IAC 3330, IAC 8077, IAC 8390 e IAC 8046 e a variedade de polinização aberta AL Avaré produziram acima dos 6.000 kg.ha⁻¹. Já em Araras no mesmo período, a média foi de 2.680 kg.ha⁻¹ (Tabela 4). O ensaio realizado em Ipeúna foi instalado no CPMO, local onde o solo vem sendo cultivado pelo método da Agricultura Natural (AN) desde 1990. Já em Araras, a área que recebeu o ensaio foi cultivada pela primeira vez por esse método. Diante disso, consideram-se os ensaios de Ipeúna como sendo áreas já bem adaptadas ao cultivo da AN, enquanto Araras como sendo uma área de transição do cultivo orgânico para o natural. Por fim, o ensaio em Ipeúna na época da safrinha teve média de 2.332 kg. ha⁻¹ e caracterizou-se pela forte estiagem durante, praticamente, todo o ciclo da cultura, principalmente durante a fase considerada por Fornasieri-Filho (2007) a mais crítica para a cultura (fase reprodutiva).

Tabela 4. Médias da produtividade (kg. ha⁻¹) das 12 cultivares de milho cultivadas em Ipeúna, na safra 2017/18 e safrinha 2018 e Araras, na safra 2017/2018, SP.

Cultivares	Ipeúna Safra	Araras Safra	Ipeúna Safrinha	Média dos ambientes
AGRI 340	6.644 a	3.216 a	2.812 a	4.222 a
BIO 820	5.377 b	2.357 a	1.218 a	2.984 b
JM 3M51	5.666 a	2.135 a	1.423 a	3.074 b
IAC 3330	6.844 a	3.165 a	3.729 a	4.579 a
JM 4M50	5.711 a	3.085 a	2.283 a	3.693 b
IAC 8077	6.822 a	2.572 a	2.731 a	4.041 a
IAC 8390	6.022 a	3.489 a	2.517 a	4.009 a
IAC 8046	6.600 a	2.155 a	2.095 a	3.616 b
AL Band.	4.622 b	2.503 a	2.510 a	3.223 b
AL Avaré	6.022 a	2.303 a	2.205 a	3.510 b
IAC Airan	4.844 b	2.524 a	1.961 a	3.109 b
CPMO S.D.	4.466 b	2.631 a	2.497 a	3.198 b
Média	5.803,69	2.680,22	2.332,80	3.605,57
CV (%)	17,47	19,90	18,86	19,84

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Scott e Knott ($p < 0,05$);

No melhoramento genético, a seleção de plantas pode ser realizada de modo direto ou de modo indireto, via estudo de relações lineares entre caracteres. Para o estudo de relações lineares entre caracteres, pode-se utilizar o coeficiente de correlação linear de Pearson (r), que mede o sentido e a intensidade da relação linear entre duas variáveis aleatórias (Ferreira, 2009). As estimativas das correlações, significativas a 5% de probabilidade, foram todas significativas a 5% de probabilidade, exceto entre DLC e Florescimento masculino e feminino e entre *stay green* e NRP, CP AP e AE. Os maiores valores de correlações foram encontrados entre AP e AE (0,94), FM e FF (0,71), NRP e AP (0,54), NRP e AE (0,50), CP e AP (0,52), CP e AE (0,51) e PROD e CP (0,52) (Figura 1). Alta correlação positiva foi detectada entre o florescimento feminino e masculino, indicando que houve um sincronismo no florescimento das cultivares avaliadas. Entretanto, não foi detectada correlação entre produtividade de grãos e o florescimento masculino e feminino, ou seja, o ciclo dos genótipos não afetou a produtividade. O caráter que mais afetou a produtividade de grãos foi o comprimento do pendão.

Com relação às correlações fenotípicas encontradas entre os caracteres agrônômicos e bromatológicos, ressalta-se o DLC com PB e EB ($r=-0,48$ e $-0,59$), respectivamente. Não foram encontrados, na literatura, outros trabalhos que correlacionaram tais caracteres. Entretanto, diante dos dados obtidos, há indícios de que plantas mais tolerantes ou resistentes aos danos causados pela lagarta *S. frugiperda* terão mais chances de ter maiores teores de PB e EB no grão.

Por fim, encontrou-se correlação alta e positiva entre os caracteres bromatológicos PB e EB ($r=0,74$), corroborando com os dados de Alves et al. (2016) que, avaliando as correlações fenotípicas entre caracteres fenológicos, morfológicos, produtivos, nutricionais proteicos e energéticos, em 18 genótipos de milho, encontraram $r=0,83$ entre energia metabolizável e proteína bruta.

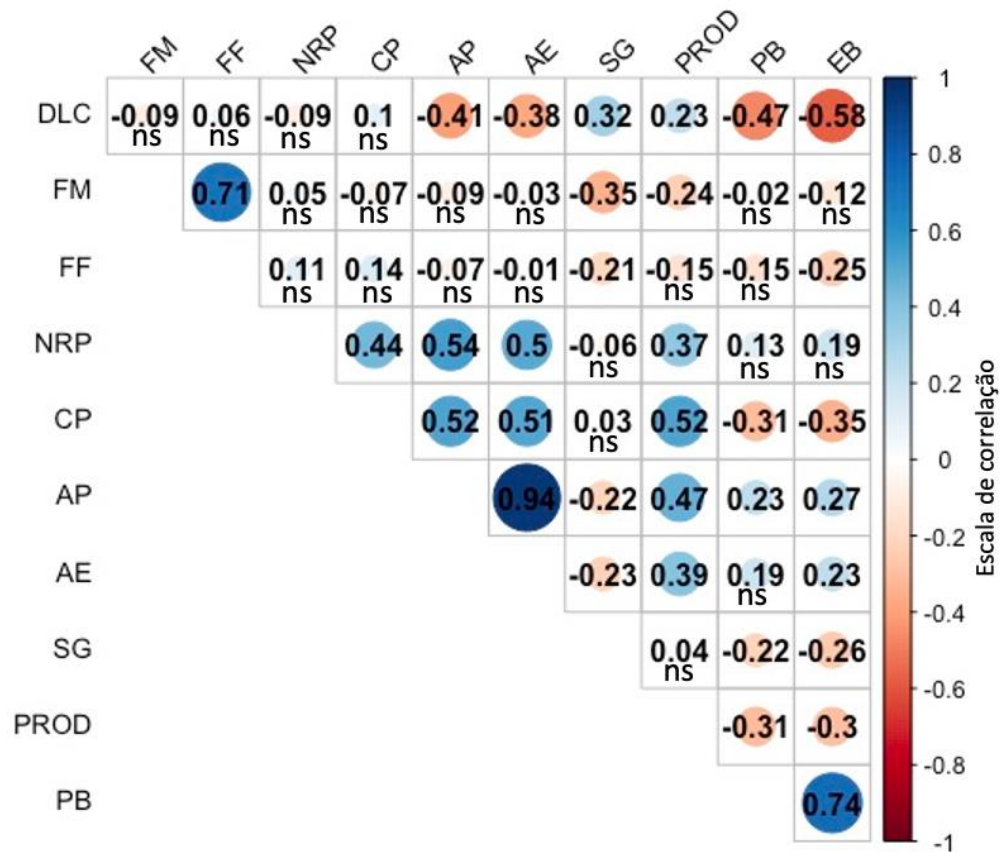


Figura 1. Correlação de Pearson dos caracteres avaliados das 12 cultivares de milho cultivadas em Ipeúna, na safra 2017/18 e safrinha 2018 e Araras, na safra 2017/2018, SP. Danos da lagarta do cartucho (DLC), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF), número de ramificações do pendão (NRP), comprimento do pendão (CP), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), *stay green* (SG), produtividade (PROD), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB). ^{ns} não significativo e as demais correlações foram significativas a 5% pelo teste t. As cores representam a escala de correlação, na qual, quanto mais azul maior a correlação positiva e quanto mais vermelho maior a correlação negativa.

Conclusões

O híbrido simples AGRI 340, o duplo JM 4M50, o triplo IAC 3330 e os híbridos intervarietais IAC 8077, IAC 8046 e IAC 8390 se destacaram sob sistema orgânico, apresentando alta produtividade, precocidade e maior resistência à lagarta do cartucho.

Todas as cultivares, apesar de não apresentarem diferenças significativas quanto aos caracteres bromatológicos, tiveram níveis satisfatórios de proteína e energia bruta.

As correlações fenotípicas indicam que plantas mais tolerantes ou resistentes aos ataques causados pela lagarta *S. frugiperda* possuem mais chance de ter maiores teores de PB e EB no grão. Houve correlação positiva e significativa entre PB e EB, podendo haver seleção indireta entre os caracteres.

Foram identificados genótipos promissores para utilização em futuros programas de melhoramento genético de milho para sistema orgânico de produção.

Referências

ALVES, B. M.; et al. Correlações canônicas entre caracteres agrônômicos e nutricionais proteicos e energéticos em genótipos de milho. **Rev. Bras. Milho Sorgo** 15: 171-185, 2016.

- BERNINI, C. S. **Avaliação Agronômica e Heterose de Híbridos de Populações F2 de Milho, Visando Nova Alternativa para o Estado de São Paulo** [dissertação]. Campinas (SP): Instituto Agronômico de Campinas. 2011.
- CRUZ, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Sci. Agron.** 35: 271-276. 2013.
- CRUZ, J. C.; et al. Produção orgânica de grãos e silagem de milho. In: Congresso Brasileiro de agroecologia, 2.; Seminário Internacional sobre Agroecologia, 5.; Seminário Estadual sobre Agroecologia, 6., 2004, Porto Alegre. Agro-biodiversidade: base para sociedades sustentáveis - **anais...** [Brasília, DF]: Embrapa; Porto Alegre: Emater-RS, 2004. CD-ROM ref.345 MAP.
- CRUZ, I.; et al. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, v.45, p.293-296, 1999.
- DEVELOPMENT CORE TEAM, R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, **R Foundation for Statistical Computing**. 2014.
- ETHERIDGE, R.D.; et al. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, v.73, n.1, p.21-28, 1998.
- FERREIRA, D.F. **Estatística básica**. 2. ed. (664p). Lavras: UFLA. 2009.
- FORNASIERI-FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 576p, 2007.
- HENZ, J. R.; et al. Valores energéticos de diferentes cultivares de milho para aves. **Semina. Ciências Agrárias** (Online), v. 34, p. 2403, 2013.
- LUCHE, H. S.; et al. Desempenho per se e parâmetros genéticos de linhagens de trigo com expressão do caráter "stay-green". **Pesq. agropec. Bras.**, v. 48, p.167-173, 2013.
- PACHECO, C. A. P.; et al. Desenvolvimento de híbridos não convencionais de milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28. Simpósio Brasileiro sobre Lagarta do Cartucho, 4, 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: trabalhos e palestras. [Goiânia]: ABMS. 1 CD-ROOM. 2010.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; et al. Caracteres secundários relacionados à tolerância à seca em progênies de irmãos germanos interpopulacionais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** (Impresso), v. 14, p. 130-144, 2015.
- PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Circular Técnico**, n.75. Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, p.1-6, 2006.
- PEREIRA, D. C. de O.; et al. Organic maize: changes in amino acid composition. **Braslian Journal of Sustainable Agriculture**. v. 8, p. 74-78, 2018.
- PEREIRA, G. V.; et al. Alterações no teor de proteína do milho: Efeito do manejo com implicações na nutrição das aves. **Avicultura Industrial**, p. 44 - 47, 24 abr. 2017.
- PEREIRA FILHO, I. A. **Sementes de milho: nova safra, novas cultivares e continua a dominância dos transgênicos – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020.** Disponível em: <https://apps.agr.br/wp-content/uploads/2020/06/Cultivares-de-Milho-do-Brasil-na-safra-2019.20.pdf>
- RAIJ, B. V.; et al. Efeito de calcário e de gesso para soja cultivada em Latossolo Roxo ácido saturado com sulfato. **R. Bras. Ci. Solo**, 18:305-312, 1994.
- REGANOLD, J. P.; WACHTER, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature Plants**, v. 2, p. 15221, 2016.
- ROSTAGNO, H. S.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais 4ª Edição**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 488p. 2017.
- SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Eds.). **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 55-83, 2004.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Acluster-analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p. 2002.
- VIEIRA, R. O.; et al. Energia metabolizável de híbridos de milho, determinados com frangos de corte. In: 43 Reunião Zootécnica- Produção Animal em Biomas Tropicais, João Pessoa/PB. **Anais da 43a. Caucaia CE: Nordeste Digital Line SA**, 2006.
- ZAMBIAZZI, E. V.; et al. Estimates of genetics and phenotypics parameters for the yield and quality of soybean seeds. **Genetics and molecular Research**, v. 16, p. 1-12, 2017.