

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE MILHO-PIPOCA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA¹

Helber Vêras Nunes²
Glauco Vieira Miranda²
Leandro Vagno de Souza²
João Carlos Cardoso Galvão²
Ronaldo Rodrigues Coimbra²
Aurélio Vaz de Melo²

RESUMO

Objetivou-se obter informações sobre o comportamento produtivo, a capacidade de expansão e outras características dos cultivares de milho-pipoca, de acordo com as variações de ambientes decorrentes das épocas de semeadura. Os ensaios foram conduzidos em Coimbra, MG, com altitude de 640 m. Os tratamentos foram constituídos de nove cultivares semeados em quatro épocas (15 de setembro, 15 de outubro, 15 de novembro e 15 de dezembro), nos anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000. Os cultivares foram Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, Rosa-Claro, RS 20, Viçosa e Zélia. Os experimentos obedeciam ao delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por quatro fileiras de 4 m de comprimento. O espaçamento entre fileiras foi de 0,90 e 0,25 m entre plantas, na linha, correspondendo à população de 45.000 plantas/ha. As características avaliadas foram peso de grãos, capacidade de expansão, altura da planta, altura da espiga, número de espigas, porcentagens de plantas acamadas e quebradas, estande final, umidade de grãos e empalhamento das espigas. O rendimento de grãos apresentou média geral de 2.740 kg/ha, e os cultivares mais produtivos foram CMS 43 (3.430 kg/ha), CMS 42 (3.045 kg/ha) e IAC 112 (3.045 kg/ha). A capacidade de expansão (v/v) apresentou média geral de 17,5, e os cultivares com as

¹ Aceito para publicação em 16.01.2003.

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 36571-000, Viçosa, MG. glauco@ufv.br

maiores médias foram IAC 112, com 24; RS 20, com 22; e Zélia, com 24. Concluiu-se que épocas de semeadura em um ano substituem anos para a avaliação de cultivares de milho-pipoca; a época de semeadura ideal para otimizar o rendimento de grãos foi outubro e, para capacidade de expansão, depende do cultivar; setembro e dezembro proporcionaram os maiores riscos de perda para a cultura de milho-pipoca; e o IAC 112 apresentou o melhor comportamento agrônômico.

Palavras-chave: *Zea mays*, capacidade de expansão, estresse abiótico.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF POPCORN CULTIVARS AT DIFFERENT SOWING DATES

This work aimed to obtain information on the agronomic performance and popping expansion capacity of popcorn cultivars under environment variations due to sowing dates. The assays were carried out at the Experimental Station of Coimbra, State of Minas Gerais. The treatments consisted of nine cultivars sowed at four dates (September 15, October 15, November 15, and December 15) in the agricultural years of 1998/1999 and 1999/2000. The treatments were the cultivars Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, Rosa-Claro, RS 20, Viçosa and Zélia. The experiments were arranged in a randomized complete-block with four replications. Each experimental plot consisted of four 4 m rows. The spacing between rows were 0.90 m, and 0.25 m among plants on the line totalling a population of 45,000 plants/ha. The following traits were evaluated: seed weight, popping expansion capacity, plant height, ear height, ear numbers, lodged plant percentage, broken plant percentage, final stand, seed moisture and husk covering. The yield average was 2,740 kg/ha, and the most productive cultivars were CMS 43 (3,430 kg/ha), CMS 42 (3,045 kg/ha) and IAC 112 (3,045 kg/ha). The general popping expansion capacity (v/v) average was 17.5; the cultivars with the highest averages were IAC 112 with 24, RS 20 with 22 and Zélia with 24. It was concluded that the sowing times over one year might replace several years of popcorn cultivar evaluation; the ideal sowing time to optimize kernel yield was October, whereas, for popping expansion capacity, it depends on each cultivar; September and December provided the highest loss risks for popcorn crop; and IAC 112 showed the best agronomic performance.

Keys word: *Zea mays*, popping expansion capacity, abiotic stress.

INTRODUÇÃO

O consumo de milho-pipoca, no País, está em torno de 80 mil toneladas de grãos por ano, sendo 61 mil importadas (2, 10).

No Brasil, o milho-pipoca não recebeu a mesma intensidade de pesquisa que o milho comum. As pesquisas encontram-se restritas a poucos pesquisadores de instituições oficiais e mais recentemente a algumas empresas privadas produtoras de sementes ou grãos que visam à exportação. A maioria dos produtores utiliza baixa quantidade de insumos, sementes próprias, originadas de variedades locais ou de gerações

avanzadas de híbridos americanos, pouco fertilizante e não utiliza irrigação.

O milho-pipoca (*Zea mays* (L.) spp. *mays*) tem como principal característica a capacidade de estourar o grão quando aquecido e se transformar em pipoca. É considerado milho tipo duro, com sementes pequenas e pericarpo mais espesso entre os tipos de milho, como consequência do melhoramento a que a cultura vem sendo submetida (15). Quando comparadas com o milho comum, as plantas de milho-pipoca apresentam-se mais precoces, prolíficas, menores, com menor número de folhas, limbo foliar estreito, maior tamanho de pendão, plântulas menos vigorosas, crescimento mais lento, espigas menores, inserção de espiga mais alta, maior suscetibilidade às doenças e pragas e menor produtividade de grãos, devido ao fato desses caracteres agronômicos do milho-pipoca serem menos importantes nos programas de melhoramento do que os caracteres de qualidade, sofrendo menor intensidade de seleção (15). Para a avaliação de cultivares de milho-pipoca, além da produtividade de grãos, é importante considerar a capacidade de expansão (CE), que pode ser obtida por meio da relação entre o volume de pipoca expandida e o volume de grãos (v/v) ou pela relação entre o volume de pipoca e o peso de grãos (mL/g).

A produtividade de grãos e capacidade de expansão do milho-pipoca, na primeira metade da década de 90, estavam por volta de 2.500 kg/ha e 20 (v/v), respectivamente. Na segunda metade da mesma década, a produtividade de grãos estava por volta de 3.000 kg/ha e a CE em 25 (v/v). Em experimentos conduzidos em Viçosa e Visconde do Rio Branco, na Zona da Mata de Minas Gerais, foram obtidas médias de produtividade de grãos de até 2.766 kg/ha (2). O Ensaio Nacional de Milho-Pipoca, realizado em 1991/92, apresentou média geral de 2.075 kg/ha, e o melhor cultivar produziu 3.058 kg/ha. A capacidade de expansão (v/v) nesses ensaios teve valor médio de 17,5 e maior valor de 20,8 (13). Coimbra et al. (5, 6), trabalhando com a população de milho-pipoca DFT-1 Ribeirão, do Programa Milho ® UFV, obtiveram a produtividade de 4.924 kg/ha sob irrigação. Galvão et al. (10), avaliando híbridos de milho-pipoca, em Viçosa, MG, obtiveram produtividades de até 5 mil kg/ha de grãos.

A pouca disponibilidade de informações técnicas específicas para o milho-pipoca tem levado os produtores a utilizarem práticas culturais recomendadas para o milho comum. Entretanto, práticas como época de semeadura, tratamentos culturais e adubação, entre outras recomendadas normalmente para o milho comum, nem sempre são apropriadas para o milho-pipoca, uma vez que o produto final, as exigências nutricionais e a

arquitetura de planta são completamente diferentes dos milhos híbridos modernos.

Este trabalho teve como objetivo obter informações da capacidade de expansão e do comportamento agrônômico de cultivares de milho-pipoca, quando sofrem variações de ambiente trazidas pelas épocas de semeadura..

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental de Coimbra, MG, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, a 20° 50' 30'' de latitude sul e 42° 48' 30'' de longitude oeste e altitude de 640 m.

Os tratamentos foram constituídos de nove cultivares de milho-pipoca semeados em quatro épocas (15 de setembro, 15 de outubro, 15 de novembro e 15 de dezembro), nos anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000. Os cultivares utilizados foram Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, Rosa-Claro, RS 20, Viçosa e Zélia.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por quatro fileiras de 4 m de comprimento. A área útil colhida foi constituída pelas duas linhas centrais da parcela.

O espaçamento entre fileiras foi de 0,90 m e de 0,25 m entre plantas na linha, semeando-se duas sementes por cova, sendo realizado o desbaste aos 30 dias após o plantio, deixando-se uma planta por cova, o que correspondeu à população de 45.000 plantas por hectare.

A adubação foi feita no sulco de plantio com 400 kg/ha da formulação 4-14-8 (N-P₂O₅-K₂O). Foi realizada adubação de cobertura com 30 kg/ha de nitrogênio (sulfato de amônio), em duas vezes, sendo a primeira aos 30 dias após o plantio, juntamente com o desbaste, e a segunda aos 45 dias.

Os caracteres avaliados foram alturas de planta e espiga, número de espigas, prolificidade, porcentagens de plantas quebradas e acamadas, estande final, umidade de grãos, empalhamento da espiga de acordo com a escala transcrita no Quadro 1, peso de grãos e capacidade de expansão.

O peso de grãos foi ajustado para 13% de umidade e para o estande médio, por meio do método de covariância (14). Em seguida, os dados de peso de grãos foram ajustados para rendimento em kg/ha. A capacidade de expansão (CE) foi obtida da razão entre o volume da pipoca expandida e o peso dos grãos. De cada parcela, utilizou-se amostra de 30 mL de grãos, medida em proveta graduada de 100 mL e submetida à pesagem, que foi estourada em pipoqueira elétrica, com controle de temperatura. Os grãos foram postos na câmara de estouro da pipoqueira, a 100°C, e o volume da pipoca expandida foi medido em proveta graduada de 1.000 mL.

QUADRO 1 - Escala para avaliação de níveis de empalhamento da espiga (3)	
Níveis de empalhamento	Nota
Espiga completamente empalhada	1
Pequena abertura da palhada na ponta da espiga, sem expor o sabugo	2
Sabugo exposto na ponta da espiga	3
Grãos expostos na ponta da espiga	4
Ampla exposição de grãos com ampla abertura da palhada	5

Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento dos tratamentos e épocas de plantio em anos, utilizando o quadrado médio do resíduo da análise conjunta (8). A fonte de variação anos foi considerada aleatória. As médias dos tratamentos foram comparadas entre e dentro das épocas pelo teste de Tukey, a 5 e 1% de probabilidade. Os caracteres que não atenderam aos testes de normalidade e homogeneidade foram analisados por meio de análise descritiva. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAEG (11) e Genes (7).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta indicou diferença significativa entre os cultivares (C) em todas as características e entre os anos (A) somente quanto à altura de espigas (AE) (Quadro 2).

Os efeitos dos cultivares interagiram com os efeitos dos anos, em relação à capacidade de expansão (CE) e altura de plantas (AP), e com efeitos das épocas (E) somente quanto à CE. Os resultados coincidentes da significância ou não entre a interação cultivares x épocas (C x E) e a interação cultivares x anos (CxA), em relação às características REND, CE, AE e PRL mostram que ensaios de competição entre cultivares de

milho-pipoca realizados em várias épocas em um ano podem substituir ensaios em diversos anos, antecipando o lançamento de cultivares. Isso ocorre porque as alterações climáticas dentro do ano variam tanto quanto entre anos, o que se confirma pela significância da interação dos efeitos dos anos e épocas para quase todas as características.

QUADRO 2 - Análise de variância conjunta dos dados de rendimento de grãos (REND), capacidade de expansão (CE), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e prolificidade (PRL) referentes aos cultivares de milho-pipoca semeados em quatro épocas, nos anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		REND	CE	AP	AE	PRL
B/E/A	24	-----	-----	-----	-----	-----
Cultivares(C)	8	7.649.772 **	736,213**	0,816**	0,556**	0,378 **
Anos (A)	1	1.479.567 ns	8,026 ns	0,188 ns	0,474**	0,001 ns
Épocas(E)	3	10.168.390 ns	213,928 ns	0,849 ns	0,401 ns	0,047 ns
C x A	8	231.827 ns	15,935 *	0,057 *	0,026 ns	0,029 ns
C x E	24	629.237 ns	51,471 *	0,025 ns	0,040 ns	0,054 ns
A x E	3	9.420.770 **	95,977 **	1,147 **	0,466 **	0,586 **
C x A x E	24	749.200 **	23,723 **	0,026 ns	0,020 ns	0,056 *
Resíduo	192	297.784	7,263	0,017	0,015	0,034
Média		2.740	17,543	1,738	0,946	1,208
CV (%)		19,9	15,4	7,5	12,9	15,4

*,** - significativo, pelo teste F, a 5 e 1%, respectivamente.
ns - não-significativo, pelo teste F.

A interação C x A x E foi significativa quanto a CE, REND e PRL, demonstrando que os cultivares apresentaram diferentes comportamentos agrônômicos, dependendo da época de semeadura e do ano.

Os rendimentos de grãos dos cultivares (Quadro 3) semeados em setembro de 1999 foram superiores aos de 1998 no caso de Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, RS 20 e Zélia, e semelhantes no caso de Rosa-Claro e Viçosa. Os rendimentos de grãos dos cultivares Rosa-Claro e RS 20, semeados em outubro de 1999, foram superiores a 1998. Em novembro de 1998, CMS 43 e Rosa-Claro apresentaram rendimentos superiores aos de 1999. Finalmente, em dezembro os rendimentos de grãos de CMS 42, CMS 43 e RS 20, em 1998, superaram os de 1999.

QUADRO 3 – Médias do rendimento de grãos (kg/ha) dos cultivares em quatro épocas de semeadura, em dois anos agrícolas

Anos	Cultivares	Épocas de semeadura							
		15 setembro		15 outubro		15 novembro		15 dezembro	
1998/ 1999	Beija-Flor	2586	AbA	2694	aA	2559	bcA	2869	abA
	Branco	2134	abcB	3140	aA	3162	abA	1728	bB
	CMS 42	2052	abcB	3307	aA	3375	abA	3566	aA
	CMS 43	3003	aA	3704	aA	3800	aA	3546	aA
	IAC 112	2931	aA	3517	aA	2704	abcA	2789	abA
	Rosa-Claro	2281	abB	2825	aAB	3543	abA	2018	bB
	RS 20	1006	cB	1371	bAB	1731	cAB	2001	bA
	Viçosa	2218	abB	3282	aA	3068	abAB	2431	abAB
	Zélia	1647	bcB	2623	aAB	2986	abA	1844	bB
Média		2206		2940		2995		2532	
C.V.(%)		18,2		14,1		19,2		19,2	
1999/ 2000	Beija-Flor	3500	abA	2877	abcAB	2964	aAB	2121	aB
	Branco	3191	abcA	3707	abA	2966	aA	1680	aB
	CMS 42	3573	abAB	3867	aA	2787	aBC	1835	aC
	CMS 43	4314	aA	3766	abAB	3217	aB	2092	aC
	IAC 112	3737	abA	3264	abcAB	2658	aB	2762	aAB
	Rosa-Claro	2917	bcAB	3714	abA	2711	aB	2270	aB
	RS 20	2090	cA	2589	bcA	2137	aA	460	bB
	Viçosa	2766	bcB	3833	aA	2629	aB	2028	aB
	Zélia	3177	abcA	2222	cAB	2636	aAB	2173	aB
Média		3251		3315		2745		1935	
C.V. (%)		20,3		20,1		27,6		21,8	

+, Diferença significativa entre anos, para cada época pelo teste F a 5 %.

Para cada ano e época, as médias seguidas por ao menos uma mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5%.

Para cada ano e cultivar, as médias seguidas por ao menos uma mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5%.

Uma vez que o cultivar é o mesmo entre anos e semeado no mesmo local, as razões para a variação do rendimento de grãos são decorrentes das condições climáticas, principalmente a temperatura e a precipitação (Figuras 1 e 2).

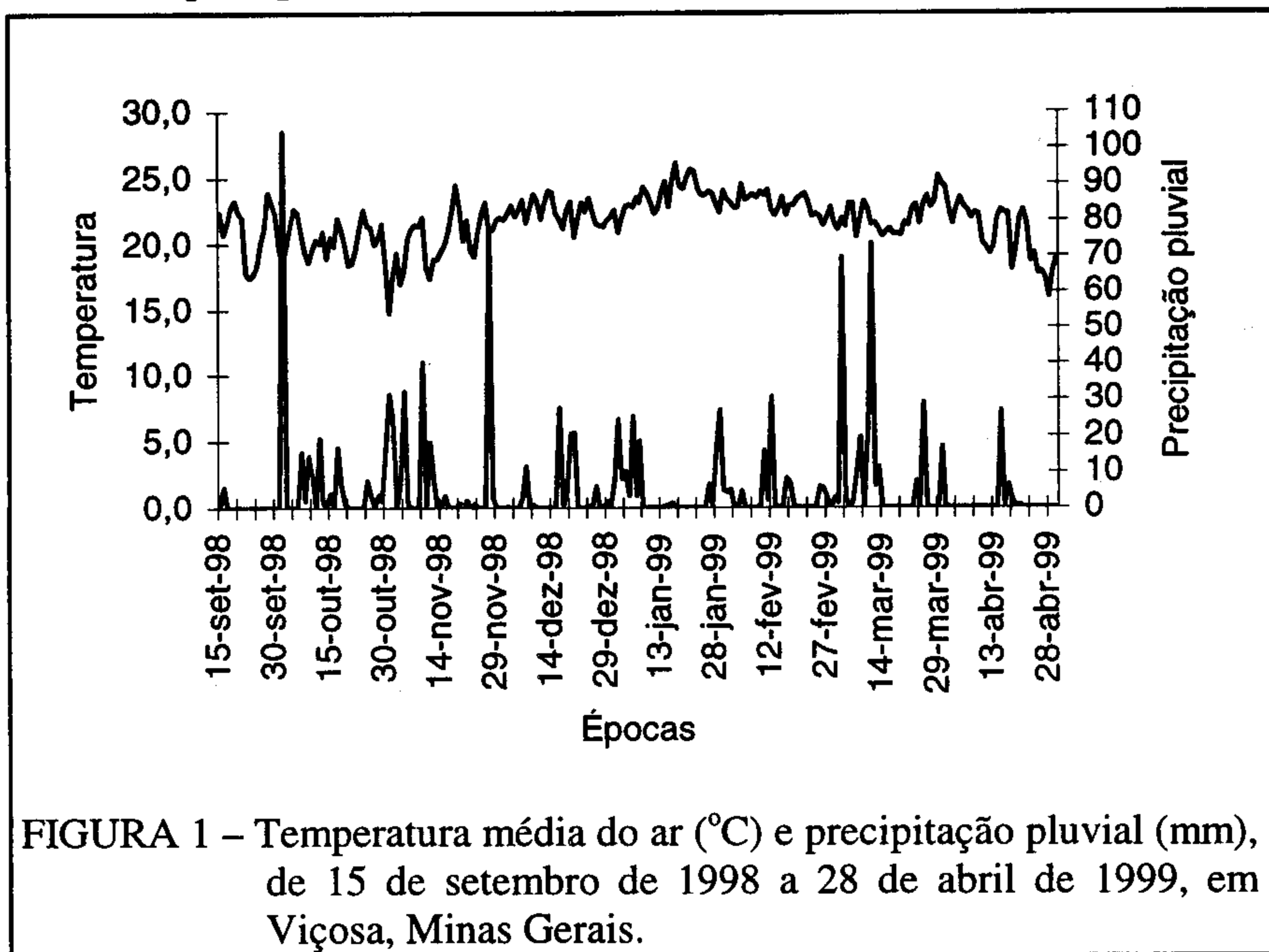


FIGURA 1 – Temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluviométrica (mm), de 15 de setembro de 1998 a 28 de abril de 1999, em Viçosa, Minas Gerais.

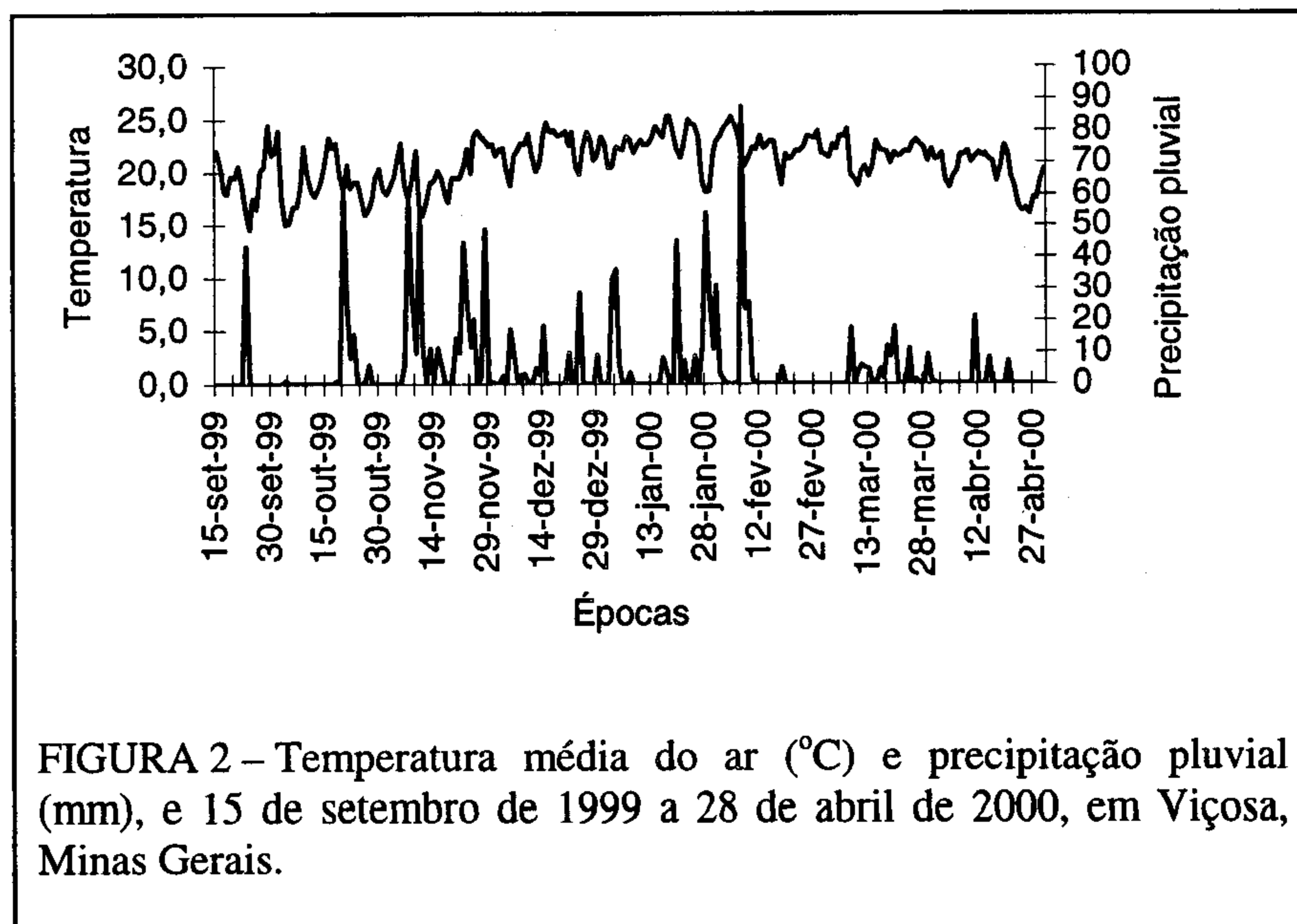


FIGURA 2 – Temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluviométrica (mm), e 15 de setembro de 1999 a 28 de abril de 2000, em Viçosa, Minas Gerais.

Observa-se, nessas figuras que, no ano agrícola de 1998/1999 a intensidade das precipitações acima de 10 mm foram menores do que em 1999/2000. No entanto, houve menor número e intensidade de veranicos a partir de janeiro de 1999 do que em 2000. As temperaturas foram mais altas em 1998, comparando-se a 1999 até novembro, e semelhantes após este período. Portanto, 1998/1999 foi mais quente e seco e com menor intensidade de veranicos do que 1999/2000. As condições climáticas inadequadas, portanto, exerceram maiores influências sobre o desenvolvimento da planta de milho-pipoca no momento do enchimento de grãos em 1999/2000 em comparação com o ano anterior.

Para a indicação de cultivar, é importante que ele apresente rendimento de grãos superior, nas mesmas épocas de semeadura em todos os anos, pois assim pode ser indicado para anos futuros. No entanto, esta repetibilidade de resultados não acontece tão regularmente, dada a interação cultivares x anos. Portanto, o único cultivar que mostrou comportamento produtivo semelhante entre anos, em todas as épocas, foi o Viçosa, por ter sido selecionado na própria região de avaliação.

Considerando os dois anos, os rendimentos de grãos foram semelhantes ou superiores aos das seguintes épocas de semeadura: em setembro, os cultivares Beija-Flor, CMS 43 e IAC 112; em outubro, todos os cultivares; em novembro, Beija-Flor, Branca, RS 20 e Zélia; e em dezembro, IAC 112. Esses resultados mostraram que os cultivares Beija-Flor e IAC 112 foram os mais estáveis e produtivos em três das quatro épocas e que outubro é o mês ideal de semeadura, quando se deseja otimizar o rendimento de grãos dos cultivares. A semeadura tardia em dezembro foi a que mais provocou instabilidade no rendimento de grãos, pois um único cultivar apresentou rendimento semelhante ao do mês com maior rendimento.

Esses rendimentos podem ser explicados por diferentes razões. Em setembro de 1999/2000, em razão do início do período de chuvas ter se estabilizado somente em outubro, houve a necessidade de irrigação para que não ocorresse a perda do ensaio. Dessa forma, o rendimento de grãos foi alto devido à irrigação. No ano anterior, a chuva foi suficiente para a condução da lavoura, apesar disso ter refletido no rendimento final. Em outubro, as condições climáticas de ambos os anos foram bastante similares. Em novembro, houve boa distribuição de chuvas da fase vegetativa até o florescimento das plantas, porém ocorreram temperaturas altas durante o enchimento de grãos. A pequena variação no rendimento de grãos entre os cultivares, nos dois anos, decorreu provavelmente de veranico no período de enchimento de grãos, o qual ocorreu no início de abril de 1999 e meados de fevereiro de 2000 (Figuras 1 e 2). Em outubro e novembro, as condições climáticas entre anos foram semelhantes na

iniciação floral, florescimento e enchimento de grãos, explicando o comportamento semelhante da maioria dos cultivares. Em dezembro, os resultados podem ser explicados pelos extensos veranicos em fevereiro de 2000, coincidindo com o período de enchimento de grãos do RS 20 de ciclo mais precoce entre os cultivares. Em relação a CMS 42 e CMS 43, de ciclos mais longos, os veranicos e as baixas precipitações, em março e abril de 2000, podem explicar-lhes os baixos rendimentos. Nos demais cultivares, com ciclos semelhantes e intermediários entre RS 20 e CMS 43, os comportamentos foram semelhantes.

No Quadro 3 ainda pode ser observado o rendimento de grãos diferenciado entre os cultivares em cada época e ano. No ano agrícola de 1998/1999 os cultivares com os maiores rendimentos de grãos foram: em setembro, Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, Rosa-Claro e Viçosa; em outubro, somente o RS 20; em novembro, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, Rosa-Claro, Viçosa e Zélia; em dezembro, Beija-Flor, CMS 42, CMS 43, IAC 112 e Viçosa. Portanto, em 1998/1999 os cultivares que em todas as épocas de semeadura estiveram entre os mais produtivos foram CMS 42, CMS 43, IAC 112 e Viçosa.

No ano agrícola de 1999/2000, os cultivares que se destacaram com os maiores rendimentos de grãos foram, em setembro, Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112 e Zélia; em outubro, Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, Rosa-Claro e Viçosa; em novembro os cultivares apresentaram rendimento que não diferiram significativamente; e em dezembro o RS 20 apresentou-se com menor rendimento de grãos em relação aos demais. Assim, nesse ano destacaram-se com os maiores rendimentos os cultivares Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112 e Viçosa. Portanto, nos dois anos os cultivares que se destacaram foram CMS 42, CMS 43, IAC 112 e Viçosa.

No Quadro 4, encontram-se os resultados médios da capacidade de expansão dos cultivares nos dois anos. Os que se destacaram com os maiores valores de CE, foram IAC 112, RS 20 e Zélia, todos comerciais.

Os valores de CE, em 1998, foram superiores aos de 1999: em setembro, isso ocorreu com IAC 112 e Zélia; em novembro, IAC 112; e em dezembro, Branco, Rosa-Claro, Viçosa e Zélia. O inverso ocorreu em outubro, com CMS 42, IAC 112 e Zélia; em novembro, com Branco e Zélia; e em dezembro, com CMS 42. O ideal é que o cultivar apresente alta CE em todas as épocas de semeadura, nos diversos anos, pois assim pode-se recomendá-lo, sem restrição, para a região. No entanto, esta superioridade não acontece tão regularmente, dada a interação cultivares x anos.

QUADRO 4 – Médias da capacidade de expansão (v/v) dos cultivares em quatro épocas de semeadura, em dois anos

Anos	Cultivares	Épocas de semeadura			
		15 setembro	15 outubro	15 novembro	15 dezembro
1998/1999	Beija-Flor	12 bB	15 cdB	14 bB	20 bcA
	Branco	12 bC	18 cdBA	13 bBC	20 bcA +
	CMS 42	14 bA	12 dAB	12 bAB	8 dB
	CMS 43	14 bA	18 bcA	14 bA	9 dB
	IAC 112	24 a +	24 abA	23 aA +	28 aA
	Rosa-Claro	13 BA	13 cdA	13 bA	17 cA +
	RS 20	21 aA	24 aA	22 aA	25 abA
	Viçosa	14 bB	17 cdAB	14 bAB	19 cA +
	Zélia	23 aAB +	26 aA	20 aB	28 aA +
	Média	16,5	18,7	16,3	19,4
	C.V.(%)	19,6	16,1	14,3	18,3
1999/2000	Beija-Flor	13 bA	18 cdA	15 bcdeA	17 bA
	Branco	13 bBC	19 cdA	17 bcdAB +	10 cdC
	CMS 42	15 abAB	17 cdA +	11 eB	13 bcAb +
	CMS 43	17 abA	21 bcA	12 deB	5 dC
	IAC 112	19 aB	28 aA +	18 bcB	29 aA
	Rosa-Claro	16 abA	15 dA	14 cdeA	12 bcA
	RS 20	18 abB	25 abA	29 abB	25 aA
	Viçosa	12 Bab	16 cdA	15 bcdeAB	11 cdB
	Zélia	19 aC	31 aA +	25 aB +	24 aBC
	Média	15,8	21,1	16,4	16,2
	C.V.(%)	12,1	9,3	15,5	15,6

+ Diferença significativa entre anos, para cada época pelo teste F a 5 %.

Para cada ano e época, as médias seguidas por ao menos uma mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5%.

Para cada ano e cultivar, as médias seguidas por ao menos uma mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5%.

A CE do ensaio variou de 5 a 31, com média geral de 17,55. Estes valores mostram cultivares com padrão semelhante ao dos milhos importados semeados no Brasil. Diversos híbridos de milho-pipoca, importados e nacionais, foram avaliados em Jaboticabal, SP, no ano agrícola de 1984/1985 e apresentaram CE variando de 12,4 a 21,8 (13). Em Campinas, SP, foi realizado um ensaio no ano agrícola de 1989/1990, com o cultivar RS 20, em que a CE variou de 18,4 até 28,2 (9). O Ensaio Nacional de Milho-Pipoca, realizado no ano agrícola de 1991/1992, apresentou média geral de CE igual a 17,5 e o maior valor foi de 20,8 (12). Coimbra et al. (4), trabalhando com a população DFT1-Ribeirão de milho-pipoca, em Viçosa, MG, obtiveram rendimento médio de 4.924 kg/ha e capacidade de expansão de 19,66. Assim, existem novos cultivares neste trabalho que possuem a CE mais alta, em comparação a todas aquelas encontradas nos trabalhos relatados.

No Quadro 4, considerando-se apenas a CE, pode-se indicar qual a melhor época de semeadura para cada cultivar. Este tipo de informação é muito útil numa situação em que o agricultor possui as sementes de um dado cultivar e quer saber qual a melhor época para otimizar a capacidade

de expansão. Os cultivares que apresentaram valores significativamente superiores de CE em pelo menos uma época de semeadura em relação às demais foram: em setembro, nos dois anos: CMS 42, CMS 43 e Rosa-Claro; em outubro, nos dois anos: Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, Rosa-Claro, RS 20, Viçosa e Zélia; em novembro, nos dois anos, Rosa-Claro e Viçosa; em dezembro, nos dois anos: Beija-Flor, IAC 112, Rosa-Claro e RS 20. Estes resultados mostraram que os cultivares Beija-Flor e IAC 112 foram os que apresentaram maior CE nas três épocas. Portanto, o valor de CE depende da época de semeadura e de cada cultivar, não sendo possível identificar uma época que seja comum a todos os cultivares e favoreça a CE, como ocorreu com a produtividade de grãos.

No ano agrícola de 1998/1999, IAC 112, RS 20 e Zélia apresentaram os maiores valores de CE nas quatro épocas de semeadura (Quadro 4), em razão de serem cultivares comerciais, para os quais foi priorizado o melhoramento dessa característica, aumentando o seu valor, o que não ocorreu com os demais. No ano agrícola de 1999/2000, os cultivares semeados em setembro que apresentaram CE significativamente superior aos dos demais foram CMS 42, CMS 43 e IAC 112; em outubro, IAC 112, RS 20 e Zélia; em novembro, RS 20 e Zélia; e em dezembro, IAC 112, RS 20, Viçosa e Zélia. Assim, neste ano agrícola destacaram-se, em todas as épocas, os cultivares RS 20 e Zélia. Quanto a IAC 112, deve-se considerar que, apesar deste cultivar não ter atingido a CE do RS 20 e Zélia nas épocas de semeadura de setembro e novembro de 1999, o valor desta característica apresentou-se acima da média geral das épocas consideradas. Portanto, em relação à CE, considerando os dois anos, IAC 112, RS 20 e Zélia destacaram-se em todas as épocas.

Comercialmente, as duas principais características do milho-pipoca são o rendimento de grãos e a capacidade de expansão, que quantifica a qualidade da pipoca. Neste trabalho, não foi identificado cultivar com rendimento e CE superiores em todas as épocas de semeadura e anos, caracterizando a correlação negativa e a interação genótipos x anos. Como a finalidade deste milho é produzir pipoca, a CE foi considerada prioritária. Dessa forma, IAC 112 foi o que alcançou a melhor associação entre rendimento de grãos e capacidade de expansão. No entanto, como existe correlação genética negativa entre rendimento de grãos e qualidade de pipoca (5), uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos, sem diminuir a qualidade, pode ser o aumento do número de espigas por planta ou a prolificidade. Esta característica é comum entre os cultivares de milho-pipoca e muito valorizada pelos produtores que utilizam a colheita manual, como ocorre na Zona da Mata de Minas Gerais. A interação C x A x E foi significativa quanto a prolificidade, indicando o comportamento diferenciado dos cultivares em cada época e ano (Quadro 5).

QUADRO 5 – Médias de prolificidade (PRL), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e empalhamento (EMP) dos cultivares de milho-pipoca, semeados em quatro épocas nos anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Cultivares	1998/1999															
	Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
	PRL	AP	AE	EMP	PRL	AP	AE	EMP	PRL	AP	AE	EMP	PRL	AP	AE	EMP
Beija-Flor	1,09 a*	1,8	1,0	1,3	1,01 a	1,8	1,0	1,5	1,51 a	1,7	1,0	1,3	1,15 a	1,8	1,0	1,1
Branco	1,12 a	1,6	0,8	3,0	1,34 a	1,7	0,8	1,7	1,31 a	1,6	0,8	1,6	1,15 a	1,6	0,8	1,4
CMS 42	1,07 a	1,7	1,0	1,9	1,27 a	1,7	1,0	2,1	1,28 a	1,7	1,0	3,0	1,43 a	2,0	1,3	1,4
CMS 43	1,05 a	1,8	1,0	2,3	1,03 a	1,9	1,0	1,4	1,14 a	1,8	1,0	2,1	1,21 a	2,0	1,3	1,1
IAC 112	1,02 a	1,8	0,9	1,2	1,18 a	1,8	0,8	1,3	1,31 a	1,6	0,8	1,6	1,24 a	1,8	0,9	1,1
Rosa-Claro	1,18 a	1,8	0,9	2,0	1,16 a	1,8	0,9	2,1	1,21 a	1,8	1,0	2,2	1,49 a	1,8	0,9	1,5
RS 20	0,99 a	1,3	0,6	1,8	1,22 a	1,3	0,6	1,3	1,26 a	1,2	0,6	2,2	1,28 a	1,4	0,7	1,6
Viçosa	1,10 a	1,6	0,9	3,3	1,17 a	1,7	0,9	2,5	1,28 a	1,7	0,9	2,4	1,12 a	1,8	0,9	1,0
Zélia	1,13 a	1,5	0,8	1,9	1,31 a	1,6	0,8	2,6	1,46 a	1,7	0,8	1,5	1,35 a	1,5	0,8	1,1
Média	1,1B**	1,6A	0,9A	2,1	1,2B	1,7A	0,8B	1,7	1,3A	1,6B	0,9B	2,0	1,3A	1,7A	0,9A	1,6
C.V. (%)	12,4	4,8	7,1	-	12,4	3,3	7,2	-	15,1	8,8	13	-	11,4	9,0	12	-
	1999/2000															
Beija-Flor	1,22 ab	1,5	1,0	2,5	1,15 a	1,6	0,9	1,4	1,21 a	2,1	1,3	1,6	1,12 a	1,8	1,0	1,6
Branco	1,28 ab	1,4	0,7	2,6	1,44 a	1,8	1,0	1,7	1,27 a	2,3	1,3	1,5	1,17 a	1,9	1,0	1,6
CMS 42	1,39 ab	1,5	0,8	2,1	1,32 a	1,7	0,9	1,8	1,12 a	2,0	1,3	1,5	0,90 a	1,8	1,2	1,4
CMS 43	1,34 ab	1,7	0,9	2,4	1,46 a	1,8	1,1	2,1	1,35 a	2,2	1,3	2,3	1,17 a	2,0	1,2	1,5
IAC 112	1,56 a	1,6	0,9	1,9	1,37 a	1,6	1,1	1,8	1,17 a	2,0	0,9	1,4	1,25 a	1,8	0,9	1,1
Rosa-Claro	1,29 ab	1,6	0,7	1,6	1,33 a	1,8	1,1	1,7	0,93 a	2,0	1,2	2,2	1,19 a	2,1	1,2	1,2
RS 20	1,00 b	1,2	0,6	1,9	1,05 a	1,3	0,7	1,7	0,92 a	1,6	0,8	2,2	1,03 a	1,4	0,8	1,6
Viçosa	1,24 ab	1,4	0,7	2,4	1,39 a	1,8	1,0	2,0	1,21 a	2,0	1,2	2,4	1,10 a	1,9	1,1	2,8
Zélia	1,24 ab	1,5	0,7	1,7	1,01 a	1,7	1,0	1,5	1,17 a	1,6	1,2	1,7	1,08 a	1,8	0,9	1,8
Média	1,3 A	1,5A	0,8A	2,1	1,3A	1,7A	1,0A	1,7	1,2B	2,0A	1,1A	1,9	1,1B	1,8A	1,0A	1,6
C.V. (%)	11,4	10,9	18	-	21,7	6,7	9,9	-	12,1	6,7	12	-	15,6	8,3	17	-

+, Diferença significativa entre anos, para cada época pelo teste F a 5 %.

* Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

** Médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

A altura de planta foi influenciada pelas interações A x E (Quadro 5) e C x A (Quadro 6) mostrando que, de acordo com o ano, os cultivares apresentaram-se diferentes. A altura de planta entre os cultivares variou de 1,2 m até 2,3 m. Galvão et al. (10) encontraram resultados semelhantes, na mesma estação experimental: o cultivar com maior altura de planta foi o híbrido experimental IAC SG 90 com 2,34 m, enquanto o menor foi à variedade Iapoki com 1,52 m. Quando semeados em novembro do ano agrícola de 1999/2000, os cultivares atingiram maior altura de plantas em relação às outras épocas. Os cultivares Beija-Flor, Branco, CMS 42, CMS 43, IAC 112, Rosa-Claro e Viçosa apresentaram as maiores alturas de plantas, enquanto Zélia apresentou altura intermediária, e RS 20 foi sempre o mais baixo.

A altura de espiga dependeu da interação A x E (Quadro 5) e do cultivar (Quadro 6). Houve diferença entre os cultivares quanto à altura de espigas, que variou de 0,6 m até 1,3 m. O comportamento dos cultivares, em relação à altura de espigas, foi diferente do descrito para altura de planta, uma vez que não houve interação dos cultivares com os anos.

Os valores médios de prolificidade variaram de 0,8 até 1,6 (Quadro 5), dependendo das épocas de semeadura. Galvão et al. (10), trabalhando com vários híbridos em Viçosa-MG, obtiveram prolificidade variando de 0,76 até 1,56, com média de 1,36.

As variações de prolificidade entre as épocas nos dois anos não explicaram isoladamente as variações nos rendimentos de grãos. No entanto, nas épocas de semeadura em que os cultivares apresentaram os maiores rendimentos de grãos, como setembro e outubro do ano agrícola de 1999/2000 e novembro do ano agrícola de 1998/1999, encontraram-se os maiores valores de prolificidade na maioria dos cultivares. Alguns como o RS 20, possuem baixa prolificidade em relação aos demais, em algumas das épocas.

O empalhamento adequado confere maior proteção contra ataque de carunchos e traças no período entre a maturação e a colheita. A palha também protege os grãos da radiação solar, evitando que sejam submetidos às altas temperaturas das horas mais quentes do dia, causando secamento rápido e trincamento do endosperma. As notas de empalhamento encontram-se no Quadro 5, havendo variações de acordo com a época de semeadura e dos cultivares. Não foi realizada análise de variância devido ao não atendimento das pressuposições. Na semeadura de dezembro, nos dois anos, os cultivares apresentaram padrão comercial, o que se verifica pelas notas mais baixas de empalhamento. Nos demais meses, o empalhamento variou com os cultivares. Destacaram-se como superiores IAC 112, Zélia e RS 20. Os altos valores das notas para empalhamento foram diretamente relacionados com os cultivares e com a alta incidência de chuvas na maturação das plantas.

O IAC 112 foi o que mostrou maior aptidão para alta CE, excelente empalhamento e tolerância a helmintosporiose e ferrugem; no entanto, em condições desfavoráveis de ambiente, como as ocorridas em setembro ou dezembro, esse potencial genético não se manifesta.

QUADRO 6 – Médias da altura de espiga e altura de plantas dos cultivares de milho-pipoca			
Cultivares	Altura de espiga	Altura de planta 1998/1999	Altura de planta 1999/2000
Beija-Flor	1,01 bc	1,81 ab	1,77 b
Branco	0,91 cd	1,64 cd	1,84 ab
CMS 42	1,04 b	1,80 ab	1,78 b
CMS 43	1,14 a	1,94 a	1,93 a
IAC 112	0,87d	1,76 bc	1,74 b
Rosa-Claro	1,00 bc	1,80 ab	1,88 ab
RS 20	0,68 e	1,33 e	1,39 c
Viçosa	0,96 bcd	1,72 bcd	1,78 b
Zélia	0,87 d	1,59 d	1,74 b
Média	1,50	1,70	1,70

CONCLUSÕES

1) Diversas épocas de semeadura em um ano podem substituir vários anos, na avaliação de cultivares de milho-pipoca.

2) A época de semeadura ideal para otimizar o rendimento de grãos é outubro; para capacidade de expansão, depende do cultivar.

3) As semeaduras em setembro e dezembro proporcionam os maiores riscos de perda na cultura do milho-pipoca.

4) IAC 112 é o cultivar que apresenta o melhor comportamento agrônômico.

REFERÊNCIAS

1. AGRIANUAL 2002. Anuário da Agricultura Brasileira. FNT Consultoria & Comércio. M&S Mendes & Scotoni, Editora Argos, 2002. 521p.
2. ANDRADE, R.A. Cruzamentos dialélicos entre seis variedades de milho pipoca. Viçosa, UFV, 1996. 79p. (Tese de mestrado).

3. CIMMYT. 1985. Managing trials and reporting data for CIMMYT's international. México, D.F., Maize Testing Program, 1985. 20 p.
4. COIMBRA, R.R. Seleção entre famílias de meios-irmãos da população DFT 1-Ribeirão de Milho-Pipoca. Viçosa, UFV, 2000. 54 p. (Tese de mestrado).
5. COIMBRA, R.R.; MIRANDA, G.V.; VIANA, J.M.S. & CRUZ, C.D. Correlações entre caracteres na população de milho-pipoca DFT-1 Ribeirão. *Revista Ceres*, 48: 427-35, 2001.
6. COIMBRA, R.R.; MIRANDA, G.V.; VIANA, J.M.S.; CRUZ, C.D.; MURAKAMI, D.M. & SOUZA, L.V. Estimation of genetic parameters and prediction of gains for DFT-1 Ribeirão popcorn population. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 2:31-8, 2002.
7. CRUZ, C. D. Programa genes; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, UFV, 1997. 442 p.
8. CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, UFV, 1994. 390 p.
9. FANTIN, G. M.; SAWAZAKI, E. & BARROS, B. C. Avaliação de variedades de milho pipoca quanto a resistência a doenças e qualidade da pipoca. *Summa Phytopathologica*, 17:90-104, 1991.
10. GALVÃO, J.C.C.; SAWAZAKI, E. & MIRANDA, G.V. Comportamento de híbridos de milho-pipoca em Coimbra, Minas Gerais. *Revista Ceres*, 47: 201-18, 2000.
11. RIBEIRO JUNIOR, J.I. Análises estatísticas no Saeg. Viçosa, UFV, 2001. 301 p.
12. SAWAZAKI, E. Melhoramento do milho-pipoca. Campinas, Instituto Agrônomo, 1995. 21p.
13. SAWAZAKI, E. Parâmetros genéticos em milho-pipoca (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ, 1996. 157p. (Tese de doutorado).
14. VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, *Revista Brasileira de Genética*, 1992. 496p.
15. ZIEGLER, K.E. & ASHMAN, B. Popcorn. In: Hallauer, A. R. (ed.). *Specialty corns*. Ames, CRC Press, 1994. p.189-223.