

AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA DE MILHO DE GERMINAÇÃO PRECOCE EM DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO E DE POPULAÇÕES DE PLANTAS*

Antônio Vander Pereira**

José Domingos Galvão***

José Carlos Silva****

Antônio Américo Cardoso***

1. INTRODUÇÃO

A máxima produção de grãos por unidade de área é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento de milho. Graças ao desenvolvimento desses programas e ao aperfeiçoamento das práticas culturais, tem-se conseguido aumento substancial na produtividade desse cereal. O alto nível de produtividade atingido atualmente é proveniente da ação conjugada de efeitos genéticos e de ambientes para produção de grãos. Todavia, à medida que se eleva o potencial produtivo dos germoplasmas, a obtenção de ganhos subsequentes, em qualquer programa de seleção, torna-se cada vez mais problemática.

Dentre as práticas culturais empregadas, o número de plantas por unidade de área é um dos fatores importantes para produção de grãos (5, 8, 11). A resposta de diferentes cultivares à elevação da população de plantas por área é variável, em função da maior ou menor tolerância do material a condições competitivas de nu-

* Parte da Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências do curso de Fitotecnia, para obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 05.04.1979.

** EMCAPA — C. Postal 391 — 29 000 — Vitória — ES.

*** Universidade Federal de Viçosa — Dep. de Fitotecnia — 36 570 — Viçosa-MG.

**** Universidade Federal de Viçosa — Dep. de Biologia Geral — 36 570 — Viçosa-MG.

trientes, água, luz, bióxido de carbono e outros fatores de crescimento. Estudos referentes ao comportamento de cultivares em altas densidades populacionais e ao tipo de planta mais adequado para o plantio em condições de alta competição vêm sendo objeto da atenção de vários pesquisadores (1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 15, 16).

A uniformidade de germinação das sementes parece ser potencialmente importante nos plantios densos, onde a competição por luz, dentro da fileira, se verifica cedo. A razão disso é que as plantas oriundas de sementes de germinação mais tardia serão sombreadas pelas precoces, resultando em plantas delgadas, fracas e freqüentemente improdutivas, conforme Donald, citado por DUNCAN (4).

Outra situação em que a velocidade de germinação das sementes pode tornar-se importante verifica-se nos solos argilosos, com pouca matéria orgânica, onde o ressecamento após as chuvas causa o aparecimento de uma crosta dura, que dificulta e às vezes impede a emergência. Acredita-se que, no caso de sementes que germinam com maior rapidez, a emergência, numa maior freqüência, possa ocorrer antes que se dê a formação da crosta.

Realizou-se este trabalho com o objetivo de estudar o comportamento de germoplasmas de milho de germinação precoce em várias combinações de populações de plantas e de níveis de nitrogênio, quanto à produção de grãos e alguns caracteres agrônômicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Viçosa, MG, aos 14 de outubro de 1976, em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, Distrófico. De acordo com os níveis de fertilidade propostos pelo Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais-PIPAEMG (14) — o referido solo apresenta acidez média, baixo teor de fósforo e alumínio, teor médio de potássio e cálcio + magnésio.

Os dados de precipitação pluvial, assim como as médias de temperaturas máximas e mínimas ocorridas durante o período em que foi realizado o trabalho, encontram-se na Figura 1.

O material experimental foi selecionado por MILLAN *et alii* (10) no milho 'Piranão' MS-III — HS-II (três gerações de seleção massal e duas de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos), num estudo, em que foi usado o Delineamento I de COMSTOCK e ROBINSON (3), a partir de 88 machos, cada um cruzado com 6 fêmeas, num total de 528 progênes. As progênes foram submetidas à seleção para germinação precoce e tardia, em germinador, num experimento com duas repetições, cada uma representada por uma placa de Petri com 10 sementes. Foi feita uma pressão de seleção de 10% entre famílias e 20% dentro da família, nos sentidos da germinação precoce e tardia. As sementes selecionadas foram levadas ao campo, onde foram plantadas. As plantas resultantes foram recombinadas mediante cruzamentos, planta a planta, dentro de cada grupo de seleção, obtendo-se as populações do Ciclo I. Utilizou-se, neste estudo, o 'Piranão' original (So) e o Ciclo I de seleção para germinação precoce (SIp).

Foi empregado o delineamento em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos num arranjo fatorial 2 x 3 x 4 (dois ciclos de seleção, So e SIp; três densidades de plantio, 40, 60 e 80 mil plantas/ha; quatro níveis de nitrogênio, 0, 60, 80 e 120 kg de N/ha, com duas repetições).

As parcelas de cada tratamento foram representadas por quatro fileiras de 6 metros de comprimento, com distância de um metro uma da outra. A área útil, na unidade experimental, correspondeu às duas fileiras centrais que foram colhidas integralmente.

As sementes foram distribuídas, nos sulcos de plantio em número de três, com

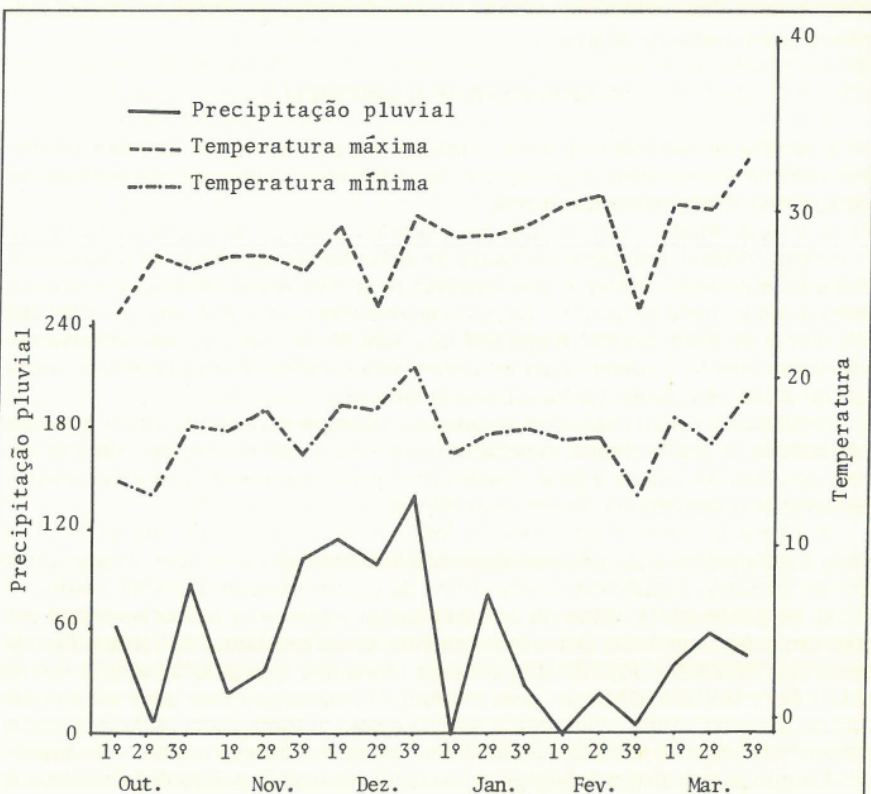


FIGURA 1 - Precipitação pluvial, por década, e médias das temperaturas máximas e mínimas durante o período de outubro de 1976 a março de 1977, em Viçosa, Minas Gerais.

um espaçamento dentro do sulco que variava de acordo com a densidade populacional de cada tratamento. Foi realizado desbaste para uma planta por cova, decorridos 30 dias da emergência das plântulas.

Por ocasião da semeadura, foi aplicada, nos sulcos de plantio, uma adubação básica na proporção de 100 kg de P_2O_5 /ha e 36 kg de K_2O /ha, usando-se superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada, na forma de sulfato de amônio, foi aplicada em duas etapas; um quarto no sulco de plantio e o restante, em cobertura, ao lado das fileiras, 45 dias depois da emergência das plântulas de milho.

Os tratos culturais foram os que habitualmente se dispensam à cultura do milho e a colheita foi efetuada quando a umidade dos grãos estava em torno de 16%. Os teores de umidade foram determinados em amostras coletadas das fileiras externas das parcelas, utilizando-se um determinador de umidade modelo «Steinlite».

Foram avaliados os seguintes caracteres: altura da planta e da espiga, número de dias para emergência de «cabelos» na espiga e para liberação do pólen nos pen-

dões, «stand» final, número de espigas, índice de espiga, produção de espigas e de grãos e peso médio de 50 grãos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância e o teste de médias das características estudadas no Piranão original e no Ciclo I de seleção para germinação precoce encontraram-se nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

O «stand» final foi influenciado apenas pela densidade de plantio, evidenciando o efeito desfavorável de densidades elevadas na sobrevivência de plantas, em relação à população inicial. A porcentagem de sobrevivência decresceu com o aumento da densidade de plantas, resultado que concorda com os obtidos por VIEGAS *et alii* (17), GALVÃO e PATERNIANI (5) e LEITE (9). Contudo, não observaram diferenças quanto à porcentagem de sobrevivência entre as densidades populacionais de 40.000 e 60.000 plantas/ha, o que está de acordo com GALVÃO e PATERNIANI (5) e PEREIRA FILHO (13), que, estudando o comportamento do milho 'Piranão' e de milhos de porte normal, concluíram que o baixo porte do milho 'Piranão' sugere um tipo de planta menos competitivo (com menor sombreamento mútuo), permitindo o uso de populações mais densas que o milho normal.

A altura da planta e da espiga foi influenciada pelo ciclo de seleção, tendo o Ciclo I para germinação precoce apresentado menor altura. O nível de nitrogênio trouxe aumento significativo para altura da planta somente no nível 1 (60kg de N/ha), ao passo que a altura da primeira espiga apresentou aumentos significativos com o acréscimo das doses de nitrogênio. Esses resultados discordam dos obtidos por PEREIRA FILHO (13), em dois locais dos quatro estudados, e dos de GALVÃO e PATERNIANI (5), para a altura da planta, ao passo que para a altura da espiga os resultados concordam com os desses autores. As densidades populacionais não mostraram efeito significativo sobre a altura da planta e da espiga, sendo que, para a altura da espiga, a interação nitrogênio x densidade mostrou-se significativa.

O número, o índice e a produção de espigas, a produção de grãos e o peso médio de 50 grãos foram influenciados pelo nível de nitrogênio, notando-se acréscimo significativo para as quatro primeiras características com o aumento das doses desse elemento. O aumento da densidade populacional causou efeito positivo no número de espigas; por outro lado, a produção de espigas e o peso de 50 grãos foram, de modo geral, reduzidos pelo acréscimo do número de plantas. Esses resultados concordaram com os obtidos por GALVÃO e PATERNIANI (5), e tal fato pode ser explicado pelo efeito da competição em densidades elevadas, trazendo, como consequência, redução no tamanho das espigas e dos grãos. O estudo de ciclos de seleção dentro das densidades revelou efeito de ciclos sobre produção de espigas na população de 80.000 plantas/ha. A maior produção de espigas encontrada para o Ciclo I «precoce» na densidade de 80.000 plantas/ha sugere vantagem das sementes de germinação precoce na redução do número de plantas improdutivas, em densidades elevadas, resultado de maior uniformidade de germinação depois da seleção.

O aumento da densidade de plantas mostrou efeito negativo sobre o índice de espigas, pois cada aumento ocorrido na população resultou numa significativa redução dessa característica. Contudo, as densidades populacionais não influenciaram a produção de grãos.

O número de dias para emergência de «cabelos» da espiga e liberação do pólen no pendão foi influenciado pela adubação nitrogenada, sendo que no nível de 180 kg de N/ha ocorreu maior precocidade na emergência de «cabelos» da espiga e liberação de pólen no pendão. Não foram observadas diferenças entre os trata-

QUADRO 1 - Quadrados médios da análise de variância das dez características estudadas do experimento que envolveu o 'Pirano' original e o Ciclo I "precoce", em quatro níveis de nitrogénio e três populações de plantas

Fontes de variação	Graus de liberdade	"Stand" fixa da população inicial	Altura de planta	Altura espiga	Número espigas	Índice de espiga	Produção de espigas	Produção de grãos	Peso médio de 50 grãos	Emergência dos "cabeços" da espiga	Liberação de poténios nos pendões
Repetição	1	22,6580	0,0414	0,0229	93,5208	0,0040	1,0927	0,7625	0,7477	14,0833	6,7500
Ciclo de Seleção (C)	(1)	34,9516	0,0426*	0,0172*	54,1875	0,0085	0,0296	0,0917	2,4537	30,0833**	44,0833**
Nível de Nitrogénio (N)	(3)	17,0510	0,2175*	0,1817*	2039,3500**	0,3604**	77,0928**	56,1310**	12,7499**	208,5280**	49,1944**
Interação C x N	3	6,2622	0,0106	0,0018	10,4097	0,0037	1,2390	0,9427	0,5755	0,7500	0,7500
Densidade (D)	(2)	112,4960**	0,0118	0,0076	1166,5200**	0,2065**	1,8272*	0,8473	9,2579**	74,3333**	4,0833
Interação C x D	(2)	8,2933	0,0061	0,0002	28,5625	0,0025	1,8895*	1,0585	1,1174	14,3333**	2,0833
C/D1	1						1,5488			56,2500**	
C/D2	1						0,0016			2,2500	
C/D3	1						2,2560*			0,2500	
Interação N x D	(6)	2,8598	0,0135	0,0104*	45,6875*	0,0055	0,4615	0,3219	1,6695	4,7777	0,8611
N/D1	3			0,0649**	436,1616**						
N/D2	3			0,0702**	645,8533**						
N/D3	3			0,0675**	1048,7293**						
Interação C x N x D	6	12,7970	0,0125	0,0060	10,9514	0,0018	0,6991	0,5569	0,6318	3,0000	1,7500
Resíduo	23	8,8773	0,0084	0,0038	14,6067	0,0036	0,4839	0,3721	0,8223	3,4745	1,7065
C.V. %		3,13	5,54	7,48	6,70	7,33	10,75	11,54	6,31	2,10	1,56

* Significativo a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

** Significativo a 1% de probabilidade ($P < 0,01$).

QUADRO 2 - Teste de médias das dez características estudadas no 'Piranga' original e no Ciclo I de seleção para germinação precoce em quatro níveis de nitrogênio e três densidades populacionais (%)

		"Stand" final da população inicial	Altura da planta (m)	Altura da espiga (m)	Número de espigas/ parcela	Índice de espigas/ parcela	Produção de espigas/ parcela (kg)	Produção de grãos/ parcela (kg)	Peso médio de grãos (gr)	Emergência de "cabelos" da espiga (dias)	Liberção de pólen nos pólenos (dias)
Ciclo de Seleção	SO	94,233	1,685 a	0,845 a	55,958	0,800	6,444	5,240	14,504	87,916	82,750 b
	Sip	95,950	1,625 b	0,808 b	58,083	0,831	6,494	5,328	14,244	89,500	84,583 a
Níveis de Nitrogênio	NO	95,320	1,461 b	0,649	39,000	0,585 c	3,085 d	2,381 d	12,689 b	94,666 a	86,500 a
	N1	95,562	1,696 a	0,844	56,500	0,806 b	6,049 c	4,958 c	14,671 a	88,000 b	83,500 b
	N2	95,934	1,691 a	0,888	63,750	0,918 a	7,919 b	6,322 b	14,719 a	87,166 b	83,166 b
Densidade	N3	95,545	1,773 a	0,925	68,830	0,978 a	8,823 a	7,273 a	15,193 a	85,000 c	81,500 c
Densidades Populacionais	D1	97,460 a	1,682	0,841	47,750	0,940 a	6,840	5,534	15,110 a	86,375 c	83,133
	D2	95,610 a	1,657	0,836	58,750	0,810 b	6,385	5,235	14,006 b	89,124 b	83,955
	D3	92,237 b	1,627	0,802	64,560	0,715 c	6,181	5,072	13,838 b	96,936 a	83,900
Interação C/D1	SO	97,360	1,715	0,857	47,750	0,940	7,152 a	5,713	15,103	84,500 b	81,750
	Sip	97,555	1,648	0,826	47,750	0,945	6,530 a	5,357	15,000	88,250 a	84,550
Ciclo x C/D2	SO	96,900	1,666	0,860	58,125	0,795	6,375 a	5,241	14,430	88,750 a	83,200
	Sip	96,520	1,648	0,813	59,375	0,824	6,395 a	5,222	13,924	89,500 a	83,920
C/D3	SO	90,690	1,675	0,820	62,000	0,686	5,806 b	4,750	14,001	90,500 a	83,222
	Sip	93,765	1,580	0,783	67,125	0,748	6,557 a	5,403	13,712	90,750 a	84,740
N/D1	NO	96,602	1,520	0,655 c	33,250 c	0,652	3,513	2,515	12,660	91,500	86,000
	N1	97,577	1,745	0,897 b	47,000 b	0,930	6,393	5,108	15,535	85,000	82,500
Nitrogênio x Densidade	N2	98,091	1,690	0,875 a	55,250 a	1,083	8,333	6,693	15,513	85,000	82,500
	N3	97,572	1,772	0,940 a	55,500 a	1,080	9,130	7,106	16,767	84,000	81,550
N/D2	NO	94,344	1,512	0,685 d	41,750 d	0,614	3,280	2,326	13,022	94,500	87,000
	N1	96,022	1,627	0,767 c	57,000 c	0,781	5,655	4,671	13,741	89,000	83,550
	N2	96,198	1,712	0,935 b	65,250 b	0,883	8,082	7,000	14,751	88,000	83,500
N/D3	N3	95,804	1,777	0,960 a	71,000 a	0,962	8,513	6,914	14,220	85,000	82,000
N/D3	NO	89,250	1,352	0,607 d	42,000 d	0,484	2,453	2,584	12,331	98,000	86,500
	N1	93,111	1,715	0,867 c	65,500 c	0,712	6,091	4,715	14,704	90,000	84,500
	N2	93,529	1,672	0,855 b	70,750 b	0,783	7,447	7,132	13,717	88,500	83,500
	N3	93,272	1,770	0,877 a	80,000 a	0,884	8,833	7,187	14,520	86,000	81,500

(*) Em cada série de médias de cada caráter, os valores seguidos da mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

mentos que receberam 60 e 120 kg de N/ha, ao passo que os tratamentos que não receberam adubação nitrogenada (nível zero) apresentaram emergência de «cabelos» e liberação de pólen mais tardia. Esse fato é explicado pelo desenvolvimento mínimo apresentado por esses tratamentos e, portanto, pelo retardamento no florescimento de 50% das plantas. O Ciclo I de seleção para germinação precoce apresentou florescimento mais tardio que o 'Piranão' original, evidenciando efeito da seleção sobre a emergência de «cabelos» da espiga e a liberação de pólen no pendão. No estudo dos ciclos de seleção dentro das densidades de plantio observou-se que o 'Piranão' original apresentou uma emergência de «cabelos» mais precoce na densidade de 40.000 plantas/ha, não tendo sido encontrada explicação para esse fato.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O comportamento do cultivar 'Piranão' original e do Ciclo I de seleção para germinação precoce foi avaliado no campo, em blocos casualizados, com duas repetições. Foi feito um arranjo fatorial $2 \times 3 \times 4$ dos tratamentos, que envolveram 2 Ciclos (população original e Ciclo I), três densidades populacionais (40.000, 60.000 e 80.000 plantas/ha) e quatro níveis de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg de N/ha). Foram avaliados os seguintes caracteres: «stand» final, altura da planta, altura de espiga, número e índice de espiga, produção de espigas, produção de grãos, peso médio de 50 grãos, número de dias para emergência de «cabelos» nas espigas e liberação do pólen nos pendões.

O Ciclo I de seleção para germinação precoce mostrou comportamento diferente da população original apenas para altura de planta, altura de espiga, emergência de «cabelos» da espiga e liberação de pólen no pendão; para essas características, o Ciclo I «precoce» apresentou menor altura da planta e da espiga e florescimento mais tardio.

Os ciclos de seleção não diferiram entre si, relativamente aos diferentes níveis de nitrogênio empregados, em todas as características avaliadas. Quanto às densidades populacionais, houve comportamento diferente desses ciclos com respeito à produção de espigas e ao número de dias para emergência dos «cabelos» da espiga.

Os resultados do estudo da interação ciclo x densidade sugerem vantagem das sementes de germinação precoce no aumento da produção de espigas em densidades elevadas, o que pode ser explicado por um crescimento mais uniforme das plantas desse ciclo, com uma redução do número de plantas improdutivas.

5. SUMMARY

The brachytic-2 maize variety, Piranão, and the first cycle of selection for earliness of germination (Cycle I) of this variety, were evaluated in a field test using a randomized complete block design with two replications. A $2 \times 3 \times 4$ factorial arrangement of treatments was used with two cycles (Cycle I and Original population), three populations densities (40,000; 60,000 and 80,000 plants/ha) and four levels of nitrogen (0; 60; 120 and 180 kg/ha). The following characters were analysed: final stand; plant and ear height; number of ears and ear index; ear production; grain yield; average weight of 50 kernels; and, number of days to silking and to pollen shedding.

The analysis showed that Cycle I had a shorter plant with lower ear height and took more days to silking and pollen shedding. No differences were found for the other characters.

There was no level of nitrogen by cycle interaction, but there was a cycle x po-

pulation density interaction for ear production and days to silking. The Cycle I had a greater ear production in the higher population density, perhaps due to a greater uniformity in the plant growth which reduces the number of barren plants.

6. LITERATURA CITADA

1. CARMER, S.G. & JAKOBS, J.A. An experimental model for predicting optimum plant and maximum corn yield. *Agronomy Journal*. 57(3):241-244. 1965.
2. COLVILLE, W.L., DREIR, A., MCGILL, D.P., GRABOUSKY, P. & EHLERS, P. Influence of plant population, hybrid and productivity level on irrigated corn production. *Agronomy Journal*. 56(3):332-335. 1964.
3. COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. Estimation of average dominance of genes. In GOWEN, J.W. (ed.) *Heterosis*. Ames, Iowa, Iowa State College Press, 1952. p. 494-516.
4. DUNCAN, W.G. Cultural manipulation for higher yields. In: EASTIN, J. D., HASKINS, F.A., SULLIVAN, C.Y. & VAN BAVEL, C.H.M. *Physiological aspects of crop yield*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy and Crop Science of America, 1969. p. 327-373.
5. GALVÃO, J.D. & PATERNIANI, E. Comportamento do milho 'Piranão' (braquítico-2) e de milhos de porte normal em diferentes níveis de nitrogênio e populações de plantas. *Experientiae*. 20(2):17-52. 1975.
6. GENTER, C.F. & CAMPER Jr. H.M. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. *Agronomy Journal*. 65 (4):699-671. 1973.
7. GIESBRECHT, J. Effect of population and row spacing on the performance of four corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Agronomy Journal*. 61(3):439-441. 1969.
8. LANG, A.L., PENDLETON, J.L. & DUNGAN, G.H. Influence of population and nitrogen levels on yields and protein and oil contents of nine corn hybrids. *Agronomy Journal*. 48(6):284-289. 1956.
9. LEITE, D.R. Comportamento de milho (*Zea mays* L.) braquítico-2 em diferentes densidades de plantio. Piracicaba, ESALQ, 1973. 60 p. (Tese de Mestrado).
10. MILLAN, A.J., SILVA, J.C. & GALVÃO, J.D. Herança da velocidade de germinação na variedade de milho 'Piranão'. *Revista Ceres* 24(133):278-288. 1977.
11. NOVAIS, R.F., BRAGA, J.M., GALVÃO, J.D., & GOMES, F.R. Efeito de nitrogênio, população de plantas e híbridos sobre a produção de grãos e sobre algumas características agrônomicas da cultura do milho. *Experientiae*. 12(12):341-380. 1971.
12. PENDLETON, S.W. & SEIF, R.D. Plant population and row spacing studies with brachytic-2 dwarf corn. *Crop Science*. 1(6):433-435. 1961.
13. PEREIRA FILHO, I.A. Comportamento dos cultivares de milho (*Zea mays* L.) 'Piranão' e 'Centralmex' em diferentes condições de ambientes, espaçamentos

e níveis de nitrogênio. Lavras, ESAL, 1977. 84 p. (Tese de Mestrado).

14. PROGRAMA INTEGRADO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendação do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais*. 2.^a tentativa, Belo Horizonte, Secretaria da Agricultura, 1972. 88 p.
15. RUTGER, J.N. & CROWDER, L.V. Effect of high plant density on silage and grain yields of six corn hybrids. *Crop Science*. 7(3):182-184. 1967.
16. USBERTI FILHO, J.A. *Avaliação de germoplasmas de milho (Zea mays L.) em relação à densidade de plantio e níveis de fertilizantes*. Piracicaba, ESALQ, 1972. 152 p. (Tese de Doutorado).
17. VIEGAS, G.P., ANDRADE, J.S. & VENTURINI, W.R. Comportamento dos milhos H — 6999, Asteca e Cateto em três níveis de adubação e três espaçamentos, em São Paulo. *Bragantia*. 22(18):201-236. 1963.