

AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO SELECIONADOS E NÃO SELECIONADOS PARA A CARACTERÍSTICA ASI SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE DE UMIDADE NO FLORESCIMENTO/ENCHIMENTO DE GRÃOS.

Manoel Xavier dos Santos¹.; Camilo de Lelis Teixeira Andrade¹.; Antônio Carlos de Oliveira¹.; Elto Eugênio G. e Gama¹.; Carlos E. Prado Leite¹.; Hélio Wilson L. Carvalho³

Palavras-chave: tolerância à seca, sincronia de florescimento.

Introdução

Selecionar sob condições de estresse tem sido um desafio para os programas de melhoramento haja vista as dificuldades encontradas no controle ambiental e consequente redução dos componentes de variância genética (Blum, 1988). Em condições de clima tropical estas dificuldades são aumentadas em virtude das irregularidades climáticas e somente nas duas últimas décadas é que esforços isolados têm sido direcionados para desenvolver genótipos com adaptação para os estresses. Sabe-se que seca é uma das principais limitações para a produção de milho e a utilização de genótipos tolerantes tem sido apontada como a solução aumento da produtividade. Dados estimados por Santos *et al.*, (1997) mostraram que, no Brasil, estas perdas podem variar de 14 % a 28%, enquanto que Edmeades *et al.*, (1989) estimaram que 80% do milho plantado em regiões tropicais apresentaram reduções que variaram de 10% a 50%. Os efeitos adversos da falta de umidade são mais severos no período do florescimento e a literatura mostra que estresses de um a dois dias nesta fase pode causar uma redução de 22% na produtividade (Robins e Domingo, 1953). Dependendo da época e da duração do estresse, valores encontrados na literatura mostram reduções que variam de 14% a 63% (Edmeades *et al.*, 1989; Betrán *et al.*, 1997.; Singh-RD, 2000). Sabendo-se que a seleção direta para aumento da produtividade sob estresse de umidade tem sido considerada ineficiente, diversas características fisiológicas têm sido relatadas como correlacionadas com a produção (Boyer, 1996), porém, a nível de campo são de difícil exequibilidade. Várias características morfológicas e fisiológicas foram estudadas por Bolanos e Edmeades (1993) onde chegaram a conclusão que a sincronia do florescimento masculino e feminino (ASI) foi a que mais se correlacionou com a produtividade de grãos sob estresse. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do estresse de umidade na fase de florescimento/

¹ Eng. Agr., PhD - Embrapa Milho e Sorgo. Caixa postal 151, 35701-970 Sete Lagoas-MG

² Eng. Agr., BS - Embrapa Milho e Sorgo. Caixa postal 151, 35701-970 Sete Lagoas-MG

³ Eng. Agr.; MsC- Embrapa Tabuleiros Costeiros. C. postal 44, 49025-040 Aracaju- SE.

enchimento de grãos e conhecer a relação entre linhagens e híbridos de milho selecionados para ASI em comparação com híbridos não selecionados para ASI.

Material e Métodos

No ano agrícola de 2000 foram avaliados, em Janaúba-MG, dois experimentos, sendo um com estresse de umidade no período do florescimento/enchimento de grãos (CS) e outro sob condições normais de irrigação (SS). Janaúba está localizada na região norte de Minas Gerais, altitude de 516m, latitude 15° 47'S e longitude 43°18'W. Os ensaios foram conduzidos na época em que a probabilidade de chuvas é mínima (junho a setembro) sendo utilizado o sistema de irrigação por aspersão convencional. Foram utilizados coletores de umidades, distribuídos uniformemente na parte central dos ensaios, e a água coletada era medida após cada irrigação. A umidade do solo foi monitorada utilizando-se o método gravimétrico e foi medida em três profundidades do perfil (0-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm). No ensaio CS suspendeu-se a irrigação aos 61 dias após a data do plantio (DAP), voltando-se a irrigar aos 90 DAP, época em que os sintomas fenotípicos da seca estavam bem acentuados (folhas enroladas) e a umidade controlada do solo estava próxima ao ponto de murcha permanente. Foram utilizados 22 tratamentos, formados por: 10 híbridos não selecionados para a característica sincronia de florescimento masculino e feminino (0% ASI), 5 híbridos onde todas as linhagens parentais haviam sido selecionadas (100% ASI), 5 híbridos onde havia a participação de um parental ASI na sua formação (50% ASI), uma testemunha comercial sem seleção para ASI (BRS 31011) e uma testemunha de reconhecida estabilidade de produção. Em ambos os ensaios o delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, três repetições e a parcela foi formada por duas fileiras de 5 m de comprimento com espaçamento de 0,90m x 0,20m. Foram mensurados os seguintes parâmetros: 50% de florescimento masculino e 50% de florescimento feminino no ambiente com estresse (50%FMCS e 50%FFCS) em dias, peso de grãos CS e SS (PG) em kg/há e número de espigas CS e SS (NE). A característica ASI foi calculada subtraindo-se o número de dias entre 50% do FF e 50% do FM. A análise estatística foi realizada para cada ambiente, sendo efetuada, posteriormente, a análise conjunta.

Resultados e Discussão

As análises individuais de variância revelaram diferenças significativas ($P < 0,001$) nos ambientes com estresse (CS) e sem estresse de umidade (SS) para os caracteres: peso de grãos (PG), número de espigas (NE) e 50% de florescimento masculino e feminino com estresse (50% FMCS e 50% FFCS). Na análise conjunta foi detectada significância

estatística para ambientes, tratamentos e para a interação ambientes x tratamentos (P<0,001).

Tabela 1. Valores médios obtidos nos ensaios de avaliação de híbridos nos ambientes com estresse de umidade (CS) e sem estresse de umidade (SS) considerando os caracteres 50% de florescimento masculino e feminino com estresse (50%FMCS e 50%FFCS em dias), sincronia de florescimento masculino e feminino (ASI), peso de grãos (PG em kg/ha) e sua redução em relação ao ambiente sem estresse (RP%), número de espigas (NE) e sua redução em relação ao ambiente sem estresse (RNE%), altura de planta (AP) e sua redução em relação ao ambiente sem estresse (RAP%). Janaúba – MG, 2000.

Tratamentos	50% FMCS	50% FFCS	ASICS	ASISS	PGCS	PGSS	RP%	NECS	NESS	RNE%
1-0%ASI	66	68	2	3	1020	6403	84	15	57	74
2-0% ASI	65	68	4	2	2970	6903	57	39	54	28
3-0% ASI	64	67	3	1	2047	4493	54	35	46	24
4-0% ASI	67	70	3	1	2960	7087	58	42	67	37
5-0% ASI	66	69	3	2	1027	6167	83	24	72	66
6-0% ASI	67	69	2	0	2400	5437	56	38	57	33
7-0% ASI	69	70	1	0	3697	9407	61	44	67	34
8-0% ASI	65	65	0	0	4670	8480	45	45	53	15
9-0% ASI	72	72	0	1	2113	9170	77	28	80	77
10-0% ASI	67	68	1	1	4077	7013	42	48	63	24
Média	66,8	68,7	1,9	1,1	2697	7056	62	35,8	61,6	42
11-100% ASI	62	62	0	0	4160	7587	45	41	50	18
14-100% ASI	60	60	0	0	3523	5663	38	37	47	21
15-100% ASI	62	61	-1	0	3200	6173	48	38	47	19
19-100% ASI	67	69	2	0	230	1923	88	10	38	74
20-100% ASI	61	60	-1	-1	4180	6560	36	41	48	10
Média	62,4	62,4	0	0	3058	5581	44,8	33,4	46	27,3
12-50% ASI	61	63	2	0	2550	7980	68	33	52	36
13-50% ASI	61	63	2	1	2467	6060	59	38	48	21
16-50% ASI	61	63	2	1	3830	8077	52	43	52	17
17-50% ASI	61	62	1	0	3820	6933	45	47	49	4
18-50% ASI	61	64	3	2	3810	7363	48	42	48	12
Média	61	63	2	1	3295	7282	54	40,6	49,8	18,4
21- BRS 3101	66	67	5	3	2987	8190	63	32	59	45
22-P 3041	64	67	3	2	4447	8523	48	45	51	12
Sign.Anal. Indiv	**	**	-	-	**	**	-	**	**	-
Sign.Anal.Conj.	**				**			**		

Observando-se, na Tabela 1, os valores médios para 50% FMCS e 50% FFCS, nota-se que os híbridos com ASI foram mais precoces e que a amplitude de variação foi de 60 a 67 dias para o FM e de 60 a 69 dias para o FF enquanto que para os híbridos sem ASI a amplitude variação para FMCS foi de 64 a 72 dias e de 68 a 72 dias para o FFCS. Em relação à característica ASI (50% FFCS – 50%FMCS), pode-se observar que, os híbridos não selecionados para ASI apresentaram “per se” valores similares de ASI aos obtidos para os híbridos com 50% de ASI tanto no ambiente CS quanto no ambiente SS. Pode-se observar o valor médio de 0% de ASI para os tratamentos com 100% e alguns tratamentos “per se”

com protoginia tanto no ambiente CS quando no ambiente SS, mostrando a eficiência da seleção para ASI. Resultados obtidos por *Betrán (1997)* evidenciaram valores de ASI entre 0 a 8,2 dias para combinações híbridas com proporções de 0% a 100% de ASI. Esta característica parece conferir maior valor adaptativo ao híbrido, no entanto, isto não ficou evidenciado em termos de produtividade. Isto, talvez, venha a se constituir em um mecanismo constitutivo (*Banziger et al, 2002*), mas, pouco se conhece sobre estes mecanismos que podem contribuir para aumento da produção. Para a produção de grãos, pode-se observar que sob condições de estresses a média dos híbridos com 0% ASI foi a mais baixa (2.697 kg/ha) e a mais alta foi com a dos híbridos com 50% (3.295 kg/ha) em virtude da média dos híbridos com 100% ASI ter sido prejudicada pelo baixo stand do tratamento 19 (Tabela 1). Observando-se ainda a redução de produtividade do ambiente sem estresse para o ambiente com estresse, pode-se verificar uma redução de 62% para os híbridos 0% ASI e com amplitude de variação de 42% a 84%, enquanto que para os híbridos 100% ASI e 50% ASI esta redução foi de 44,8% e 54%, respectivamente. Estes resultados sugerem que linhagens selecionadas para ASI e com 100% de participação nos híbridos podem ser utilizadas para diminuir as perdas de produtividade com estresse de umidade. Resultados na literatura evidenciam reduções na produtividade que variam de 14% a 63% (*Robins e Domingo, 1953; Edmeades et al., 1989; Betrán et al, 1997; Sing-RD et al, 2000;*), não se mencionando, porém, como foi efetuado o controle de umidade, o estágio em que foi dado o estresse e a duração do estresse. Considerando que o estresse de umidade (61 a 90 DAP) atingiu o período considerado mais crítico (florescimento/enchimento de grãos) e que a maioria os híbridos com ASI apresentaram além das boas produtividades valores médios dos ASIs mais baixos, deve-se utilizar esta característica como critério de seleção em ambientes com estresse de umidade (*Boyer, 1996; Chapman et al., 1999*). Se a característica ASI confere maior valor adaptativo e não expressa esta vantagem em termos de produtividade, algum outro mecanismo deve estar envolvido (*Banziger et al., 2002*) ou deve-se buscar novas combinações híbridas com padrões heteróticos diferenciados (fato não ocorrido neste estudo) para testes de avaliação e comparações mais precisas. Há indicações, no entanto, que parecem mostrar um outro parâmetro mais associado com a tolerância à seca que poderia, junto com a característica ASI, servir como critério de seleção. Observando-se a característica número de espigas com estresse (NECS) e sem estresse (NESS), pode-se notar que, de modo geral, os híbridos mais produtivos CS e SS apresentaram o maior número de espigas em ambas situações (Tabela 1). Percebe-se ainda que os híbridos selecionados para ASI apresentaram uma média menor para a redução do número de espigas (RNE%) do que os híbridos com 0% ASI (42%). Esta, talvez, pode ser uma das vantagens adaptativas desde que o estresse intensificou a expressão de genes importantes para a reprodução e

sobrevivência (Blum *et al.*, 1992). Se for levado em conta que o aborto do óvulo ocorre no período de uma semana antes e duas semanas após a saída dos estileto-estigmas (Jacob e Pearson, 1991), a formação de grãos e consequente desenvolvimento de espigas deve estar associado com a tolerância a estresse de seca. Alguns resultados da literatura mostram que o número de espigas está associado com tolerância à seca (Tollenar *et al.*, 1997; Chapman e Edmeades, 1999; Bazinger *et al.*, 2002) e que a seleção para estresse de umidade conduz a mudanças morfológicas e fisiológicas para aumento da produção. Desta forma, caracteres que conferem vantagem adaptativa juntamente com outras características indiretas de fácil mensuração devem ser utilizadas no processo seletivo.

Conclusões

1. A mais alta redução de produtividade (62%), do ambiente sem estresse para o ambiente com estresse, ocorreu com os híbridos não selecionados para a característica sincronia de florescimento masculino e feminino (ASI), enquanto que para os híbridos com 100% ASI e 50% ASI foi de 44,8% e 54%, respectivamente.
2. A característica ASI parece conferir vantagem adaptativa aos híbridos sob condições de estresse de umidade que se manifesta através de um maior número de espigas.
3. A utilização das duas características deve ser explorada em condições de melhoramento sob estresse de umidade.

Referências Bibliográficas

BANZIGER, M.; EDMEADES, G.O .; LAFITTE, H.R. Physiological mechanisms contributing to the increased N stress tolerance of tropical maize selected for drought tolerance. **Field Crop Research**, Amsterdam, v.75 , p. 223-233, 2002.

BETRÁN, F.J.; BECK, D.; BANZIGER, M.; RIBAUT, J.M.; EDMEADES, G.O . Breeding for drought tolerance in tropical maize. In: CONFERENCE ON GENETICS, BIOTECHNOLOGY AND BREEDING OF MAIZE AND SORGHUM, 17., 1996, Thessaloniki, Greece. **Proceedings...** Cambridge: Royal Society of Chemistry 1997. p. 169-177.

BLUM, A . **Plant Breeding for stress environments**. Boca Ratón: CRC Press, 1988. 223p.

BLUM, A.; GOLAN, G.; MAYER, J.; SINMENA B.; OBILANA, T. The comparative productivity and drought response of semi-tropical hybrids and open pollinated varieties of sorghum. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.118, p. 29-36, 1992.

BOLAÑOS, J.; EDMÉADES, G.O.; Martínez, L. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in drought-adaptative physiological and morphological traits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.31, p. 269-286, 1993.

BOYER, J.S. Advances in drought tolerance in plants. **Advances in Agronomy**, New York, v.56, p.187-218, 1996.

CHAPMAN, S.C.; EDMÉADES, G. O. Selection improves drought tolerance in tropical maize populations. II. Direct and correlated responses among secondary traits. **Crop Science**, Madison, v.39, p. 1315-1324, 1999.

EDMÉADES, G. O .; BOLANOS, J.; HERNANDEZ, M.; BELLO S. Causes of silk delay in a lowland tropical maize population. **Crop Science**, Madison, v.33, p.1029-1035, 1993.

EDMÉADES, G. O.; BOLAÑOS, J.; LAFITTE, H.R.; RAJARAM, S.; PFEIFFER, W.; FISCHER, R.A. Traditional approaches to breeding for drought in cereals. In: BAKER, F.W.G. **Drought Resistance in Cereals**. Paris: ICSU/ Wallingford: CAB International, 1989. p. 25-72.

JACOBS, B.C.; PEARSON, C.J. Potential yield of maize determined by rates of growth and development of ears. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.27, p. 281-298, 1991.

ROBINS, J.S.; DOMINGO, L.E. Some effects on severe soil moisture deficits at specific stages in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.45, p. 618-621, 1953.

SANTOS, M.X.; LOPES, M. A; COELHO, A.M.; GUIMARÃES, P.E.O; PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; FRANÇA, G.E. Drought and Low N status limiting maize production in Brazil. In: SYMPOSIUM DEVELOPING DROUGHT AND LOW N- TOLERANT MAIZE, 1996, El Batán, Mexico. **Proceedings...** El Batán : CIMMYT, 1997. p. 20-23. Edited by G. O. Edmeades , M. Bazinger, H.. Mickelson, C.B. Pena-Valdivia.

SINGH-RD.; YADAV-TP.; BHAT-JS. Breeding strategies for drought tolerance in maize. **Crop Improvement**, v.27 n.2, p. 167-177, 2000.

TOLLENAR, M.; AGUILERA, A .; NISSANKA, S.P. Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, p. 239-246, 1997.