

Caracterização Tipológica de Extrusão de Gemas e Prolificidade em Milho

Frederico Ozanan Machado Durães; Elto Eugenio Gomes e Gama;
Antônio Carlos de Oliveira.

Resumo

A adaptação de materiais genéticos a condições ambientais adversas, baseada em características secundárias de plantas, deve conduzir a aumentos significativos de rendimento de grãos. Prolificidade (a habilidade de plantas produzir mais que uma espiga de milho por planta) é uma importante característica na melhoria da performance de genótipos de milho cultivados sob condições de estresse abiótico, sobretudo mineral e hídrico. Em milho, a prolificidade útil é citada na literatura científica, notadamente visando a melhoria da performance produtiva de genótipos associados com níveis de N e densidade populacional. Entretanto, o melhor conhecimento da contribuição para o rendimento da espiga apical (principal) e subapical (secundária) torna-se ainda objeto de estudos, face às interrelações complexas com os diversos fatores ambientais, como luz, fotoperíodo, temperatura, água, nutrientes (especialmente N), e comportamento hormonal (endógeno e exógeno). Foi elaborada uma escala de classificação tipológica dos vários exemplos de extrusão de gemas que ocorrem na planta do milho, procurando sistematizar os vários casos capazes de discriminar a prolificidade útil (benéfica, do ponto de vista do rendimento) e a fasciação (prolificidade desorganizada: extrusão de inúmeras gemas, com desperdício de energia metabólica e produção de fitomassa verde – sabugo, estilo-estigma, brácteas, com reduzida ou inexistente formação de grãos). A validação da classificação tipológica foi feita com o genótipo HS BR201F, obtendo-se por planta, em média, 5,28% de espigas diferenciadas, 1,67% de espigas colhidas e 31,6% de eficiência de granação de espiga. Este trabalho objetiva apresentar uma sistematização tipológica de gemas extrusadas e discutir algumas contribuições para estudos de prolificidade em milho, onde se busca identificar e caracterizar linhagens endogâmicas prolíficas e não-prolíficas, sob padrão útil para estudos genético-fisiológicos e seleção assistida por marcadores.

Introdução

A adaptação de materiais genéticos a condições ambientais adversas, baseada em características secundárias de plantas, deve conduzir a aumentos significativos de rendimento de grãos (Durães et al., 1997). Prolificidade (a habilidade de plantas produzir mais que uma espiga de milho por planta) é uma importante característica na melhoria da performance de genótipos de milho cultivados sob condições de estresse abiótico, sobretudo mineral e hídrico (Ferreira et al., 1996). Em milho, a prolificidade útil é citada na literatura científica, notadamente visando a melhoria da performance produtiva de genótipos associados com níveis de N e densidade populacional (Pengphol, 1982; Coelho et al., 1996). Entretanto, o melhor conhecimento da contribuição para o rendimento da espiga apical (principal) e subapical (secundária) torna-se ainda objeto de estudos, face às interrelações com-

plexas com os diversos fatores ambientais, como: luz, fotoperíodo, temperatura, água, nutrientes - especialmente N, e comportamento hormonal - endógeno e exógeno (Camberato et al., 1989; Coelho et al., 1995; Motto, 1983; Durães et al., 1999).

Este trabalho objetiva apresentar uma sistematização tipológica de gemas extrusadas e discutir algumas contribuições para estudos de prolificidade em milho, visando identificar e caracterizar genótipos de interesse comercial e identificar linhagens endogâmicas prolíficas e não-prolíficas, para estudos genético-fisiológicos e seleção assistida por marcadores.

Material e métodos

Elaborou-se uma escala de classificação tipológica dos vários exemplos de extrusão de gemas que ocorrem na planta do milho, procurando sistematizar os vários casos capazes de discriminar a prolificidade útil (benéfica, do ponto de vista do rendimento, Fig. 1 e 2) e a fasciação (prolificidade desorganizada, manifestada pela extrusão de inúmeras gemas, com desperdício de energia metabólica e produção de fitomassa - sabugo, estilo-estigma, brácteas, com reduzida ou inexistente formação de grãos, Fig. 3 e 4).

Os descritores considerados na caracterização tipológica da prolificidade em milho foram:

- . Gema extrusada, por planta;
- . Espiga, por planta;
- . Colmo, por planta;
- . Entrenós, por planta;
- . Inserção da espiga, por planta;
- . Componentes do rendimento de grãos.

Índices de produção de espigas e eficiência de granação:

Espigas Diferenciadas ($ED\% = \frac{\sum Ei.j}{\text{total de plantas}} \times 100 =$

é a proporção do total de espigas produzidas em relação ao número total de plantas;

Espigas Colhidas ($EC\% = \frac{\sum Eg}{\text{total de plantas}} \times 100 =$

é a proporção de espigas com grãos (Eg) dentre todas as diferenciadas em relação ao número total de plantas;

Eficiência de Granação de Espiga ($EGE\% = \frac{EC}{ED} \times 100 =$

é a proporção de espigas com grãos (Eg) em relação ao total de espigas produzidas (Ei.j).

O genótipo BR201F, híbrido simples, foi cultivado a campo, em solo fértil e práticas adequadas de manejo, em 3 parcelas experimentais (linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,9m x 0,20m).

Resultados e discussão

Os dados coletados permitiram uma classificação da prolificidade segundo os descritores organizados na Tabelas 1 e 2, tipificando quanto à gema extrusada, ao número e quantidade de espiga, à quantidade de colmo, à inserção da espiga, e quanto aos componentes do rendimento de grãos (Durães et al., 1999). Na Tabela 3 são mostrados os componentes de espiga e tipos de gema,

quantificando (em percentagem) órgãos da espiga por tipo de espiga. Observa-se, na Tabela 4, que foram obtidas um máximo de seis espigas de gemas axilares do colmo principal, por planta, e ainda produção de espigas secundárias.

A validação da classificação tipológica foi feita com o genótipo BR201F, obtendo-se por planta, em média, 5,28% de espigas diferenciadas, 1,67% de espigas colhidas e 31,6% de eficiência de granação de espiga (Tabela 5).

O meristema apical do caule é constituído por um número variável mas bastante grande de células que estão arranjadas ou organizadas de formas variadas, e é estabelecido no embrião em desenvolvimento (Cutter, 1987). No caso das gemas axilares, existe uma boa evidência de interação correlativa entre a gema e sua folha respectiva, essa relação difere nos vários estágios do desenvolvimento. Nos estágios iniciais o primórdio foliar jovem aparentemente estimula o desenvolvimento da sua gema axilar (Snow and Snow, 1942), mas o mecanismo envolvido não é bem compreendido.

Programas de melhoramento de milho evidenciam que a característica que resulta em maiores aumentos com seleção para rendimento de grãos é o número de espigas por planta (Motto, 1983), baseado no fato de que dentre os índices morfológicos e fisiológicos que podem ser facilmente explorados como critério de seleção, o número de espigas por planta (prolificidade útil) tem recebido considerável atenção por causa da sua relação com a capacidade de rendimento.

A visão clássica do melhoramento tem evidenciado que mais alto rendimento em milho é geralmente obtido pelo uso de variedades melhoradas e adoção de melhores tecnologias de produção. Grande parte desse aumento em rendimento resulta, particularmente, pelo uso de mais fertilizantes e mais altas densidades de plantas. Uma importante contribuição para mais altos rendimentos, entretanto, tem sido possível através da identificação de híbridos superiores de milho que tem potencial genético para produzir mais grãos em resposta à melhoria de práticas agrícolas. Dentre os vários caracteres que poderiam conduzir para mais altos rendimentos, prolificidade é uma característica de interesse em milho (Sass and Loeffel, 1959; Sass, 1960; Pengphol, 1982), porque em baixas densidades de plantas, híbridos prolíficos tendem a produzir mais grãos por planta do que não-prolíficos e, em mais altas densidades de plantas, prolíficos resistem à infertilidade mais do que os híbridos não-prolíficos (Prior and Russell, 1975). A capacidade de híbridos prolíficos em produzir uma espiga com adequada granação em cada colmo em alta taxa de plantio apresentou para Josephson (1961) ser a maior das vantagens dos híbridos prolíficos.

Rendimento de milho é o produto da interação entre as plantas e o ambiente aonde crescem. Para uma dada variedade plantada em uma certa área com uma particular condição ambiental, o rendimento depende de uma maior extensão do número de plantas com produção de sementes por unidade de área, o que implica em uma característica importante para genótipos adaptados a condições adversas (Durães et al., 1997). Entretanto, segundo Durães et al., 1993 e 1999, a formação de fitomassa total de espigas pode-se constituir em "dreno" de esforço reprodutivo, com perda de energia metabólica, quando não direcionado para a produção de grãos (fasciação).

Essas características, prolificidade e fasciação, e sua adequada compreensão tornam-se objeto de estudo, de alto interesse fisiológico e de melhoramento. E ainda, a utilidade prática desse conhe-

cimento em genótipos específicos de milho pode permitir o adequado manejo da cultura em ambientes adversos (Tollennarr, 1977) - com tolerância a estresse hídrico ou mineral (Durães et al., 1999), em manejo de doenças causadas por mollicutes em milho (Embrapa, 1999), em manejo de nitrogênio (Camberato et al., 1989) e de densidade populacional *versus* nitrogênio (Anderson et al., 1984), bem como para a produção de mini-milho (Pereira Filho et al., 1998a; Pereira Filho et al., 1998b) e milhos elite, etc.

Conclusões

- . Os primórdios das gemas laterais ocupam posições adaxiais e axilares aos primórdios foliares.
- . Prolificidade constitui em característica de interesse para o melhoramento, visando mais altos rendimentos de grãos sob condições adversas.
- . Fasciação é uma característica indesejável, do ponto de vista de rendimento.
- . A classificação tipológica da extrusão de gemas e prolificidade em milho é útil para a caracterização de genótipos de milho com fins de uso em pesquisa e comercial.

Referências bibliográficas

- ANDERSON, E.L.; KAMPRATH, E.J.; MOLL, R.H.; JACKSON, W.A. 1984. Effect of N fertilization on silk synchrony, ear number, and growth of semiprofitic maize genotypes. *Crop Sci.* 24:663-666.
- CAMBERATO, J.J.; KAMPRATH, E.J.; MOLL, R.H.; JACKSON, W.A. Apical and subapical earshoot development of prolific maize hybrids (*Zea mays* L.): The role of nitrogen. *Maydica* 34(1989):309-317.
- COELHO, A.M.; DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C. Particionamento de matéria seca e nitrogênio em três cultivares de milho durante a fase reprodutiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 5., Lavras, 1995. Resumos. Lavras, SBFV; UFLA; CNPMS; FAPEMIG; FINEP; CNPq., 1995. p. 247.
- COELHO, A.M.; DURÃES, F.O.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; OLIVEIRA, A.C. Manejo de nitrogênio no comportamento vegetativo e reprodutivo de genótipos de milho sob condições irrigadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., Londrina, 1996. Resumos. Londrina, ABMS; IAPAR, 1996. p. 169.
- CUTTER, E.G. Anatomia Vegetal: Órgãos. Experimentos e Interpretação. São Paulo; Roca, 1987. 336 p. (Capítulos 3, 4, 5, p. 47-202)
- DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, A.C.; FANCELLI, A.L.; COSTA, J.D. Partição de fitomassa e limitações do rendimento de milho (*Zea mays* L.) relacionadas com a fonte-dreno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4., Fortaleza, 1993. Resumos. Fortaleza, SBFV, 1993. p. 90/91 (*Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, v5n1, 1993)
- DURÃES, F.O. M.; PAIVA, E.; MAGALHÃES, P.C.; SANTOS, M.X.dos; LABORY, C.R.G.; PEREIRA, J.J. Critérios morfo-fisiológicos utilizados para seleção de genótipos de milho visando tolerância à seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., Belém, 1997. Resumos. Belém, PA. SBFV, 1997. p. 327.
- DURÃES, F.O.M.; GOMES E GAMA, E.E.; OLIVEIRA, A.C. Prolificidade em milho: 1. Tipificação e Estratégias para o Melhoramento. p. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 7., Brasília, 1999. Resumos. Brasília, DF, SBFV, 1999. p. 53 (*Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, v11(Suplemento), 1999).

- EMBRAPA Milho e Sorgo. Recomendações para manejo de doenças causadas por mollicutes em milho. In: Convenção da Embrapa Milho e Sorgo e UNIMILHO. Sete Lagoas, MG, 1999, 2p (Instrução Técnica).
- FERREIRA, V.M.; MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; GOMIDE, R.L. Aspectos de crescimento e nutrição relacionados a manejo diferenciado de irrigação e adubação em dois genótipos comerciais de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., Londrina, 1996. Resumos. Londrina, ABMS; IAPAR, 1996. p. 166.
- JOSEPHSON, L.M. 1961. Combining prolificacy and earliness. *Ann. Hybrid Corn Industry-Research Conference Proc.* 16:45-52.
- MOTTO, M. Prolificacy in maize: A review. *Maydica* 23:53-76. 1983.
- PENGPOL, S. Performance of corn (*Zea mays* L.), Philippine Prolific DMR composite #2 at different nitrogen levels and plant population densities. Thesis Magister of Science. Univ. of The Philippines, Los Baños, 1982. 91 p.
- PEREIRA FILHO, I.A.; GOMES E GAMA, E.E.; CRUZ, J.C. Minimilho: Efeito de densidades de plantio e cultivares na produção e em algumas características da planta de milho. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 1998, 6p (Embrapa Milho e Sorgo. Pesquisa em Andamento, 23).
- PEREIRA FILHO, I.A.; GOMES E GAMA, E.E.; FURTADO, A.A.L. Produção do minimilho. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 1998, 4p (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 7).
- PRIOR, C.L. and Russell, W.A. 1975. Yield performance on non-prolific and prolific maize hybrids at six plant densities. *Crop Sci.* 15:482-486.
- SASS, J.E. 1960. The development of ear primordia of *Zea* in relation of position on plant. *Proc. Iowa Acad. Sci.* 67:82-85.
- SASS, J.E. and LOEFFEL, F.A. 1959. Development of axillary buds in maize in relation to barrenness. *Agron. J.* 51:484-486.
- SNOW, M. and SNOW, R. 1942. The determination of axillary buds. *New Phytol.*, 41, 13-22.
- TOLLENNARR, M. 1977. Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review. *Maydica* 22:49-75.

Tabela 1 – Caracterização Tipológica da Prolificidade em Milho. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 1999.

Item	Sigla	Descritor/Tipo
1.	GEMA	GEMAEXTRUSADA/PLANTA:
1.1	GRE	Gema de axila do ráquis (pedúnculo) da espiga
1.2	GC1	Gema de axila do colmo primário (principal)
1.3	GC2	Gema de axila do colmo secundário
1.4	GC3	Gema de axila do colmo terciário
...
2.	ESPIGA	NÚMERO DE ESPIGA/PLANTA:
2.1	E_{ij}	Espiga 1, 2, 3, ..., i
	E_1	Espiga principal (Gema apical)
	E_{1j}	Espiga j (1, 2, 3, ..., j) de espiga 1
	E_2	Espiga 2 (Gema subapical)
...
3.	COLMO	COLMO/PLANTA:
3.1	NEC1	Número de entrenós do colmo primário
3.2	NEC2	Número de entrenós do colmo secundário
3.3	NEC3	Número de entrenós do colmo terciário
...
4.	INSESP	INSERÇÃO DA ESPIGA/PLANTA:
4.1	En_i	Entrenó (n) de inserção da Espiga (i):
	En_1	Entrenó de inserção da Espiga principal (gema apical)
	En_2	Entrenó de inserção da Espiga 2 (1ª gema subapical)
	En_3	Entrenó de inserção da Espiga 3 (2ª gema subapical)
...

TABELA 2 – Produção e Componentes do Rendimento de Grãos. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 1999.

Item	Sigla	Descritor/Tipo
5.	CRENDGR	COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GRÃOS:
5.1	NE/P	Número de Espigas/planta
5.2	PFE	Peso Matéria Fresca da Espiga
5.2.1	PFB _r	Peso Fresco de brácteas da espiga
5.2.2	PFE _e	Peso Fresco de estilo-estigmas
5.2.3	PFS _a	Peso Fresco de sabugo
5.2.4	PFG _r	Peso Fresco de grão
5.3	PSE	Peso Matéria Seca da Espiga
5.3.1	PSB _r	Peso Seco de brácteas da espiga
5.3.2	PSE _e	Peso Seco de estilo-estigmas
5.3.3	PSS _a	Peso Seco de sabugo
5.3.4	PSG _r	Peso Seco de grão
5.4	NFP/E	Número total de fileiras de grãos (potencial)/espiga (fase: pós-Florescimento)
5.5	NFG/E	Número de fileiras com grãos/espiga (fase: pós P.M.F. ou Colheita)
5.6	NGF/E	Número de grãos/fileira/espiga
5.7	PG/E	Peso de grãos/espiga
5.8	P _{mil}	Peso de 1000 grãos (umidade a 15%)
5.9	PSTGr/p	Peso Seco Total de grãos/planta
5.10	PST(Br+Ee+Sa)/p	Peso Seco Total de (Br+Ee+Sa)/planta
5.11	IT/p	Índice de Trilha/planta (IT/p) (PSTGr)/(PSTBr+Ee+Sa)+(PSTGr)/planta
5.12	PPS	Peso da Matéria Seca da Palhada da Planta
5.13	IC	Índice de Colheita (IC = PMSG/PMST)

TABELA 3 – Percentagem de Componentes de Espiga e de Gemas por Tipo de Espiga de Milho Prolífico. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 1999. (Média de 36 plantas, em 3 repetições).

Tipo De espiga	Componentes de Espiga				Tipo de Gema	
	Bráctea	Cabelo	Sabugo	Grão	ECSE	ERE
E 1	100	100	100	81	78	19
E 1.1	75	67	67	28	19	39
E 1.1.1	3	3	3			
E 1.2	50	36	36	11	22	3
E 1.3	19	11	17	3	8	8
E 2	97	94	94	31	25	39
E 2.1	33	33	33	3	3	
E 2.2	31	31	31	3	3	
E 2.3	19	18	18			
E 2.4	6	6	6			
E 2.5	3	3	3			
E 2.6	3	3	3			
E 2.6.1	3	3	3			
E 3	50	39	39	3	3	3
E 3.1	14					
E 3.2	14					
E 3.3	14					
E 3.4	14					
E 3.5	14					
E 4	17	14	14			
E 4.1	3					
E 4.2	3					
E 4.3	3					
E 4.4	3					
E 5	6					
E 6	3					

ECSE: Espiga de Colmo Secundário Exposto

ERE: Espiga de Ráquis de Espiga principal exposto

TABELA 4 – Número de Plantas de Milho com Prolificidade. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 1999. (Média de 36 plantas, em 3 repetições).

Número de Espigas no Colmo Principal	Frequência de Plantas	Percentual
1	1	3
2	17	47
3	12	33
4	4	11
5	1	3
6	1	3
Total	36	100

TABELA 5 – Percentagem de Espigas Diferenciadas e Colhidas em Genótipo Prolífico de Milho e Eficiência em Granação. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 1999. (Média de 36 plantas, em 3 repetições).

Genótipo	Espigas/planta (%)		Eficiência em Granação
	Diferenciadas	Colhidas	%
BR201F	5,28	1,67	31,6

Fig. 1. Prolificidade em milho (E1 e E2).



Fig. 2. Extrusão de gemas reprodutivas em colmo primário de milho (E1 a E7).

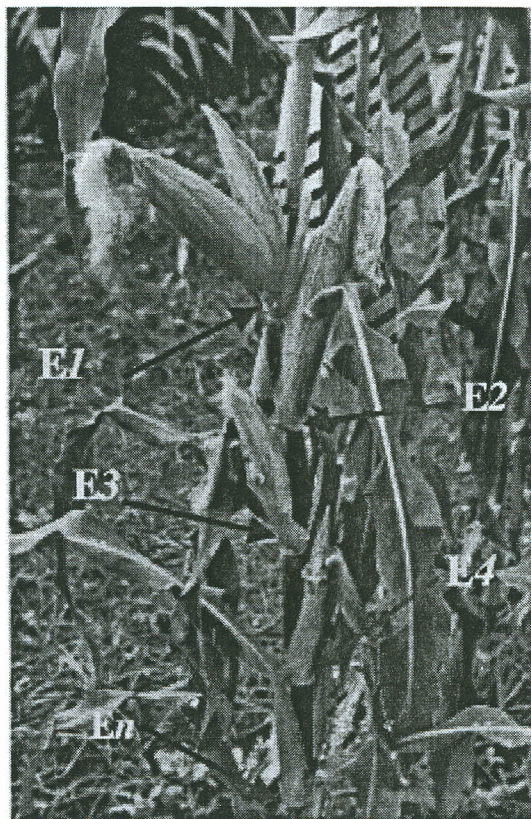


Fig. 3. Fasciação em milho (E1, espigas de ráquis e E2).



Fig. 4. Corte longitudinal de espiga (E1) e gemas de ráquis em milho.

