

VARIAÇÃO CROMOSSÔMICA NUMÉRICA EM *Pennisetum*

Chromosome number variation in *Pennisetum*

Lisete Chamma Davide¹, Vânia Helena Techio², Juliane Dornellas Nunes³, Antônio Vander Pereira⁴

RESUMO

Entre os acessos de *Pennisetum* da Coleção de Germoplasma da Embrapa Gado de Leite - Juiz de Fora, MG, avaliados em estudos anteriores, o BAG 55, capim-elefante cv. Kizozí, introduzido do Estado da Bahia e cuja origem genealógica é desconhecida, apresentou variação cromossômica numérica ($2n=54$ a 66 cromossomos) em diversas contagens, embora a sua identificação no Banco de Germoplasma como *P. purpureum* Schum. sugerisse que o mesmo apresentasse $2n=28$ cromossomos. Neste estudo foram feitas análises mitóticas comparativas entre este acesso com outros quatro representantes de capim-elefante (*P. purpureum*) e foram obtidas medições cromossômicas. Para o acesso BAG 55 também foram realizadas análises meióticas e de viabilidade de pólen. Os resultados das análises mitótica e meiótica confirmaram o número cromossômico desse acesso como sendo $2n=54$, indicando que não se trata de uma variedade de capim-elefante (*P. purpureum*), mas de uma espécie selvagem de *Pennisetum*. As observações citogenéticas revelaram que há variações somente em nível somático, caracterizando-se como um caso de polissomatia e aneussomatia.

Termos para indexação: *Pennisetum*, citogenética, variação cromossômica numérica.

ABSTRACT

Among the accessions of *Pennisetum* of the Germplasm Collection of Embrapa Gado de Leite - Juiz de Fora, MG evaluated in previous studies, BAG 55, elephant grass cv. Kizozí, introduced from the Bahia State and whose genealogical origin is unknown, presented chromosome number variation ($2n=54$ to 66 chromosomes) in several counts, although its identification in the Germplasm Bank as *P. purpureum* Schum. suggested that it presented $2n=28$ chromosomes. In this study comparative mitotic analysis among this accession with other four elephant grass (*P. purpureum*) and chromosome measurements were performed. For the BAG 55 accession meiotic and pollen viability analysis were also accomplished. The results of the mitotic and meiotic analysis confirmed the chromosome number of the accession as $2n=54$, indicating that it is not an elephantgrass variety (*P. purpureum*), but of a wild species of *Pennisetum*. The cytogenetic observations revealed that there are only variations in somatic level, as a case of polissomaty and aneussomaty.

Index terms: *Pennisetum*, cytogenetic, chromosome number variation.

(Recebido em 3 de janeiro de 2005 e aprovado em 26 de janeiro de 2006)

INTRODUÇÃO

Dentre os gêneros botânicos, *Pennisetum* caracteriza-se por sua complexidade e heterogeneidade devido aos inúmeros arranjos taxonômicos e ampla variabilidade genética descrita em aproximadamente 140 espécies. Entre elas destacam-se *P. purpureum* Schum. ($2n=4x=28$) e *P. glaucum* (L.) R. Br. ($2n=2x=14$) conhecidas como capim-elefante e milheto, respectivamente (BRUNKEN, 1977). Ambas espécies são importantes forrageiras cultivadas nas regiões tropicais do planeta e empregadas na obtenção de híbridos interespecíficos em programas de melhoramento genético.

Visando preservar a diversidade existente no gênero, a Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora-MG, constituiu um Banco de Germoplasma contendo acessos de *Pennisetum* e vários híbridos intra e interespecíficos. Avaliações

morfológicas e citogenéticas têm contribuído para a identificação taxonômica e caracterização botânica-agronômica dos acessos dessa coleção.

Dentre os vários genótipos analisados (BARBOSA et al., 2003; TECHIO, 1998; TECHIO et al., 2002), observou-se que o acesso BAG 55 conhecido como capim-elefante baiano ou kizozí não apresentou o número cromossômico esperado, embora apresente características morfológicas similares às outras variedades de capim-elefante. Na análise citológica foi observada variação de 54 a 66 cromossomos em células de uma mesma raiz (TECHIO, 1998) deixando dúvida sobre a sua identidade botânica.

Techio (1998) sugeriu que a variação citogenética poderia ser atribuída à ocorrência de cromossomos B ou hibridação interespecífica seguida de mixoploidia.

¹Bióloga, Doutora em Ciências Florestais – Professora titular, Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – jcdavide@ufla.br

²Bióloga, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas – Professora, Curso de Ciências Biológicas – Universidade do Contestado – Concórdia, SC – vht@uncnet.br

³Engenheira Agrônoma – Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37.200-000 – Lavras, MG – judornellas@bol.com.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética Vegetal – Pesquisador da Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora, MG – avanderp@cnpq.embrapa.br

A mixoploidia, ocasionada por eliminações cromossômicas, é comum em híbridos interespecíficos e intergenéricos e também já foi descrita para híbridos de *Pennisetum* (GILDENHUYS & BRIX, 1964; RAMAN & KRISHASWAMY, citados por JAUHAR, 1981). Recentemente, Abreu (2002) relatou perdas cromossômicas em híbridos de milheto e capim-elefante submetidos a diferentes concentrações e tempos de exposição a substâncias antimitóticas.

Já em relação à ocorrência de cromossomos B em *Pennisetum*, Pantulu (1960) foi o primeiro a descrevê-los em *P. typhoides* (sin. *P. glaucum*), registrando uma variação de 1 a 3 em relação ao complemento normal de $2n=14$. Para esta mesma espécie, Jones & Rees (1982) relataram até 8 cromossomos B e citaram *P. squamulatum* e *P. orientale* com até 2 a 3 cromossomos B, respectivamente. Em *P. violaceum*, Khalfallah et al. (1993) descreveram cromossomos B do tipo metacêntrico e número variando de 1 a 4.

A instabilidade no número cromossômico é um fato interessante a ser investigado em citogenética, pois sua ocorrência é considerada uma anormalidade. Em vista disso e também pela importância do acesso BAG 55 no Banco de Germoplasma e no programa de melhoramento genético do capim-elefante e considerando que não foram encontrados relatos semelhantes na literatura para a espécie *P. purpureum*, o presente trabalho teve por objetivo avaliar citogeneticamente o acesso BAG 55 e fazer a comparação das medições dos cromossomos deste acesso com outros de *P. purpureum*, a fim de explicar a variação cromossômica e contribuir para esclarecer a sua identificação botânica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliado o número cromossômico de cinco acessos de *P. purpureum* (BAGs 27, 45, 46, 55 e 103) do Banco Ativo de Germoplasma de Plantas Forrageiras da Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora-MG.

A determinação do número de cromossomos foi feita por meio de análises em metáfases obtidas de meristemas radiculares procedentes do enraizamento de estacas com 2 a 3 nós de plantas adultas.

Para obtenção das metáfases mitóticas foi utilizada a técnica de esmagamento e coloração adaptada por Techio et al. (2002) para espécies de *Pennisetum*, com tratamento prévio de sincronização do ciclo celular, seguindo recomendações de Lee et al. (1997). Para o BAG 55 também foi realizada análise meiótica utilizando-se o protocolo

convencional com corante carmim propiônico 0,5%. A viabilidade do pólen foi determinada por meio de coloração com os corantes de Alexander, orceína acética 1% e carmim propiônico 2%.

As fotomicrografias foram feitas em fotomicroscópio Olympus BX60, utilizando-se filmes Kodak.

Nas metáfases mitóticas, foram avaliados: comprimento do braço maior – BL; comprimento do braço menor – BC; comprimento total do cromossomo – Cti = BL + BC; a relação de braços – RB = BL/BC, o comprimento total do lote diplóide – CTLD = S Cti e o comprimento relativo – CR = Cti / CTLD X 100. A classificação dos cromossomos quanto à posição do centrômero foi feita segundo a nomenclatura de Levan et al. (1964).

Foi efetuada a análise de variância para o comprimento total do lote diplóide (CTLD) entre os acessos, seguido do teste de Scott & Knott (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para quatro dos acessos analisados (BAGs 27, 45, 46 e 103) foram confirmadas metáfases com $2n=28$ cromossomos (Figura 1), já amplamente descrito na literatura para *P. purpureum* (BARBOSA et al., 2003; BRUNKEN, 1977; BURTON, 1942; MANARA, 1973; TECHIO et al., 2002). Para o acesso BAG 55 foi observada variação numérica de $2n=54, 56, 60, 61$ e 66 cromossomos em metáfases da mesma região meristemática (Figura 2), sendo $2n=54$ o número encontrado com maior frequência.

Os quatro acessos com $2n = 28$ foram agrupados pelo teste de Scott-Knott revelando que não existem diferenças significativas entre eles no que se refere ao comprimento total do lote diplóide (CTLD), cujo valor médio foi de 51,19 mm. O mesmo não ocorreu com o BAG 55, que apresentou valor médio para o CTLD de 99,298 mm (Tabela 1).

O complemento cromossômico dos acessos de capim-elefante caracterizou-se pela alta frequência de cromossomos metacêntricos (Tabela 2), o que contribuiu para acentuar a similaridade entre os cariótipos, sugerindo uma tendência de cariótipo simétrico, de acordo com a classificação de Stebbins (1958). Por apresentar cromossomos com tamanho reduzido (Tabela 3) e por utilizarmos coloração convencional, não foi possível estabelecer a classificação dos cromossomos do BAG 55.

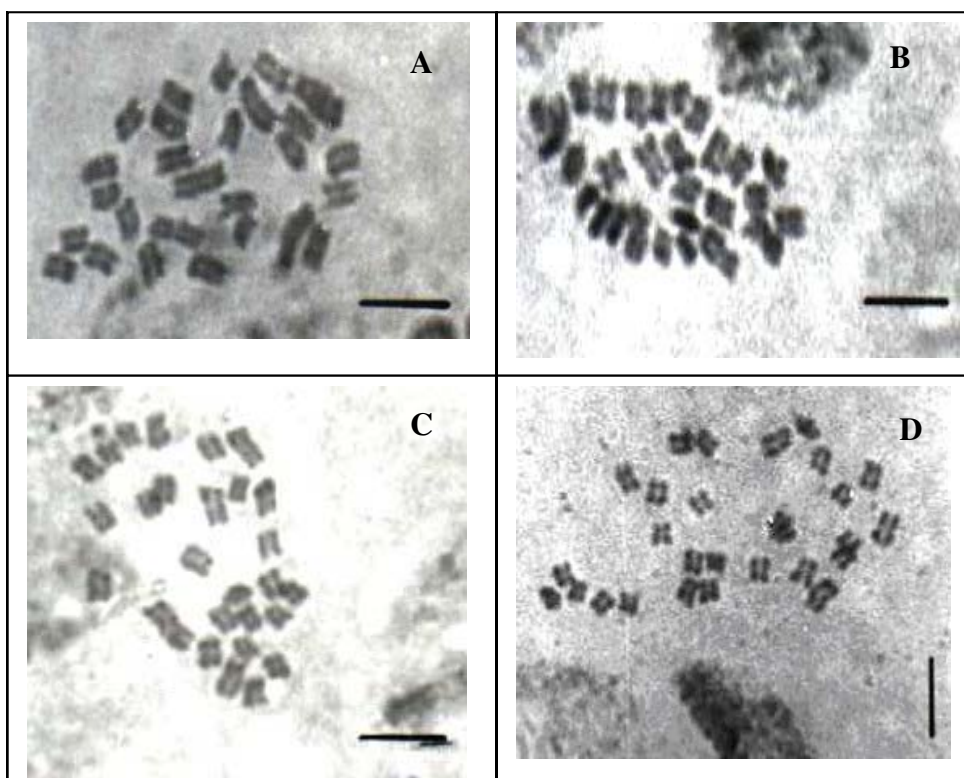


FIGURA 1—Metáfases mitóticas. A. BAG 27; B. BAG 45; C. BAG 46 e D. BAG 103 (*P. purpureum* $2n=28$ cromossomos). As barras representam 5 μ m.

Nas análises meióticas do BAG 55 foram observadas diacineses e metáfases com 27 bivalentes (Figura 3) e também foram encontrados meiócitos com anormalidades, tais como: aderências cromossômicas, metáfases com ascensão precoce e micronúcleos. Ainda assim, a viabilidade do pólen foi de 99% em testes com os corantes de Alexander, orceína acética e carmim propiônico.

Os resultados das análises mitótica e meiótica confirmam o número cromossômico somático desse acesso como sendo $2n=54$, corroborando com Techio (1998), de que não se trata de uma variedade de capim-elefante (*P. purpureum*), mas sim uma espécie selvagem de *Pennisetum*.

As observações citogenéticas revelaram que há

variações somente em nível somático, o que é mencionado por Nirmala & Rao (1996) como sendo polissomatia e aneussomatia, expressões referidas à euploidia e aneuploidia em células somáticas, respectivamente. As principais causas dessas variações são a endopoliploidia, redução genômica, anormalidades no fuso, sincício e semigamia, que podem ter como resultados a não disjunção, redução somática, eliminação cromossômica, fusos múltiplos, fracionamento do complemento cromossômico, duplicação genômica (NIRMALA & RAO, 1996). Esses eventos são amplamente discutidos na literatura, porém os mecanismos bioquímicos e moleculares permanecem desconhecidos e ainda pouco estudados.

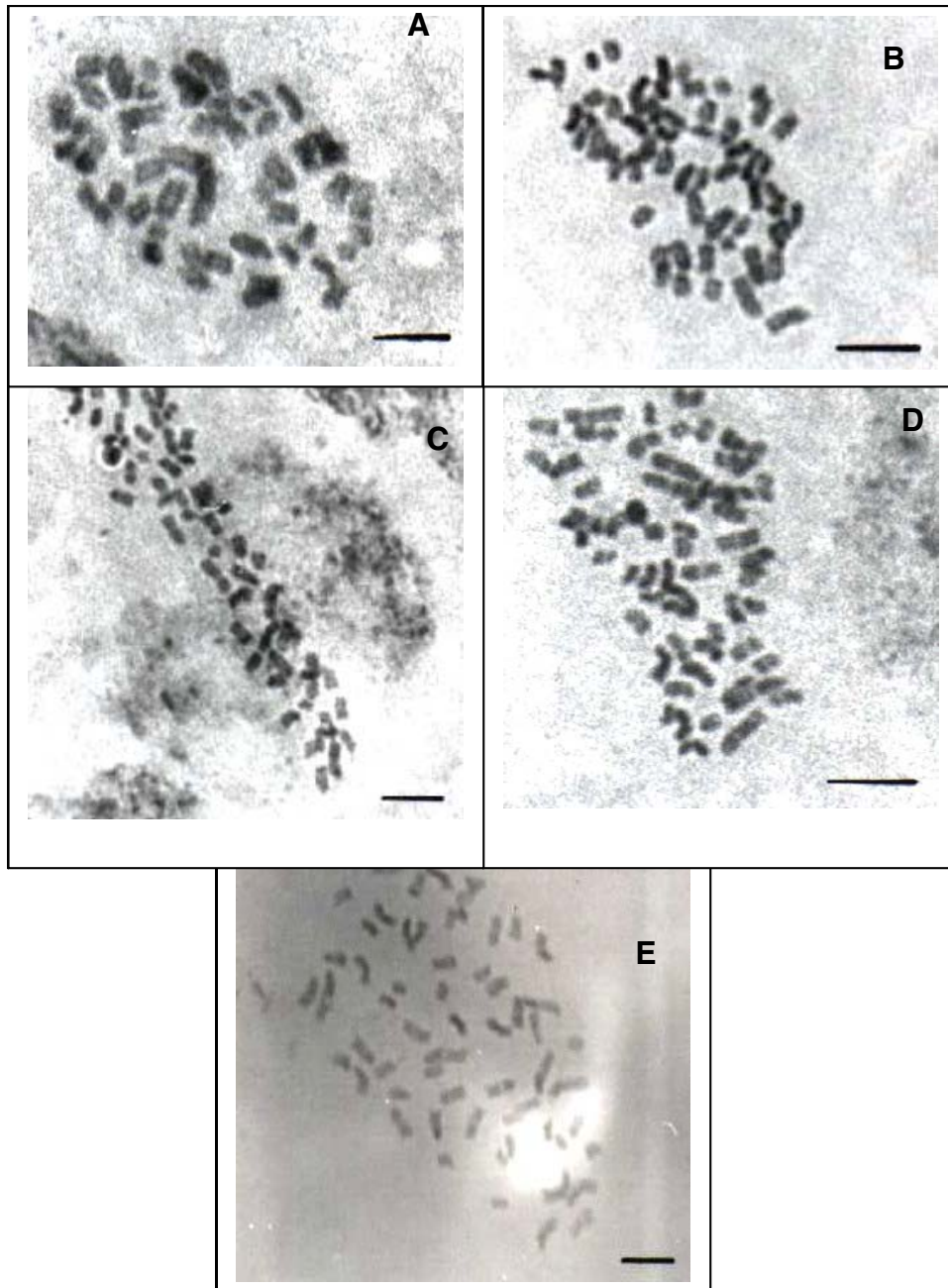


FIGURA 2 – Metáfases mitóticas do acesso BAG 55. A. $2n=54$ cromossomos; B. $2n=56$ cromossomos; C. $2n=60$ cromossomos; D. $2n=61$ cromossomos e E. $2n=66$ cromossomos. As barras representam $5\ \mu\text{m}$.

TABELA 1 – Comprimento total do lote diplóide, em micrômetros, para os acessos BAGs 27, 45, 46, 103 e 55 e agrupamento baseado no teste de Scott-Knott, ao nível de significância de 5%.

Tratamentos	Médias
BAG 103	46,460000 a1
BAG 46	48,923333 a1
BAG 45	50,123333 a1
BAG27	59,270000 a1
BAG 55	99,298000 a2

TABELA 2 – Valores médios, em micrômetros (μm), das variáveis cromossômicas (Cti= comprimento total do cromossomo; CR= comprimento relativo e CTLD= comprimento total do lote diplóide) dos acessos de capim-elefante (BAGs 27, 45, 46 e 103). (C= cromossomo; CI= classificação do cromossomo em relação à posição do centrômero, sendo m=metacêntrico; sm=submetacêntrico).

C	Cti	CR	CI	C	Cti	CR	CI
1	2,63	5,11	m	15	1,71	3,32	m
2	2,52	4,88	m	16	1,71	3,32	m
3	2,34	4,54	m	17	1,71	3,32	m
4	2,30	4,46	m	18	1,69	3,26	m
5	2,22	4,31	sm	19	1,69	3,26	m
6	2,11	4,09	m	20	1,69	3,26	m
7	2,08	4,03	sm	21	1,69	3,26	m
8	2,02	3,92	m	22	1,63	3,15	m
9	1,88	3,66	m	23	1,60	3,10	m
10	1,85	3,60	m	24	1,55	2,99	m
11	1,82	3,54	m	25	1,52	2,94	m
12	1,80	3,48	m	26	1,46	2,83	m
13	1,74	3,37	m	27	1,41	2,73	m
14	1,74	3,37	m	28	1,38	2,68	m
				CTLD	51,54 μm		

TABELA 3 – Valores médios, em micrômetros (μm), das variáveis cromossômicas (Cti = comprimento total do cromossomo; CR = comprimento relativo e CTLD = comprimento total do lote diplóide) do acesso BAG 55. C= cromossomo.

C	2n=54		2n=56		2n=60		2n=61		2n=66		Média	
	Cti	CR	Cti	CR	Cti	CR	Cti	CR	Cti	CR	Cti	CR
1	3,33	3,25	2,66	3,15	2,53	3,02	2,66	2,25	2,66	2,45	2,76	2,82
2	3,00	2,92	2,33	2,76	2,00	2,38	2,66	2,25	2,66	2,45	2,53	2,55
3	3,00	2,92	2,33	2,76	2,00	2,38	2,66	2,25	2,66	2,45	2,53	2,55
4	2,66	2,59	2,33	2,76	2,00	2,38	2,66	2,25	2,66	2,45	2,46	2,48
5	2,66	2,59	2,00	2,37	2,00	2,38	2,66	2,25	2,33	2,15	2,33	2,34
6	2,66	2,59	2,00	2,37	2,00	2,38	2,66	2,25	2,33	2,15	2,33	2,34
7	2,66	2,59	2,00	2,37	2,00	2,38	2,66	2,25	2,33	2,15	2,33	2,34
8	2,66	2,59	2,00	2,37	2,00	2,38	2,66	2,25	2,00	1,84	2,26	2,28
9	2,66	2,59	2,00	2,37	2,00	2,38	2,66	2,25	2,00	1,84	2,26	2,28
10	2,53	2,47	2,00	2,37	1,66	1,98	2,33	1,97	2,00	1,84	2,10	2,12
11	2,53	2,47	2,00	2,37	1,66	1,98	2,33	1,97	2,00	1,84	2,10	2,12
12	2,33	2,27	2,00	2,37	1,66	1,98	2,33	1,97	2,00	1,84	2,06	2,12
13	2,33	2,27	1,66	1,97	1,66	1,98	2,33	1,97	2,00	1,84	1,99	2,04
14	2,33	2,27	1,66	1,97	1,66	1,98	2,00	1,69	2,00	1,84	1,93	1,99
15	2,33	2,27	1,66	1,97	1,66	1,98	2,00	1,69	2,00	1,84	1,93	1,99
16	2,33	2,27	1,66	1,97	1,66	1,98	2,00	1,69	2,00	1,84	1,93	1,99
17	2,33	2,27	1,66	1,97	1,66	1,98	2,00	1,69	2,00	1,84	1,93	1,99
18	2,00	1,95	1,66	1,97	1,66	1,98	2,00	1,69	2,00	1,84	1,86	1,88
19	2,00	1,95	1,66	1,97	1,66	1,98	2,00	1,69	2,00	1,84	1,86	1,88
20	2,00	1,95	1,66	1,97	1,46	1,74	2,00	1,69	2,00	1,84	1,82	1,83
21	2,00	1,95	1,66	1,97	1,46	1,74	2,00	1,69	2,00	1,84	1,82	1,83
22	2,00	1,95	1,66	1,97	1,46	1,74	2,00	1,69	2,00	1,84	1,82	1,83
23	2,00	1,95	1,66	1,97	1,46	1,74	2,00	1,69	2,00	1,84	1,82	1,83
24	2,00	1,95	1,66	1,97	1,33	1,58	2,00	1,69	2,00	1,84	1,79	1,80
25	2,00	1,95	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	2,00	1,84	1,73	1,72
26	2,00	1,95	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,66	1,66
27	2,00	1,95	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,66	1,66
28	2,00	1,95	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,66	1,66
29	1,86	1,81	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,63	1,63
30	1,86	1,81	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,63	1,63
31	1,86	1,81	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,63	1,63
32	1,86	1,81	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,63	1,63
33	1,86	1,81	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,63	1,63
34	1,86	1,81	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,63	1,63
35	1,86	1,81	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,63	1,63
36	1,66	1,62	1,33	1,57	1,33	1,58	2,00	1,69	1,66	1,53	1,59	1,59
37	1,66	1,62	1,33	1,57	1,33	1,58	1,66	1,40	1,33	1,22	1,46	1,47
38	1,66	1,62	1,33	1,57	1,33	1,58	1,66	1,40	1,33	1,22	1,46	1,47
39	1,66	1,62	1,33	1,57	1,33	1,58	1,66	1,40	1,33	1,22	1,46	1,47
40	1,66	1,62	1,33	1,57	1,33	1,58	1,66	1,40	1,33	1,22	1,46	1,47
41	1,66	1,62	1,33	1,57	1,33	1,58	1,66	1,40	1,33	1,22	1,46	1,47
42	1,66	1,62	1,33	1,57	1,20	1,43	1,66	1,40	1,33	1,22	1,43	1,44
43	1,66	1,62	1,33	1,57	1,20	1,43	1,66	1,40	1,33	1,22	1,43	1,44
44	1,66	1,62	1,33	1,57	1,20	1,43	1,66	1,40	1,33	1,22	1,43	1,44
45	1,66	1,62	1,33	1,57	1,20	1,43	1,66	1,40	1,33	1,22	1,43	1,44
46	1,33	1,29	1,33	1,57	1,20	1,43	1,66	1,40	1,33	1,22	1,43	1,38

Continua...

TABELA 3 – Continuação...

C	Cti	CR	Cti	CR	Cti	CR	Cti	CR	Cti	CR	Cti	CR
47	1,33	1,29	1,00	1,18	1,00	1,19	1,66	1,40	1,33	1,22	1,26	1,25
48	1,33	1,29	1,00	1,18	1,00	1,19	1,66	1,40	1,33	1,22	1,26	1,25
49	1,33	1,29	1,00	1,18	1,00	1,19	1,66	1,40	1,33	1,22	1,26	1,25
50	1,33	1,29	1,00	1,18	1,00	1,19	1,66	1,40	1,33	1,22	1,26	1,25
51	1,33	1,29	1,00	1,18	1,00	1,19	1,66	1,40	1,33	1,22	1,26	1,25
52	1,33	1,29	1,00	1,18	1,00	1,19	1,66	1,40	1,33	1,22	1,26	1,25
53	1,20	1,17	1,00	1,18	1,00	1,19	1,66	1,40	1,33	1,22	1,23	1,23
54	1,00	0,97	0,80	0,94	1,00	1,19	1,33	1,12	1,33	1,22	1,09	1,08
55			0,80	0,94	0,80	0,95	1,33	1,12	1,33	1,22	1,06	1,05
56			0,80	0,94	0,80	0,95	1,33	1,12	1,20	1,10	1,03	1,02
57					0,80	0,95	1,33	1,12	1,00	0,92	1,04	0,99
58					0,80	0,95	1,33	1,12	1,00	0,92	1,04	0,99
59					0,80	0,95	1,33	1,12	1,00	0,92	1,04	0,99
60					0,80	0,95	1,33	1,12	1,00	0,92	1,04	0,99
61							1,00	0,84	1,00	0,92	1,00	0,88
62									1,00	0,92	1,00	0,92
63									1,00	0,92	1,00	0,92
64									1,00	0,92	1,00	0,92
65									1,00	0,92	1,00	0,92
66									1,00	0,92	1,00	0,92
CTLD	102,40		84,23		83,71		117,79		108,36		124,12	

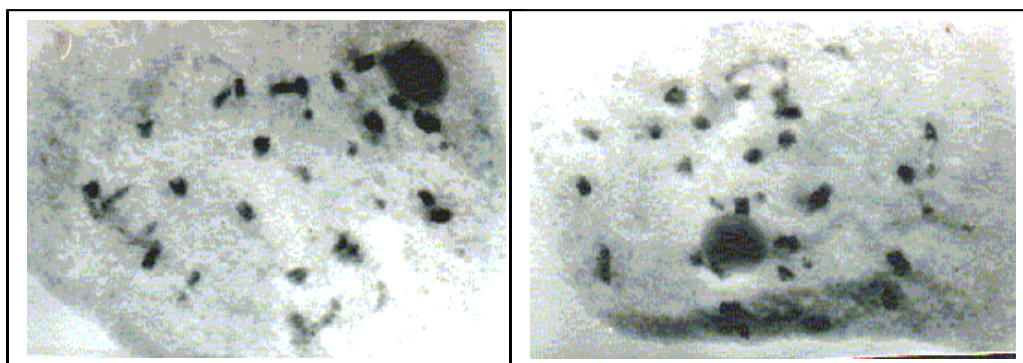


FIGURA 3 – BAG 55. Diacineses com 27 bivalentes.

CONCLUSÕES

Os resultados das análises mitótica e meiótica confirmaram o número cromossômico somático 54 para o acesso BAG 55, indicando tratar-se de uma espécie selvagem de *Pennisetum*. As observações citogenéticas revelaram que há variações somente em nível somático,

caracterizando-se como um caso de polissomatia e aneussomatia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, pelo auxílio financeiro à pesquisa e ao PIBIC/CNPq, pela concessão de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. C. **Mixoploidia em híbridos de capim-elefante x milho tratados com agentes antimutagênicos**. 2002. 119 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- BARBOSA, S.; DAVIDE, L. C.; PEREIRA, A. V. Citogenética de híbridos entre *Pennisetum purpureum* Schumach. e *Pennisetum glaucum* L. e seus genitores. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 26-35, 2003.
- BRUNKEN, J. N. A systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Gramineae). **American Journal of Botany**, New York, v. 64, n. 2, p. 161-176, 1977.
- BURTON, G. W. A cytological study of some species in the Tribe *Paniceae*. **American Journal of Botany**, New York, v. 29, p. 355-361, 1942.
- GILDENHUYS, P.; BRIX, K. Genetically controlled variability of chromosome number in *Pennisetum*. **Heredity**, Washington, v. 19, p. 533-542, 1964.
- JAUHAR, P. P. Cytogenetics of pearl millet. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, p. 407-479, 1981.
- JONES, R. N.; REES, H. **B chromosomes**. New York: Academic, 1982. 266 p.
- KHALFALLAH, N.; SARR, A.; SILJAK-YAKOVLEV, S. Karyological study of some cultivated and wild stocks of pearl millet from Africa (*Pennisetum typhoides* Stapf et Hubb. and *P. violaceum* (Lam.) L. Rich.). **Caryologia**, Pisa, v. 46, p. 127-138, 1993.
- LEE, J.; ARUMUGANATHAN, K.; YEN, Y.; KAEPLER, S.; KAEPLER, H.; BAENZIGER, P. S. Root tip cell-cycle synchronization and metaphase-chromosome isolation suitable for flow sorting in common wheat (*Triticum aestivum* L.). **Genome**, Ottawa, v. 40, p. 633-638, 1997.
- LEVAN, A.; FEDGA, K.; SOUBERG, A. A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. **Hereditas**, Landskrona, v. 52, p. 201-220, 1964.
- MANARA, N. T. F. **Citogenética de variedades de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 1973. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1973.
- NIRMALA, A.; RAO, P. N. Genesis of chromosome numerical mosaicism in higher plants. **The Nucleus**, Lahore, v. 39, p. 151-175, 1996.
- PANTULU, J. V. Accessory chromosomes in *P. typhoides*. **Current Science**, Calcutta, v. 29, p. 28-29, 1960.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, p. 507-512, 1974.
- STEBBINS, G. L. Longevity, habitat e release of genetic variability in the higher plants. **Cold Spring Harbor Symposia Quantitative Biology**, [S.l.], v. 23, p. 365-378, 1958.
- TECHIO, V. H. **Citotaxonomia de algumas espécies e de híbridos interespecíficos de *Pennisetum***. 1998. 112 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- TECHIO, V. H.; DAVIDE, L. C.; PEREIRA, A. V.; BEARZOTI, E. Cytotaxonomy of some species and of interspecific hybrids of *Pennisetum* (Poaceae, Poales). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 25, n. 2, p. 203-209, 2002.