

Análise cromossômica em bulbilhos de sisal (*Agave* spp.) cultivados em diferentes municípios baianos, Brasil

Sandra Regina de Oliveira Domingos Queiroz¹, Flavia Aparecida Ortolani^{2,3}, Marcia Fiorese Mataqueiro², Juan Tomáz Ayala Osuna¹ e José Roberto Moro²

Recebido em 7/11/2011. Aceito em 5/07/2012

RESUMO

(Análise cromossômica em bulbilhos de sisal (*Agave* spp.) cultivados em diferentes municípios baianos, Brasil). O plantio de sisal tornou-se uma das atividades econômicas mais importantes na região do semiárido baiano, onde as adversidades ambientais impedem o plantio de outras culturas. Diante da importância econômica, estudos de citogenética são necessários, pois podem fornecer informações que auxiliem na produção de linhagens melhoradas. A análise de bulbilhos, coletados de cinco localidades diferentes da Bahia, mostrou a presença de indivíduos diplóides e pentaplóides, com comprimento cromossômico variando de 24,56 μm até 0,43 μm nos diferentes exemplares. A formulação cariotípica para o híbrido n° 11648 ($2n = 2x = 60$), coletado no município de Valente, foi de $2mv + 38m + 10sm + 8st + 2t$. Já para os pentaplóides ($2n = 5x = 142$ c.a.) coletadas nos municípios de Conceição do Coité e Valente a classificação cromossômica encontrada foi: $14m + 66sm + 38st + 2a + 22t$ e $82m + 48sm + 12st$, respectivamente. Fatores como maior comprimento genômico, presença de cromossomos acrocêntricos, subtelocêntricos e telocêntricos nos cariótipos bimodais e a diminuição na quantidade de cromossomos grandes com consequente aumento no número de cromossomos pequenos podem indicar o andamento de um processo divergente.

Palavras chave: Cariótipo, Citogenética, Ploidia

ABSTRACT

(Chromosomal analysis of immature bulbs of sisal (*Agave* spp.) cultivated in different districts in Bahia, Brazil). Sisal plantations have become one of the more important economic activities in the semiarid region of Bahia, where the environmental adversities are too harsh for most other agricultural operations. In the face of economic importance, cytogenetic studies of sisal are necessary because they could provide information that would aid in the production of improved lineages. In this study, the analyses of the immature bulbs, collected from five different areas in Bahia, showed the presence of diploid and pentaploid individuals, with chromosomal lengths varying from 24.56 μm to 0.43 μm in the different samples. The karyotype formulation for the hybrid n° 11648 ($2n = 2x = 60$), collected in the district of Valente, was $2mv + 38m + 10sm + 8st + 2t$. For the pentaploids ($2n = 5x = 142$ c.a.) collected in the districts of Conceição of Coité and Valente, however, the chromosomal classification found was $14m + 66sm + 38st + 2a + 22t$ and $82m + 48sm + 12st$, respectively. Factors, such as longer genomic length, the presence of acrocentric, subtelocentric and telocentric chromosomes in the bimodal karyotypes and the decrease in the amount of long chromosomes with consequent increase in the number of small chromosomes, can indicate the course of a divergent process.

Keywords: Cytogenetics, Karyotype, Ploidy

Introdução

Agave Linnaeus (Agavaceae) tem origem nas regiões tropicais da América do Norte e apresenta distribuição difundida de, aproximadamente, 136 espécies (Nobel & McDaniel, 1988). Em geral, as plantas desse gênero que-

rem de 15 até 20 anos para amadurecer e se hibridizam facilmente, o que dificulta estudos de taxonomia e filogenética (Granick, 1944).

Em pesquisas referentes à divisão celular, consta que esse gênero é poliplóide e pode formar séries euplóides de $2x$, $3x$, $4x$, $5x$ e $6x$ com número cromossômico básico $n = x = 30$

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Unidade Experimental Horto Florestal, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

² Universidade Estadual Paulista, Colégio Técnico Agrícola, Laboratório de Biologia, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

³ Autor para correspondência: fortol@ig.com.br

(Palomino *et al.*, 2003; Lingling *et al.*, 2009). As cromátides mitóticas tendem a formar, na metáfase, uma característica padrão em que é possível observar cromossomos maiores na região marginal da placa metafásica e menores na região central, independentemente do nível de ploidia encontrado (Granick, 1944). Em 1935, Satô divulgou a existência de 25 cromossomos grandes e 122 pequenos ($2n = 147$) ou 26 grandes e 124 pequenos ($2n = 150$) para exemplares de *Yucca* e *Agave*. Doughty (1936) encontrou 24 cromátides grandes e 114 pequenas ($2n = 138$) em espécies pertencentes a esse gênero. Baseado nos descritos, Granick (1944) propôs uma classificação cromossômica em *Agave* dividindo-os em dois grupos, definidos por tamanhos grandes e pequenos. A autora descreveu a presença de 20 unidades cromossômicas grandes e 100 pequenas ($2n = 120$) ou 30 grandes e 150 pequenas ($2n = 180$) ou ainda, 25 grandes e 124 pequenas ($2n = 149$) para diversos exemplares de *Agave*. Lingling *et al.* (2009), estudando níveis de ploidia em espécies desse mesmo gênero, relataram a existência de cromossomos grandes, médios e pequenos em variedades de *A. americana* Linnaeus. No entanto, em todos os trabalhos citados, não há uma mensuração exata dos comprimentos encontrados em tais unidades. Isso torna a classificação entre grandes, médios ou pequenos, altamente subjetiva.

Entre as espécies desse gênero, destaca-se *Agave sisalana* Perrine, conhecida popularmente como sisal. Sua origem é desconhecida (Gentry, 1982), mas muitos acreditam que seja proveniente da Península de Yucatan, no México, pois, no século XIX, mudas foram originalmente exportadas para outras localidades via porto de Sisal, em Yucatan (Brown, 2002). É uma planta comercialmente importante, que pode ser utilizada na ornamentação de jardins, como silagem para gado, na produção de açúcar, xarope, produtos farmacêuticos, entre outros (Hazra *et al.*, 2002). No entanto, seu maior plantio visa à produção de fibras duras por não possuir espinhos nos bordos das folhas, o que facilita o manuseio, além de produzir até 582 gramas de fibras secas por planta (Ciaramello, 1975). Essa espécie é descrita como um clone estéril, pois, em geral, é incapaz de produzir sementes devido às perturbações ocorridas na meiose (Gentry, 1982). Diante dessa inabilidade, a planta é propagada por meio de bulbilhos ou por organogênese (Hazra *et al.*, 2002). Entretanto, há relatos de que essa linhagem é capaz de produzir frutos e sementes viáveis sob condições especiais (Doughty, 1936) ou gerar um embrião sem a ocorrência de fecundação (Granick, 1944). No Brasil, a espécie adaptou-se bem às regiões semiáridas do nordeste baiano e o seu plantio tornou-se uma das atividades econômicas mais importantes para os pequenos produtores dessa região, pois há dificuldades no plantio de outras culturas devido às condições ambientais adversas (Santos *et al.*, 2009). Um híbrido de sisal, também visado para a produção de fibras, é o nº 11648, que é originário da África e foi introduzido no Brasil logo após a sua obtenção (Silva *et al.* 1999b). Em comparação com *A. sisalana*, é superior na produção de folhas, na produtividade

de fibras por hectare e no maior potencial de produção. No entanto, nos quesitos resistência e qualidade da fibra, ele é significativamente inferior (Silva *et al.* 1999a)

Investigações que visam um melhor entendimento de *Agave* têm atraído a atenção de alguns cientistas, principalmente em áreas como análise genômica (Palomino *et al.*, 2003), regeneração via organogênese (Hazra *et al.*, 2002), atividade antimicrobiana (Santos *et al.*, 2009) e propriedades medicinais (Debnath *et al.*, 2010). Na literatura, encontram-se poucos relatos atuais relacionados ao detalhamento do cromossomo metafásico nesse gênero (Palomino *et al.*, 2008; Lingling *et al.*, 2009), sendo que nenhum desses foi realizado no Brasil.

Descrições sobre a morfologia e a organização do conjunto cromossômico atuam como importantes ferramentas na caracterização taxonômica e filogenia de grupos vegetais (Guerra, 1988), pois auxiliam na compreensão das relações parentais desde espécies até famílias (Éder-Silva *et al.*, 2007). Além disso, análises cariológicas e de distribuição geográfica de poliplóides podem contribuir para o esclarecimento de relações intragenéricas, uma vez que variações como a poliploidia são dominantes na evolução vegetal e são de fundamental interesse para o melhoramento de plantas (Guerra, 1988).

Diante da ausência de estudos genéticos e citogenéticos de bulbilhos de sisal, encontradas no território brasileiro, o presente trabalho tem como objetivo determinar o número e analisar a cariomorfologia, além de detectar a existência de poliplóides em populações de *A. sisalana* P. e do híbrido nº 11648, de diferentes municípios da Bahia - Brasil, com o intuito de fornecer informações que possam ser úteis em taxonomia, bem como em pesquisas que visam à produção de variedades melhoradas.

Material e métodos

Nos municípios baianos de Conceição do Coité, Lages do Batata e São Domingos foram coletados exemplares de *Agave sisalana* Perrine. Já no município de Valente, além de *A. sisalana*, também obteve-se amostras do híbrido nº 11648. As exsicatas estão armazenadas no Departamento de Ciências Biológicas da Unidade Experimental Horto Florestal de Feira de Santana, Bahia - Brasil.

Os bulbilhos coletados de todas as amostras foram retirados e colocados, separadamente, em bandejas contendo Sphagnum e foram regados, periodicamente, até a obtenção de raízes com cerca de 1,0 cm de comprimento. As raízes coletadas foram pré-tratadas com 8-hidroxiquinolina 0,003M, por 3 horas, a 36°C, sendo, em seguida, fixadas em solução Carnoy (3 etanol: 1 ácido acético glacial) e mantidas em geladeira por, no mínimo, 24 horas. Após três lavagens sucessivas em água destilada, com duração de 5 minutos cada, passaram pelo processo de digestão enzimática em pectinase celulase, por 30 minutos, em temperatura ambiente, com posterior lavagem em água destilada para cessar a digestão.

O tecido meristemático foi retirado do interior da ponta da raiz com o auxílio de uma agulha e macerado sobre uma lâmina utilizando-se bastão de ferro e ácido acético 45%. Colocou-se uma lamínula sobre a lâmina e ambas passaram por um breve aquecimento e uma leve pressão sobre a lamínula facilitou a lise celular. Imediatamente após, lâminas e lamínulas foram descoladas em solução de ácido acético 45% e secas à temperatura ambiente. A coloração do material foi realizada utilizando solução Giemsa 2%. Para a conversão do material em lâmina permanente usou-se bálsamo do Canadá. A observação das lâminas e das lamínulas foi realizada em microscópio com aumento de 1000x. Para a definição do número cromossômico e da cariologia analisou-se de 10 a 15 metáfases para cada um dos exemplares e esse procedimento foi realizado com o auxílio do sistema de imagem IKAROS (Metasystems).

Os dados referentes à mensuração foram efetuados com o programa KS-300, versão 2.02 da Kontron Eletronik, fazendo uso de 10 metáfases para cada uma das localidades estudadas. Os comprimentos médios e seus respectivos desvios padrão foram obtidos com a utilização do programa Excel (Microsoft). O índice de assimetria cromossômica foi calculado de acordo com o proposto por Huziwara (1962). A classificação foi baseada no índice centromérico, segundo o método descrito por Levan *et al.* (1964), onde é utilizada a fórmula: $IC = BC \times 100 / CT$, sendo: IC = índice centromérico, BC = comprimento do braço curto e CT = comprimento cromossômico total.

Resultados e discussão

O híbrido nº 11648, coletado no município de Valente, apresentou número cromossômico diplóide $2n = 60$ em 100% das metáfases analisadas (Fig. 1a) com formulação cariotípica de $2mv + 38m + 10sm + 8st + 2t$ (Fig. 2).

Na literatura é possível encontrar informações que corroboram os dados encontrados no presente trabalho. Em 1912 Müller *apud* Granick (1944) publicou um dos primeiros dados sobre estudos cromossômicos de *A. americana* L. Segundo o autor, essa espécie apresentou 20 cromossomos maiores nas extremidades da placa metafásica e cerca de 40 menores na região central. Em 1935, Satô relatou a existência de 10 cromátides grandes e 50 pequenas em metáfases de uma espécie de *Agave*. Granick (1944) analisou placas metafásicas de 31 espécies pertencentes à Agavaceae. De acordo com o descrito, *Agave xalapensis* Roehl., *A. schottii* Englem., *A. striata* Zucc. também possuem $2n = 60$ com a presença de 10 cromátides maiores rearranjadas ao redor da placa metafásica e 50 menores centrais para as três espécies estudadas. Em 2008, Palomino e colaboradores determinaram $2n = 2x = 60$ para seis cultivares de *Agave tequilana* Weber que também apresentaram 5 pares de cromossomos grandes e 25 pares de cromossomos pequenos. No entanto, apesar da vasta minúcia relatada nos diversos estudos metafásicos, apenas a pesquisa de Palomino *et al.* (2008) divulgou a descrição cariotípica

detalhada e a mensuração cromossômica, que variou de 6,56 μm até 0,74 μm nos diferentes cultivares. Diferentemente do exposto, no exemplar híbrido de *A. sisalana* descrito no presente trabalho, é possível observar a presença de apenas 8 unidades cromossômicas maiores, com variação no comprimento cromossômico de 16,24 μm a 10,80 μm e 52 menores variando de 7,0 μm a 0,86 μm (Tab. 1). Esse resultado indica a possibilidade de perda de segmentos de DNA, de braços cromossômicos maiores, sendo estes translocados para braços de cromossomos menores não homólogos, dando origem a um menor número de cromossomos longos e a um maior número de unidades menores no híbrido cultivado em Valente. Isso ressalta o observado por Granick (1944) em que a autora afirma que em Agavaceae há uma tendência de diminuição da quantidade de cromossomos grandes na direção de um aumento no número de cromossomos pequenos. Outra hipótese que pode explicar essa variação na cariomorfologia é a presença de transposons que se deslocam de uma região do cromossomo para qualquer outra parte do conjunto cromossômico ou, ainda, segmentos cromossômicos que estejam relacionados com os transposons e que mudam frequentemente de posição no cariótipo como as RONS ou alguns blocos heterocromáticos (Guerra, 1988).

Em *A. sisalana* P., coletada no município de Valente, o número diplóide encontrado foi variável nos diferentes espécimes analisados, nas seguintes proporções: $2n = 136$ (12,5%), $2n = 144$ (12,5%) e $2n = 142$ em 75% das metáfases obtidas (Fig. 1b). A formulação cariotípica para os representantes com $2n = 142$ foi: $82m + 48sm + 12st$ (Tab. 2), sendo possível observar 24 cromossomos grandes e 118 pequenos, com comprimentos cromossômicos variando de 24,56 μm até 0,96 μm .

Nas localidades de São Domingos e Conceição do Coité foi encontrado $2n = 142$ para todos os exemplares analisados (Fig. 1c e 1d). Nas plantas coletadas nesses dois municípios pode-se observar 20 cromossomos grandes e 122 pequenos, com amplitude variando de 17,45 μm até 0,49 μm e 17,32 μm até 0,66 μm , respectivamente. A formulação cariotípica para as metáfases do último município é $14m + 66sm + 38st + 2a + 22t$ (Tab. 1).

Já para Lages do Batata o número diplóide também variou entre os espécimes, sendo: $2n = 142$ (66,7%), $2n = 145$ (16,7%) e $2n = 150$ (16,7%) (Fig. 1e e 1f), sendo 26 cromossomos grandes e 124 pequenos ($2n = 150$) ou 24 grandes e 118 pequenos ($2n = 142$), com comprimentos cromossômicos variando de 20,86 μm até 0,43 μm . Para as amostras coletadas em Lages do Batata e São Domingos não foi possível determinar a fórmula cariotípica, devido existência de unidades cromossômicas menores que 0,50 μm .

Em relação a todos os exemplares de *A. sisalana* analisados, os dados encontrados pressupõem que todas as plantas sejam pentaplóides, isto é, $2n = 5x = 136 - 150$ cromossomos. Resultados semelhantes foram observados por outros pesquisadores em tecidos meristemáticos de *Agave*. Satô (1935) encontrou $2n = 5x = 147$ e $2n = 5x = 150$, Dougherty (1936)

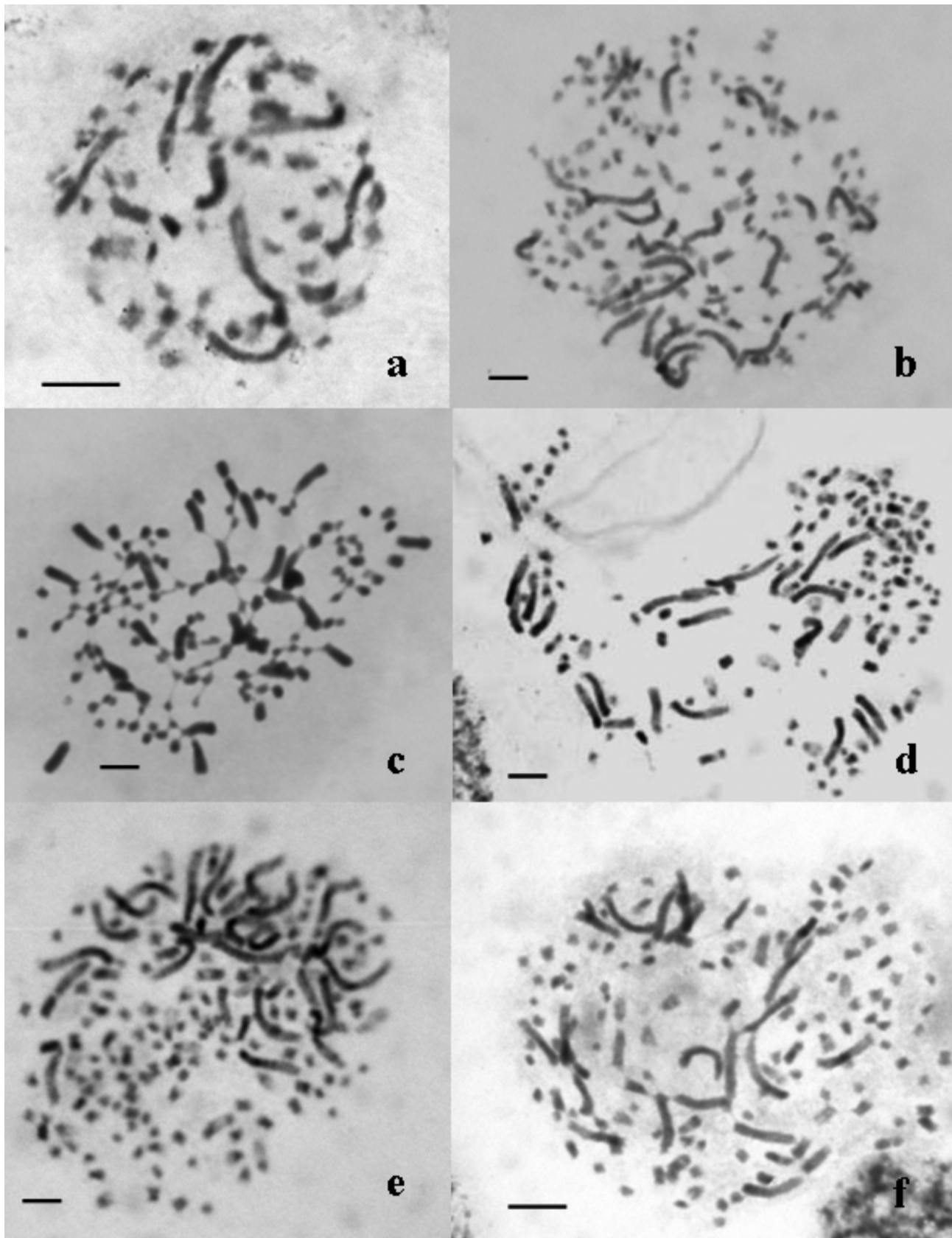


Figura 1. Metáfases mitóticas de plantas coletadas em diferentes municípios baianos: **a)** híbrido n° 11648 de Valente com $2n = 2x = 60$ (barra de $8\ \mu\text{m}$); **b)** *A. sisalana* de Valente com $2n = 5x = 142$ (barra de $15\ \mu\text{m}$); **c)** *A. sisalana* de São Domingos com $2n = 5x = 142$ (barra de $15\ \mu\text{m}$); **d)** *A. sisalana* de Conceição do Coité com $2n = 5x = 142$ (barra de $8\ \mu\text{m}$); **e)** *A. sisalana* de Lages do Batata com $2n = 5x = 150$ (barra de $9\ \mu\text{m}$); **f)** *A. sisalana* de Lages do Batata com $2n = 5x = 142$ (barra de $16\ \mu\text{m}$).

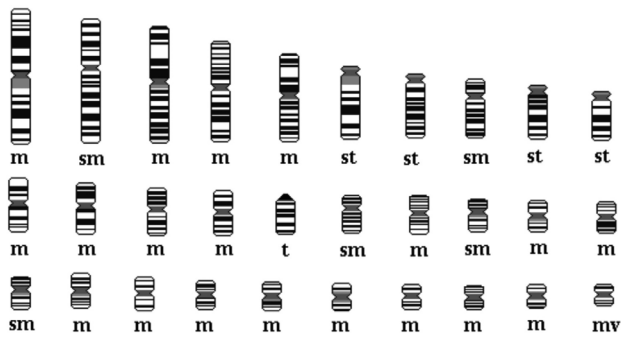


Figura 2. Ideograma haplóide representando a classificação cromossômica do híbrido nº 11648 coletado no município de Valente (BA, Brasil). m = metacêntrico; mv = metacêntrico verdadeiro; sm = submetacêntrico; st = subtelocêntrico e t = telocêntrico.

relatou $2n = 5x = 138$, Granick (1944) observou metáfases com $2n = 5x = 149$ e Hazra *et al.* (2002) que divulgou $2n = 5x = 147$ para exemplares cultivados *in vitro*. O encontro de 24 cromossomos grandes nos exemplares originários dos municípios de Valente e Lages do Batata confirma o relato de Doughty (1936) no qual o autor descreve a existência desse mesmo número de unidades cromossômicas maiores para um pentaplóide de *A. sisalana*. Baseado no fato de que o número haplóide básico para *Agave* é $n = x = 30$ (Doughty, 1936), a ausência de algumas unidades cromossômicas para formação do pentaplóide completo ($2n = 5x = 150$), para os exemplares que apresentam somente $2n = 142$, se deve ao próprio processo de poliploidização, resultante de divisões mitóticas irregulares (Doughty, 1936; Lingling *et al.* 2009) ou perdas de sequências de DNA (Palomino *et al.*, 2003), com consequente perda de cromátides durante a anáfase. Outra possibilidade a ser considerada seria a ocorrência de fusão cêntrica de unidades telocêntricas, que poderiam ter perdido os telômeros, dando origem a cromossomos metacêntricos ou submetacêntricos (Granick, 1944; Guerra, 1988). No entanto, ainda são necessárias novas pesquisas para confirmação das hipóteses.

Os cariótipos de todos os espécimes analisados mostraram ser bimodais, isto é, há poucos cromossomos longos e vários curtos. Quando se comparam as unidades cromossômicas maiores e menores, dentro de um mesmo cariótipo, observa-se uma variação significativa, ou seja, o valor da unidade cromossômica maior descontado o valor da unidade menor gera uma variação de: 23,6 μm para Valente; 16,66 μm em Conceição do Coité; 16,96 μm em São Domingos; 20,43 μm para Lages do Batata e 15,38 μm para o híbrido. Esse fator também corrobora o descrito por Palomino *et al.* (2008) onde os autores afirmam que as espécies de *Agave* apresentam cariótipos bimodais altamente conservados.

O comprimento genômico total (CGT) no indivíduo diplóide - híbrido nº 11648 - é de 205,98 μm o que é significativamente menor do que o comprimento encontrado nos pentaplóides. Isso se deve, obviamente, a maior quantidade de cromossomos encontrada nos poliplóides. Na Tabela 1 pode-se observar que entre os poliplóides ($2n = 5x = 142$) o comprimento genômico total das plantas coletadas nos municípios de Valente (474,97 μm) e Lages do Batata (499,56 μm) é consideravelmente maior em relação àquelas coletadas em Conceição do Coité (391,48 μm) e São Domingos (404,41 μm). Esse resultado deve-se ao fato de que as metáfases obtidas para as duas primeiras localidades apresentam cromossomos maiores em relação às últimas. De acordo com Guerra (1988) esse excesso de DNA pode estar atrelado à quantidade de DNA repetitivo ou não codificante e pode ser facilmente observado em plantas poliplóides cultivadas. Além disso, uma quantidade de DNA maior que a média do grupo é um indicativo de plantas mais primitivas, pois, plantas recentes possuem uma menor quantidade de DNA (Guerra, 1988).

O índice de assimetria cromossômica (TF%) para as amostras coletadas em Valente (32,65%), São Domingos (24,71%) e no híbrido (34,32%) apresentou valores inferiores a 50% (Tab. 1), o que caracteriza um cariótipo assimétrico. Esses números estão de acordo com a descrição de Stebbins (1971) no qual o pesquisador enfatiza que nesse

Tabela 1. Mensuração - Número cromossômico; média dos comprimentos totais dos cromossomos; variação no tamanho cromossômico; comprimento genômico; quantidade de cromossomos grandes e pequenos; índice de assimetria cromossômica.

Município	<i>Agave sisalana</i> Perrine				Híbrido nº 11648
	Valente	Conceição do Coité	São Domingos	Lages do Batata	Valente
NC (2n)	136-144 (c.a)	142	142	142-150 (c.a.)	60
CMC	3,34 $\mu\text{m} \pm 0,78$	2,76 $\mu\text{m} \pm 0,84$	2,85 $\mu\text{m} \pm 0,63$	3,64 $\mu\text{m} \pm 1,89$	3,43 $\mu\text{m} \pm 0,83$
Var.	24,56 $\mu\text{m} - 0,96 \mu\text{m}$	17,32 $\mu\text{m} - 0,66 \mu\text{m}$	17,45 $\mu\text{m} - 0,49 \mu\text{m}$	20,86 $\mu\text{m} - 0,43 \mu\text{m}$	16,24 $\mu\text{m} - 0,86 \mu\text{m}$
CGT	474,97 μm	391,48 μm	404,41 μm	499,56 μm	205,98 μm
$2n = 142$	24l + 118s	20l + 122s	20l + 122s	24l + 118s	8l + 52s
TF%	32,65	24,71	-	-	34,32

NC = número cromossômico; CMC = comprimento médio dos cromossomos; Var. = variação no tamanho cromossômico; CGT = comprimento genômico total; TF = índice de assimetria cromossômica; l = cromossomo grande; s = cromossomo pequeno.

Tabela 2. Classificação cromossômica de plantas de *Agave sisalana* Perrine, coletadas nos municípios baianos de Valente e Conceição do Coité, Brasil.

Município de Valente (2n = 5x = 142). Formulação cariotípica: 82m + 48sm + 12st.														
PC	IC	CC	PC	IC	CC	PC	IC	CC	PC	IC	CC	PC	IC	CC
1	16,83	st	16	40,07	m	31	45,10	m	46	43,90	m	61	39,84	m
2	17,00	st	17	40,07	m	32	47,42	m	47	37,20	sm	62	41,46	m
3	19,80	st	18	43,01	m	33	42,27	m	48	42,21	m	63	49,59	m
4	21,40	st	19	28,67	sm	34	39,13	m	49	39,87	m	64	34,15	sm
5	26,98	sm	20	30,83	sm	35	37,11	sm	50	39,87	sm	65	42,86	m
6	20,00	st	21	29,39	sm	36	33,15	sm	51	47,06	m	66	46,43	m
7	25,04	sm	22	38,35	m	37	46,39	m	52	25,52	sm	67	37,50	m
8	22,34	st	23	40,39	m	38	39,13	m	53	36,36	sm	68	38,39	m
9	33,48	sm	24	41,33	m	39	31,61	sm	54	48,95	m	69	49,55	m
10	32,98	sm	25	40,89	m	40	47,13	m	55	38,46	m	70	49,50	m
11	28,13	sm	26	40,89	m	41	36,96	sm	56	42,67	m	71	44,57	m
12	26,02	sm	27	38,14	m	42	35,06	sm	57	30,83	sm			
13	27,38	sm	28	42,79	m	43	35,06	sm	58	45,86	m			
14	35,45	sm	29	40,20	m	44	43,90	m	59	41,35	m			
15	34,56	sm	30	40,69	m	45	43,90	m	60	45,86	m			
Município de Conceição do Coité (2n = 5x = 142). Formulação cariotípica: 14m + 66sm + 38st + 2a + 22t														
1	25,49	sm	16	28,67	sm	31	25,00	sm	46	23,31	sm	61	0,00	t
2	18,52	st	17	28,24	sm	32	18,90	st	47	49,59	sm	62	31,37	sm
3	42,29	sm	18	27,39	sm	33	43,36	m	48	42,28	m	63	9,80	a
4	24,30	st	19	28,24	sm	34	26,62	sm	49	34,15	sm	64	0,00	t
5	34,94	sm	20	24,90	st	35	33,12	sm	50	33,3	sm	65	0,00	t
6	23,71	st	21	29,39	sm	36	33,33	sm	51	28,67	st	66	0,00	t
7	15,26	st	22	30,64	sm	37	33,33	sm	52	25,20	sm	67	0,00	t
8	11,05	st	23	22,67	st	38	35,66	sm	53	25,20	st	68	0,00	t
9	15,44	st	24	23,72	st	39	35,66	sm	54	41,35	m	69	41,16	m
10	22,81	st	25	23,72	st	40	27,82	sm	55	0,00	t	70	0,00	t
11	24,94	st	26	25,00	sm	41	31,58	sm	56	25,20	sm	71	0,00	t
12	26,44	sm	27	37,11	sm	42	39,87	m	57	0,00	t			
13	15,60	st	28	41,38	m	43	39,10	m	58	27,43	sm			
14	19,37	st	29	35,06	sm	44	30,83	sm	59	27,68	sm			
15	23,45	st	30	29,89	sm	45	17,29	st	60	0,00	t			

PC = par cromossômico; IC = índice centromérico; CC = classificação cromossômica; m = metacêntrico; sm = submetacêntrico; st = subtelocêntrico; a = acrocêntrico; t = telocêntrico.

tipo de cariótipo pode ser encontrada uma maior quantidade de cromossomos acrocêntricos, subtelocêntricos e telocêntricos inseridos em um cariótipo com grandes diferenças nos comprimentos cromossômicos. Nas amostras de São Domingos e Lages do Batata não foi possível obter o TF% devido a falta de visualização do centrômero em cromossomos menores que 0,5 µm.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que as populações de *Agave*, encontradas nos municípios baianos, podem ter a tendência de se divergir ao longo dos anos. Além do interesse teórico, essas informações contribuem para um melhor entendimento das diferenças morfológicas e anatômicas que possam ser encontradas nessas populações, além de fornecer um embasamento

científico para pesquisas de citotaxonomia e filogenética. A morfologia cariotípica, encontrada em algumas das amostras, pode auxiliar na detecção de populações, bem como na produção de híbridos comerciais e em pesquisas de melhoramento genético.

Agradecimentos

À Ana Paula de Souza Rios e Fernando dos Santos Carneiro pela colaboração na obtenção e manipulação dos bulbilhos. À Fapesb e ao CNPQ pelo apoio financeiro.

Referências bibliográficas

- Brown, K. 2002. *Agave sisalana* Perrine. **Wildlands weeks**, p.18-21. Disponível em: <http://www.see-ppc.org/wildlandweeds/pdf/Summer2002-Brown-pp18-21.pdf>. (Acesso em 19/09/2011).
- Ciaramello, D. 1975. Estudo comparativo entre espécies de *Agave*. **Bragantia** 34(11): 195-201.
- Debnath, M.; Pandey, M.; Sharma, R.; Thakur, G.S.; Lal, P. 2010. Biotechnological intervention of *Agave sisalana*: a unique fiber yielding plant with medicinal property. **Journal of Medicinal Plant Research** 4(3): 177-187.
- Doughty, L.R. 1936. Chromosome behavior in relation to genetics of *Agave*. I. Seven species of fibre Agaves. **Journal of Genetics** 33(2): 197-205.
- Éder-Silva, E.; Felix, L.P. & Bruno, R.L.A. 2007. Citogenéticas de algumas espécies de frutíferas nativas no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura** 29(1): 110-114.
- Gentry, H.S. 1982. **Agaves of continental North America**. University of Arizona Press. Tucson.
- Granick, E.B. 1944. A karyosystematic study of the genus *Agave*. **American Journal of Botany** 31(5): 283-298.
- Guerra, M.S. 1988. **Introdução a citogenética geral**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.
- Hazra, S.K.; Das, S.; Das, A.K. 2002. Sisal plant regeneration via organogenesis. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** 70: 235-240.
- Huziawara, Y. 1962. Karyotype analysis in some genera of Compositae. VIII. Further studies on the chromosome of *Aster*. **American Journal of Botany** 49: 116-119.
- Levan, A.; Fredga, K. & Sandberg, A.A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. **Hereditas** 52: 201-220.
- Lingling, L.V.; Sun, G.; Xie, J.; Zang, X.; Hu, Y.; Duan, J. 2009. Determination of chromosomal ploidy in *Agaves ssp.* **African Journal of Biotechnology** 8(20): 5248-5252.
- Nobel, P.S.; McDaniel, R.G. 1988. Low temperature tolerances, nocturnal acid accumulation and biomass increases for seven species of *Agave*. **Journal of Arid Environments** 15(2): 147-156.
- Palomino, G.; Dolezel, J.; Rubluo, A. 2003. Nuclear genome size analysis of *Agave tequilana* Weber. **Caryologia** 56(1): 37-46.
- Palomino, G.; Martínez, J.; Méndez, I. 2008. Karyotype studies in cultivars of *Agave tequilana* Weber. **Caryologia** 61(2): 144-153.
- Santos, J.D.G.; Branco, A.; Silva, A.F.; Pinheiro, C.S.R.; Góes, A.; Uetanabaro, A.P.T.; Queiroz, S.R.O.D.; Osuna, J.T.A. 2009. Antimicrobial activity of *Agave sisalana*. **African Journal of Biotechnology** 8(22): 6181-6184.
- Satô, D. 1935. Analysis of the karyotypes in *Yucca*, *Agave* and the related genera with special references to the phylogenetics significance. **The Japanese Journal of Genetics** 11: 272-278.
- Silva, O.R.R.F.; Carvalho, O.S.; Santos, J.W.; Vieira, R.M.; 1999a. Estudo comparativo de algumas características de *Agave sisalana* Perrine e do híbrido 11648, na primeira colheita. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas** 3(2): 65-70.
- Silva, O.R.R.F.; Moreira, J.A.N.; Santos, J.W. 1999b. Modelos univariado e multivariado na comparação de híbridos de sisal tradicional. 1999. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas** 1(1): 57-62.
- Stebbins, G.L. 1971. **Chromosomal evolution in higher plants**. London, Edward Arnold.