

## CITOGENÉTICA DE VARIEDADES DO CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* Schum.)

Cytogenetical studies in *Pennisetum purpureum* Schum. \*

NUBLEA T. F. MANARA \*\*

ALMIRO BLUMENSCHNEIN \*\*\*

### RESUMO

Foram estudadas 8 variedades de *Pennisetum purpureum* Schum., pertencentes a coleção de forrageiras do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, com os seguintes objetivos: a) estudo do número e morfologia dos cromossomos e, através da comparação dos dados, obter algumas informações sobre a evolução do cariótipo das variedades; b) análise do comportamento meiótico de 5 das 8 variedades.

O número somático de cromossomos de todas as variedades foi  $2n=28$  e o comportamento meiótico das 5 variedades foi regular. A variedade Pôrto Rico não mostrou comportamento citológico de híbrido e, com relação aos estudos cariotípicos, foi considerada a menos evoluída e a variedade Comum a mais evoluída. Sugere-se que a evolução do cariótipo da espécie tenha se processado sem grandes ganhos ou perdas de material genético e que as diferenças entre as variedades devam-se, principalmente, a ocorrência de mutações gênicas, com excessão da variedade Taiwan-144, onde a aquisição de material genético deve ter desempenhado um papel importante. O número básico e a origem aloploplóide da espécie foram confirmados. A hibridação e a aloploiploidia entre os ancestrais originais, seguidas de subsequentes mutações gênicas, são sugeridas para explicar a variabilidade morfológica entre variedades, nos caso de propagação apomítica.

### SUMMARY

Eight Nappier grass varieties (*Pennisetum purpureum* Schum.) of forage collection of the Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de S. Paulo, were studied to get information on a) chromosome number and morphology, and, by comparing the data to obtain information on varietal karyotype evolution; b) meiotic behaviour, in five out of eight varieties.

---

\* Extrato do trabalho de dissertação apresentado à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" para obtenção do título de mestre em Genética e Melhoramento de Plantas em 19-03-74.

\*\* Prof.ª Assistente do Departamento de Fitotecnia do CCR — UFSM.

\*\*\* Prof. Adjunto, orientador — Chefe do Departamento e Instituto de Genética da ESALQ-USP.

Somatic chromosome numbers for all varieties were  $2n=28$ . Five out of the eight varieties, which were able to flower, had normal meiotic behaviour. The basic chromosome number and the allopolyploid nature of this species were confirmed. The Pôrto Rico variety did not show cytological hybridity and appeared to be, considering karyotype studies, the less evolved, while Comun variety showed to be the more evolved. The evolution which the species karyotype possibly went through was without large gain or loss of genetic material. The differences among varieties are mainly due to genic mutations, except the Taiwan-144 variety, where the gain of genetic material must have played an important role. The hybridization and allopolyploidy within early ancestrals followed by genic mutations are suggested to explain the morphological variability among varieties, especially considering apomitic propagation.

## INTRODUÇÃO

Sendo a agropecuária a base da economia do Brasil, maiores atenções têm sido dirigidas para o aumento da produção, tanto do ponto de vista agrícola como da pecuária.

Considerando-se o rebanho de bovinos do Brasil, 97.864.000 cabeças (IBGE, 26), pode-se avaliar a importância das pastagens para o país. No passado, o pecuarista contou com abundância de pastagens nativas, porém, nos últimos anos a dependência de pastagens cultivadas tornou-se cada vez maior. Apesar do melhoramento genético das pastagens ser uma das principais metas a serem desenvolvidas na obtenção de alimentos mais nutritivos para o gado, no Brasil, pouco tem sido feito neste sentido. Ao contrário, em outros países como Estados Unidos, Canadá e Austrália, dispenderam-se grandes esforços no melhoramento genético de pastagens, para produção econômica de alimentos para o gado (POHELMAN, 48).

Segundo OTERO (44) o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é originário da África e foi introduzido no Brasil em 1920. Sendo gramínea perene, de alta rusticidade, grande rendimento, fácil multiplicação, resistência relativa à seca e ao frio, de boa composição química quando nova e de boa aceitação pelo gado constitui, sem dúvida, uma forrageira muito recomendada, principalmente, como produtora de abundante forragem verde para corte e ensilagem.

As variedades de capim elefante cultivadas no Brasil, na maior parte, são introduções provenientes de outros países. O melhoramento desta espécie foi iniciado no IPEACO, com sede em Sete Lagoas — MG (EMRICH & FRANCO, 18), e, trabalhos relativos a caracterização das variedades em cultivo também estão se desenvolvendo (CARVALHO et alii, 10).

Segundo MYERS (40) investigações citológicas e genéticas, em gramíneas, devem ser desenvolvidas primariamente por duas razões: 1.<sup>a</sup>) servem como complementação dos dados morfológicos em estudos de taxonomia e filogenia; 2.<sup>a</sup>) proporcionam informações fundamentais para o melhoramento das espécies, por cruzamento.

No Brasil, não são conhecidos estudos citogenéticos das variedades de capim elefante. As variedades cultivadas no Estado de São Paulo apresentam diferenças morfológicas, mostrando grande variabilidade, sendo material bastante promissor para trabalhos de melhoramento.

Levando-se em consideração a falta de informações básicas para trabalhos de melhoramento, envolvendo variedades de capim elefante, a presente investigação tem os seguintes objetivos:

- a) determinação do número e características morfológicas dos cromossomos de 8 variedades de *P. purpureum* e, através da comparação dos dados, obter algumas informações sobre a evolução do cariótipo das mesmas.
- b) estudo da melose em células mães dos grãos de pólen em 5 das 8 variedades.

### REVISÃO DE LITERATURA

A lista de espécies de gramíneas, cujo número cromossômico foi determinado, tem sido ampliada nos últimos anos.

No gênero *Pennisetum* foi evidenciada a presença de 2 números básicos,  $x=7$  e  $x=9$ . O primeiro ocorrendo na Seção *Penicillaria* e o segundo característico das demais Seções, *Gymnothrix*, *Brevivula*, *Eupennisetum* e *Heterostachya*, estabelecidas por STAPF (apud VEYRET, 61).

SWAMINATHAN & NATH (60) encontraram números somáticos de  $2n=10$  em *P. ramosum* e  $2n=32$  em *P. massaicum*, sugerindo números básicos adicionais de 5 e 8 para o gênero.

O capim elefante, *P. purpureum*, pertence a família *Gramineae*, sendo originário da África (KRISHNASWAMY, 28). A determinação do número cromossômico da espécie foi realizada, pela primeira vez, por BURTON (7),  $2n=28$ , indicando 7 como o número básico. PARODI (46), estudando a mesma espécie, encontrou um número cromossômico inferior,  $2n=27$ . A confirmação do primeiro número determinado foi feita mais tarde por KRISHNASWAMY (28), NUÑEZ (43), SIMMONDS (51), CHANDOLA (12) e GILDENHUYTS & BRILX (21).

KRISHNASWAMY & RAMAN (29) encontraram para a espécie números cromossômicos de  $2n=28$  e  $2n=56$ .

A simples observação de que diferentes espécies dentro de um gênero, diferentes gêneros dentro de uma tribo, etc., podem possuir o mesmo número somático de cromossomos, evidencia a necessidade da suplementação de tais informações com dados adicionais referentes a morfologia dos cromossomos.

Segundo STEBBINS (57) o aspecto morfológico do complemento cromossômico, visto na metáfase da mitose, é denominado cariótipo. Cinco diferenças, características de cariótipo, são usualmente observadas e comparadas: (1) diferenças no tamanho absoluto dos cromossomos; (2) diferenças na posição do centrômero; (3) diferenças no tamanho relativo dos cromossomos; (4) diferenças no número básico; (5) diferenças no número e posição dos satélites. Uma sexta característica, a diferença no grau e distribuição de regiões heterocromáticas, pode ser estudada se boas prófases mitóticas forem disponíveis.

Os modos pelos quais os cariótipos diferem, foram descritos anteriormente por LEVITZKY (36,37) e informações adicionais foram dadas por DARLINGTON (15).

A Escola Russa de morfologia comparativa do cariótipo levou LEVITSKY (37) a desenvolver o conceito de simetria vs. assimetria. Um cariótipo simétrico é aquele onde todos os cromossomos são aproximadamente do mesmo tamanho e possuem centrômeros medianos

ou sub-medianos. Aumento da assimetria pode ocorrer através de trocas na posição do centrômero de mediano para sub-terminal, ou terminal ou através de acúmulo de diferenças no tamanho relativo dos cromossomos do complemento, tornando assim o cariótipo mais heterogêneo. Estas duas tendências não são necessariamente correlacionadas, apesar de poderem o ser, em certos grupos.

AVDULOV (apud MYERS, 40) registrou que espécies incluídas por ele em *Sacchariferas* e *Phragmitiformes* têm pequenos cromossomos, enquanto as *Festuciformes* têm cromossomos grandes.

Em adição a diferença geral em tamanho exibida por grandes grupos, considerável variação tem sido observada entre espécies do mesmo gênero. *P. glaucum* tem cromossomos maiores do que qualquer outra espécie da tribo *Panicaceae* (HUNTER, 24), sendo que esta diferença em comparação com *P. purpureum* é suficientemente grande para permitir a identificação de cromossomos parentais em seus híbridos F1 (BURTON, 8).

Diferenças no tamanho entre os cromossomos, dentro de espécies, foram registrados em *Andropogon* spp. (CHURCH, 13), *Sorghum* spp. (GARBER, 19), *Bromus carinatus* (STEBBINS & TOBGY, 59) e muitos outros exemplos em MYERS (40).

Devido as variações no comprimento dos cromossomos entre plantas da mesma espécie, um caráter diagnóstico mais crítico é a forma dos cromossomos determinada pela posição do centrômero. Variações neste caráter, entre cromossomos da mesma espécie, foram registradas, por muitos investigadores (HUNTER, 24; NIELSEN, 42; GARBER, 19; e outros).

Além da constrição primária, outra característica morfológica de certos cromossomos na mitose é a presença de constrição secundária. O relacionamento da constrição secundária e satélites com o núcleo foi reconhecida por HEITZ (22). Mais tarde McCLINTOCK (apud STEBBINS, 56) demonstrou, em milho, que a organização do núcleo era controlada por uma parte especializada do cromossomo, o organizador nucleolar.

Satélites foram observados em *Phleum* spp. (MYERS, 38), *Melica* spp. (STEBBINS & LOVE, 58), além de outras espécies. Constrições secundárias ocorrem, igualmente, em várias espécies como *Stipa pulchra* e *Calamagrostis epigeios* (NIELSEN, 42) e *Lolium perene* (MYERS, 39). A presença de satélites e constrição secundária foi registrada em *Agropyron spicatum* (PETO, 47), *Muhlenbergia pungens* (NIELSEN, 42), além de outras espécies.

NAVASHIN (41), em híbridos interespecíficos de *Crepis*, encontrou casos nos quais os estudos cariológicos mostraram que os cromossomos de duas ou mais espécies diferentes quando juntos por hibridação, em certas combinações específicas, sofriam grandes alterações em sua individualidade. Em 13 dos 21 híbridos interespecíficos estudados constatou o desaparecimento do satélite, do cromossomo-satélite, de uma das espécies parentais. O desaparecimento do satélite foi devido a sua fusão com a extremidade proximal do cromossomo-satélite. A alteração diferencial do cromossomo-satélite foi considerada uma resposta específica à condições peculiares produzidas na célula híbrida. A troca mostrou-se reversível e o cromossomo-satélite recuperava sua forma normal tão logo o complemento cromossômico individual fosse extraído do híbrido por meio de segregação.

No estudo de células somáticas de pontas de raízes, de *P. purpureum*, NUÑEZ (43) observou que o tamanho dos cromossomos, da espécie, é bem maior do que aquele geralmente encontrado para outras espécies do gênero. A característica mais notável encontrada pelo autor foi a presença de um cromossomo acrocêntrico com pequeníssimo satélite, cujo filamento não pode ser observado. Como não encontrou satélite no outro homólogo concluiu que esta é uma condição natural. Um cromossomo semelhante foi encontrado por AV-DULOV (apud NUÑEZ, 43) em *P. spicatum*, pertencente a mesma Seção e com características cariológicas diferenciais: número básico, tamanho e morfologia dos cromossomos, semelhantes a *P. purpureum*, ainda que tal espécie seja diplóide ( $2n=14$ ).

PANTULU & VENKATESWARLU (45) estudaram a morfologia dos cromossomos de *P. purpureum*, no paquiteno da meiose. Com base no comprimento relativo e razão de braços foi possível identificá-los individualmente. Os cromossomos número 1 e 14 foram observados serem os organizadores do nucléolo. Em todos os cromossomos, os centrômeros mostraram-se flanqueados por regiões fortemente coloridas. Sete dos 15 cromossomos mostraram "knobs", entretanto, esses não estão presentes, uniformemente, em todas as populações (material obtido de Ghana não apresentava "knobs").

A meiose é um sistema integrado por uma sequência ordenada de eventos envolvendo pareamento, recombinação, formação de quiasmas e disjunção, que levam a redução do número cromossômico nos gametas.

CARNAHAM & HILL (9) salientam que, em gramíneas, são pouco frequentes irregularidades meióticas nas espécies diplóides, especialmente nas anuais e de autofecundação, o mesmo ocorrendo para a maioria dos anfidiplóides. Entretanto, em gramíneas autopoliplóides, alopoliplóides segmentares e poliplóides de categorias superiores, a meiose se caracteriza pela ocorrência frequente de associações ímpares, uni e trivalentes, retardatários na anáfase e telófase, não disjunção numérica e micronúcleos nas tétradas. A ocorrência de diferenças intervarietais é comum, especialmente em complexos apomíticos. Muitas vezes, variações entre plantas e células mães do pólen de uma planta individual é tão grande, que se torna difícil o estabelecimento de norma fixa para a espécie.

Estudos da meiose têm sido realizados em várias espécies do gênero *Pennisetum*. Na Seção *Penicillaria* ( $x=7$ ) a finalidade destes estudos deve-se, principalmente, a observações do comportamento meiótico das espécies *P. purpureum* e *P. typhoides* a serem usados em cruzamentos interespecíficos e de seus híbridos, bem como da homologia entre genomas (KRISHNASWAMY & RAMAN, 30, 31 e 32; CHANDOLA, 12; CARNAHAN & HILL, 9; GILDENHUYS & BRIX, 21; JAUHAR, 27; RAMULU, 49; SREE RANGASAMY, 52).

O comportamento meiótico de híbridos, entre *P. purpureum* ( $2n=28$ ) e *P. glaucum* ( $2n=14$ ), foi estudado por BURTON (8) e WOOD (1) e de híbridos tri-específicos, (*P. typhoides* X *P. purpureum*) anfidiplóide ( $2n=42$ ) X *P. squamulatum* ( $2n=54$ ), por SREE RANGASAMY, DEVASAHAYAN & RAMAN (53) e SREE RANGASAMY (52).

KRISHNASWAMY (28) estudou a meiose em *P. purpureum* ( $2n=28$ ), encontrando comportamento normal, sómente, com formação de bivalentes.

CHANDOLA (12) estudou a meiose em *P. purpureum* ( $2n=28$ ), só conseguindo analisar células em metáfase I, nas quais encontrou univalentes e quadrivalentes. O número máximo de quadrivalentes observados foi 3 por célula. Sugeriu que as espécies de *Pennisetum* possam ter se originado por poliploidia.

RAMULU (49), estudando a meiose, em *P. purpureum* encontrou 14 bivalentes, em *P. typhoides* constatou 7 bivalentes.

A poliploidia, no Reino Vegetal, raramente aparece em fungos, musgos e gimnospermas. Nas angiospermas, a poliploidia é um fenômeno frequente, sendo cerca de 1/4 de suas espécies poliplóides. Esta frequência varia nas diferentes famílias sendo bastante alta nas gramíneas onde segundo STEBBINS (55), 70% das espécies selvagens conhecidas são de origem poliplóide. Já CARNAHAM & HILL (9), referem que das 2.300 espécies de gramíneas, cujos números cromossômicos são conhecidos, ao redor de 80% são prováveis poliplóides, sendo 7% destes aneuplóides, os outros 20% são diplóides.

Na Seção *Penicillaria*, do gênero *Pennisetum*, a diploidia é muito frequente e somente *P. purpureum* é tetraplóide. Nesta Seção foi assinalado um caso de triploidia por KRISHNASWAMY & RANGASWAMI (33), em *P. typhoides*. Ao contrário, nas Seções de número básico 9 a poliploidia é muito frequente, podendo chegar até 7 vezes o número básico, sendo também frequentemente encontrados aneuplóides.

KRISHNASWAMY & RAMAN (31), estudaram o comportamento citológico dos híbridos entre *P. purpureum* ( $2n=28$ ) X *P. typhoides* ( $2n=14$ ). A partir destes estudos sugeriram que *P. purpureum* seja um alotetraplóide tendo 2 sub-genomas A e B, o primeiro sendo homólogo de *P. typhoides*. Homologia entre os genomas de *P. purpureum* e *P. typhoides*, também foi sugerida por CARNAHAN & HILL (9), estudando híbridos entre as duas espécies.

## MATERIAL E MÉTODOS

As variedades, de *P. purpureum*, estudadas são mantidas por propagação vegetativa e pertencem a coleção de forrageiras do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

A seguir são apresentadas breves descrições de algumas dessas variedades:

**Comum** — Possui folhas e inflorescências verde-amareladas e altura média de 3,56 m. As espículas apresentam cerdas e as lígulas possuem coloração marrom e são fimbriadas. As ramificações ocorrem a partir da 12.ª folha (CORSI, 14).

**Mineiro** — Originou-se de um "seedling" de Napier, a partir do qual toda a multiplicação foi feita por via vegetativa. Forma touceiras abertas com colmos eretos e lâminas pendentes. Apresenta raízes adventícias, geralmente ocorrendo no 1.º nó, antes do início da floração. As bainhas mais novas e medianas são glabras com bordos glabros, as bainhas mais velhas e as brotações novas basais são densamente pilosas nas partes lateral-medianas. As lâminas possuem pêlos curtos e eretos mais densos na extremidade, principalmente nas lâminas mais velhas; pêlos longos e finos na região basal e bordos da base. Início da floração da 2.ª quinzena de abril a 1.ª quinzena de maio (Eng.ª Agr.ª Margarida M. de Carvalho, informação pessoal).

**Pôrto Rico** — Denominação dada pelos técnicos do IPEACO a um híbrido (suposto originado de um cruzamento entre *P. purpureum* e *P. typhoides*) procedente de Pôrto Rico (EMRICH & FRANCO, 18).

Forma touceiras abertas, com colmos retos e lâminas, na maioria, pendentes. Pode apresentar raízes adventícias no 1.º e 2.º nós e raramente no 3.º. Apresenta perfílios aéreos partindo de nós variados, ou em toda a extensão do colmo. As bainhas novas são glabras com bordos lisos; as bainhas medianas são glabras com bordos pilosos; as bainhas das folhas basais são densamente recobertas de pêlos algo eretos nas partes lateral-mediana, tanto nas plantas novas como nas maduras; nestas últimas os pêlos tomam uma coloração avermelhada. As lâminas são glabras, sendo que as mais novas apresentam pêlos longos e finos nos bordos da região basal e na base. Nas plantas mais maduras os pêlos da base das lâminas mais novas ocorrem em menor extensão. Início da floração na 1.ª quinzena de abril (Eng.ª Agr.ª Margarida M. de Carvalho, informação pessoal).

**Taiwan A-144** — Forma touceiras abertas com colmos e folhas pendentes. Apresenta raízes adventícias ocorrendo no 1.º e 2.º nós e perfílios aéreos raros que ocorrem antes da floração, a partir do 6.º nó. As bainhas revestidas de cerosidade branca, geralmente possuem pêlos longos e finos nos dois bordos, sendo que as mais velhas apresentam pêlos eretos e finos nas partes lateral-mediana. As lâminas mais novas são revestidas de pêlos curtos e finos mais densos na extremidade os quais se tornam mais raros a medida que as folhas envelhecem. Início da floração na 2.ª quinzena de abril (Eng.ª Agr.ª Margarida M. de Carvalho, informação pessoal).

**Taiwan A-148** — Forma touceiras verticais com colmos eretos e lâminas pendentes. Apresenta raízes adventícias não muito freqüentes, podendo ocorrer até no 4.º e 5.º nós e perfílios aéreos que ocorrem ao iniciar-se a floração, a partir do 20.º nó. As bainhas novas tem pilosidade lateral, as bainhas médias e basais são glabras ou quase glabras. As lâminas são densamente recobertas de pêlos curtos e eretos, os quais se tornam esparsos na extremidade e ausentes nas margens da região basal. Início da floração na 2.ª quinzena de julho, sendo esta desuniforme e não chegando a atingir a completa floração (Eng.ª Agr.ª Margarida M. de Carvalho, informação pessoal).

As demais variedades estudadas, Cameroun ou Camerun, Taiwan A-241 e Vrukwna ou Urukwnami, normalmente não florescem nas condições climáticas da região e, quando o fazem, a floração se verifica em poucas plantas. Descrição de características morfológicas destas variedades não foi encontrada na literatura, e não foi realizada devido a insuficiência de material disponível para tais estudos.

Para a determinação do número cromossômico e estudo do cariótipo, em células somáticas de pontas de raízes, utilizou-se o seguinte método: foram retiradas estacas com 2 a 3 nós, de plantas adulta das 8 variedades mantidas em campo, as quais foram plantadas em vasos e conservadas na casa de vegetação do Departamento de Genética. Depois de 40 a 50 dias do plantio, as raízes tinham se desenvolvido e as pontas puderam ser colhidas.

O período entre 10,30 e 11,30 horas, em dias ensolarados, mostrou maior número de placas metafásicas, horário no qual o material foi colhido nos meses de janeiro e outubro de 1973. Logo após a coleta, as pontas de raízes foram pré-tratadas com solução de colchicina a 0,4% durante 3 horas. A seguir foi efetuada a fixação das raízes em fluido Carnoy 3:1. O tempo de fixação foi de 5 horas, sendo depois as pontas de raízes tratadas com uma solução de pectinase a 5% e peptona a 1% durante 40 horas, a fim de se obter melhor espalhamento das células por ocasião da confecção das lâminas. A seguir o material foi lavado em álcool 70% por 15 minutos.

A coloração do material foi feita pelo método Feulgen (DARLINGTON & LA COUR, 16).

As lâminas foram preparadas pelo método do "smear" e as melhores transformadas em permanentes de acordo com CELARIER (11) e conservadas em estufa a 37°C por 10 a 15 dias para completa secagem. A determinação do número cromossômico foi efetuada examinando-se 5 lâminas permanentes de cada uma das 8 variedades. Das melhores metáfases foram obtidas fotografias em Fotomicroscópio Zeiss com objetiva de 100 X, fator da projetiva 3,2X, fator do optovar 1,25X e 2 filtros verdes Kodak, 56 e 58. O filme utilizado foi "High Contrast Copy", da Kodak.

Depois de uma caracterização preliminar dos cromossomos pela observação microscópica, procedeu-se sua análise morfológica mais detalhada, calculando-se os valores do comprimento relativo e relação de braço para cada cromossomo. A determinação destes dados foi feita segundo o método de ROTHFELS & SIMINOVITCH (50).

O cariótipo foi organizado colocando-se os cromossomos em ordem decrescente de tamanho.

Para a classificação dos cromossomos, quanto à posição do centrômero, foi adotada a nomenclatura de LEVAN, FREDGA & SOUBERG (35):

- 1,0 a 1,7 — cromossomo com centrômero mediano ou metacêntrico (m).
- 1,7 a 3,0 — cromossomo com centrômero submediano ou submetacêntrico (sm).
- 3,0 a 7,0 — cromossomo com centrômero subterminal ou subtelo-cêntrico (st).
- 7,0 a 00 — cromossomo com centrômero terminal ou acrocêntrico (t).

A coleta das inflorescências para o estudo da meiose, em células mães dos grãos de pólen, das 5 variedades estudadas, foi efetuada no Campo Experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". O período entre 10,30 e 11,30 horas, em dias ensolarados, apresentou maior número de células em divisão, horário no qual o material foi colhido, nos meses de maio e julho de 1972 e 1973. A fixação foi feita em fluido Carnoy 3:1, seguindo técnica anteriormente usada para o mesmo material por SIMMONDS (51) e CHANDOLA (12). O período de fixação foi de 5 horas, sendo o material a seguir lavado rapidamente em álcool 70% e conservado em novo álcool 70% em congelador, à temperatura de aproximadamente -5°C.

As lâminas foram preparadas empregando-se o método do "smear" utilizando-se como corante orcelina lactopropiônica a 2%.

O exame das lâminas imediatamente após serem preparadas permitiu selecionar as melhores, que foram transformadas em permanentes pelo mesmo método utilizado para as lâminas de pontas de raízes.

As lâminas permanentes, das 5 variedades, foram examinadas do seguinte modo: a) o estudo do pareamento dos cromossomos foi realizado analisando-se células em diacinese e metáfase I, nas quais foram caracterizados os cromossomos através de desenhos esquemáticos; b) os dados de segregação dos cromossomos foram obtidos analisando-se células em anáfase I e esquematizando-se em desenho a distribuição dos cromossomos.

As fotografias foram obtidas do mesmo modo já descrito para o estudo de células somáticas.

**RESULTADOS**

Os resultados obtidos no estudo dos cromossomos somáticos, das 8 variedades de *P. purpureum*, estão expressos na tabela I, notando-se que não houve variação (figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8).

Tabela I — Números cromossômicos em células somáticas.

Variedade	2n
Cameroun	28
Comum	28
Mineiro	28
Pôrto Rico	28
Taiwan A-144	28
Taiwan A-148	28
Taiwan A-241	28
Vrukwna	28

Na tabela II estão expressas as características do complemento diplóide de cromossomos das 8 variedades estudadas em relação ao comprimento relativo, relação de braços e presença de satélite.

Tabela II - Comprimento relativo, relação de braços e designação dos cromossomos das variedades analisadas.

Cameroun	Nº dos cromossomos	1	2	3	4*	5	6	7	8	9	10*	11	12	13	14	
	Comprimento relativo	10,2 (±0,11)	8,8 (±0,30)	8,7 (±0,63)	7,6 (±0,40)	7,3 (±0,15)	7,1 (±0,24)	6,8 (±0,21)	6,7 (±0,34)	6,5 (±0,21)	6,3 (±0,24)	6,0 (±0,70)	5,9 (±0,33)	5,6 (±0,82)	5,5 (±0,21)	
	Relação de braços Designação dos crq mossomos	1,1 m	1,1 m	1,3 m	1,5 m	1,1 m	1,2 m	1,4 m	1,4 m	1,1 m	1,3 m	1,8 sm	1,1 m	1,1 m	1,4 m	1,2 m
Comm	Nº dos cromossomos	1	2	3	4	5	6	7*	8	9	10	11	12	13	14	
	Comprimento relativo	10,3 (±0,31)	9,0 (±0,48)	8,0 (±0,46)	7,7 (±0,59)	7,3 (±0,34)	7,0 (±0,17)	6,8 (±0,29)	6,8 (±0,15)	6,6 (±0,12)	6,4 (±0,24)	6,1 (±0,26)	5,9 (±0,34)	5,7 (±0,29)	5,6 (±0,40)	
	Relação de braços Designação dos crq mossomos	1,1 m	1,4 m	1,2 m	1,6 m	1,2 m	1,2 m	1,7 sm	1,7 sm	1,7 sm	1,2 m	1,2 m	1,3 sm	2,3 sm	1,3 m	1,7 sm
Mineiro	Nº dos cromossomos	1	2*	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13*	14	
	Comprimento relativo	10,1 (±0,75)	9,5 (±0,48)	8,4 (±0,52)	7,6 (±0,24)	7,3 (±0,26)	7,1 (±0,26)	7,1 (±0,28)	7,1 (±0,20)	6,6 (±0,20)	6,5 (±0,29)	6,3 (±0,25)	6,1 (±0,23)	5,8 (±0,15)	5,5 (±0,37)	5,3 (±0,28)
	Relação de braços Designação dos crq mossomos	1,9 sm	1,1 m	1,7 sm	1,1 m	1,4 m	1,9 sm	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,3 m	1,4 m	1,5 m	1,1 m	1,3 m	1,6 m
Pôrto Rico	Nº dos cromossomos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13*	14	
	Comprimento relativo	10,5 (±0,83)	8,9 (±0,34)	8,4 (±0,38)	8,1 (±0,47)	7,8 (±0,36)	7,5 (±0,38)	7,2 (±0,19)	6,7 (±0,29)	6,7 (±0,29)	6,2 (±0,73)	6,2 (±0,38)	5,9 (±0,56)	5,3 (±0,56)	5,1 (±0,39)	5,1 (±0,31)
	Relação de braços Designação dos crq mossomos	1,3 m	1,3 m	1,3 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,3 m	1,3 m	1,3 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,6 m	1,3 m	1,1 m

\* presença de satélite em um dos homólogos

Tabela II - continuação

Taiwan A-144	Nº dos cromossomos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*	11	12	13*	14	
	Comprimento relativo	10,3 (±0,33)	8,8 (±0,95)	8,6 (±0,70)	7,6 (±0,10)	7,5 (±0,11)	7,0 (±0,26)	7,1 (±0,26)	6,9 (±0,15)	6,9 (±0,15)	6,4 (±0,31)	6,3 (±0,15)	6,2 (±0,15)	5,9 (±0,56)	5,7 (±0,30)	5,4 (±0,28)
	Relação de braços Designação dos crQ mossomos	1,3 m	1,5 m	1,2 m	1,1 m	1,3 m	1,6 m	1,3 m	1,3 m	1,2 m	1,1 m	1,7 sm	1,1 m	1,5 m	1,9 sm	1,9 m
Taiwan A-148	Nº dos cromossomos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13*	14	
	Comprimento relativo	10,5 (±0,99)	9,2 (±0,93)	8,3 (±0,64)	7,7 (±0,27)	7,6 (±0,24)	7,2 (±0,22)	6,8 (±0,23)	6,8 (±0,23)	6,8 (±0,46)	6,6 (±0,53)	6,3 (±0,25)	5,9 (±0,57)	5,8 (±0,28)	5,6 (±0,74)	5,1 (±0,21)
	Relação de braços Designação dos crQ mossomos	1,2 m	1,7 sm	1,1 m	1,2 m	1,3 m	1,2 m	1,1 m	1,1 m	1,4 m	1,4 m	1,1 m	1,3 m	1,9 m	1,5 m	1,2 m
Taiwan A-241	Nº dos cromossomos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12*	13	14	
	Comprimento relativo	9,4 (±0,84)	9,3 (±1,09)	7,9 (±0,51)	7,7 (±0,23)	7,3 (±0,17)	7,2 (±0,42)	7,2 (±0,44)	7,2 (±0,44)	6,9 (±0,35)	6,6 (±0,25)	6,5 (±0,29)	6,3 (±0,20)	5,8 (±0,28)	5,7 (±0,19)	5,4 (±0,94)
	Relação de braços Designação dos crQ mossomos	1,4 m	1,2 m	1,7 sm	1,1 m	1,2 m	1,6 m	1,6 m	1,6 m	1,2 m	1,1 m	1,3 m	1,6 m	1,1 m	1,3 m	1,5 m
Yrukwona	Nº dos cromossomos	1	2	3	4*	5	6	7	8	9	10	11	12	13*	14	
	Comprimento relativo	10,1 (±0,69)	9,2 (±0,95)	7,9 (±0,48)	7,5 (±0,44)	7,3 (±0,46)	7,2 (±0,23)	7,0 (±0,36)	6,9 (±0,29)	6,9 (±0,29)	6,8 (±0,34)	6,5 (±0,23)	6,2 (±0,19)	6,1 (±0,32)	5,6 (±0,19)	5,3 (±0,32)
	Relação de braços Designação dos crQ mossomos	1,2 m	1,4 m	1,2 m	1,9 sm	1,6 m	1,1 m	1,5 m	1,1 m	1,1 m	1,5 m	1,3 m	1,5 m	1,1 m	1,1 m	1,5 m

\* presença de satellite em um dos homólogos

Nas variedades Cameroun, Taiwan A-148 e Vrukwna foi observada coloração diferencial dos cromossomos, ocorrendo regiões mais coloridas e outras menos coloridas. A tabela III mostra o comprimento total do lote diplóide, expresso em micra.

Tabela III — Comprimento total do lote diplóide, em micra.

Variedade	Comprimento total	Variedade	Comprimento total
Cameroun	66,70	Taiwan A-144	91,56
Comum	71,95	Taiwan A-148	57,43
Mineiro	67,91	Taiwan A-241	63,48
Pôrto Rico	59,13	Vrukwna	69,15

As principais diferenças entre os cariótipos das variedades estudadas envolvem: aumento ou decréscimo do comprimento total do lote diplóide, o número de tipos de cromossomos presentes, muito pequenas alterações na posição das constrições e presença de satélite em alguns cromossomos.

A tabela IV mostra os dados resultantes do estudo de pareamento cromossômico em diacinese e metafase I, número gamético e segregação cromossômica da primeira divisão meiótica, nas 5 variedades de *P. purpureum* estudadas.

Tabela IV --- Pareamento e segregação dos cromossomos na primeira divisão meiótica.

Variedades	DIACINESE			METÁFASE I		ANÁFASE I	
	N.º gamético	N.º de células observ.	Tipo de pareamento	N.º de células observ.	Tipo de pareamento	N.º de células observ.	Distr. cromossomos
Comum	14	150	14 II	195	14 II	148	normal
Mineiro	14	138	14 II	135	14 II	132	normal
Pôrto Rico	14	225	14 II	168	14 II	163	normal
Taiwan A-144	14	210	14 II	165	14 II	75	normal
Taiwan A-148	14	162	14 II	150	14 II	152	normal

Um aspecto do pareamento dos cromossomos das variedades, em metáfase I, é mostrado nas figuras 2, 3, 4, 5 e 6.

Nas observações de células em diacinese, geralmente, 2 cromossomos estavam associados ao nucléolo.



Figura 1 — Variedade Cameroun: metáfase mitótica e cariótipo.

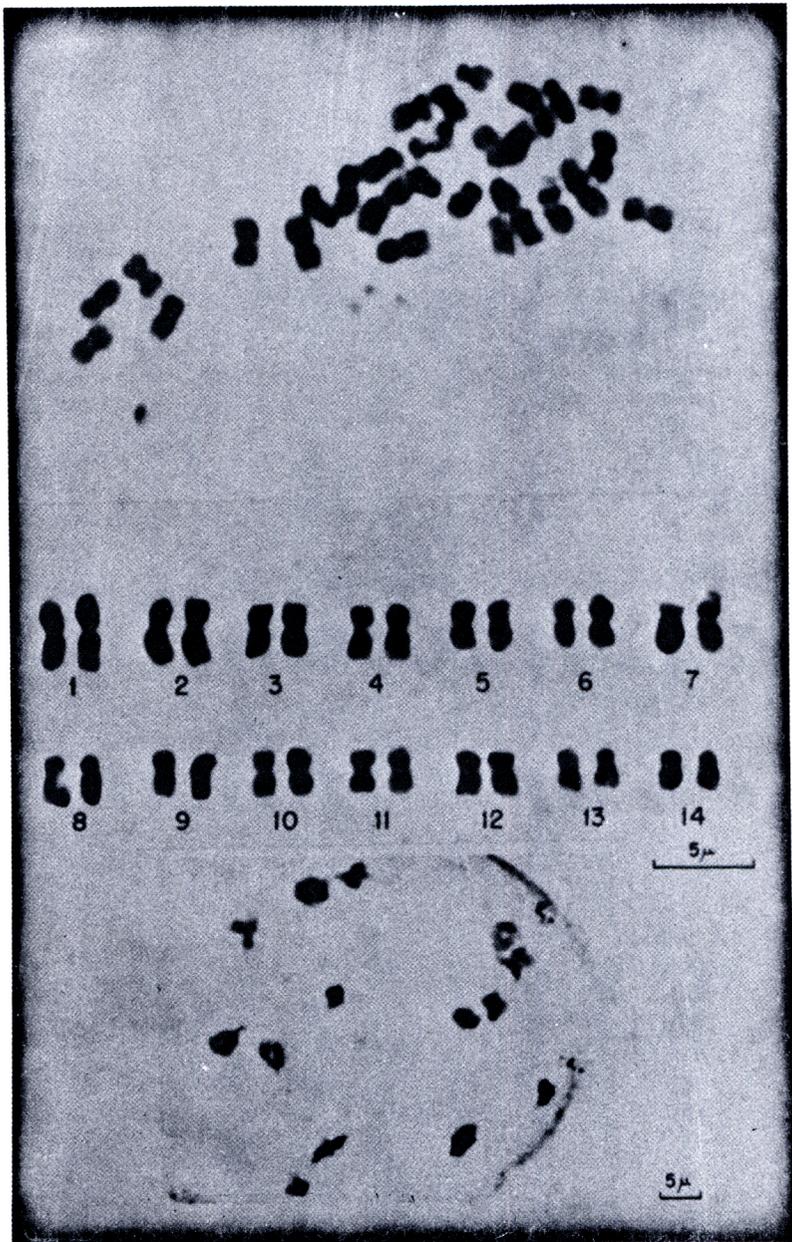


Figura 2 — Variedade Comum: metáfase mitótica, cariótipo e metáfase I com 14 bivalentes.

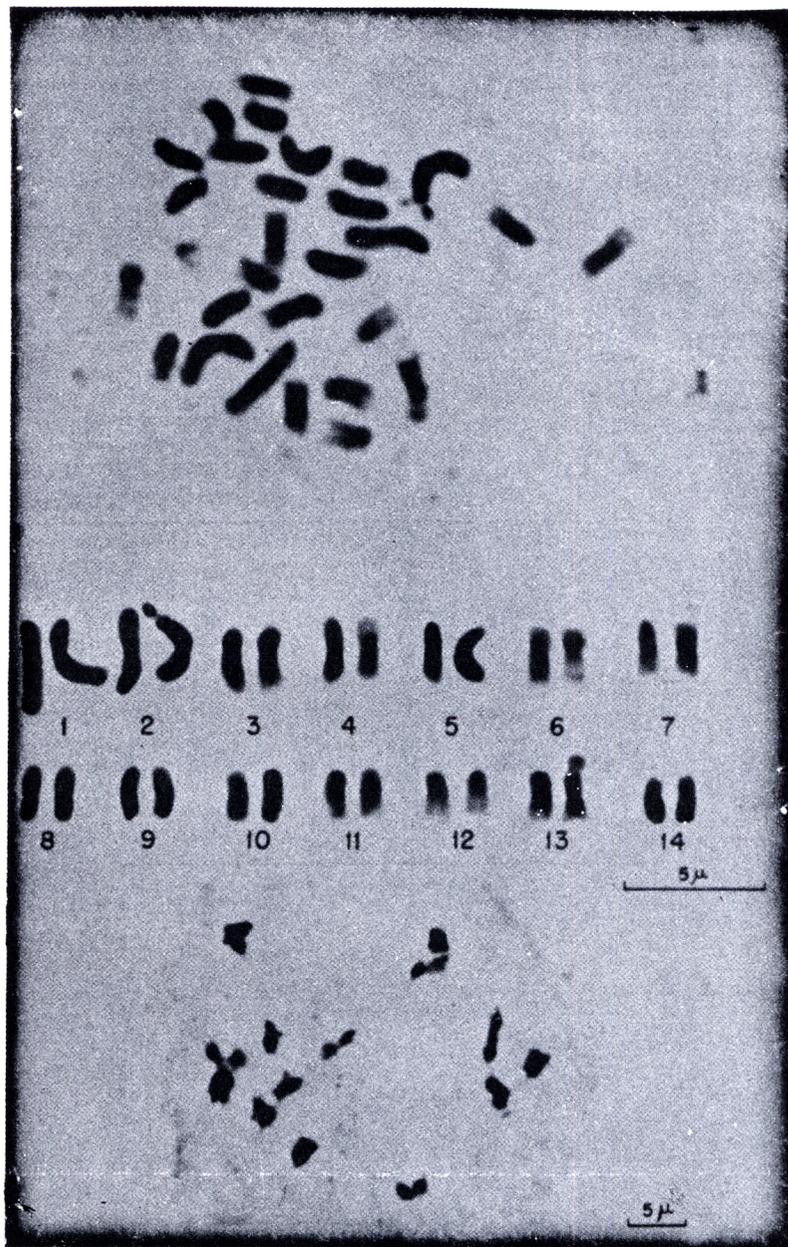
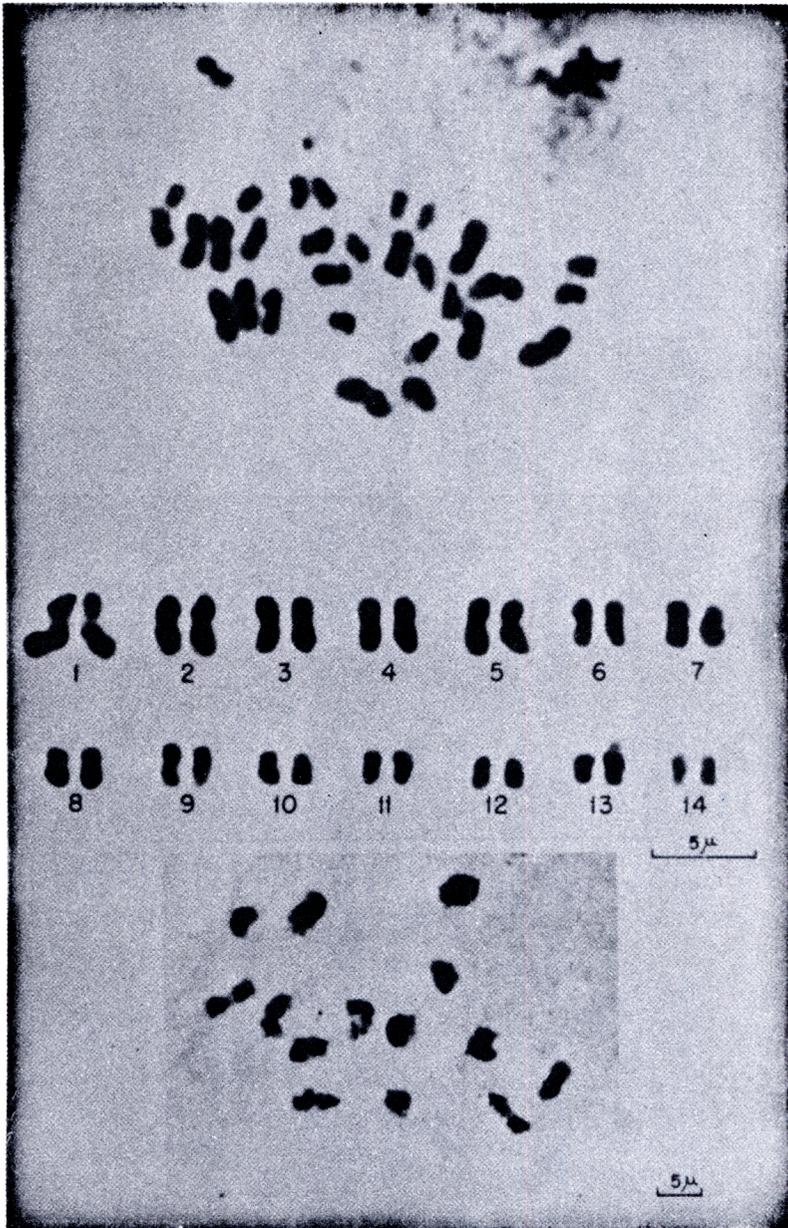


Figura 3 — Variedade Mineiro: metáfase mitótica, cariótipo e metáfase I com 14 bivalentes.



gura 4 — Variedade Pôrto Rico: metáfase mitótica, cariótipo e metáfase I com 14 bivalentes.

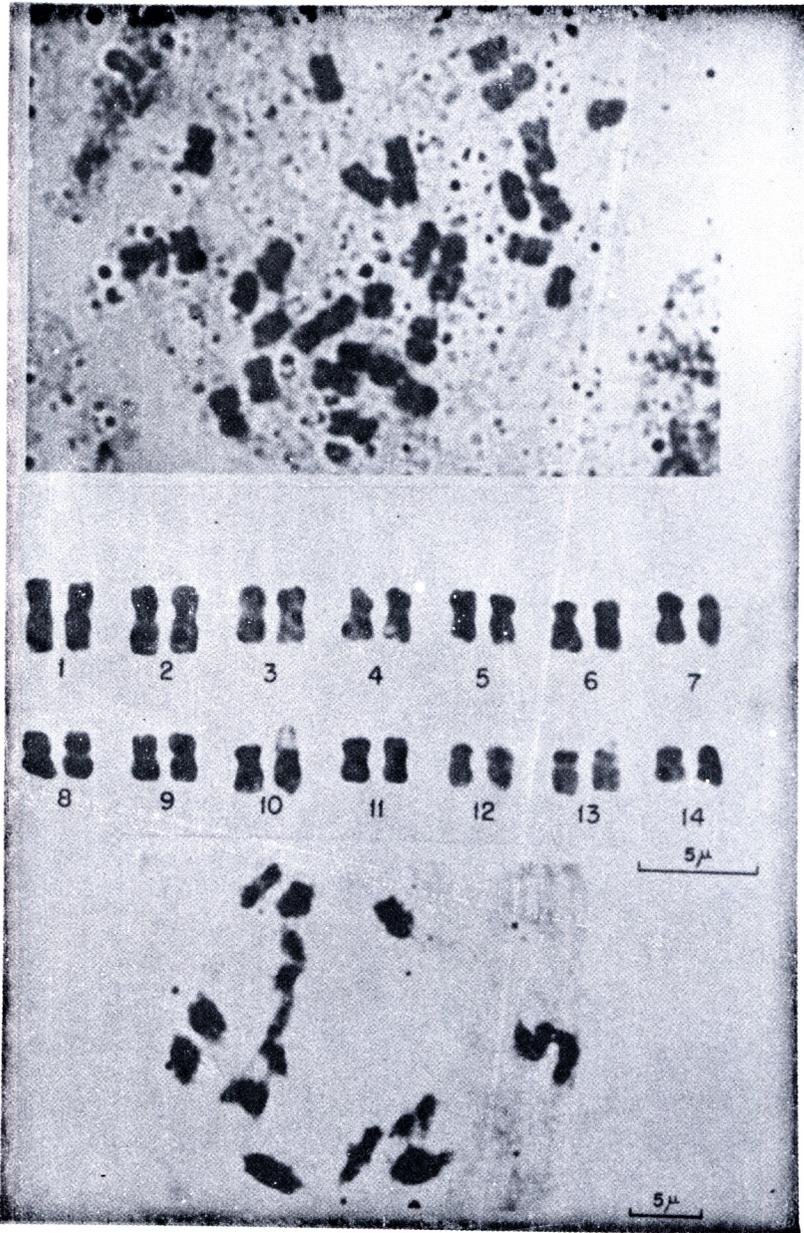


Figura 5 — Variedade Taiwan A-144: metáfase mitótica, cariótipo e metáfase I com 14 bivalentes.

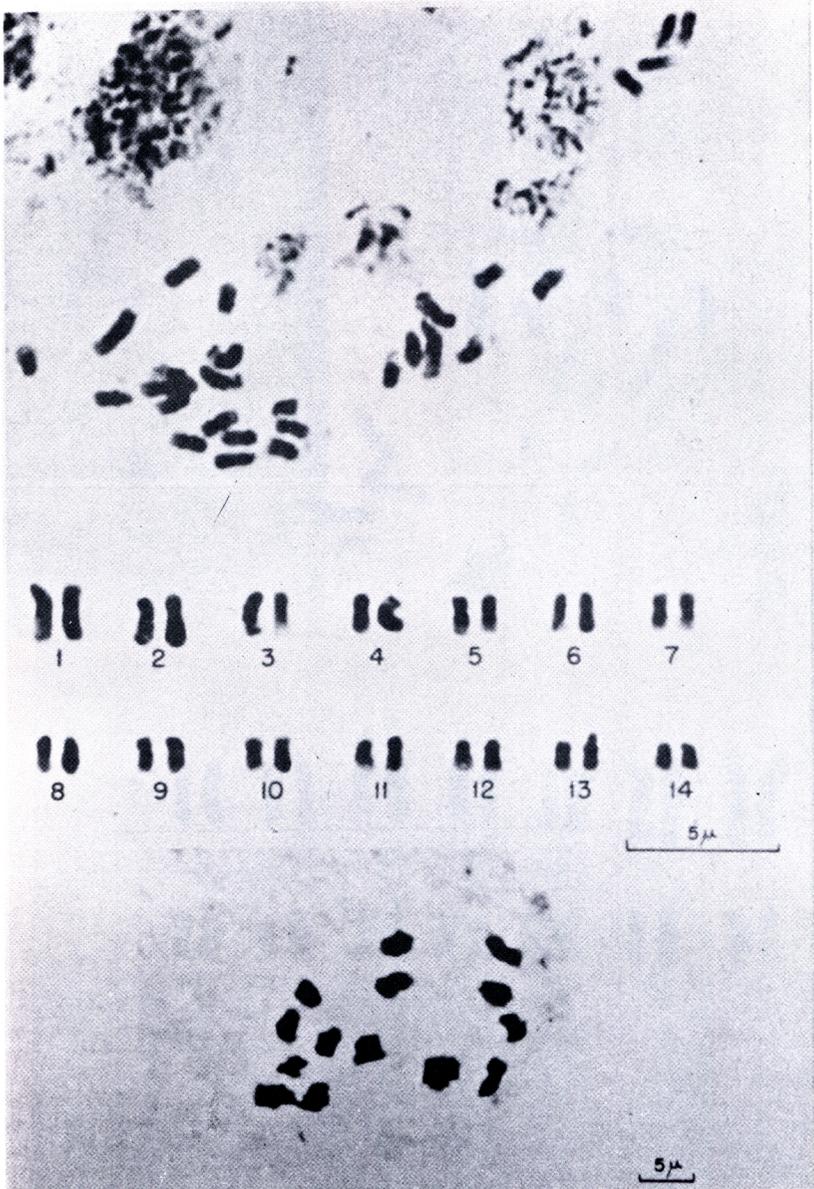


Figura 6 — Variedade Taiwan A-148: metáfase mitótica, cariótipo e metáfase I com 14 bivalentes.

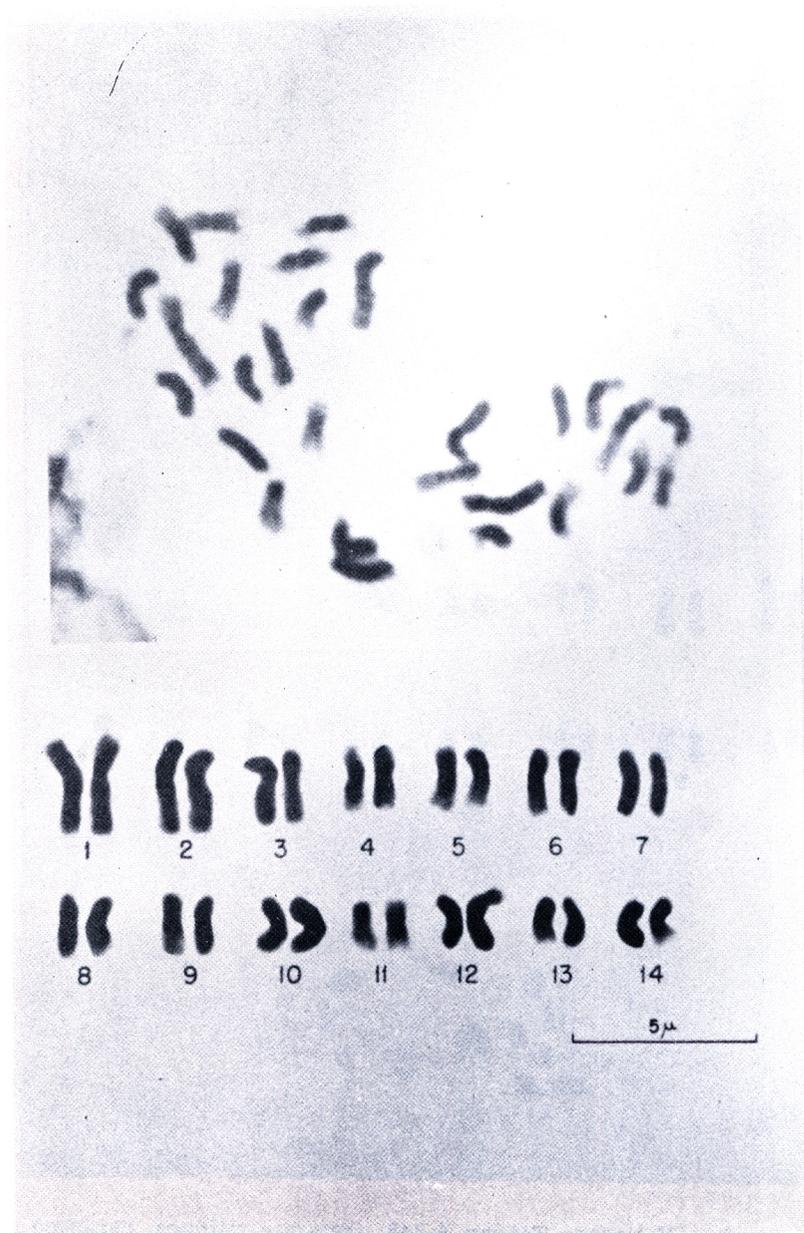


Figura 7 — Variedade Taiwan A-241: metáfase mitótica e cariótipo

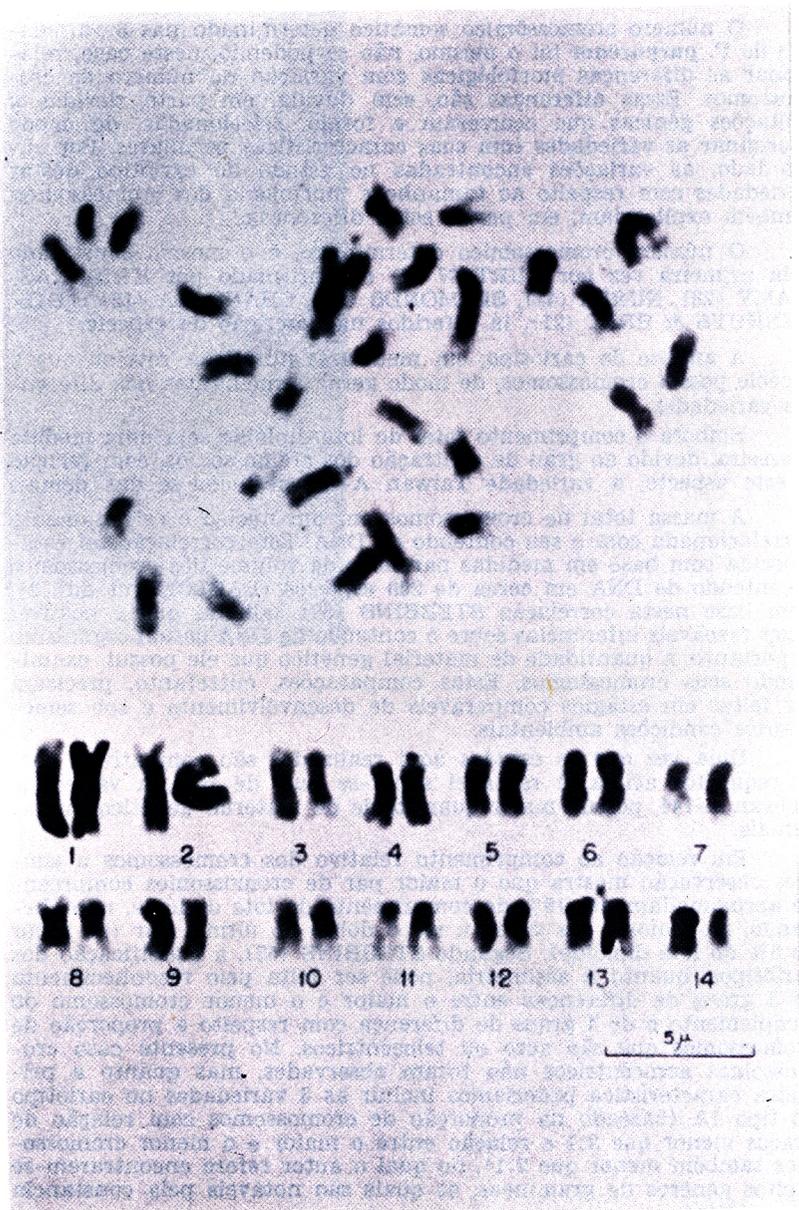


Figura 8 — Variedade Vrukwnona: Metáfase Mitótica e Cariótipo.

## DISCUSSÃO

O número cromossômico somático determinado nas 8 variedades de *P. purpureum* foi o mesmo, não se podendo, neste caso, relacionar as diferenças morfológicas com variação no número de cromossomos. Essas diferenças são, sem dúvida, em parte, devidas a mutações gênicas que ocorreram e foram selecionadas de modo a originar as variedades com suas características peculiares. Por outro lado, as variações encontradas no estudo do cariótipo destas variedades com respeito ao tamanho e morfologia dos cromossomos, também explicariam, em parte, estas diferenças.

O número cromossômico determinado, é o mesmo constatado pela primeira vez por BURTON (7) e confirmado por KRISHNASWAMY (28), NUÑEZ (43), SIMMONDS (51), CHANDOLA (12) e GILDENHUYS & BRIX (21), já referidos na descrição da espécie.

A análise do cariótipo, em metáfases mitóticas, revelou que a espécie possui cromossomos, de modo geral, semelhantes nas diferentes variedades.

Embora o comprimento total do lote diplóide seja uma medida grosseira, devido ao grau de contração dos cromossomos, com relação a este aspecto, a variedade Taiwan A-144 destacou-se das demais

A massa total de cromossomos em um núcleo é estreitamente correlacionada com o seu conteúdo de DNA. Esta correlação foi estabelecida com base em medidas paralelas de volume dos cromossomos e conteúdo de DNA em cerca de 200 espécies (BAETCKE et alii, 2). Com base nesta correlação STEBBINS (57) salienta que é possível fazer razoáveis inferências sobre o conteúdo de DNA de um organismo e, portanto, a quantidade de material genético que ele possui, examinando seus cromossomos. Estas comparações, entretanto, precisam ser feitas em estágios comparáveis de desenvolvimento e sob semelhantes condições ambientais.

Uma vez que os estudos aqui realizados são compatíveis com os requisitos acima, é razoável supor-se que, de fato, a variedade Taiwan A-144, possua maior quantidade de material genético que as demais.

Em relação ao comprimento relativo dos cromossomos a simples observação mostra que o maior par de cromossomos compreende aproximadamente 10% do comprimento do lote diplóide, não chegando, na maioria das vezes, a ser o dobro do último par (ao redor de 5% do lote diplóide). Segundo STEBBINS (57), a classificação dos cariótipos, quanto a assimetria, pode ser feita pelo reconhecimento de 3 graus de diferenças entre o maior e o menor cromossomo do complemento e de 4 graus de diferença com respeito a proporção de cromossomos que são acro ou telocêntricos. No presente caso cromossomos acrocêntricos não foram observados, mas quanto a primeira característica poderíamos incluir as 8 variedades no cariótipo do tipo 1A (baseado na proporção de cromossomos com relação de braços menor que 2:1 e relação entre o maior e o menor cromossomos também menor que 2:1), no qual o autor refere encontrarem-se muitos gêneros de gramíneas, os quais são notáveis pela constância do cariótipo.

LEVITZKY (37) e LEVAN (34), mostraram que tipos primitivos possuem cromossomos com centrômero mediano ou sub-mediano enquanto que, com o avanço da evolução, tornam-se sub-terminais indicando uma evolução de simetria para assimetria.

O fato de apenas uma variedade possuir somente cromossomos metacêntricos, ainda que nas demais este tipo de cromossomo seja predominante, sugere a ocorrência de uma possível redução no comprimento dos braços de certos cromossomos, alterando a forma dos mesmos de V para J, como um tipo de especialização, com tendência a tornar o cariótipo assimétrico.

Um segundo tipo de especialização poderia também estar ocorrendo nestas variedades, a qual consistiria na redução do tamanho de alguns cromossomos em relação a outros do mesmo complemento, de modo que os cariótipos mais especializados conteriam cromossomos mais variados em tamanho.

STEBBINS (56) cita dois tipos de especialização na tribo *Helleboreae*, os quais mostram similares com as hipóteses descritas acima para as variedades estudadas. Nesta tribo, o gênero mais primitivo em estrutura floral, *Helleborus*, segundo LEVITZKY (37), possui um cariótipo no qual os cromossomos diferem pouco uns dos outros em tamanho e, a maioria deles, são em forma de V, com centrômero mediano ou sub-mediano.

As evidências disponíveis permitem admitir que ambos os tipos de especializações cariotípicas poderão estar ocorrendo em todas as variedades, embora algumas se encontrem, com relação a este aspecto, em estágios mais evoluídos do que outras.

De acordo com STEBBINS (56) espécies ou variedades que possuem maior número de cromossomos sub-metacêntricos são consideradas como mais evoluídas do que aquelas nas quais o seu número é menor. Considerando-se este aspecto a variedade Pôrto Rico seria a menos evoluída e a variedade Comum a mais evoluída. Entretanto, deve-se chamar atenção para o fato da grande maioria dos cromossomos classificados como sub-metacêntricos encontrarem-se no limite da classificação, podendo, portanto, ter ocorrido a possibilidade de pequenos erros durante as medições. De qualquer modo, a variedade Comum poderia ser classificada como a mais evoluída, por mostrar maior tendência a assimetria dos cromossomos.

A presença de satélite, observada em apenas um dos cromossomos de alguns pares de homólogos nas diferentes variedades, concorda, em parte, com os resultados obtidos por NUÑEZ (43). No entanto, o referido autor observou apenas um cromossomo acrocêntrico com pequeníssimo satélite, e no presente estudo foram encontrados 1 a 2 cromossomos com satélite por variedade, sendo os mesmos metacêntricos ou sub-metacêntricos.

AVDULOV (apud NUÑEZ, 43) encontrou, também, um único cromossomo de um par de homólogos apresentando satélite em *P. spicatum*, espécie esta pertencente à mesma Seção e com as mesmas características morfológicas diferenciais de *P. purpureum*, quanto ao número básico, tamanho e morfologia dos cromossomos, ainda que diplóide.

PANTULU & VENKATESWARLU (45), estudando a morfologia dos cromossomos de *P. purpureum*, no paquiteno, observaram que o 1.º e 14.º pares de homólogos do complemento, apresentavam satélite terminal, sendo estes cromossomos respectivamente sub-metacêntrico e sub-telocêntrico. A ocorrência de dois cromossomos com satélite concorda com as presentes observações em alguns casos, embora não haja coincidência nos pares e sua presença fosse constatada em um só cromossomo do par de homólogos.

A não coincidência dos pares de cromossomos apresentando satélite, poderia ser explicada, em parte, por translocação do segmento contendo o satélite, o que não é muito provável pelo menos nas variedades que normalmente florescem, uma vez que o comportamento meiótico não revelou tais alterações estruturais. Outra possível explicação seria a existência de erros de classificação dos pares de cromossomos extremos, devido, algumas vezes, a suas diferenças mínimas em relação ao par subsequente. Estes erros podem, muitas vezes, ter ocorrido em consequência da maior ou menor contração dos cromossomos.

Os cromossomos de tamanho intermediário com presença de satélite poderiam ser explicados por perda ou ganho de pequena quantidade de material genético no braço oposto ao satélite, durante os processos evolutivos do cariótipo, fazendo com que cromossomos metacêntricos passassem a sub-metacêntricos ou vice-versa e, portanto, causando mudanças na sua posição, na escala de tamanho. Esta última dedução é razoável levando-se em conta o fato de que nos complementos onde ocorre cromossomos intermediários com satélites, a ausência destes é observada em um ou ambos os extremos.

Por outro lado, a presença de satélite em apenas um dos cromossomos do par de homólogos, poderia ser explicada pela simples perda de um segmento, desta vez no braço possuidor do satélite.

NAVASHIN (41) encontrou certas combinações híbridas interespecíficas em *Crepis*, nas quais havia o desaparecimento do satélite em um dos cromossomos-satélite de uma das espécies paternas. O caso foi considerado como resposta específica a condições peculiares na célula híbrida. Tal fenômeno é possível que tenha ocorrido em *P. purpureum*, uma vez que já é bem conhecida a sua origem alopolíide.

Em literatura sobre o nucléolo e satélite, GATES (20) e NAVASHIN (41), estabeleceram o fato de que satélites, os quais em muitas espécies ocorrem nas extremidades de um ou poucos pares de cromossomos, estão diretamente relacionados àquelas porções dos cromossomos que formam o nucléolo.

Nos estudos de meiose realizados em diacinese, geralmente foi observada a presença de 2 cromossomos associados ao nucléolo, o que poderia ser interpretado como sendo aqueles cromossomos possuidores de satélite e, portanto, contendo regiões organizadoras do nucléolo.

Pouco se conhece sobre trocas evolutivas em satélites e nucléolos, porém, a ampla distribuição destas estruturas no Reino Vegetal, mostra que elas são partes valiosas, senão essenciais, no complemento cromossômico. Além disso, a distribuição e o relacionamento das espécies tendo diferentes números e tamanho de nucléolos e satélites sugere que um organizador nucleolar com seu satélite, pode ser perdido ou ganho durante a evolução e que seu tamanho pode, também, aumentar ou diminuir (STEBBINS, 56).

Além dos aspectos discutidos acima, foi constatado nas variedades Cameroun, Taiwan A-148 e Vrukwna, coloração diferencial dos cromossomos, sugerindo presença de regiões heterocromáticas, as quais necessitam de maiores estudos para sua confirmação e esclarecimentos.

Em vista dos fatores acima discutidos e tomando-se em consideração a presença de muitas semelhanças entre os cromossomos de todas as variedades, seria razoável considerar que esta espécie mostra uma linha evolutiva simples. Os cariótipos dos diferentes membros representam, fundamentalmente, um processo evolutivo no qual muitos tipos desenvolveram-se, todos relacionados a um ancestral comum.

Apesar das variedades possuírem grosseira similaridade na morfologia geral dos cromossomos, pequenas diferenças em seus detalhes são aquelas que podem ser tomadas como características de cada variedade. Finalmente, pode-se sugerir que, dentro desta espécie, a evolução do cariótipo, com exceção da variedade Taiwan A-144, se processou sem grandes ganhos ou perdas de material genético e que as diferenças entre as variedades devem-se, principalmente, a ocorrência de mutações gênicas.

O pareamento e a segregação dos cromossomos na meiose das variedades estudadas foi completamente normal, o que vem concordar com os resultados obtidos nos estudos citológicos feitos por KRISHNASWAMY (28). Este resultado, porém, discorda daquele observado por CHANDOLA (12).

O pareamento em bivalentes na meiose era de se esperar, pois a espécie é considerada como uma aloploiploide na qual o pareamento ocorre entre os genomas provenientes de um mesmo pai.

O número básico e o tipo de aloploiploidia referido por KRISHNASWAMY (28) e SREE RANGASAMY (52) foram aqui confirmados, e o último parece recair na classificação de STEBBINS (54) dentro dos aloploiploides verdadeiros. GOODSPREED & BRADLEY (apud STEBBINS, 54) enfatizam que os mais representativos deste tipo de poliploide são altamente constantes, porque o pareamento ocorre entre cromossomos semelhantes derivados da mesma espécie. Este tipo de pareamento foi chamado autossindético por DOBZHANSKY (17).

WADDINGTON (62), introduziu os termos homogenético e heterogenético para substituir auto e alosindese. Os novos termos possuem definida conotação filogenética e não podem ser usados a menos que se saiba a origem do poliploide em questão. Já os termos mais antigos tem sentido puramente genético sem qualquer conotação filogenética.

Em novos aloploiploides, de progenitores muito diferentes, uma pequena quantidade de associações heterogenéticas pode ocorrer regularmente, como numa linhagem de *Raphanobrassica* (HOWARD, 23) e em *Gossypium thurberi-arboreum* (BEASLEY, 3).

Uma vez que, mesmo uma pequena quantidade deste tipo de pareamento usualmente leva a alguma esterilidade, bem como a inconstância, sua ausência ou raridade, em espécies antigas, estabeleceu que a aloploiploidia é, provavelmente, devida a seleção de mutações no passado e outras trocas nesta direção (STEBBINS, 54).

Baseado nas referências acima pode-se sugerir que a presença de quadrivalentes e univalentes encontrados por CHANDOLA (12), se deva ao fato do material por ele examinado ter sido de origem recente, e, portanto, apresentar pareamento heterogenético.

Apesar da presença de pareamento heterogenético em aloploiploides usualmente causar alguma esterilidade, sua ausência não assegura fertilidade. A esterilidade devida a interação de fatores genéticos nos processos complexos de desenvolvimento necessários para a produção de sementes, ou esterilidade gênica (DOBZHANSKY, 17), pode impor-se sobre a esterilidade cromossômica em híbridos entre espécies distantemente relacionados e, somente a última é removida por dobramento do número cromossômico.

Nas variedades aqui estudadas o comportamento cromossômico normal na meiose, sugere alta fertilidade da semente. No entanto, informações obtidas junto a diversos técnicos são contraditórios. Se,

por um lado, a esterilidade da maior parte das sementes de capim elefante é referida frequentemente, já, por outro lado, a presença de muitas plantinhas próximas à campos de cultivo sugere boa fertilidade.

Levando-se em conta os resultados obtidos no estudo do comportamento meiótico, pode-se sugerir no caso de esterilidade da semente, que esta seja devida a fatores genéticos.

Deve ser salientado que a variabilidade morfológica existente não é acompanhada por variação citológica, pois o exame das diferentes variedades com características morfológicas diferentes mostrou  $2n=28$  cromossomos e 14 bivalentes na meiose. Esta grande variabilidade encontrada seria explicada pelo modo de reprodução da espécie, altamente alógama, segundo KRISHNASWAMY (28). Entretanto, BROWN & EMERY (5), CARNAHAN & HILL (9), HUTTON (25) e BOGDAN (4) referem-se à ocorrência de apomixia na espécie *P. purpureum*. Neste caso, a variabilidade morfológica seria explicada por um dos seguintes processos citados por STEBBINS (56) os quais causam polimorfismo em complexos agâmicos: a) hibridação e aloploidia entre os ancestrais originais; b) hibridação entre apomíticos facultativos resultando segregantes ou hibridação entre espécies apomíticas e sexuais; c) trocas cromossômicas ou gênicas dentro dos clones apomíticos.

O primeiro processo é bastante provável pois, sabe-se que a espécie é um aloploide; o terceiro também deve ser considerado uma vez que mutações gênicas e cromossômicas são conhecidas serem causas de variabilidade em muitas espécies. Quanto ao segundo processo, não se dispõe de argumentos para aceitá-lo ou negá-lo.

A variedade Pôrto Rico, referida como suposto híbrido entre *P. purpureum* ( $2n=28$ ) X *P. typhoides* ( $2n=14$ ) (EMRICH & FRANCO, 18), mostrou número cromossômico  $2n=28$ , igual as demais variedades e comportamento meiótico completamente normal. Deduziu-se daí que, ou o material examinado não é o mesmo Pôrto Rico referido pelos autores, ou esta variedade não se originou do cruzamento acima. No caso da variedade ter se originado do referido cruzamento, seu número cromossômico deveria ser  $2n=21$  com anormalidades na meiose ou  $2n=42$  pela ocorrência de poliploidia e comportamento meiótico possivelmente normal.

## CONCLUSÕES

Dos estudos realizados em 8 variedades de capim elefante (*P. purpureum*), obteve-se as seguintes conclusões:

- 1 — O número somático de cromossomos de todas as variedades foi  $2n=28$ .
- 2 — O comportamento meiótico das 5 variedades estudadas foi regular.
- 3 — A variedade Pôrto Rico, não mostrou comportamento citológico de híbrido e foi considerada a menos evoluída e a variedade Comum a mais evoluída, com relação aos estudos cariotípicos.
- 4 — A presença de satélite constatada em somente um dos cromossomos de diferentes pares de homólogos em todas as variedades, parece ser resultado do desaparecimento desta estrutura no curso da evolução da espécie, através de perda do segmento contendo o satélite ou por efeito da hibridação.

- 5 — Sugere-se que a evolução do cariótipo da espécie tenha se processado sem grandes ganhos ou perdas de material genético e que as diferenças entre as variedades devam-se, principalmente, a ocorrência de mutações gênicas, com exceção da variedade de Taiwan A-144, onde a aquisição de material genético deve ter desempenhado um papel importante.
- 6 — Classificando-se os cariótipos dentro dos tipos propostos por STEBBINS (57), as 8 variedades enquadram-se no tipo 1A.
- 7 — O número básico de cromossomos ( $x=7$ ) e a origem alopoliplóide da espécie foram confirmados.
- 8 — A hibridação e a alopoliploidia entre os ancestrais originais seguidas de subsequentes mutações gênicas, são sugeridas para explicar a variabilidade morfológica entre as variedades, no caso de propagação apomítica.

#### LITERATURA CITADA

- 1 — ATWOOD, S.S. — Cytogenetics and breeding of forage crops. *Adv. Genet.* 1: 2-60, 1947.
- 2 — BAETCKE, K.P., SPARROW, A.H., NAUMAN, C.H. & SCHWEMMER, S.S. — The relationship of DNA content to nuclear and chromosome volumes and to radiosensitivity ( $LD_{50}$ ). *Proc. Nat. Acad. Sci.* 58 (2): 533-540. 1967.
- 3 — BEASLEY, J.O. — Meiotic chromosome behavior in species, species hybrids, haploids and induced poliploids of *Gossypium*. *Genetics* 27: 25-54. 1942.
- 4 — BOGDAN, A.V. — "Plant introduction, selection, breeding and multiplication". (in): DAVIES, W. & SKIDMORE, C.L. *Tropical Pastures*. London, Faber and Faber Limited. pp. 75-88. 1966.
- 5 — BROWN, W.V. & EMERY, W.H.P. — Some South African apomitic grasses. *J. South African Botany* 23: 123-124. 1957.
- 6 — ——— — Apomixis in the Gramineae: Panicoideae. *Am. J. Botany* 45: 253-263. 1958.
- 7 — BURTON, G.W. — A cytological study of some species in the Tribe Paniceae. *Am. J. Botany* 29: 355-361. 1942.
- 8 — ——— — Hybrids between Napier Grass and Cattail Millet. *J. Hered.* 35: 227-332. 1944.
- 9 — CARNAHAN, H.L. & HILL, H.D. — Cytology and genetics of forage grasses. *Bot. Rev.* 27 (1): 1-131. 1961.
- 10 — CARVALHO, M.M., MOZZER, O.L., SILVA, J.B. & FERREIRA, J.G. — Identificação de variedades e híbridos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Anais da IX.<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Viçosa, Minas Gerais. pp. 209-210. 1972.
- 11 — CELARIER, R. — Tertiary butyl alcohol dehydration of chromosome smears. *Stain Techn.* 31: 155-157. 1956.
- 12 — CHANDOLA, R.P. — Cyto-genetics of Millets. *Cytologia* 24: 115-137. 1959.
- 13 — CHURCH, G.L. — Cytotaxonomic studies in the Gramineae *Spartina*, *Andropogon* and *Panicum*. *Am. J. Botany* 27: 263-271. 1940.

- 14 — CORSI, M. — Estudo da produtividade e do valor nutritivo do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), variedade napier submetido a diferentes frequências e alturas de corte. **Tese de Doutorado**, ESALQ, U.S.P. 139 p. 1972.
- 15 — DARLINGTON, C.D. — **Recent advances in cytology**. 2.<sup>a</sup> ed. London, J. & A. Churchill Ltd. 671 p. 1937.
- 16 — ——— & LA COUR, L.F. — **The handling of chromosomes**. New York, The Macmillan Company. 248 p. 1960.
- 17 — DOBZHANSKY, T. — **Genetics and the origin of species**. New York, Columbia University Press, 446 p. 1941.
- 18 — EMRICH, E.S. & FRANCO, E. — Mineiro descobriu um bom capim. **Dirigente Rural** (SP) 4 (11): 24-25, 1965.
- 19 — GARBER, E. — A cytological study of the genus *Sorghum*; Sub-sections *Para-sorghum* and *Eu-sorghum*. **Amer. Natur.** 78: 89-94. 1944.
- 20 — GATES, R.R. — Nucleoli and related nuclear structures. **Bot. Rev.** 8: 337-409. 1942.
- 21 — GILDENHUYS, P. & BRIX, K. — Genically controlled variability of chromosome number in *Pennisetum* hybrids. **Heredity** 19 (4): 533-542. 1964.
- 22 — HEITZ, E. — Die Ursache der gesetzmässigen Zahl, Lage, Form und Grösse pflanzlicher Nukleolen. **Planta** 12: 775-844. 1931.
- 23 — HOWARD, H.W. — The fertility of amphidiploids from the cross *Raphanus sativus* X *Brassica oleracea*. **J. Genet.** 36: 239-273. 1938.
- 24 — HUNTER, A.W.S. — A karyosystematic investigation in the *Gramineae*. **Canad. J. Res.** 11: 213-241. 1934.
- 25 — HUTTON, E.M. — "Plant breeding and genetics". (in): **Some concepts and methods in sub-tropical pastures research**. England, Commonwealth Agricultural Bureaux. pp. 79-101. 1964.
- 26 — INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA — Pecuária: Efetivo e valor dos rebanhos, por Unidade da Federação, 1968-70. **Anuário Estatístico do Brasil** 32: 161. 1971.
- 27 — JAUHAR, P. — Inter and intra-genomal chromosome pairing in an interspecific hybrid and its bearing on basic chromosome number in *Pennisetum*. **Genetica**. 38: 360-370. 1968.
- 28 — KRISHNASWAMY, N. — Origin and distribution of cultivated plants of South Asia: Millets. **Indian J. Genet. Plant Breed.** 11 (1): 67-74. 1951.
- 29 — ——— & RAMAN, V.S. — Polyploidy in *Pennisetum purpureum* Schum. — the dry napier. **Curr. Sci.** 17 (5): 153-154. 1948.
- 30 — ——— — Studies on the interspecific hybrid of *Pennisetum typhoides* Stapf & Hub. X *P. purpureum* Schum. — III. The cytogenetics of the colchicine induced amphidiploid. **Genetica** 27: 253-272. 1954.

- 
- 31 — ——— — Cytogenetical studies in interspecific hybrid of *P. typhoides* Stapf & Hub. X *P. purpureum* Schum. **Plant Breed. Abstr.** 26: 122. 1957a.
- 32 — ——— — Studies on the interspecific hybrid of *Pennisetum typhoides* X *P. purpureum* — IV. The cytogenetics of the allotetraploids. **Genetica** 28: 345-360. 1957b.
- 33 — ——— & RANGASWAMI, G.N.A. — An autotriploid in the pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. et (H.). **Proc. Indian Acad. Sci. B** 13: 9-23. 1941.
- 34 — LEVAN, A. — Cytological studies in *Allium*. VI. The chromosome morphology of some diploid species of *Allium*. **Hereditas** 20: 289-330. 1935.
- 35 — ———, FREDGA, K. & SOUBERG, A.A. — Nomenclature of centromeric position on chromosomes. **Hereditas** 52: 201-220. 1964.
- 36 — LEVITZKY, G.A. — The morphology of chromosomes. **Bull Appl. Bot. Genet. Plant Breed.** 27: 19-174. 1931a.
- 37 — ——— — The karyotype in systematics. **Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed.** 27: 220-240. 1931b.
- 38 — MYERS, W.M. — Meiotic behaviour of *Phleum pratense*, *Phleum subulatum* and their  $F_1$  hybrid. **J. Agric. Res.** 63: 649-659. 1941.
- 39 — ——— — Cytological studies of a triploid perennial rye grass and its progeny. **J. Hered.** 35: 17-23. 1944.
- 40 — ——— — Cytology and genetics of forage grasses. **Bot. Rev.** 13 (6): 319-367. 1947.
- 41 — NAVASHIN, M. — Chromosome alterations caused by hybridization and their bearing upon certain general genetic problems. **Cytologia** 5: 169-203. 1934.
- 42 — NIELSEN, E.L. — Grass studies. III. Additional somatic chromosome complements. **Am. J. Botany** 26: 366-372. 1939.
- 43 — NUÑEZ, O. — Investigaciones cariosistematicas en las gramíneas argentinas de la tribus "Paniceae". **Rev. Fac. Agron.** 28 (2): 229-256. 1952.
- 44 — OTERO, J.R. — **Informações sobre algumas plantas forrageiras.** 2.<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, S. I. A. — Ministério da Agricultura. Série Didática n.º 11, 331 p. 1951.
- 45 — PANTULU, J.V. & VENKATESWARLU, J. — Morphology of the pachytene chromosomes of *Pennisetum purpureum* Schum. **Genetica.** 39: 41-44. 1968.
- 46 — PARODI, L.R. — **Gramíneas bonariensis. Clave para la determinacion de los generos y enumeracion de las especies.** 4.<sup>a</sup> ed. Buenos Aires, Tomas Palumbo. 142 p. 1946.
- 47 — PETO, F.H. — Cytological studies in the genus *Agropyron*. **Canad. J. Res.** 3: 428-448. 1930.
- 48 — POHELMAN, J.M. — **Mejoramiento genetico de las cosechas.** trad. DURON, N.S. México, Editorial Limusa — Wiley, S.A. 453 p. 1965.

- 49 — RAMULU, K.S. — Meiosis and fertility in derivatives of amphiploid *Pennisetum*. *Caryologia* 21 (2): 147-156. 1968.
- 50 — ROTHFELS, K.H. & SIMINOVITCH, L. — The chromosome complement of the Rhesus monkey (*Macaca mulata*) determined in kidney cells cultivated *in vitro*. *Chromosoma* 9: 163-175. 1958.
- 51 — SIMMONDS, N.W. — Chromosome behaviour in some tropical plants. *Heredity* 8 (1): 139-145. 1954.
- 52 — SREE RANGASAMY, S.R. — Cytological studies on diploid and polyploid taxa of the genus *Pennisetum* Rich. *Genetica* 43: 257-273. 1972.
- 53 — ———, DEVASAHAYAM, P. & RAMAN, V.S. — Cytogenetical evaluation of the progenies of a trispecific hybrid in *Pennisetum*. *Caryologia* 24 (1): 19-26. 1971.
- 54 — STEBBINS, G.L. Jr. — Types of polyploids: their classification and significance. *Adv. Genet.* 1: 403-429. 1947.
- 55 — ——— — Cytogenetics and evolution in the grass family. *Am. J. Botany* 43: 890-905. 1956.
- 56 — ——— — *Variation and evolution in plants*. New York, Columbia University Press. 643 p. 1957.
- 57 — ——— — *Chromosomal evolution in higher plants*. London, Addison — Wesley Publishing Company. 216 p. 1971.
- 58 — ——— & LOVE, R.M. — A cytological study of California forage grasses. *Am. J. Botany* 28: 371-382. 1941.
- 59 — ——— & TOBGY, H.A. — The cytogenetics of hybrids in *Bromus*. I. Hybrids within the section *Ceratochloa*. *Am. J. Botany* 31 (1): 1-11. 1944.
- 60 — SWAMINATHAN, M.S. & NATH, J. — Two new basic chromosome numbers in the genus *Pennisetum*. *Nature* (London) 178: 1241-1242. 1956.
- 61 — VEYRET, Y. — Les chromosomes somatiques chez quelques espèces de *Pennisetum*. *Agron. Trop.* 12 (5): 595-598. 1957.
- 62 — WADDINGTON, E.H. — *An introduction to modern genetics*. New York, Macmillan. 441 p. 1939.