

ELEMENTOS DE VASO DO SISTEMA SUBTERRÂNEO DE CINCO ESPÉCIES DE *CYPERUS* L. (CYPERACEAE) OCORRENTES NA CAATINGA PARAIBANA

VESSEL ELEMENTS OF FIVE SPECIES OF CYPERACEAE UNDERGROUND SYSTEM FROM PARAIBA CAATINGA

Ana Claudia Rodrigues¹

Tarsila Almeida Cavalcanti^{2,4}

Rivete Silva Lima²

Maria Emília Maranhão Estelita³

RESUMO

Foram analisados a forma e o tamanho dos elementos de vaso de raízes e rizomas de *Cyperus uncinulatus* Schard ex. Nees, *C. schomburgkianus* Ness, *C. rotundus* L., *C. ligulatus* L. e *C. surinamensis* Rottb, Cyperaceae da Caatinga paraibana. Os elementos de vaso das raízes são retos, com pontoações opostas, alternas e escalariformes, placas de perfuração simples, e paredes transversais e oblíquas no mesmo elemento. Nos rizomas os mesmos apresentam-se tortuosos e/ou ramificados, com pontoações reticuladas, placas de perfuração simples e paredes terminais geralmente oblíquas. *C. suinamensis*, *C. ligulatus* e *C. rotundus* mostram maiores valores no comprimento e diâmetros dos elementos de vaso tanto nas raízes quanto nos rizomas, quando comparados com *C. shomburgkianus* e *C. uncinulatus*. O estudo também revelou que as raízes têm os elementos de vaso mais longos e com maior diâmetro em relação aos elementos de vaso dos rizomas.

Palavras-chave - Caatinga, Cyperaceae, elementos de vaso, sistema subterrâneo, anatomia.

1 Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, 88040-900 Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: anclaro@uol.com.br

2 Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 11461, 05422-970 São Paulo, SP, Brasil.

3 Universidade Federal da Paraíba, CCEN, Departamento de Sistemática e Ecologia, CEP 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: estelita7@terra.com.br

4 Bolsista PIBIC.

ABSTRACT

Were analyzed the morphology and length of the vessel members of roots and rhizome of *Cyperus uncinulatus* Schard ex. Nees, *C. schomburgkianus* Ness, *C. rotundus* L., *C. ligulatus* L. and *C. surinamensis* Rottb, Cyperaceae from Paraiba Caatinga. The roots present straight vessel members and opposite, alternate and escalariforme pits, simple perforation plates, and transverse and oblique walls in the same member. The vessel members of the stem (rhizome) are tortuous or ramified. They show reticulated pits, simple perforation plates, and terminal walls generally oblique. *C. surinamensis*, *C. ligulatus* and *C. rotundus* present larger length and diameters values of the roots vessels elements and the rhizomes than *C. shomburgkianus* and *C. uncinulatus*. The study also revealed that the roots have the longer vessel elements and with larger diameter in relation to the vessel elements of the rhizomes.

Key-words - Caatinga, Cyperaceae, vessel member, underground system, anatomy

INTRODUÇÃO

A Caatinga é considerada mata seca, com aspecto agressivo, onde as espécies, geralmente com muitos espinhos, perdem as suas folhas durante a estiagem. É uma formação lenhosa, caracterizada por uma máxima adaptação dos vegetais à carência hídrica. Os trabalhos existentes enfocam praticamente espécies arbóreas e arbustivas, como por exemplo, análise da composição de ceras epicuticulares e sua eficiência na perda de água (Oliveira & Salatino 2000; Oliveira *et al.* 2003); estudos sobre fenologia de frutos e dispersão de sementes (Machado *et al.* 1997; Griz & Machado 2001); fitossociologia (Ferraz *et al.* 2003). Os estudos anatômicos envolvendo espécies da caatinga são escassos ou praticamente inexistentes, situação que ocorre de um modo geral e particularmente nas Cyperaceae.

Cyperus L. é um dos maiores gêneros das Cyperaceae, com cerca de 600 espécies segundo Tucker (1998). Seus representantes são anuais ou perenes e ocorrem nas zonas tropicais e temperadas de todos os continentes (Heywood 1978). As espécies são principalmente ervas rizomatosas (Metcalf 1971) cujos rizomas, geralmente compactados, formam inúmeras raízes adventícias (Rodrigues & Estelita 2004).

Uma análise sobre a morfologia dos elementos traqueais nos diversos órgãos de espécies de Cyperaceae foi sumarizada por Metcalf (1971). Cheadle & Kosakai (1972) estudaram a especialização dos vasos em várias espécies de Cyperaceae descrevendo os elementos do metaxilema inicial e tardio. Para esses autores, os

elementos do metaxilema tardio são mais especializados do que os elementos do metaxilema inicial com relação à largura e, entre todos os órgãos analisados, as raízes têm os elementos de vaso mais especializados, quando o critério baseia-se nas placas de perfuração, que são, na maioria, simples. Neste mesmo estudo, a tribo Hypolythreae foi considerada a menos especializada seguida por Rhynchosporae, Scleriaeae e Cyperaeae, que inclui o gênero *Cyperus*. Entretanto, análises sobre o xilema e em especial, sobre os elementos traqueais em Cyperaceae são inexistentes no Brasil e, portanto, no ecossistema em questão.

Este trabalho tem o objetivo de conhecer e comparar a forma e o tamanho dos elementos de vaso do sistema subterrâneo de cinco espécies de *Cyperus* provenientes de diferentes populações do cariri paraibano, buscando diagnosticar características especializadas ao ambiente e que possam contribuir a estudos filogenéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas na fazenda Almas (7°28'15"S 36°53'51"W) (Fig. 1) localizada predominantemente no município de São José dos Cordeiros, com uma pequena parte no município de Sumé, distante 300 Km da capital João Pessoa (Paraíba). A fazenda é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) desde 1990. O solo da região é arenoso, com formações rochosas graníticas ("inselbergs"), com altitude variando de 420 a 760m (Lima 2004). Após coleta, parte do material foi destinado à confecção de exsicatas, as quais foram depositadas no Herbário Lauro Pires Xavier da Universidade Federal de João Pessoa (JPB).

Foram analisados os elementos de vaso de raízes e caules das seguintes espécies herbáceas: *Cyperus uncinulatus* Schard ex. Nees (JPB 34517, 34518, 34519); *C. schomburgkianus* Ness (JPB 34520, 34521); *C. rotundus* L. (Rodrigues *et al.* 53, 62); *C. ligulatus* L (Rodrigues *et al.* 52, 61); *C. surinamensis* Rottb. (JPB 34524). Amostras do sistema subterrâneo foram fixadas em FAA 70 e após 48h, estocados em etanol 70% (Johansen 1940). Amostras fixadas de rizomas e raízes foram maceradas pela solução de Franklin (1945) por 48 horas. Posteriormente o material foi lavado em água destilada e acondicionado em etanol 70%. Fragmentos do material macerado foram corados pela safranina 1% em etanol 50% (Kraus & Arduim 1997) e montados sobre lâmina histológica com glicerina 50%.

A análise dos elementos de vaso foi realizada sob microscópio de luz. As medidas foram efetuadas com o auxílio de ocular milimetrada. Para a documentação foram realizadas fotografias capturadas com câmera digital Sony DSC-W5.

Para as análises dos dados quantitativos foi utilizada a estatística descritiva do programa Statistica 6.0. Foram também realizadas Anova no Excel Windows XP 2004, considerando significância para os valores de $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies caracterizam-se por apresentar o sistema subterrâneo geralmente ramificado, podendo cobrir uma vasta área, como observado em outras espécies de *Cyperus*, *Acorus*, *Scirpus* e *Typha* citados por Scultorpe (1967). Este mesmo autor enfatiza ser o rizoma o órgão subterrâneo de maior sucesso, pois, além da função reprodutiva, realiza a função de armazenamento, especialmente em ervas perenes (como as espécies em questão), nas quais os órgãos aéreos morrem no final da estação de crescimento (Weaver & Clementes 1929).

Em todas as espécies estudadas, o sistema subterrâneo é constituído por rizoma ortotrópico, tenro e contraído, com entrenós consideravelmente curtos, de onde partem inúmeras raízes adventícias (Fig. 2-5), semelhantes ao citados por Metcalfe (1971) e Rodrigues & Estelita (2002), para outras espécies de Cyperaceae. *Cyperus ligulatus*, *C. surinamensis* e *C. rotundus* têm os rizomas mais conspícuos do que *C. shomburgkianus* e *C. uncinulatus*. As raízes ramificam-se até segunda ordem.

A análise dos elementos de vaso das raízes (Fig. 6-11) mostrou que estes são retos, com pontoações opostas, alternas e escalariformes; as placas de perfuração são simples, com paredes terminais transversais e/ou oblíquas. Nos rizomas, os elementos de vaso são menores e podem apresentar apêndices ramificados (Fig. 12-16), com pontoações reticuladas, placas de perfuração simples e paredes terminais principalmente oblíquas; podem ocorrer placas de perfuração nas paredes laterais. Tais características são semelhantes ao descrito na literatura para outras espécies de Cyperaceae (Cheadle & Kasakai 1972; Rodrigues & Estelita 2002).

Cheadle & Kasakai (1972) ao classificarem as várias tribos da família Cyperaceae, de acordo com a especialização dos elementos de vaso, consideraram a placa de perfuração simples como a mais especializada. Segundo estes autores, a tribo Cyperae, onde está incluído *Cyperus*, e a tribo Cariceae são as que apresentam os elementos de vaso mais especializados, levando-se em consideração todos os órgãos vegetativos. O estudo aqui realizado corrobora os resultados de Cheadle & Kasakai (1972), pois nos dois órgãos analisados os elementos de vaso apresentam placa de perfuração simples.

Os testes estatísticos mostram que nas raízes, os elementos de vasos mais longos ocorrem em *Cyperus ligulatus*, sendo esta diferença significativa ($p < 0,05$) em todas as combinações realizadas com as outras espécies (Fig. 17). Com relação ao diâmetro dos elementos de vaso, as raízes de *C. rotundus* mostraram os maiores valores, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) em todas as combinações realizadas com as outras espécies. Entre *Cyperus uncinulatus*, *C. shomburgkianus* e *C. surinamensis* a diferença, entre os diâmetros das raízes, não foi estatisticamente significativa ($p > 0,05$) (Fig. 18).

Nos rizomas, os elementos de vaso mais longos ocorrem em *Cyperus ligulatus*, *C. rotundus*, *C. surinamensis* os quais mostraram diferenças significativas ($p>0,05$) com relação às espécies *C. uncinulatus* e *C. schomburgkianus*, que apresentaram comprimentos menores (Fig. 17). Da mesma forma, os maiores valores de diâmetro dos elementos de vaso ocorrem nas espécies *C. rotundus*, *C. ligulatus* e *C. surinamensis* cujas diferenças foram significativas em relação às demais espécies (Fig. 18).

Segundo Cheadle (1943, 1944), os elementos de vaso mais especializados tendem a serem curtos, com maior diâmetro, parede terminal transversal e placa de perfuração simples. Em contrapartida os elementos mais primitivos apresentam-se longos, com menor diâmetro, parede terminal oblíqua e placa de perfuração escalariforme. Entre todas as espécies analisadas o comprimento dos elementos de vaso variou de 250 a 750 μm nas raízes e 70 a 190 μm nos rizomas (Fig. 17). De acordo com Mauseth (1993), elementos de vaso curtos evitam o embolismo e a conseqüente interrupção na condução, sobretudo em plantas de ambientes secos. O menor comprimento dos elementos de vaso observados nos rizomas também pode estar relacionado com a compactação do órgão, cujos entrenós são muito reduzidos, o que pode dificultar o alongamento celular (Rodrigues & Estelita 2002), fato que provavelmente não ocorre nas raízes por se tratar de um órgão alongado.

Elementos traqueais ramificados também foram observados em caules de *Yucca whipplei* (Diggle & DaMason 1983), e no rizoma de *C. giganteus* (Rodrigues & Estelita 2002) assim como em outras monocotiledôneas com crescimento secundário (Cheadle 1937). De acordo com Rodrigues & Estelita (2002) as ramificações dos elementos de vaso parecem ser resultado da diferenciação por crescimento intrusivo em decorrência da contração caulinar, onde em caules contraídos como rizomas, o alongamento do entrenó é praticamente inexistente (Rodrigues & Estelita 2002), conforme também observado nas espécies estudadas.

Com base no comprimento dos elementos de vaso, como consideraram Cheadle & Kosakai (1972), e nos resultados aqui obtidos, admite-se uma tendência à especialização que indica *C. schomburgkianus* e *C. uncinulatus* como espécies mais especializadas do que as demais já que estas espécies apresentam os menores valores de comprimento dos elementos de vaso em ambos os órgãos em relação às demais espécies analisadas (Fig. 17).

Estudos realizados sobre a origem e especialização dos vasos em um grande número de famílias de monocotiledôneas revelaram que as raízes apresentam maior grau de especialização, seguido do caule, eixo da inflorescência e folha, quando se observa o tipo de placa de perfuração (Cheadle 1944, 1953). Os órgãos aqui analisados apresentaram o mesmo grau de especialização quando se compara o tipo de placa de perfuração, já que só ocorrem placas de perfuração simples. Com relação ao diâmetro dos elementos de vaso, as raízes das espécies aqui analisadas apresentaram maiores

diâmetros dos elementos em comparação com o diâmetro dos elementos de vaso dos rizomas (Fig. 18).

De acordo com Cheadle & Kosakai (1972), os elementos de vasos nas monocotiledôneas evoluíram aparentemente independentemente e, provavelmente mais de uma vez. Citam que a sua ocorrência e os níveis de especialização têm provado serem úteis em taxonomia. Os dados aqui apresentados corroboram outros estudos já realizados em Cyperaceae, indicando que o ecossistema não teve papel significativo sobre os parâmetros abordados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à pesquisa do estado da Paraíba, FAPESq, pelo auxílio financeiro concedido e ao CNPq pela concessão das bolsas de Prodoc, Produtividade em Pesquisa e PIBIC concedidas, respectivamente, às três primeiras autoras. Agradecemos também à Dra. Maria Regina Barbosa pelo apoio durante as coletas e ao Phd. Wm Wayt Thomas pela identificação das espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cheadle, V.I. 1937. Secondary growth by means of a thickening ring in certain monocotyledons. **Botanical Gazette** 98: 535-555.
- Cheadle, V.I. 1943. The origin and certain trends of specialization of the vessel in the Monocotyledoneae. **American Journal of Botany** 30: 11-17.
- Cheadle, V.I. 1944. Specialization of vessels within the xylem of each organ in the Monocotyledoneae. **American Journal of Botany** 31: 81-92.
- Cheadle, V.I. 1953. Independent origin of vessels in the monocotyledons and dicotyledons. **Phytomorphology** 3: 23-44.
- Cheadle, V.I. & Kosakai, H. 1972. Vessel in the Cyperaceae. **Botanical Gazette** 133: 214-223.
- Diggle, P.K. & DeMason, D.A. 1983. The relationship between the primary thickening meristem and the secondary thickening meristem in *Yucca whipplei* Torr. I. Histology of the mature vegetative stem. **American Journal of Botany** 70: 1195-1204.
- Ferraz, E. M. N.; Rodal, N. & Sampaio, E. V. S. B. 2003. Physionomy and structure of vegetation along the altitudinal gradient in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Phytocoenologia** 33: 71-92.
- Franklin, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resin and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature** 3924: 51.
- Griz, L. M. S. & Machado, I. C. S. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 17: 303-321.

- Heywood, V.H. 1978. **Flowering Plants of the World**. Oxford University Press, Oxford.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill Book Co, New York.
- Kraus, J. & Arduim, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. EDUR, Rio de Janeiro, RJ.
- Lima, I.B. 2004. **Levantamento florístico da reserve particular do patrimônio natural Fazenda Almas, São José dos Cordeiros – PB**. Monografia (graduação em Biologia) – CCEN/UFPB.
- Machado, I. C. S.; Barros, L. M. & Sampaio, E. V. S. B. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. **Biotropica** 29: 57-68.
- Mauseth, J. 1993. Medulary bundles and the evolution of cacti. **American Journal of Botany** 80: 928-932.
- Metcalfe, C.R. 1971. **Anatomy of the monocotyledons**. Cyperaceae. Oxford. University Press, London.
- Oliveira, A. F. M. & Salatino, A. 2000. Major constituents of foliar epicuticular waxes of species from the Caatinga and Cerrado. **Journal of Biosciences** 55: 688-692.
- Oliveira, A. F. M.; Meirelles, S. T. & Salatino, A. 2003. Epicuticular waxes from Caatinga and Cerrado species and their efficiency against water loss. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 75: 431-439.
- Rodrigues, A.C. & Estelita, M.E.M. 2002. Primary and secondary development of *Cyperus giganteus* Vahl rhizome (Cyperaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 27: 629-638.
- Rodrigues, A.C. Estelita, M.E.M. 2004. Anatomia da raiz de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae) em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Botânica** 27: 629-638.
- Sculthorpe, C.D. 1967. **The biology of aquatic vascular plants**. Edward Arnold, London, UK.
- Tucker, G.C. 1998. *Cyperus*. In: **Flora of the Venezuelan Guayana**. Berry, P. E.; Holst, B.K. & Yatskievych, K. (eds.). Missouri Botanical Garden Press.
- Weaver, J. E. & Clements, F.E. 1929. **Plant Ecology**. McGraw-Will, New York.

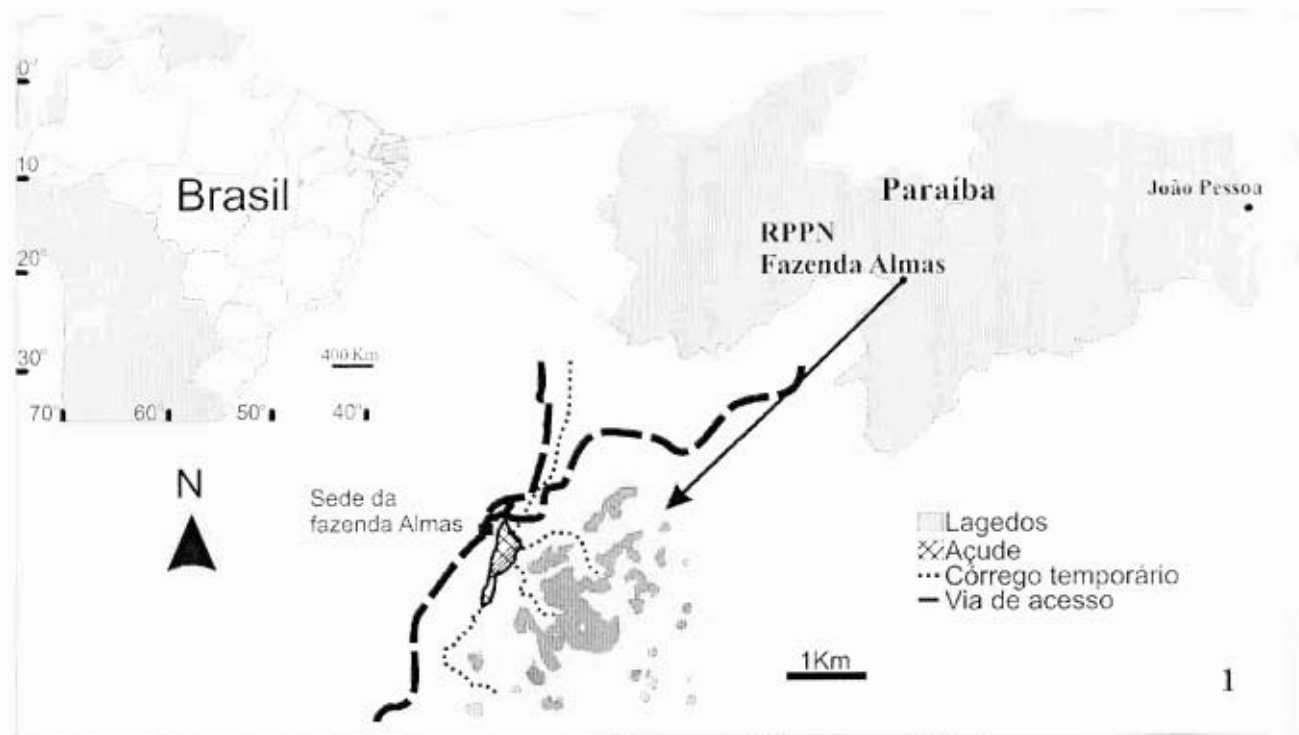
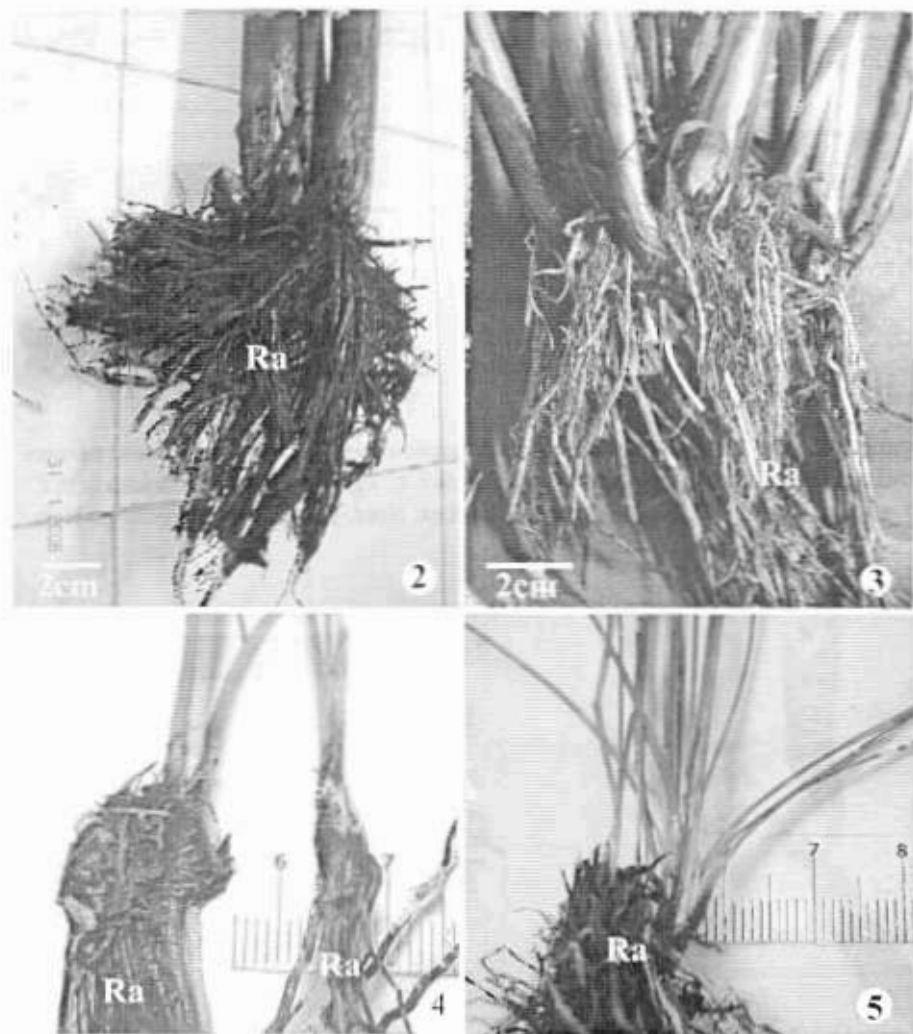
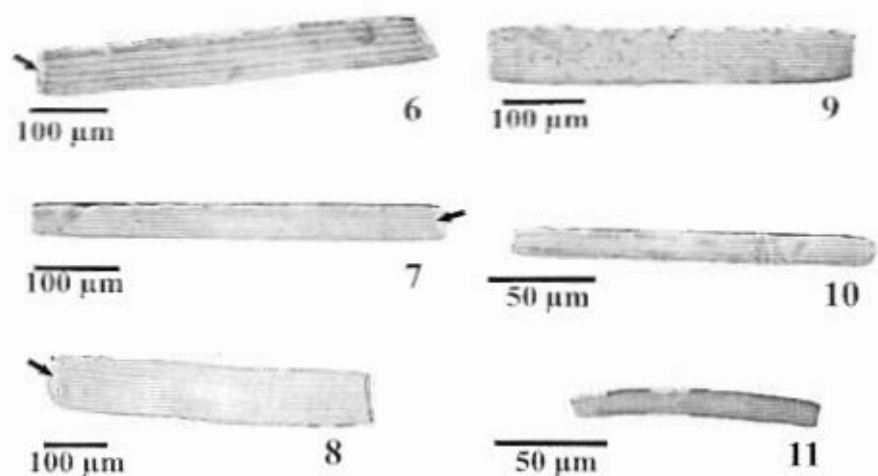


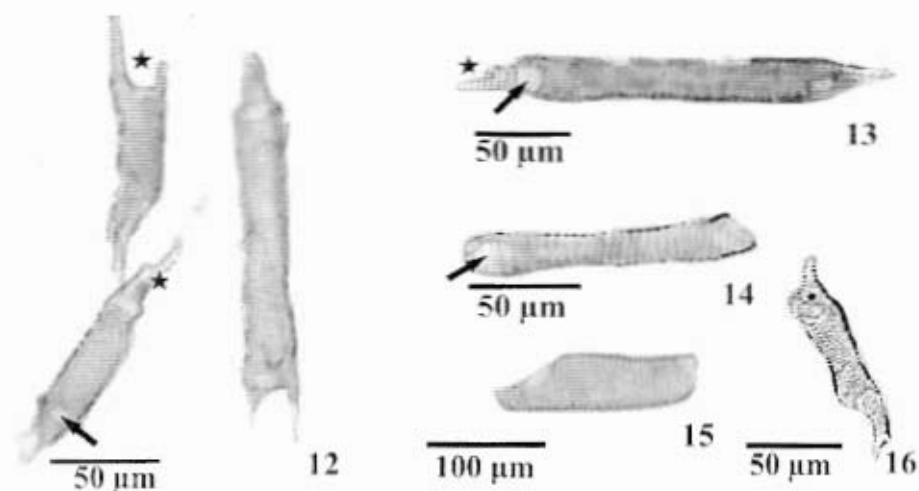
Figura 1. Estado da Paraíba mostrando a área de estudo a RPPN – Fazenda Almas.



Figuras 2-5. Sistemas subterrâneos das espécies de *Cyperus*. Observam-se muitas raízes adventícias. 2. *C. ligulatus* L. 3. *C. rotundus* L. 4. *C. schomburgkianus* Ness. 5. *C. uncinulatus* Schard ex. Nees. As escalas das figuras 4 e 5 estão em cm.



Figuras 6-11. Elementos de vaso das raízes das espécies de *Cyperus*. Observam-se paredes terminais retas e placas de perfuração simples. 6-7. *C. ligulatus* L. 8. *C. rotundus* L. 9. *C. surinamensis* Rottb. 10. *C. uncinulatus* Schard ex. Nees. 11. *C. schomburgkianus* Ness.



Figuras 12-16. Elementos de vaso do rizoma das espécies de *Cyperus*. Observam-se apêndices ramificados (★), parede terminal oblíqua e placas de perfuração simples (setas). *C. rotundus* L. 13. *C. ligulatus* L. 14. *C. surinamensis* Rottb. 15. *C. schomburgkianus* Ness. 16. *C. uncinulatus* Schard ex. Nees.

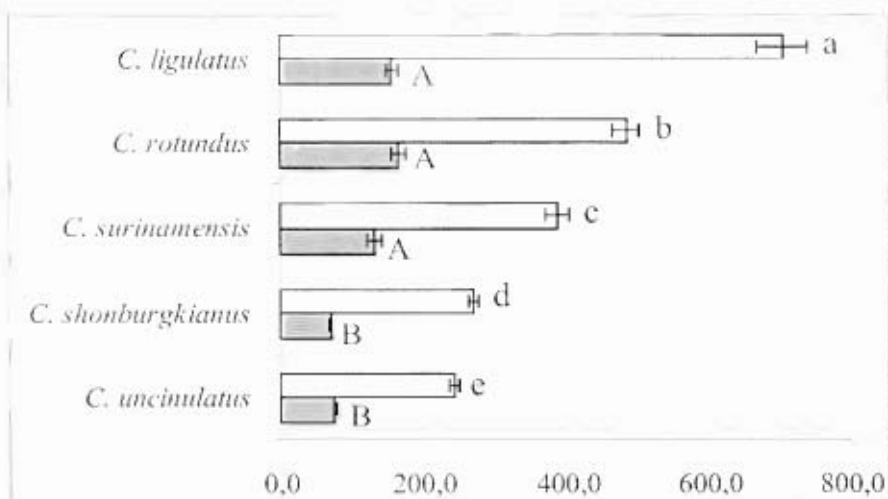


Figura 17. Comparação entre o comprimento dos elementos de vaso da raiz (branco) e do rizoma (cinza) entre as espécies de *Cyperus* estudadas. Letras diferentes indicam variação significativa ($P < 0,05$), letras minúsculas comparação entre os elementos de vaso das raízes e letras maiúsculas comparação entre os elementos de vaso do rizoma.

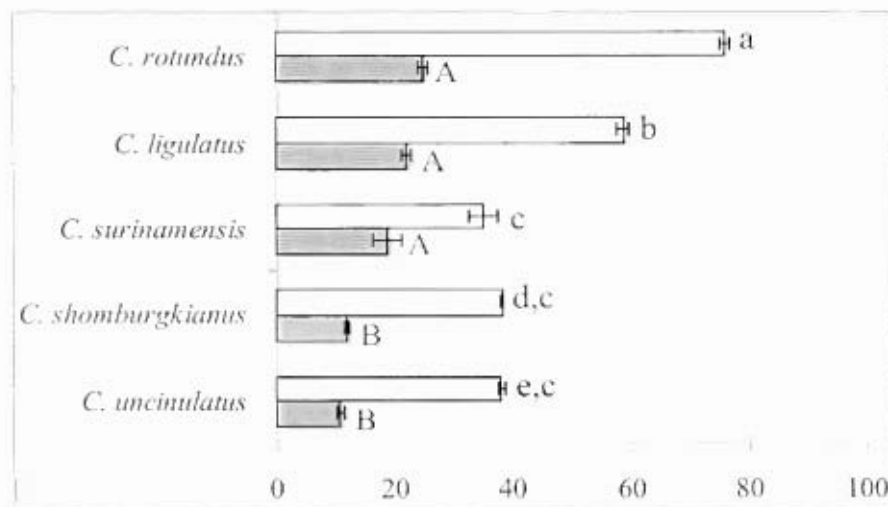


Figura 18. Comparação entre o diâmetro dos elementos de vaso da raiz (branco) e do rizoma (cinza) entre as espécies de *Cyperus* estudadas. Letras diferentes indicam variação significativa ($P < 0,05$), letras minúsculas comparação entre os elementos de vaso das raízes e letras maiúsculas comparação entre os elementos de vaso do rizoma.