

# Estudo ecofisiológico sobre Endomicorrizas

O efeito do déficit hídrico sobre a colonização endomicorrízica em duas espécies vegetais típicas da região semi-árida do Nordeste

## Solange Maria Costa de Amorim

Doutora, Professora Adjunta.  
Laboratório de Ecofisiologia da Unidade  
Experimental Horto Florestal da  
Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS  
samorim\_maria@superig.com.br  
samorim@uefs.br

## Ana Cláudia Borja Paim

Mestre, Bióloga - Centro Universitário de Cultura e  
Arte da Universidade Estadual de Feira de  
Santana-UEFS  
anaclpaim@ig.com.br

## Magnólia Góes Silva

Mestre, Bióloga  
sqmagnolia@bol.com.br

Ilustrações cedidas pelos autores

## 1. Introdução

Micorrizas são associação mutualista presente na maior parte de plantas vasculares e resultando desta simbiose o incremento da absorção dos elementos minerais, enquanto o fungo obtém compostos de carbono derivados da fotossíntese (Allen, 1992). Desta forma, a planta tem acesso a uma maior quantidade de água e de elementos nutricionais do solo, incrementa o seu crescimento e desenvolvimento, além de otimizar a sua resistência aos estresses bióticos e abióticos.

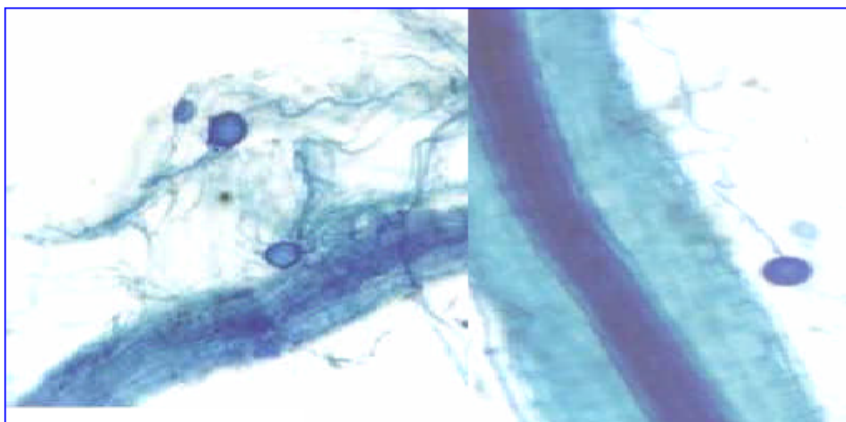
Nas últimas décadas, têm-se multiplicado as evidências do efeito benéfico das associações micorrízicas com diversas plantas superiores de importância econômica. Na natureza, podem ser encontrados diferentes tipos de micorrizas: Arbutóide, Monotóide, Ericóide, Endomicorriza, Ectomicorriza e Orquídióide. Em algumas espécies vegetais é tão acentuada a dependên-

cia à presença desses fungos que, na ausência total da simbiose, não conseguem absorver os nutrientes necessários para a sua sobrevivência (Allen, 1992).

O presente artigo tratará sobre o tipo Endomicorrizas, presente na maioria das Angiospermas, nas suas hifas penetram nas células, produzem arbúsculos dentro das células colonizadas (estruturas responsáveis pela transferência bidirecional de nutrientes entre os simbiontes, realizados na interfase planta-fungo), podendo ou não formar vesículas (estruturas globosas e irregulares cuja função está associada ao armazenamento de lipídios e açúcares).

Os fungos micorrizos arbusculares são Zigomicetos da família Endogonaceae que promovem o crescimento das plantas e elevam o seu potencial para a exploração comercial em larga escala. Além de possuírem o efeito comprovado como bio-reguladores de crescimento, biofertilidade e biocontrole em plantas, sendo estes muito importantes para o manejo e aclimação de várias espécies vegetais (Silveira, 1992).

A associação entre o desenvolvimento vegetal e a atividade micorrízica pode ser considerada, também, como um fator importante na recuperação dos solos degradados, pois mesmo quando profundamente alterados, eles podem manter uma comunidade microbiana ativa. Os fungos micorrízicos arbusculares (MA) ou endomicorrizicos, por exemplo, têm sido naturalmente encontrados nesses solos alterados os fungos MA nativos



**Figura 1.** Colonização micorrízica em raízes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. irrigadas diariamente em viveiro com sombrite, filtrando de 70 % da radiação solar.

podem interferir na composição, na competição e na sucessão das comunidades vegetais (Bethlenfalvay, G.J., 1992).

Embora a ocorrência de micorrizas no reino vegetal seja um fenômeno bastante comum, o grau de dependência das diferentes espécies de plantas, através da associação de fungos micorrízicos em suas raízes, é bastante variável Cox & Sanders (1980). Diferentes trabalhos mostram a contribuição das micorrizas em áreas de revegetação que sofreram interferências antropogênicas e em muitos se tem enfatizado a relevância desta relação simbiótica às variações das condições atmosféricas como temperatura, chuvas, ventos e umidade (Chu et al. 2001; Taiz, 2000; Siqueira, 2002).

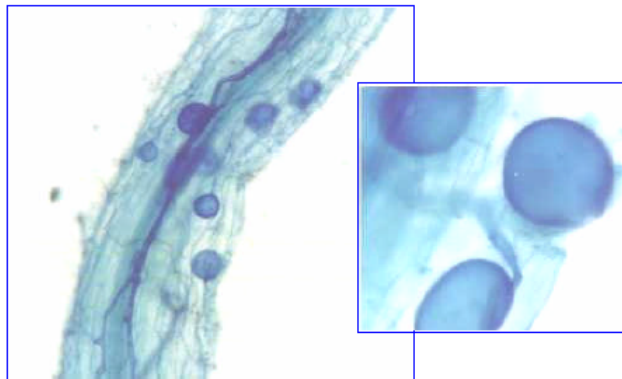
Esta experimentação objetivou avaliar as relações entre a colonização endomicorrízica em *Myracrodruon urundeuwa* Fr. All. (aroeira-do-sertão) e *Spondias tuberosa* Arr. Cam. (umbu), pertencentes à família Anacardiaceae, submetidas a diferentes condições temporais de déficit hídrico.

## 2. Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Ecofisiologia da Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana – BA. As plantas experimentais foram obtidas a partir de cultivo sob condições de viveiro com sombrite, filtrando 70% da radiação solar, onde foram submetidas ao estresse hídrico com dois meses de idade.

O material vegetal constituiu-se em duas espécies da família Anacardiaceae, *Myracrodruon urundeuwa* Fr. All. e *Spondias tuberosa* Arr. Cam. de reconhecido potencial econômico na região semi-árida do Nordeste, cujas sementes foram obtidas no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido-CPATSA da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA.

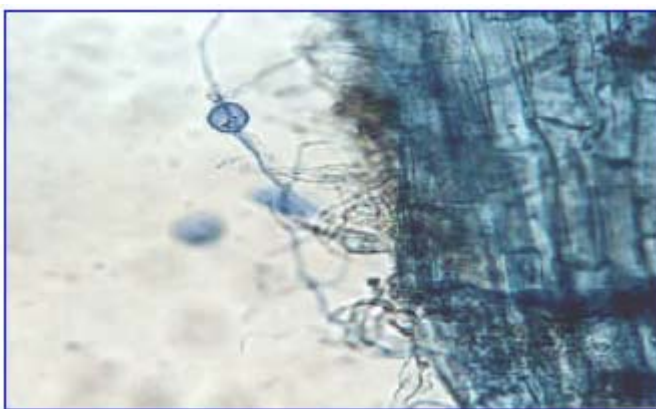
No período de aplicação do défi-



**Figura 2.** Colonização micorrízica em raízes de *Myracrodruon urundeuwa* Fr. All. submetidas a sete dias de déficit hídrico em viveiro com sombrite, filtrando de 70 % da radiação solar.

cit hídrico, foram monitoradas as taxas de transpiração,  $\text{mg cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  com a utilização do porômetro de difusão LICOR 1600C nos horários de 09:00 e 10:00 horas (aroeira) e 09:00, 11:00 e 13:00 horas (umbu). A suspensão do déficit hídrico foi determinada pela apresentação de alterações fisionômicas como a coloração e disposição foliares (Larcher, 2000) e fisiológicas como a redução significativa (quase nula) das taxas de transpiração e para a aplicação do tratamento foi instalada uma barreira de plástico cristal transparente na mesa onde as mudas estavam sendo cultivadas (Paim, 2002; Silva, 2004).

Após a suspensão do tratamento hídrico foi avaliada a colonização endomicorrízica em amostras de raízes



**Figura 3.** Colonização micorrízica em raízes de *Spondias tuberosa* Arr. Cam. irrigadas diariamente em viveiro com sombrite, filtrando de 70 % da radiação solar.

de *Myracrodruon urundeuwa* (aroeira-do-sertão) e *Spondias tuberosa* (umbu). As raízes foram clareadas com hidróxido de sódio e água oxigenada alcalina. Após a lavagem em água corrente, acidificada com ácido clorí-

drico, e posteriormente, foram coloridas com azul de algodão segundo as técnicas de Phillips & Hayman (1970) modificada por Grace & Stribley (1991). Posteriormente, a colonização foi avaliada e abordada de modo qualitativo (Carneiro et al. 1998) através de fotomicrografia das lâminas em microscópio NIKON. Para a categorização quanto à colonização, as amostras foram classificadas em alta, média, baixa e sem colonização, me-

diante a presença de hifas, arbusculos, vesículas, células reprodutoras e esporos.

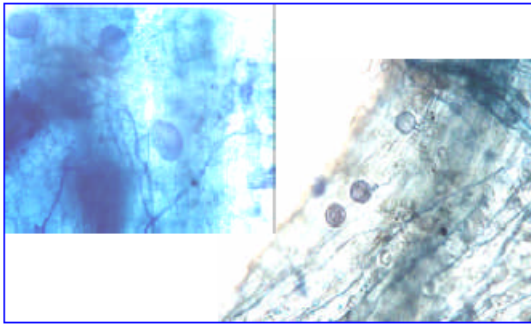
O solo utilizado para o cultivo de aroeira e do umbu foi da região de Feira de Santana com textura franco-arenosa, segundo a classificação do Ministério da Agricultura – USA, e com baixo teor de fósforo ( $4,8\text{mg/dm}^3$  de P) segundo análise do Laboratório de física e nutrição do solo do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura – EMBRAPA.

## 3. Resultados e discussão

Através de observações microscópicas, pode-se registrar que a colonização micorrízica ocorreu em todos os tratamentos de irrigação, de acordo com as condições experimentais utilizadas, ou seja, um viveiro (Figuras 1, 2, 3 e 4).

*Myracrodruon urundeuwa* Fr. All. e *Spondias tuberosa* Arr. Cam apresentaram um incremento na formação de esporos intra-radulares ao serem aplicados os tratamentos de déficit hídrico (Figura 3 e 4), embora tenha sido diferenciado o tempo de tolerância ao estresse hídrico entre as duas espécies vegetais em estudo (sete dias em aroeira e nove dias em umbu).

De acordo com Cavalcante et al. (2001), a contribuição dos fungos micorrízicos arbusculares é otimizada em condição de cultivo sujeito à defi-



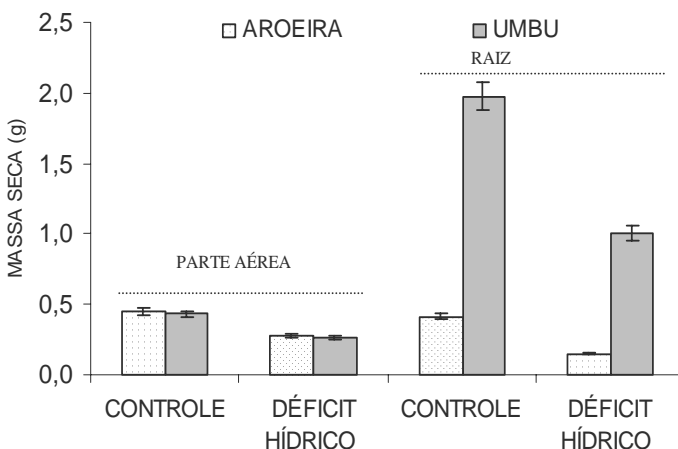
**Figura 4.** Colonização micorrízica em raízes de *Spondias tuberosa* Arr. Cam. submetidas ao déficit hídrico por nove dias em viveiro com sombrite, filtrando de 70 % da radiação solar.

ciência hídrica, atribuindo-se o papel preponderante da relação fungo-planta para a manutenção do crescimento do vegetal sob estresse hídrico. Para ambas espécies vegetais foram determinadas intensidades da colonização radicular média e alta para os tratamentos de irrigação diária e suspensão de rega respectivamente.

Embora a colonização micorrízica tenha sido semelhante entre as espécies vegetais, neste estudo, constatou-se que houve diferenças na produção de massa seca entre aroeira e umbu (Figura 5). Em *Spondias*, na qual houve um significativo incremento do crescimento radicular, o efeito do tratamento com déficit hídrico foi potencializado.

Em aroeira, o déficit hídrico em condições de cultivo, ocasionou o comprometimento do desenvolvimento inicial, embora beneficiadas pela simbiose com fungos micorrízicos arbusculares (Figura 5).

Estes resultados corroboram com as considerações de Janos (1988) e



**Figura 5** - Produção de massa seca da parte aérea e radicular em *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) e *Spondias tuberosa* (umbu) micorrizadas e submetidas ao déficit hídrico.

Koide (1991) relacionadas ao grau de interação entre o fungo-planta. A colonização radicular pode sofrer alterações, mas o seu potencial de resposta à colonização parece ser uma característica intrínseca, de herança genética relacionado às características morfológicas, fisiológicas ou fonológicas do hospedeiro, os quais controlam a demanda e suprimento de P, e, assim como, o grau de dependência da planta.

Sob condições de déficit hídrico, as raízes parecem atuar como “sensor primário” que desencadeia, a partir de seus carotenóides, a síntese e o acúmulo endógeno de ácido abscísico (ABA) que é transportado para diferentes partes da planta. Nas folhas atuam reduzindo a taxa transpiratória, a condutância estomática e, consequentemente, a fotossíntese (Riccardi et al. 1998; Medina et al., 1999 e Larcher, 2000). Em aroeira e umbu, foram observadas respostas temporais ao déficit hídrico em amplitudes diferentes (Figuras 6, 7 e 8). Neste estudo com aroeira e o umbu pode-se sugerir que a eficiência da colonização micorrízica relacionou-se com o potencial genético de cada uma delas.

O umbuzeiro é endêmico da região do semi-árido brasileiro, apresenta características morfológicas como raízes com parênquima armazenador de água, glicose, amido, mucilagens entre outros compostos que possibilitam a sua sobrevivência mesmo por um período prolongado de seca, indi-



**Figura 6** - Medições da taxa de transpiração ( $\mu\text{g cm}^{-1} \text{s}^{-1}$ ) com o porômetro LICOR 1600 em plantas de aroeira-do-sertão e umbu micorrizadas submetidas ao déficit hídrico.

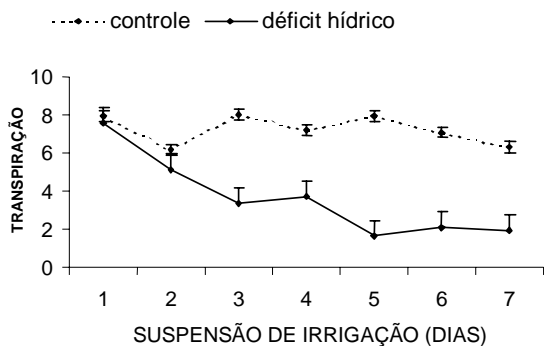
cando o seu elevado grau de ajustamento ecológico.

Nas regiões onde ocorre a aroeira-do-sertão é observado que a baixa disponibilidade hídrica que se constitui em fator limitante para o crescimento inicial de muitas espécies vegetais inclusive, como observaram Silva et al. (2001), nos meses mais quentes do ano, a aroeira-do-sertão aumenta o teor de carboidratos nos tecidos foliares sugerindo que esta é uma estratégia para garantir a sua sobrevivência no período de seca.

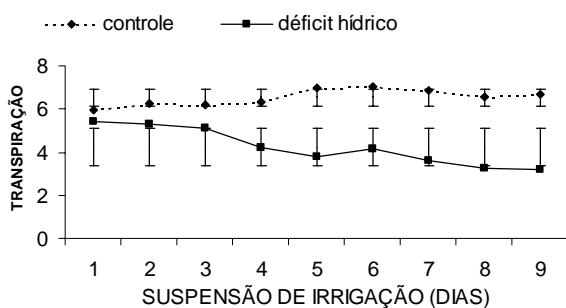
#### 4. Conclusão

*Myracrodruon urundeuva* (aroeira-do-sertão) é menos tolerante do que *Spondias tuberosa* (umbu) ao déficit hídrico durante o seu desenvolvimento inicial em condições de cultivo.

O déficit hídrico incrementa o crescimento das raízes micorrizadas de umbu na fase inicial de crescimento, refletindo o seu potencial genético



**Figura 7** - Variação da taxa de transpiração ( $\mu\text{g cm}^{-1} \text{s}^{-1}$ ) em plantas de aroeira-do-sertão micorrizadas submetidas ao déficit hídrico por sete dias.



**Figura 8** - Variação da taxa de transpiração ( $\mu\text{g cm}^{-1} \text{s}^{-1}$ ) em plantas de umbu micorrizadas submetidas ao déficit hídrico por nove dias.

em sobreviver em ambientes xéricos.

## 5. Referências bibliográficas

ALLEN, M. A. **The ecology of mycorrhizae**. Cambridge. Cambridge University Press, 1992.

BETHLENFALVAY, G.J., **Mycorrhizae in agriculture plant-soil system**, v.14, p.413-425, 1992.

CARNEIRO, M. A.; SIQUEIRA, O.; MOREIRA, F. M. S.; CARVALHO, D.; BOTELH, S. A.; ÚNIOR, O. S. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no Sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 4, n. 1, p.129-145, 1998.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G.M.; BRITO, L. T. de L.. Processamento do fruto do umbuzeiro (*Spondiastuberosa* Arr. Cam.). **Ciência Agrotécnica**, v.24 (1), p. 252-259. 2000.

COX, G.; MORAN, K. J.; SANDERS, F.; NOCKOLDS, C.; TINKER, P. B. Translocation and transfer of nutrients in VA mycorrhizas. III.

Polyphosphate granules and phosphorus translocation. **New Phytologist**, v. 84, p.649-659, 1980.

CHU, E. Y.; MÖLLER, M. R. F.; CARVALHO, J. G. de. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 36, n. 4, p. 671-680, abr. 2001.

GRACE, C. & STRIBLEY, D.P. A safer procedure for routine staining of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycology. Res.**, Cambridge, 95:1160-1162, 1991.

JANOS, D.P. Mycorrhiza applications in tropical forestry: are temperate-zone approaches? **Trees and mycorrhiza**. Kayla Lumpur: Forest Research Institute of Malaysia, p. 133-188. 1988.

KOIDE, R.T. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. **New Phytologist**, Cambridge, Inglaterra, v.117, n.13, p.365-386, 1991

LARCHER, WALTER. **Ecofisiologia Vegetal** (Tradução: Carlos H. Pedro) Ed. Rima, São Paulo, p.531, 2000.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M., Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira "valencia" sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11(1), p.29-34, 1999.

PAIM, ANA CLAUDIA BORJA **Avaliação do efeito do estresse hídrico na estrutura, ecofisiologia e na bioquímica de plântulas Myracrodruon urundeuva Fr. All. (Anacardiaceae)**, (Dissertação

de Mestrado), Universidade Estadual de Feira de Santana p. 80, 2002.

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **British Mycological Society Transactions**. Cambridge, Grã-Bretanha, v.55, n.1, p.158-160, 1970.

RICCARDI, F.; GASEAU, P.; VIENN, D.; ZIVY, M. Protein changes in response to progress water deficit in maize. **Plant Physiology**, v. 117, p. 1253-1263, 1998.

SILVA, E. C., **Ecofisiologia de quatro espécies lenhosas ocorrentes no Nordeste Pernambucano** (Dissertação de Mestrado). Universidade federal rural de Pernambuco. p.94, 2001.

SILVA, MAGNÓLIA GÓES, **Efeitos dos estresses salino e hídrico sobre as variáveis ecofisiológicas (transpiração, condutância estomática e temperatura foliar), estruturais (produção de biomassa) e metabolismo mineral (alocação e translocação de íons inorgânicos em folhas e raízes) em *Spondias tuberosa* Arr. Cam. (Anacardiaceae) colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares**, (Dissertação de Mestrado), Universidade Estadual de Feira de Santana p. 81, 2004.

SILVEIRA, A. P. D. Micorrizas. In: CAR-DOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Eds.)

**Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira do Solo., p. 257-282.1992.

SIQUEIRA, J. O.; LAMBAIS, M. R.; TÜRMER, S. L.. Fungos micorrízicos arbusculares. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. n.25 - março/abril. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2 ed., 792p. 2000.