

---

## MICROORGANISMOS ENDOFÍTICOS

JAQUELINE ROSEMEIRE VERZIGNASSI<sup>1</sup>  
MARTIN HOMECHIN<sup>1</sup>  
JOÃO BATISTA VIDA<sup>2</sup>

---

VERZIGNASSI, J.R.; HOMECHIN, M.; VIDA, J.B. Microorganismos endofíticos. **Semina: Ci. Agr.**, Londrina, v.17, n.1, p.93-98, mar. 1996.

**RESUMO:** *Fungos, leveduras, bactérias e flagelados associados a células de tecidos internos de plantas saudáveis são chamados microorganismos endofíticos. A relação estabelecida entre o microorganismo endofítico e a planta é não patogênica e assintomática. Esta associação simbiótica provê ao microorganismo nutrição, proteção, sobrevivência e disseminação via semente e ao hospedeiro crescimento, tolerância a insetos e animais herbívoros e resistência a doenças. Os endofíticos são importantes pelo potencial de exploração oferecido em função do aumento na produtividade agrícola. Várias espécies selecionadas de endofíticos apresentam potencial para emprego nas indústrias farmacêutica e de defensivos agrícolas, além da utilização como vetores genéticos.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *microorganismo, endofítico, simbiose, fungos, bactérias.*

---

### 1 INTRODUÇÃO

As células dos tecidos internos de plantas saudáveis são, geralmente, consideradas estéreis, entretanto, bactérias, flagelados, fungos e leveduras, têm sido encontrados associados a elas (SPURR Jr. & WELTY, 1975). Estes microorganismos, isolados do interior de tecidos vegetais, são denominados endofíticos (CARROLL, 1988). Esse termo foi definido por WALKER (1972) referindo-se a organismo contido ou desenvolvendo-se inteiramente dentro da planta, como parasita ou não, ou ainda como agente causal de infecções fúngicas latentes, em tecidos de parte aérea de plantas aparentemente sadias e sem sintomas visíveis (CARROLL, 1986). Segundo YANG et al. (1994) a relação existente entre os endofítico e a planta é considerada não patogênica e os microorganismos não considerados saprófitas, porque estão associados a tecidos sadios. Normalmente estes vivem em uma associação que embora possa ser antagônica, por vezes é neutra ou benéfica para o hospedeiro. A natureza dessas associações é diversa e pode mostrar vários graus de interdependência fisiológica e ecológica (PEREIRA, 1993).

Os endofíticos são transmitidos de uma geração a

outra, por meio de sementes ou propágulos vegetativos dos hospedeiros, e na maior parte dos casos via esporo (CARROLL, 1988). A duração da latência destes no hospedeiro depende do seu potencial genético para virulência, constituição genética específica das espécies hospedeiras, clima e outras condições ecológicas (SIEBER & DORWORTH, 1994).

Estudos envolvendo fungos endofíticos foram intensificados a partir dos anos 80 e, cada vez mais, fica evidenciada a sua importância, tanto do ponto de vista básico, bem como em várias áreas de conhecimento como: fisiologia vegetal, microbiologia, genética microbiana e biotecnologia (PEREIRA, 1993).

### 2 OCORRÊNCIA DE MICROORGANISMOS ENDOFÍTICOS

Os endofíticos têm sido encontrados em todos os hospedeiros submetidos à investigação (PEREIRA, 1993). De acordo com PETRINI (1986) os endofíticos estão presentes em elevados percentuais em inflorescências, brotos e folhas, sendo predominantes em plantas dicotiledôneas e coníferas. Também são

---

<sup>1</sup> Depto. de Agronomia / Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, Londrina, Pr., CEP 86051-990.

<sup>2</sup> Depto de Agronomia / Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Pr., CEP 87020-900.



encontrados em plantas inferiores como líquens e musgos (PETERSON et al., 1981), samambaias (FISHER, 1996), monocotiledôneas (FISHER et al., 1992) e forrageiras (BACON 1988; BACON, 1995).

SIEBER et al. (1991) estudando *Alnus rubra*, espécie florestal nativa na Inglaterra e Estados Unidos, encontraram, em mais de 80% dos brotos, endofíticos como *Phomopsis*, *Ophiovalsa suffusa* e, em 90% das folhas analisadas, *Septoria alni* e *Gnomonia setacea*. *Taxomyces andreanae* foi encontrado em *Taxus brevifolia* (STIERLE et al., 1993) e, em *Taxus wallachiana*, YANG et al. (1994), encontraram *Phoma* sp. *Discula umbrinella*, cujo teleomórfico é *Apiognomia errabunda*, em *Fagus sylvatica* por VIRET et al., 1993. Em xilema de *Pinus sylvestris*, FISHER et al. (1987) detectaram *Pezizella pulvinata* var. *lignicola* var. *nov.* BROOKS et al. (1988) isolaram *Pseudomonas* sp. de carvalho (*Quercus fusiformis*).

Em folhas e brotos de *Acer macrophyllum* com três a dez anos de idade, SIEBER & DORWORTH (1994) encontraram índices de endofíticos em 83% e 52%, respectivamente. O microorganismo mais frequente em folhas foi *Phomopsis* sp. e nos brotos *Diplodina acerina* e, em menor escala e a partir de brotos isolaram *Cryptosporiopsis abietina*, *Glomerella cingulata* (com *Colletotrichum gloesporioides* anamórfico) e *Phomopsis* sp.

BISSEGER & SIEBER (1994) avaliando partes aparentemente sadias de *Castanea sativa* desenvolvidas no sul e norte dos Alpes Suíços encontraram, com certa frequência, fungos como *Amphiportha castanea*, *Pezicula cinnamomea*, *Coryneum modonium* e *Phomopsis* sp e, com menor frequência, porém comportando-se também como endofítico, *Cryphonectria parasitica*, o qual é agente causal da requeima da castanheira ("chessnut blight").

O endofítico *Sphacelia typhina* tem sido encontrado associado intimamente a plantas de festuca (*Festuca arundinacea*) e é comprovada que essa associação possui efeitos tóxicos a rebanho bovino (síndrome de verão) (BACON, 1988). Também associado à festuca tem sido encontrado *Acremonium coenophialum* (ROHRBACH et al., 1995; BOSSINGER et al., 1995; BACON, 1995) e *Sphacelia typhina* em plantas de centeio (*Lolium perenne* L.) com consequente incidência de vertigem em ovelhas na Nova Zelândia (FLETCHER & HARVEY, 1981).

BACON (1995) cita a ocorrência de *Balansia* spp. em festuca como o primeiro evento de constatação de infecção de gramíneas de pastoreio por endofíticos na região Norte Central da Georgia onde foram detectados *Balansia epichloë* (Weese) Diehl, *B. henningsiana* Moell e *Myriogenospora atremetosa* (Berk. & Curt.) Diehl. Estes foram distinguidos de outros microorganismos saprofíticos e patogênicos por serem endofíticos e não virulentos à gramínea hospedeira. *Balansia* spp. também foi encontrada em *Agrostis* L.; *Andropogon* L.; *Eragrostis* Beauv., *Paspalum* L., *Sporobolus* R. Br. e *Stipa* L.

No Brasil, em 1993, PEREIRA detectou a presença

de *Glomerella cingulata* (teleomórfico de *Colletotrichum gloesporioides*) e *Xylaria* sp. em *Stylosanthes guianensis* e, em bananeira (*Musa cavendish*), *Glomerella cingulata* e *Cordana musae*.

HALLMANN & SIKORA (1994) da superfície do tecido cortical de raízes de tomateiro previamente esterilizada, isolaram uma raça não patogênica de *Fusarium oxysporum*.

A partir de folhas de fumo sadias SPURR & WELTY (1975), detectaram *Alternaria* spp., *Penicillium*, *Aspergillus* e *Cladosporium* spp. De folhas de trigo SIEBER et al. (1988) isolaram os endofíticos *Septoria nodorum*, *Alternaria tenuissima*, *Epicoccum purpurascens*, *Idriella bolleyi*, *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. nivale*, *Cladosporium oxysporum*, *Didymella exitialis* e *Rhizoctonia solani*.

Quanto as bactérias a capacidade destas permanecerem no interior de tecidos de plantas sem provocarem doença foi relatada, pela primeira vez, a cerca de mais de 40 anos por HOLLIS (1951). Como endofíticas elas têm sido isoladas a partir de diferentes tecidos de plantas, como tubérculos (HOLLIS, 1951), frutos (SAMISH et al., 1961), hastes (MISAGHI & DONNDELINGER, 1990) sementes e óvulos (MUNDT & HINKLE, 1976).

Isolados de *Erwinia* sp., *Bacillus* sp., *B. pumilus*, *B. brevis*, *Clavibacter* sp. e *Xanthomonas* sp. foram obtidos a partir de plantas de algodão por MISAGHI & DONNDELINGER, em 1990. Em 1989, GILLIS et al. constataram a presença de bactérias endofíticas do grupo das fixadoras de nitrogênio em vasos condutores de cana-de-açúcar. FISHER et al. (1992) isolaram fungos e bactérias endofíticas de tecidos de plantas de milho e, WHITESIDES & SPOTTS (1991) detectaram o endofítico *Pseudomonas syringae* em pereiras.

Segundo McINROY & KLOEPPER (1995) as bactérias mais frequentemente isoladas de raízes de milho doce são *Burkholderia pickettii* e *Enterobacter* spp. e, de colmos *Bacillus megaterium*. De raízes de plantas de algodoeiro, eles isolaram *Agrobacterium radiobacter*, *Serratia* spp. e *Burkholderia solanacearum* e, de hastes, *Bacillus megaterium* e *Bacillus pumilus*. SARDI et al. (1992) isolaram 68 diferentes raças do endofítico *Streptomyces* spp. a partir de plantas de soja.

### 3 IMPORTÂNCIA DOS ENDOFÍTICOS

#### 3.1 No controle biológico

Muitos apresentam potencial para o controle biológico de pragas ou de fitopatógenos (WHITE & COLE, 1985).

Em plantas de festuca ELM I (1990), observou que o endofítico *Acremonium* sp. inibia a reprodução de *Meloidogyne graminis* nas raízes e, de acordo com JOOST (1995) a ação deste endofítico é o estímulo a produção de quitinase, enzima associada a resistência



à doença em função do espessamento da camada endodérmica das raízes em gramíneas.

Segundo WHITE & COLE (1986), *Acremonium* sp., *A. coenophialum* e *A. lolii* obtidos a partir de centeio, *Festuca versuta* e *F. arundinacea* inibiram o crescimento micelial de *Rhizoctonia cerealis* van der Hoeven em condições de "In vitro".

SARDI et al. (1992) identificaram atividade antagonista de *Streptomyces* spp. obtido de plantas de soja a *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis*.

HALLMANN & SIKORA (1994) inoculando plantas de tomateiro com uma raça não patogênica de *Fusarium oxysporum* (Sacc.) SNYD. & HANS. e três semanas após com larvas de *Meloidogyne incognita* KOFOID & WHITE no 2.º estágio juvenil, verificaram redução de 50% na reprodução de *M. incognita* em comparação às não inoculadas.

BROOKS et al. (1994) isolaram as bactérias *Bacillus* spp. e *Pseudomonas* spp. de plantas de carvalho (*Quercus fusiformis*) no Texas, local onde a murcha provocada por *Ceratocystis fagacearum*, é considerada doença epidêmica. Avaliaram os isolados quanto ao potencial de biocontrole através da inoculação em troncos de *Quercus texana* e *Q. fusiformis*. A população de plantas de *Q. fusiformis* pré-inoculadas com *Pseudomonas denitrificans* e, na sequência com *C. fagacearum*, apresentaram redução, em cerca de 50%, em relação ao número de árvores doentes.

YANG et al. (1994) isolaram *Phoma* sp. do córtex de *Taxus wallachiana* e verificaram que este possui capacidade para produzir compostos antibacterianos.

Os endofíticos também têm sido avaliados como micoherbicidas empregados no controle de plantas daninhas (CERKAUSAS, 1988). Um dos exemplos é "Collego", micoherbicida composto por *Colletotrichum gloesporioides* (Penz.) Sacc. f. sp. *aeschynomene*, e utilizado para controle de *Aeschynomene virginica*. SIEBER & DORWORTH (1994) mencionam *Diplodina acerina* e *Glomerella cingulata*, encontradas em *Acer macrophyllum*, como potenciais para utilização como micoherbicidas.

### 3.2 Na produção de metabólitos secundários

Avaliações da toxicidade decorrente do consumo de plantas colonizadas por endofíticos em animais levaram à investigação para extração de alcalóides produzidos por estes (BACON, 1995; PORTER, 1995). Foram isolados ergopeptine de festuca (*Festuca arundinacea*) infectada por *Acremonium coenophialum* (PORTER, 1995; CHEEKE, 1995) e paxilline (PORTER, 1995) e lolitrem (PORTER, 1995; CHEEKE, 1995) em centeio perene com *Acremonium lolii*. CHEEKE (1995) faz referência às corinetoxinas, antibiótico similar a tunicamicina, como sendo produzidas por *Clavibacter* spp. e esta, por sua vez, parasita *Anguina agrostis*,

nematóide que coloniza o centeio anual. Outros compostos como ácido amido lisérgico (ergine), alcalóides da classe dos ergot (chanoclavine I, agroclavine, elimoclavine, peniclavine), alcalóides pirrolizidines (N-formilloline, N-acetilloline, N-metilloline, N-acetilnorloline) e os alcalóides da classe pirrolopirazine o composto peramine têm sido isolados de festuca PORTER (1995).

POWELL et al. (1994) isolaram resveratrol de sementes de *Festuca versuta*, e de sementes e plantas de *F. arundinacea*, *Lolium* sp., *Hordeum* sp., *Stipa robusta* e *Poa alsodes* colonizadas por endofíticos do gênero *Acremonium*.

Endofíticos são capazes de produzir antibióticos de interesse farmacológico quando cultivados "In vitro". Recentemente muitos fungos e bactérias endofíticos têm sido isolados da região cortical das 11 espécies pertencentes ao gênero *Taxus* spp. *Taxomyces andreanae*, isolado de *Taxus brevifolia*, aparece como um produtor de taxol, importante droga diterpenóide com atividade anticancerígena (YANG et al., 1994; STIERLE et al., 1993). Segundo STIERLE et al. (1993), isolados do fungo *Taxomyces andreanae*, isolado do floema do hospedeiro, quando cultivado em meio semi-sintético, produz taxol e outros componentes relacionados.

### 3.3 Como vetores genéticos

Os endofíticos têm sido alvo de interesse pelos biotecnologistas em busca de vetores alternativos para introdução de genes em plantas (PEREIRA, 1993). Esses microorganismos, quando geneticamente modificados, podem servir como vetores para genes de resistência em espécies agronomicamente importantes (SIEGEL et al., 1987).

FAHEY (1988) realizou o isolamento e a modificação da bactéria *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* obtida do xilema de planta não cultivada e a introduziu em plantas de milho, para o controle da broca do colmo e, dessa forma, fez com que a bactéria expressasse no hospedeiro o gene da endotoxina delta recebida de *Bacillus thuringiensis*.

### 3.4 Alterações em animais

A toxicidade a animais provocada por endofíticos data de períodos bíblicos, aproximadamente 50 anos a.C. quando *Lolium temulentum* L. foi indicada como sendo planta daninha nociva e tóxica causando problemas a animais e homens (MOLDENKE & MOLDENKE<sup>1</sup>, 1952, citados por BACON, 1995). Também sementes de material arqueológico com 4000 anos de idade, provenientes do antigo Egito continham fungos endofíticos (TACKHOLM & TACKHOLM<sup>2</sup>, 1941, citados por BACON, 1995).

Alcalóides das famílias ergot e loline têm sido



encontrados associados a plantas de festuca contaminadas por *Acremonium coenophialum* causando vasoconstrição em equinos, sendo um fator de risco de laminitis, doença esta que afeta os animais e trazem sérias consequências econômicas (ROHRBACH et al., 1995). BOOSINGER et al. (1995) verificaram que potros nascidos a partir de éguas alimentadas com *Festuca arundinacea* colonizadas por *A. coenophialum* durante a gestação ou após os 300 dias de gestação apresentaram o período de gestação aumentado, e decréscimo da concentração de triiodotironina. O consumo da gramínea infectada tem sido associada ao surgimento de problemas reprodutivos nas éguas, dentre elas agaláctia, adensamento de placenta, aborto, e problemas nas partições subseqüentes (BOOSINGER et al., 1995), redução de prolactina e progesterona, aumento do nível sorológico de estradiol-17 $\beta$ , nascimento de potros imaturos e débeis (CROSS et al. 1995). CROSS et al. (1995) observaram que a presença de endofíticos altera a digestibilidade do feno.

PATERSON et al. (1995) verificou que, em rebanhos bovinos, o consumo de festuca colonizada por *A. coenophialum* provoca distúrbios com decréscimo no ganho de peso, produção de leite, concepção, prolactina e inabilidade em dissipar o calor corpóreo. BACON (1995) faz menção da presença do endofítico *Acremonium lolii* em plantas de centeio perene (*Lolium perenne*) como responsável pela síndrome de vertigem (desordens neurológicas) em ovelhas.

#### 4 ASSOCIAÇÕES ECOLÓGICAS

Conforme BELESKY et al. (1987) e YANG et al. (1994), a relação existente entre gramíneas e simbiotes é primariamente mutualística, e que resulta em benefícios para ambos. Os endofíticos atuam melhorando a sobrevivência das plantas hospedeiras sujeitas ao estresse ambiental como insetos, animais de pastoreio, patógenos, seca e calor conferindo vantagens adaptativas quando comparadas às não infectadas (SIEGEL et al., 1987; POWELL et al., 1994). Nessa associação os benefícios para o microorganismo são nutrição, proteção, sobrevivência e disseminação via semente e para o hospedeiro crescimento, tolerância a insetos, a animais herbívoros, resistência à doenças (SIEGEL et al., 1987; YANG et al., 1994).

As bactérias, situadas no interior de plantas, são poupadas quanto a competição com microorganismos da microflora rizosférica e podem se adaptar sobrevivendo em função do catabolismo de metabólitos produzidos pela planta hospedeira (McINROY & KLOPPER, 1995).

As relações existentes entre endofíticos e hospedeiro podem ser simbióticas mutualísticas ou simbióticas antagonística, dependendo do benefício ou dano à planta hospedeira. A natureza exata da relação entre um endofítico e a planta pode ser conhecida pelo emprego de técnicas bioquímicas e citológicas (YANG

et al., 1994).

Pesquisas têm demonstrado que fungos endofíticos e seus hospedeiros apresentam relações ecologicamente significantes, sendo, na maioria dos casos, simbiótica mutualística. Estudos biológicos têm mostrado que estas associações fungo-hospedeiro são benéficas com implicações biotecnológicas, promovendo características morfológicas e fisiológicas interessantes e evolucionárias. O microorganismo fornece ao hospedeiro componentes (metabólitos secundários) defensivos e o hospedeiro, por sua vez, confere proteção ao microorganismo através do fornecimento de nutrientes e facilitando a sua disseminação. Segundo JOOST (1995) gramíneas sem o endofítico ficam mais sujeitas as condições de estresse como: ataque de insetos, seca, doenças, predação de raízes por nematóides. De acordo com esse mesmo autor, a presença de *Acremonium* sp. no hospedeiro amplia o número de respostas fisiológicas as quais a sensibiliza aos estresses bióticos e abióticos, aumentando a persistência da planta. Assim BACON (1995), sugere que as soluções para a toxicidade provocada em animais em função do consumo de gramíneas infectadas são difíceis de serem alcançadas uma vez que, gramíneas livres destes agentes são consideradas ecologicamente deficientes.

ARACHA VALETA et al. (1989) e READ & CAMP (1986) observaram que plantas de festuca, colonizadas por endofíticos sobreviviam mesmo em condições de seca, por períodos mais prolongados de tempo quando comparadas as livres de endofíticos. Segundo JOOST (1995) os endofíticos presentes induzem a um aumento na produção de fitohormônios como ácido abscísico e que, para plantas infectadas, pode resultar em maior produtividade e competitividade, em função do aumento no percentual de germinação, produção de biomassa, incremento na produção de grãos, maior número de perfilhos associado à secreção fúngica de ácido indolacético.

Segundo CARROLL (1988) as interações endofítico-hospedeiro são do tipo mutualística constitutiva, onde os microorganismos desenvolvem infecção sistêmica em toda a planta e são transmitidos via semente, a exemplo do que ocorre em gramíneas. Também pode ser mutualística induzida, onde os endofíticos vivem em tecidos senilizados, atuando em partes específicas do hospedeiro e somente colonizam os tecidos vitais da planta quando lesões ou estresse são causados por insetos ou patógenos.

Para determinados hospedeiros existe predominância de um ou poucos gêneros de endofíticos, a exemplo do que ocorre com *Acremonium* spp. Este desenvolve-se apenas em gramíneas forrageiras, enquanto que outros, como *Phomopsis* sp., apresentam pouca ou nenhuma especificidade em relação ao hospedeiro. LEUCHTMANN & CLAY (1990) verificaram que a especificidade pode chegar à nível de espécie a exemplo do que ocorre com *Acremonium coenophialum* em plantas de *Festuca arundinacea*.



## 5 CONCLUSÕES

Os endofíticos são importantes pelo potencial de exploração oferecido em função do aumento na produtividade agrícola.

Várias espécies selecionadas de endofíticos

apresentam potencial para emprego nas indústrias farmacêutica e de defensivos agrícolas além da utilização como vetores genéticos. Existe necessidade de melhor entendimento das relações ecológicas entre endofíticos e hospedeiros visando um melhor aproveitamento dos resultados dessas interações.

VERZIGNASSI, J. R.; HOMECHIN, M.; VIDA, J. B. Endophytic microorganisms. *Semina: Ci. Agr.*, Londrina, v.17, n.1, p.93-98, mar. 1996.

**ABSTRACT:** *Fungi, yeasts, bacteria and flagellates of internal tissues from healthy plants are called endophytic microorganisms. The endophytic microorganisms and plants relationships are asymptomatic and nonpathogenic. This symbiotic association provides nutrition, protection, survival for the microorganism and its dissemination through seeds. For the plant this relationship provides growth, tolerance to insects and herbivores, and disease resistance. The endophytes are important because of their potential for increasing agricultural productivity. Many species of endophytes show potential for being used in pharmaceutic and pesticide industries, and as genetic vectors.*

**KEY-WORDS:** *Microorganism, endophytes, endophytic, symbiotic, fungi, bacteria.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARACHEVALETA, M., BACON, C.W., HOVELAND, C.S. et al. Effect of the tall fescue endophyte on plant response to environmental stress. *Agron. J.*, v.81, n.1, p.83-90, 1989.
- BACON, C.W. Toxic endophyte-infected tall fescue and range grasses: Historic perspectives. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.3, p.861-870, 1995.
- BACON, C.W. Procedure for isolating the endophyte from tall fescue and screening isolates for ergot alkaloids. *Appl. Environ. Microb.*, v.54, n.11, p.2615-2618, 1988.
- BELESKY, D.P., DEVINE, O.J., PALLAS Jr, J.E. et al. Photosynthetic activity of tall fescue as influenced by a fungal endophyte. *Photosynthetica*, v.21, n.1, p.82-87, 1987.
- BISSEGGER, M., SIEBER, T.N. Assemblages of endophytic fungi in coppice shoots of *Castanea sativa*. *Mycologia*, v.86, n.5, p.648-655, 1994.
- BOOSINGER, T.R., BRENDMUEHL, J.P., BRANSBY, D.L. et al. Prolonged gestation, decreased triiodothyronine concentration, and thyroid gland histomorphologic features in newborn foals of mares grazing *Acremonium coenophialum*-infected fescue. *Am. J. Veter. Res.*, v.56, n.1, p.66-69, 1995.
- BROOKS, D.S., GONZALEZ, C.F., APPEL, D.N. et al. Evaluation of endophytic bacteria as potential biological control agents for oak wilt. *Biol. Control*, v.4, n.4, p.373-381, 1994.
- CARROLL, G.C. The biology of endophytism in plants with particular reference to woody perennials. In: FOKKEMA, N.J., VAN den HEUVEL, J. (Ed.). *Microbiology of the Phyllosphere*. London: Cambridge University Press, 1986. p.205-222.
- CARROLL, G. Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology*, v.69, n.1, p.2-9, 1988.
- CERKAUSAS, R.F. Latent colonization by *Colletotrichum* spp.: Epidemiological considerations and implications for mycoherbicides. *Can. J. Plant Pathol.*, v.10, p.297-310, 1988.
- CHEEKE, P.R. Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.3, p.909-918, 1995.
- CROSS, D.L., REDMOND, L.M., STRICKLAND, J.R. Equine fescue toxicosis: sign and solutions. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.3, p.899-908, 1995.
- ELMI, E.E., WEST, C.P., KIRKPATRICK, T.L. et al. *Acremonium* endophyte inhibits root-knot nematode reproduction in tall fescue. *Arkansas Farm Res.*, v.39, n.6, p.3, 1990.
- FAHEY, J.W. Endophytic bacteria for the delivery of agrochemicals to plants. In: CUTLER, H.O. (Ed.). *Biologically active natural products: Potential use agriculture*. Washington: ACS, 1988. p. 120-128.
- FISHER, P.J. Survival and spread of the endophyte *Stagnospora pteridiicola* in *Pteridium equilinum*, other ferns and some flowering plants. *New Phytologist*, v.132, p.119-122, 1996.
- FISHER, P.J., SPOONER, B.M., PETRINI, O. *Peizella pulvinata* var. *lignicola* var. *nov.*, an endophyte of the xylem of *Pinus sylvestris*. *Trans. British Mycol. Soc.*, v.89, n.4, p.593-596, 1987.
- FISHER, P.J., PETRINI, O., LAPPIN SCOTT, H.M. The distribution of some fungal and bacterial endophytes in maize (*Zea mays* L.). *New Phytologist*, v.122, n.2, p.299-305, 1992.
- FLETCHER, L. R., HARVEY, I. C. An association of a *Lolium* endophyte with ryegrass staggers. *New Z. Vet. J.*, v.29, n.10, p.185-186, 1981.
- GILLIS, M., KERSTERS, K., HOSTE, B. et al. *Acetobacter diazotrophicus* sp. *nov.*, a nitrogen acetic acid bacterium associated with sugarcane. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, v.39, n.3, p.361-364, 1989.
- HALLMANN, J., SIKORA, R.A. Influence of *Fusarium oxysporum*, a mutualistic fungal endophyte on *Meloidogyne incognita* infection of tomato. *Plant Dis. Protect.*, v.101, n.5, p.475-481, 1994.
- HOLLIS, J.P. Bacteria in healthy potato tissue. *Phytopathology*, v.41, n.4, p.350-366, 1951.



- JOOST, R.E. *Acremonium* in fescue and ryegrass: Boon or bane? A review. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.3, p.881-888, 1995.
- LEUCHTMANN, A., CLAY, K. Isozyme variation in the *Acremonium/Epichloë* fungal endophyte complex. *Phytopathology*, v.80, n.10, p.1133-1139, 1990.
- McINROY, J.A., KLOPPER, J.W. Survey of indigenous bacterial endophytes from cotton and sweet corn. *Plant and Soil*, v.173, n.1, p.337-342, 1995.
- MISAGHI, I.J., DONDELINGER, C.R. Endophytic bacteria in symptom-free cotton plants. *Phytopathology*, v.80, n.9, p.808-811, 1990.
- MUNDT, J.O., HINKLE, N.F. Bacteria within ovules and seeds. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.32, p.694-698, 1976.
- PATERSON, J., FORCHERIO, C., LARSON, B. et al. The effects of fescue toxicosis on beef cattle productivity. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.3, p.889-898, 1995.
- PEREIRA, J.O. *Fungos endofíticos dos hospedeiros tropicais Stylosanthes guianensis e Musa cavendish*. Piracicaba, 1993. Tese (M.Sc.). 105 p.
- PETERSON, R.L., HOWARTH, M., WHITTIER, D.P. Interactions between a fungal endophyte and gametophyte cells in *Psilotum nudum*. *Can. J. Botany*, v.59, n.5, p.711-720, 1981.
- PETRINI, O. Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. In: FOKKEMA, N.J. & VAN den HEUVEL, J. ed. *Microbiology of the phyllosphere*. London: Cambridge University Press, 1986. p.157-187.
- PORTER, J.K. Analysis of endophyte toxins: Fescue and other grasses toxic to livestock. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.3, p.871-880, 1995.
- POWELL, R.G., TEPASKE, M.R., PLATTNER, R.D. et al. Isolation of resveratrol from *Festuca versuta* and evidence for the widespread occurrence of this stilbene in the poaceae. *Phytochemistry*, v.35, n.2, p.335-338, 1994.
- READ, J.C., CAMP, B.J. The effect of the fungal endophyte *Acremonium coenophialum* in tall fescue on animal performance, toxicity, and stand maintenance. *Agron. J.*, v.78, n.5, p.848-850, 1986.
- ROHRBACH, B.W., GREEN, E.M., OLIVER, J.W. et al. Agregate risk study of exposure to endophyte-infected (*Acremonium coenophialum*) tall fescue as a risk factor for laminitis in horses. *Am. J. Veter. Res.*, v.56, n.1, p.22-26, 1995.
- SAMISH, Z., ETINGER-TULCZYNSKA R., BICK, M. Microflora within healthy tomatoes. *Appl. Microbiol.*, v.9, n.1, p.20-25, 1961.
- SARDI, P., SARACCHI M., QUARONI, S. et al. Isolation of endophytic *Streptomyces* strains from surface-sterilized roots. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.58, n.8, p.2691-2693, 1992.
- SIEBER, T.N., DORWORTH, C.E. An ecological study about assemblages of endophytic fungi in *Acer macrophyllum* in British Columbia: In search of candidate mycoherbicides. *Can. J. Botany*, v.72, n.10, p.1397-1402, 1994.
- SIEBER, T., RIESEN, T.K., MÜLLER, E. et al. Endophytic fungi in four winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) differing in resistance against *Stagonospora nodorum* (Berk.) Cast. & Germ. = *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. *J. Phytopathol.*, v.122, n.4, p.289-306, 1988.
- SIEBER, T.N., SIEBER-CANAVESI, F., DORWORTH, C.E. Endophytic fungi of red alder (*Alnus rubra*) leaves and twigs in British Columbia. *Can. J. Botany*, v.69, n.2, p.407-411, 1991.
- SIEGEL, M.R., LATCH, G.C.M., JOHNSON, M.C. Fungal endophytes of grasses. *Ann. Rev. Phytopath.*, v.25, p.293-315, 1987.
- SPURR Jr. H., WELTY, R.E. Characterization of endophytic fungi in healthy leaves of *Nicotiana* spp. *Phytopathology*, v.65, n.4, p.417-422, 1975.
- STIERLE, A., STROBEL, G., STIERLE, D. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreanae*, an endophytic fungus of pacific yew. *Science*, v.260, n.4, p.214-216, 1993.
- WALKER, J.C. *Plant Pathology*. 3.ed. New York: McGraw Hill, 1972. 819p.
- WHITE Jr., J.F., COLE, G.T. Endophyte-host associations in forage grasses. I. Distribution of fungal endophytes in some species of *Lolium* and *Festuca*. *Mycologia*, v.77, n.2, p.323-327, 1985.
- WHITE Jr., J.F., COLE, G.T. Endophyte-host associations in forage grasses. V. Occurrence of fungal endophytes in certain species of *Bromus* and *Poa*. *Mycologia*, v.78, n.5, p.846-850, 1986.
- WHITESIDES, S.K., SPOTTS, R.A. Frequency, distribution, and characteristics of endophytic *Pseudomonas syringae* in pear trees. *Phytopathology*, v.81, n.4, p.453-457, 1991.
- YANG, X.S., STROBEL, G., STIERLE, A. et al. A fungal endophyte-tree relationship: *Phoma* sp. in *Taxus wallachiana*. *Plant Sci.*, v.102, n.1, p.1-9, 1994.