

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA E
PARASITOLOGIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**CARACTERIZAÇÃO TAXONÔMICA DE
FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES
NAS DUNAS DA ILHA DE SANTA CATARINA**

ALEKSANDER WESTPHAL MUNIZ

1997

R 189
Ex.1

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pois sem essa o trabalho não seria possível.

Agradeço a minha família pela dedicação e incentivo durante o decorrer do curso de Agronomia.

Agradeço também a minha orientadora Margarida M. de Mendonça e aos professores Paulo E. Lovato, Alexandre Verzani e Vetúria L. de Oliveira pelo respeito e ensinamentos.

Agradeço ainda aos colegas e amigos José Renato, Gilson, Admir, Freddie, Analia, Mônica, Clenoir e Edson pelo auxílio e convívio fraterno.

Agradeço a todos que de uma maneira ou de outra possibilitaram a realização desse trabalho.

À minha noiva Ane Graciele

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO.....	2
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
III.MATERIAL E MÉTODOS	9
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
V. CONCLUSÕES.....	24
VI.ANEXOS	25
VII. BIBLIOGRAFIA.....	29

I. INTRODUÇÃO

A biodiversidade considera a vida em todos os seus níveis de organização. A sua avaliação é feita através das suas espécies e populações, que podem ser expressas em determinados índices. Entretanto, para que essa avaliação seja bem sucedida é necessário caracterizar e descrever as espécies através de sistemas taxonômicos. Esses sistemas servirão de instrumentos de valorização da biodiversidade.

Os estudos de biodiversidade podem ser realizados com sucesso em dunas. Esse sucesso se deve à menor complexidade do ecossistema de dunas, que permitindo uma avaliação melhor da diversidade e dos fatores ambientais. As dunas estão sujeitas a vários estresses como a salinidade, o vento, e a seca. Para minimizar o efeito desses estresses as plantas de dunas formam micorrizas, que aumentam a área de absorção de nutrientes das raízes. Além disso as micorrizas propiciam uma maior estabilização das dunas através do agregamento das partículas de areia. Entre os tipos de micorrizas destaca-se as endomicorrizas arbusculares, que ocorrem de maneira generalizada entre as plantas. As endomicorrizas são formadas por fungos zigomicetos da ordem *Glomales*.

A biodiversidade dos fungos da ordem *Glomales*, que são comumente chamados de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), tem sido amplamente estudada no ecossistema de dunas. Entretanto, a sua caracterização e classificação ainda estão pouco desenvolvidas, sendo necessário uma intensificação de trabalhos nessa área. Assim, o objetivo desse trabalho foi descrever e caracterizar as espécies de FMA presentes nas dunas da Ilha de Santa Catarina.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. BIODIVERSIDADE

A biodiversidade se refere a variedade de organismos vivos, sua variabilidade genética e as comunidades ecológicas em que estão inseridos. Para avaliar essa biodiversidade utilizam-se medidas de riqueza e abundância de espécies. A riqueza de espécies é definida como número de espécies de um ecossistema, enquanto a abundância expressa o número de indivíduos de cada espécie. Devido a complexidade da biodiversidade a riqueza de espécies pode ser dividida em 4 componentes: riqueza pontual, riqueza- α , riqueza- β e riqueza- γ . A riqueza pontual considera o número de espécies em um ponto específico, enquanto a riqueza- α considera o número de espécies encontradas em uma área homogênea. Já a riqueza- β considera a variação no número de espécies através dos habitats, enquanto a riqueza- γ considera a variação no número de espécies através de gradientes de relevo (ORIAN, 1994). Estas medidas de diversidade podem também ser expressas utilizando índices como o de Simpson e de Shannon-Weiner. Esses índices consideram a riqueza e abundância conjuntamente (BROWER & ZAR, 1984).

Os primeiros passos para a avaliação da biodiversidade específica são a caracterização e classificação das espécies. A caracterização consiste na descrição dos caracteres de uma espécie, enquanto a classificação consiste na ordenação desta espécie em um grupo com caracteres semelhantes. Essa classificação pode ser realizada por 2 sistemas taxonômicos: o fenético e o cladístico. O sistema fenético se baseia em medidas numéricas dos indivíduos, como por exemplo o tamanho de suas estruturas, e em análises matemáticas das discontinuidades morfológicas entre espécies. Tal sistema prediz que a classificação deve ser baseada também em padrões de similaridade e em diferenças entre indivíduos ou grupos de espécies (MEFFE & CARROL, 1994). Já o sistema cladístico se baseia na hierarquia dos grupos monofiléticos. Esses

grupos contém todos os descendentes do mais recente ancestral comum, e se baseia no fato da classificação ter que refletir a ramificação e o parentesco entre espécies, o qual é descrito na forma de um cladograma. Esse cladograma é uma hipótese do parentesco genealógico entre as espécies (CRACRAFT, 1983; citado por MEFFE & CARROL, 1994).

A caracterização da biodiversidade nos permite determinar o seu valor. Esse valor pode ser instrumental ou inerente (CALLICOTT, 1994). O valor instrumental consiste na utilização da biodiversidade para produção de bens e serviços como novas culturas (PLOTKIN, 1988), medicamentos (FARNSWORTH, 1988), agentes decompositores de matéria orgânica (BEARE et al., 1995) e agentes de controle biológico (SANTOS et al., 1981). Já o valor inerente consiste na obrigação ética de manter a biodiversidade para as futuras gerações (CALLICOTT, 1994).

2. DUNAS

As dunas são um ecossistema pioneiro formado pela ação dos ventos sobre a areia (ODUM, 1969). Essas dunas apresentam diferentes perfis que exibem o aumento da diversidade da flora juntamente com o aumento da estabilidade da areia. Essas permitem estudos de autoecologia através de experimentação direta e manipulação de condições de tipos de vegetação e espécies individuais (WILLIS, 1989). Isso pode ser observado no trabalho efetuado por Page et al. (1985), que investigou o efeito da adição de fertilizantes e herbicidas em 20 espécies de plantas nas dunas de Ynysias. Além de permitirem também estudos bioquímicos, fisiológicos, populacionais e genéticos. Os estudos bioquímicos e fisiológicos podem ser vislumbrados nos trabalhos com relações de água e plantas em condições naturais realizados por Willis & Jefferies (1963) citados por Willis (1989). Já os estudos populacionais podem ser observados em trabalhos realizados por Cordazzo & Costa (1989), Cordazzo & Seeliger (1993), Olf et al. (1993), Costa et al. (1996) que observaram associações vegetais, zoneamento de habitats, distribuição vegetal

e a dinâmica de espécies em relação ao acúmulo de nutrientes, respectivamente. Os estudos genéticos por sua vez podem ser observados nos trabalhos de Bradshaw (1958) citado por Willis (1989), que constatou a presença de híbridos entre *Agrostis stolonifera* e *Agrostis capillaris*.

As dunas são afetadas por diversos fatores entre os quais estão o vento, a biota existente no solo e o tempo (WILLIS, 1989). O vento afeta os processos de erosão, aeração e regime hídrico dos solos e altera a disponibilidade de nutrientes através da dispersão e concentração de areia. Esse afeta também a flora através do enterrio ou dissecação de mudas e plantas adultas. Já a biota do solo afeta a sucessão vegetal através da disponibilização de nutrientes. Segundo Tilman (1988) quando os nutrientes estão em baixos níveis durante o início da sucessão, a competição se dará por nutrientes e não por luz o que favorecerá as espécies vegetais que investem no desenvolvimento do sistema radicular. Esse investimento favorece a simbiose micorrízica, cuja associação faz com que aumente a área explorada pelo sistema radicular, disponibilizando elementos com baixa solubilidade no solo como fósforo e zinco (LOVATO *et al.*, 1996).

3. MICORRIZAS

Micorrizas são simbioses que ocorrem entre determinados fungos presentes no solo e o sistema radicular da maioria das plantas (MOLINA & TRAPPE, 1984; GIANNINAZZI & GIANNINAZZI-PEARSON, 1988). Essas são classificadas de acordo com anatomia das raízes colonizadas em ectomicorrizas, ectendomicorrizas e endomicorrizas (SIQUEIRA *et al.*, 1988).

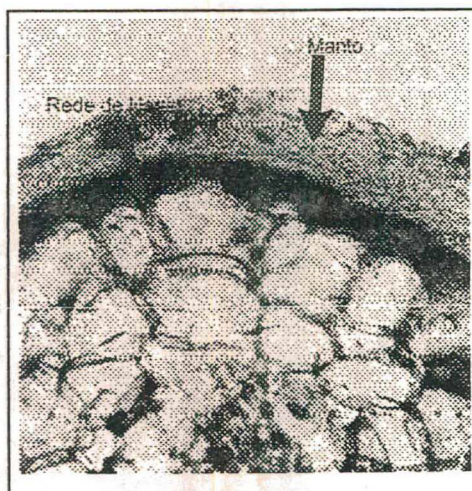


Figura 1. Segmento de Raiz de *Pinus sp.* com Ectomicorriza

As ectomicorrizas são caracterizadas pela penetração intracelular do micélio com formação de rede de Hartig no interior do córtex radicular e de manto em torno das raízes colonizadas (Figura 1). Essas ectomicorrizas provocam, ainda, modificações no sistema radicular (Figura 2).

Já as ectendomicorrizas são ectomicorrizas com penetração intra e intercelular do micélio e apresentam diferenças anatômicas em função da planta hospedeira. As ecto e

ectendomicorrizas ocorrem em 3% das plantas vasculares (IMSHENETSKII, 1955; DANIELSON, 1982; citados por MOLINA & TRAPPE, 1988). E por último, as endomicorrizas são caracterizadas pela penetração intra

e intercelular, ausência de manto e modificações do sistema radicular (Figura 3). Essas endomicorrizas são subdivididas em ericóides, orquidóides e arbusculares. As endomicorrizas ocorrem em mais de 80 % das plantas vasculares (SIQUEIRA et al., 1988; GIANNINAZZI & GIANNINAZZI-PEARSON, 1988).

Os fungos presentes nesta associação são zigomicetos da ordem Glomales, alguns basidiomicetos e ascomicetos.

Das micorrizas advém inúmeros benefícios para as plantas e solo. Entre os benefícios para as plantas estão a melhoria na absorção de nutrientes, de água (SHARMA et al., 1988; AZIZ & HABTE., 1989¹; AZIZ & HABTE., 1989²;



Figura 2. Modificações Radiculares em *Pinus sp.* com Ectomicorriza



Figura 3. Segmento de *Shorgum bicolor* colonizado por Endomicorriza

CHULAN, 1991; RAO & TARAFDAR , 1993), a tolerância a doenças (DEHNE, 1982), variações no pH do solo (RAJU et al., 1988; ROSENDAHL & ROSENDAHL, 1991), extremos de temperatura (POND et al., 1983; citado por ROSENDAHL & ROSENDAHL, 1991) e a seca (RAO & TARAFDAR , 1993). Já ao solo conferem uma melhor agregação através do micélio fúngico (MILLER & JASTROW, 1992).

4. BIODIVERSIDADE DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (FMA)

A maioria dos trabalhos referentes a biodiversidade de fungos inclui freqüentemente os 4 tipos de riqueza de espécies dando maior ênfase aos tipos α e β , como nos trabalhos de Dobeller (1978), Huldén (1983) e Kohmeyer & Volkmann-Kolmeyer (1991), citados por Hanksworth (1991) com ascomicetos de briófitas, ascomicetos de insetos e hifomicetos aquáticos, respectivamente. No caso dos FMA, diversos trabalhos semelhantes foram realizados. Alguns desses trabalhos foram efetuados em dunas por Giovanetti & Nicolson (1983), Abe *et al.* (1994) e Koske & Gemma (1996) e enfocaram principalmente as riquezas pontual e γ , enquanto outros realizados por Koske (1988) enfocaram as riquezas α e β . Outros ainda como o trabalho de Abe & Katsuya (1995) enfocaram as riquezas pontual e γ .

Diversos fatores afetam a biodiversidade de FMA tais como área de abrangência, clima, hidrologia, geologia e latitude. Com o aumento da área de abrangência há um aumento do número de espécies recuperadas como observado em dunas por Abe & Katsuya (1995) e Koske & Gemma (1996). A biodiversidade pode aumentar também ao longo de um gradiente de latitude como observado por Koske (1987), e pode ainda variar com relação a sazonalidade como observado em trabalhos em áreas de dunas efetuados por Giovanetti (1985) e Stürmer & Bellei (1994).

A avaliação da biodiversidade de FMA é difícil de ser realizada devido ao fato desses fungos serem simbioses obrigatórios, com uma fase

extraradical e uma intraradical que impossibilitam a obtenção de culturas axênicas. A fase extraradical é composta de hifas e esporos presentes no solo , enquanto a fase intraradical inclui hifas, vesículas e arbúsculos (BRUNETT *et al.*, 1994). E também, devido ao fato da caracterização sistemática estar pouco desenvolvida, com a maioria dos trabalhos ainda na fase descritiva. Isso pode ser observado nos trabalhos realizados por Giovanetti & Nicolson (1983), Koske & Walker (1986), Koske (1988), Koske & Gemma (1989), Abe *et al.* (1995), Koske & Gemma (1995), sendo que a última revisão sistemática destes fungos foi realizada por Gerdemann & Trappe (1974). Desde esse período poucas revisões foram realizadas, ainda que o número de espécies tenha aumentado 80 % , 2 gêneros tenham sido excluídos, 2 gêneros propostos e muitos caracteres definidos (MORTON, 1988; citado por MORTON, 1990).

III.MATERIAL E MÉTODOS

1. Local de Estudo

O estudo foi conduzido nas dunas (Figura 4) da Ilha de Santa Catarina, estado de Santa Catarina, Brasil. O solo das dunas é quartzoso, distrófico, e com textura arenosa, além de se apresentar seco e com altos teores de cloreto de sódio em alguns locais conforme os resultados das análises químicas apresentados no anexo 1. O clima é subtropical quente e úmido (cfb) de acordo com a classificação de Köppen, a temperatura média é em torno de 20 °C, e as chuvas são bem distri-buídas durante o ano em torno de 1350 mm. Os ventos predominantes são dos quadrantes norte e nordeste, mas geralmente é o vento sul responsável pelas

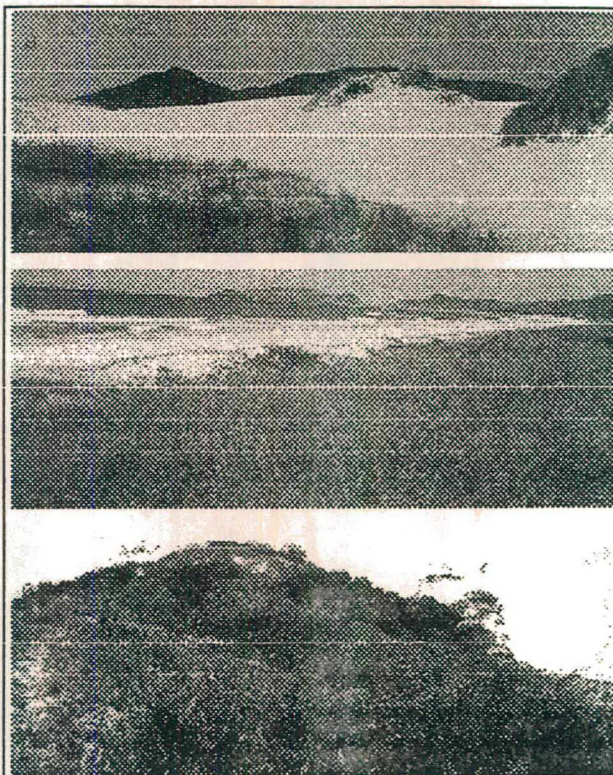


Figura 4. Dunas Móvel (a), Semifixa (b) e Fixa (c) da Ilha de Santa Catarina

mudanças de temperatura. De acordo com Reitz (1961) e Bresolin (1979) a vegetação típica das dunas móveis é composta de Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Compositae e Graminae, enquanto nas dunas semifixas aparecem Calyceraceae, Compositae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Graminae, Leguminosae, Melastomataceae, Polygaceae e Umbelliferae. E por último as dunas fixas apresentam a vegetação composta de Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Compositae,

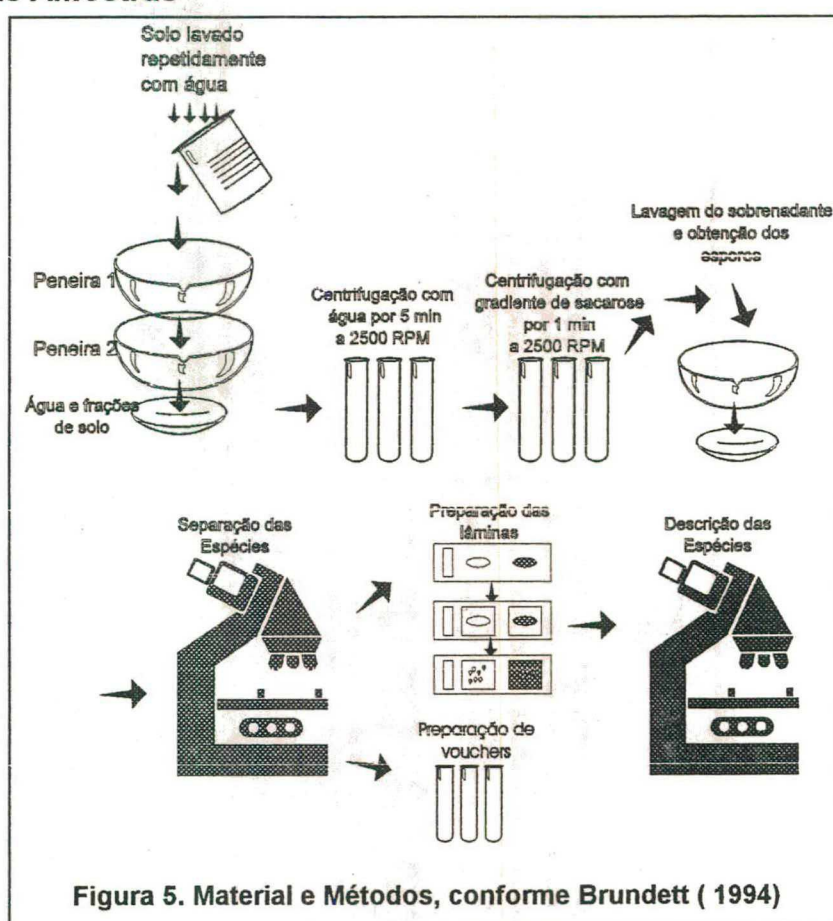
Cyperaceae, Leguminosae, Melastomataceae, Polypodiaceae, Orchidaceae e Sapindaceae .

2. Coleta das Amostras

As amostras de solo para obtenção de esporos foram coletadas diretamente na duna semifixa na praia da Joaquina nos meses de outubro (1996) e fevereiro (1997). Também foram coletadas amostras em culturas-armadilha da duna móvel desta mesma praia e da praia do Santinho.

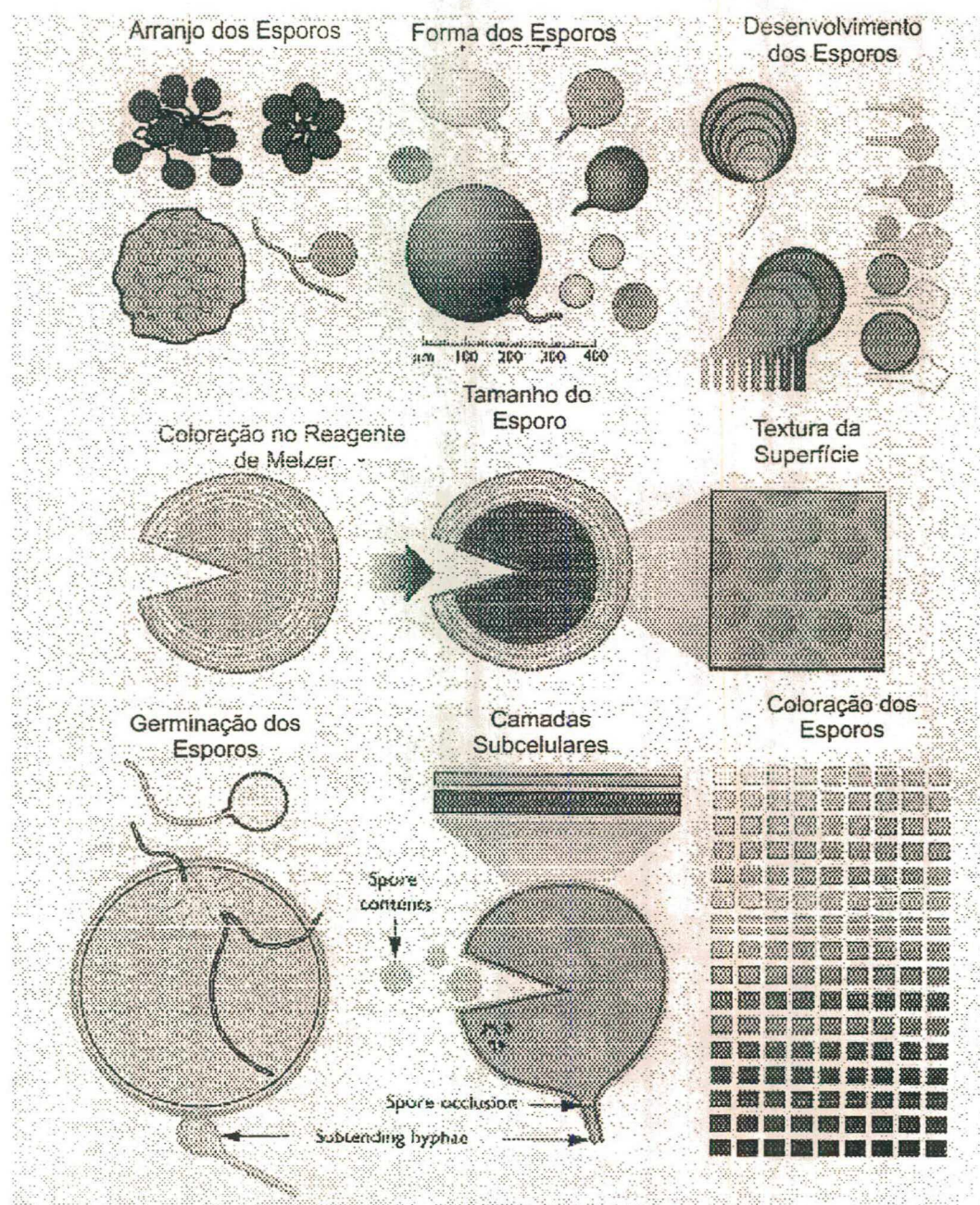
3. Processamento das Amostras

Os esporos foram obtidos através de peneiragem, decantamento úmido e gradiente de sacarose (GERDEMANN & NICOLSON, 1963). Uma parte desses esporos foi utilizado na montagem de lâminas (Anexo 2), enquanto a outra parte foi armazenada a 8°C em frascos contendo azida sódica (Anexo 3).



A descrição dos espécimes foi realizada de acordo com a terminologia definida por Morton *et al.*(1996). Essa terminologia utiliza caracteres quantitativos e qualitativos dos esporos (Figura 6).

Figura 3. Taxonomia de FMA baseada em Esporos (Brundett, 1996)



IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies recuperadas através de coleta direta de esporos nas dunas da praia da Joaquina foram *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora* # 2, *Glomus aggregatum*, *Glomus* # 1 e *Scutellospora verrucosa*. Já das culturas-armadilha da Joaquina foram recuperadas as espécies *Acaulospora appendicula* e *Gigaspora albida*, enquanto da cultura-armadilha da praia do Santinho foi recuperada a espécie *Acaulospora* # 4. Essas espécies foram descritas a seguir na mesma ordem em que foram obtidas.

a) *Gigaspora albida*

Os esporos desta espécie apresentaram cor verde claro a creme, com forma globosa a subglobosa e diâmetro de (174,02) 223,34 (266,17) μm (Figura 7). A cor e a forma foram similares as encontradas por Schenk & Smith

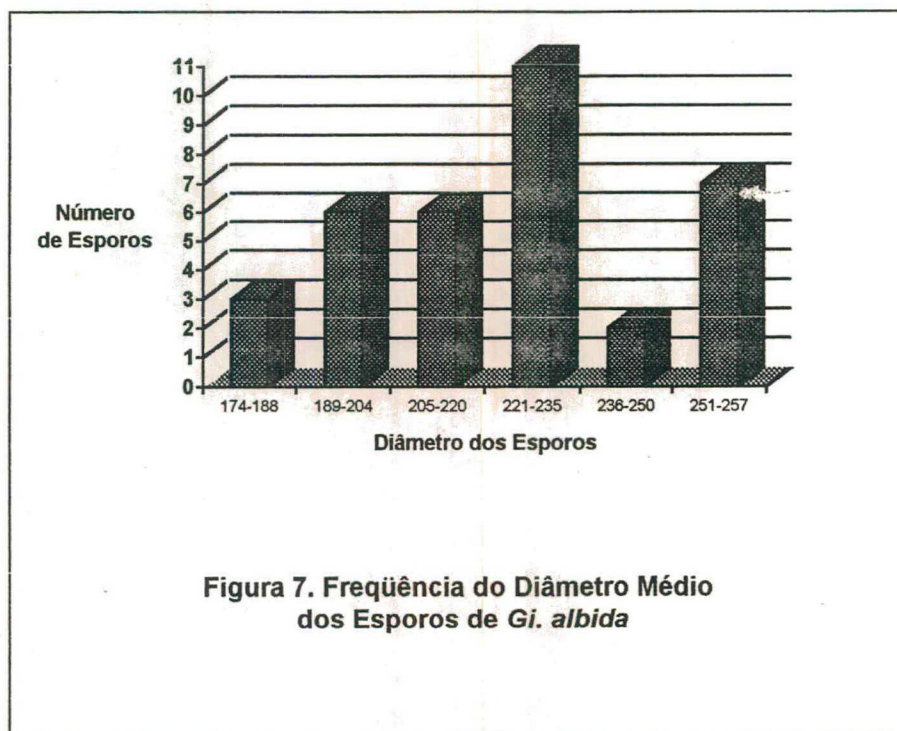


Figura 7. Frequência do Diâmetro Médio dos Esporos de *Gi. albida*

(1982) e Morton et al. (1996), enquanto o diâmetro médio foi inferior. Esses autores encontraram diâmetros médio entre 250-265 μm .

Os esporos apresentaram também uma parede formada por 2 camadas

(Figura 8). A primeira camada, mais externa, apresentou uma superfície lisa e rígida, de cor hialina a amarelo claro e espessura de 0,73-1,46 μm . Já a segunda camada, mais interna, apresentou-se laminada com várias subcamadas de coloração e espessura variáveis. A

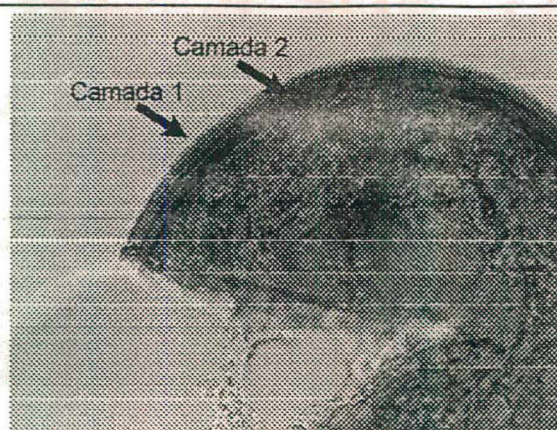
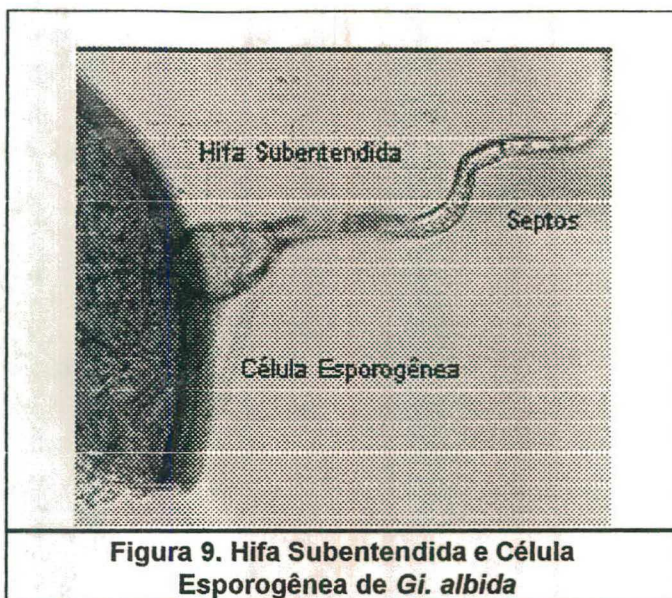


Figura 8. Parede do Esporo de *Gi. albida*

coloração dessas subcamadas variou de amarelo claro a amarelo amarronzado, enquanto a espessura variou de 5,34 - 10,68 μm . Entretanto, a coloração dessas camadas pode variar de marrom avermelhado a vermelho escuro em lâminas com reagente de Melzer. A coloração dessas camadas foi a mesma descrita por Morton *et al.* (1996), enquanto que a espessura foi inferior. Entretanto, essa espessura inferior se deve provavelmente ao estágio de diferenciação da parede do esporo. Morton *et al.* (1996) salienta ainda a presença de uma terceira camada, que só pode ser visualizada claramente com um microscópio eletrônico. Entretanto, quando visualizada essa camada apresenta cavidades ou papilas em sua superfície interna. Essas cavidades concentram-se na região onde se formarão os tubos germinativos do esporo.

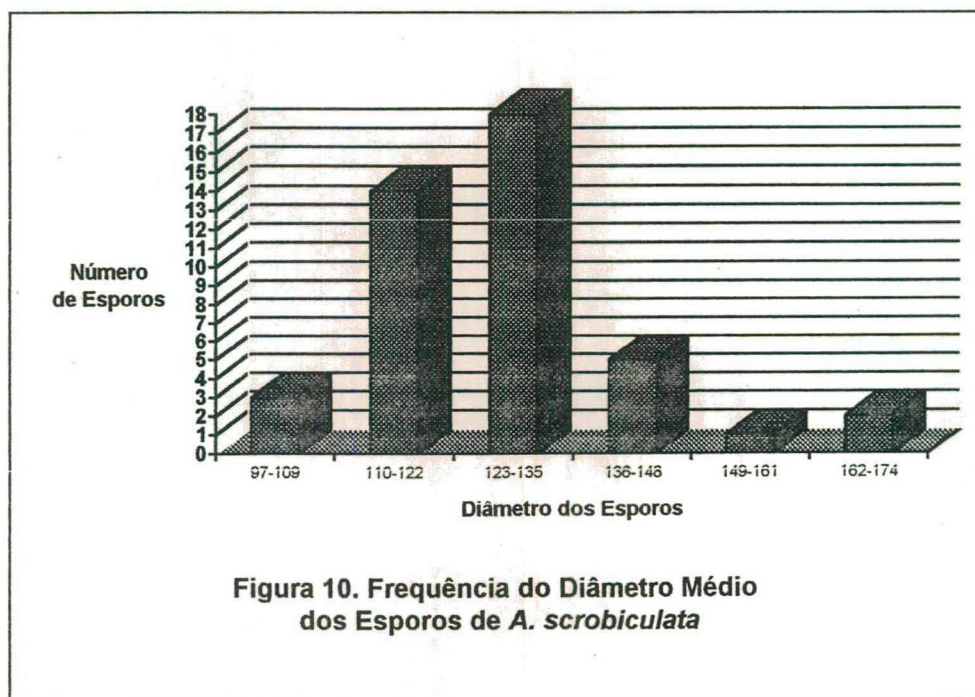
Os esporos desse fungo ainda apresentaram uma hifa subentendida septada com uma célula esporogênea de forma globosa a subglobosa e de diâmetro de (27,94) 36,27 (49,01) μm (Figura 9). A hifa e a forma da célula esporogênea apresentaram as mesmas características das descrições de Schenck & Smith (1982) e Morton *et al.* (1996), enquanto o diâmetro foi similar ao de Schenck & Smith (1982) e inferior ao de



Morton *et al.* (1996). Esses autores encontraram o diâmetro médio em torno de 36 e 41 μm respectivamente.

b) *Acaulospora scrobiculata*

Os esporos desta espécie apresentaram coloração hialina a amarelo claro, forma globosa a subglobosa ou ocasionalmente irregular e diâmetro de (97,06) 126,81 (172,55) μm (Figura 10). A colo-



ração, a forma e o diâmetro foram similares as observações realizadas por

Morton *et al.*, mas a coloração e o diâmetro foram diferentes da descrição original (TRAPPE,1977). Nessa descrição Trappe (1977) observou também esporos de coloração verde oliva e com o diâmetro médio de 160 μm .

Os esporos apresentaram também uma parede com 2 camadas (Figura 11). A primeira camada apresentou coloração hialina, com 0,73-2,18 μm de espessura. A coloração dessa camada foi a mesma descrita por Morton *et al.* (1996), mas foi diferente da descrição original (TRAPPE ,1977) , que era amarelo-claro. Entretanto , a espessura foi semelhante a descrita pelos dois autores. Já a segunda camada apresentou-se laminada com subcamadas de coloração variável e espessura de 3,60-5,57 μm . A coloração dessas subcamadas varia de amarelo claro a amarelo escuro. Essa variação de cor foi a mesma descrita por Morton *et al.* (1996), enquanto que a descrição original não apresenta

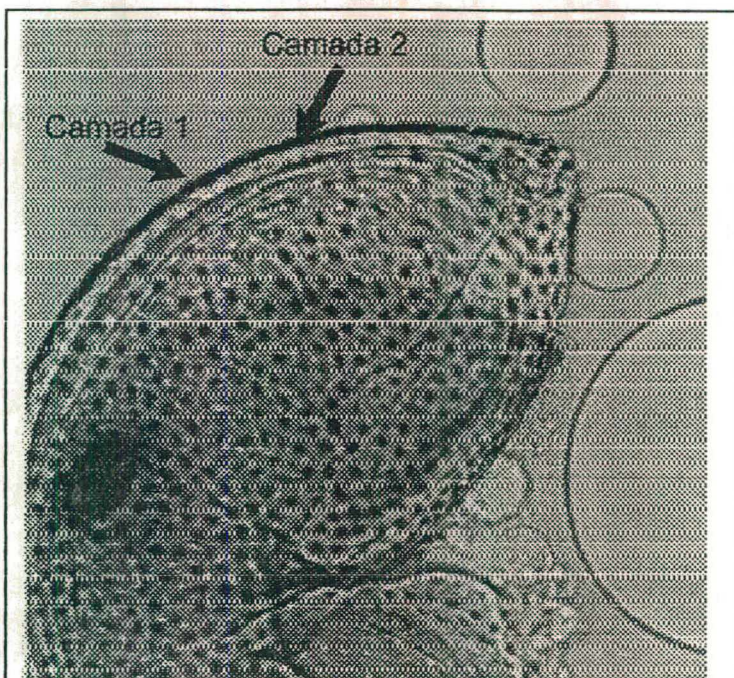


Figura 11. Parede do Esporo de *A. scrobiculata*



Figura 12. Parede de *A. scrobiculata* com Ornamentação

essa variação. Nessas subcamadas são encontradas depressões côncavas e ovóides (Figura 12) . Essas depressões constituem a ornamentação da espécie e são similares as descritas por Trappe (1977) e Morton *et al.* 1996)

Os esporos dessa espécie apresentaram ainda 3 paredes internas. A primeira é uma camada simples, de coloração hialina a amarelo claro e espessura de 0,43-1,69 μm . A coloração foi similar a descrita por Morton *et al.* (1996), enquanto que a espessura foi superior em aproximadamente 1 μm . Essa parede encontra-se próxima a parede do esporo e pode ser mais facilmente visualizada em lâminas contendo reagente de Melzer do que com PVLG. Já a segunda parede apresenta 2 camadas compactas e aderentes, de coloração hialina e com espessura de 0,97-2,18 μm . A coloração foi a mesma descrita por Morton *et al.* (1996), enquanto que a espessura variou. De acordo com o autor essa variação se deu devido aos diferentes estádios de desenvolvimento do esporo. Esse autor encontrou uma variação de 1,0-1,3 μm . Nenhuma das duas camadas reage quando em contato com o reagente de Melzer. Enquanto a terceira parede apresenta 2 camadas compactas e aderentes. A primeira camada com excrescências granulares e espessura de 0,48-0,97 μm , similares as encontradas por Morton *et al.* (1996). Já a segunda camada apresentou coloração violeta em lâminas com reagente de Melzer como descrito por Morton *et al.* (1996), mas sua espessura não foi medida.

Os esporos de *A. scrobiculata* ainda apresentaram uma cicatriz de forma ovóide. Essa cicatriz indica a região de contato entre o esporo e o sáculo esporífero durante a síntese do esporo (MORTON *et al.*, 1996).

c) *Scutellospora verrucosa*

Os esporos desta espécie apresentaram coloração laranja amarronzada, forma globosa ou subglobosa e diâmetro de (222,55) 315,50 (415,68) μm (Figura 13). A coloração, forma e tamanhos mínimo e médio foram similares aos observados por Morton et al. (1996) e Koske & Walker (1985).

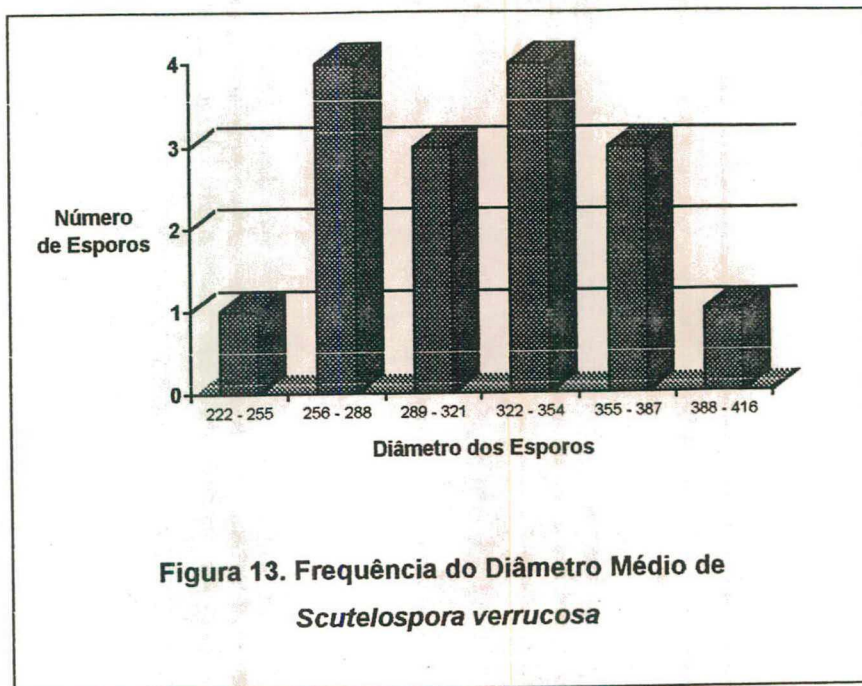


Figura 13. Frequência do Diâmetro Médio de *Scutellospora verrucosa*

Entretanto o diâmetro máximo diferiu, pois esses autores encontraram diâmetro máximo de 360 μm e 476 μm , respectivamente.

Os esporos dessa espécie apresentaram também uma parede com 2 camadas. A primeira camada apresentou uma coloração amarelo claro a amarelo amarronzado e uma espessura de 0,97-1,45 μm . A coloração foi a mesma encontrada por Koske & Walker (1985) e Morton et al. (1996). Porém, a espessura foi diferente da encontrada por Morton et al. (1996) em 0,45 μm . Já a segunda camada apresentou uma coloração laranja amarronzado a vermelho amarronzado e uma espessura variando de 3,63-9,68 μm . A coloração foi a mesma encontrada por Koske & Walker (1985) e Morton et al. (1996), mas a espessura foi diferente da encontrada por esses autores. Koske & Walker (1985) e Morton et al. (1996) encontraram 3,0-12,5 μm e 6,2-8,4 μm , respectivamente.

Os esporos desse fungo apresentaram ainda uma hifa septada com uma célula esporogênea de forma globosa a subglobosa, de coloração marron

amarelado e de diâmetro de (61,27) 65,97 (69,11) μm . A hifa e a forma da célula esporogênea apresentaram as mesmas características das descrições de Koske & Walker (1985) e Morton *et al.* (1996).

d) *Acaulospora* # 2

Os esporos desta espécie apresentaram coloração hialina a amarelo claro, forma globosa ou subglobosa e diâmetro de (82,35) 91,28 (100,98) μm

(Figura 14). Esses esporos apresentaram também uma parede com 2 camadas (Figura 15). A primeira camada apresentou coloração hialina, com 0,48-1,21

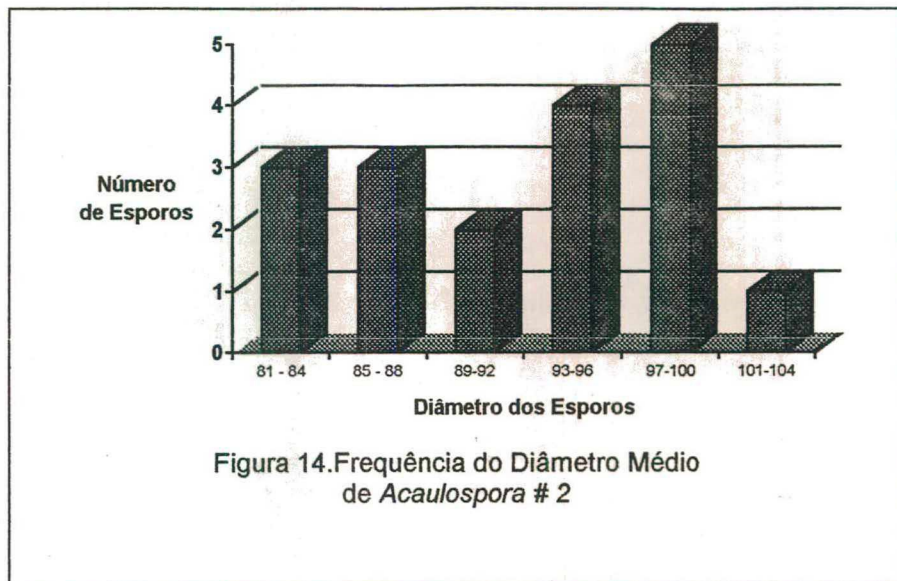


Figura 14. Frequência do Diâmetro Médio de *Acaulospora* # 2

μm de espessura. Já a segunda camada apresentou-se laminada com subcamadas de coloração variável e espessura de 1,94-3,15 μm . A coloração dessas subcamadas varia de amarelo amarronzado a amarelo claro. Os esporos apresentaram 3 paredes internas. A primeira é uma camada simples, de coloração amarelo

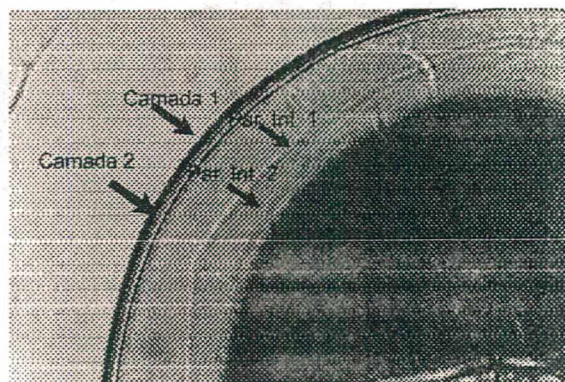


Figura 15. Parede do Esporo de *Acaulospora* # 2

claro e espessura de 0,73-1,94 μm . Essa parede encontra-se próxima a parede do espora e pode ser mais facilmente visualizada em lâminas contendo reagente de Melzer do que com PVLG. Já a segunda parede apresenta 2

camadas compactas e aderentes, de coloração amarelo claro e com espessura de 0,73-6,05 μm . De acordo com Morton et al. (1996) essa variação pode ter se dado devido aos diferentes estádios de desenvolvimento do esporo. Esse autor encontrou variação semelhante em outras espécies do gênero *Acaulospora*. Nenhuma das duas camadas reage quando em contato com o reagente de Melzer. Enquanto a terceira parede apresentou coloração marrom avermelhado a violeta em lâminas com reagente de Melzer.

e) *Glomus aggregatum*

Os esporos dessa espécie apresentaram coloração marrom alaranjado, forma globosa ou subglobosa e diâmetro de (60,30) 68,77 (80,88) μm (Figura 16).

Esses esporos encontram-se geralmente agregados formando um espocarpo de 212-300 μm . A coloração e forma

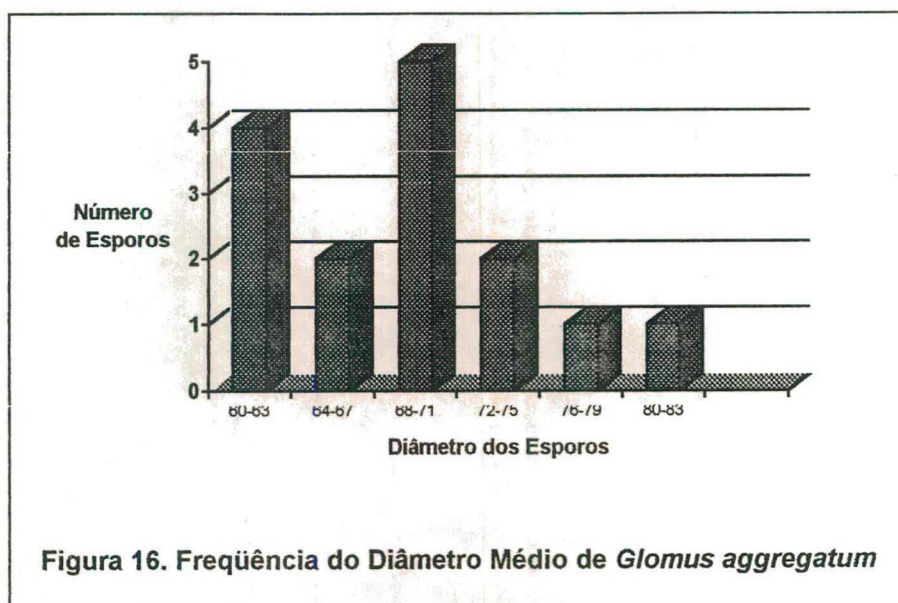


Figura 16. Frequência do Diâmetro Médio de *Glomus aggregatum*

foram similares as encontradas por Koske (1985), mas a coloração diferiu da descrição original (SCHENCK & PÉREZ, 1982). Nessa descrição Schenck & Pérez encontraram a coloração marrom amarelada. Já o diâmetro médio foi similar ao encontrado por Schenck e Pérez (1982) e Koske (1985). Entretanto o diâmetro máximo diferiu dos encontrados por Schenck & Pérez (1982) e Koske (1985). Esses autores encontraram diâmetro máximo de 87 e 120 μm , respectivamente.

Os esporos dessa espécie apresentaram ainda uma parede composta de 2 camadas (Figura 17). A primeira camada apresentou coloração marrom

amarelado e espessura de 4,36-7,26 μm , enquanto a segunda camada apresentou coloração amarelo claro e espessura de 1,21-2,18 μm . Koske(1985) encontrou a mesma variação de coloração, entretanto considerou a parede do esporo como um todo não separando-a em camadas. Entretanto esse autor encontrou a uma variação de espessura de até 10 μm na parede do esporo, o que é similar a encontrada nesse trabalho.

Os esporos dessa espécie apresentaram ainda uma hifa de sustentação reta ou recurvada (Figura 17). Essa hifa apresentou a mesma foram descrita por Schenck & Smith (1982) e Koske (1985).



Figura 17. Parede de Esporo de *Glomus aggregatum*

f) *Acaulospora appendicula*

Os esporos dessa espécie apresentaram coloração laranja amarronzada, forma globosa e diâmetro de (154,90) 233,28 (347,34) μ m (Figura 18). A

coloração e a forma

foram similares as

encontradas na

descrição original

(SCHENCK et al.

(1984), mas os

diâmetros mínimo,

médio e máximo

diferiram. Nessa

descrição Schenck

et al. (1984) en-

controu diâmetros mínimo, médio e máximo de 190, 250 e 390, respectivamente.

Os esporos dessa espécie

apresentaram também uma

parede com duas camadas

(Figura 19). A primeira camada

apresentou coloração amarelo-

claro a amarelo com espessura

variando de 4,84-12,83 μ m. Já a

segunda camada apresentou

uma coloração amarelo claro com

espessura variando de 1,45-4,12.

Essa camadas quando

consideradas conjuntamente são

similares a camada descrita

originalmente por Schenck et al.

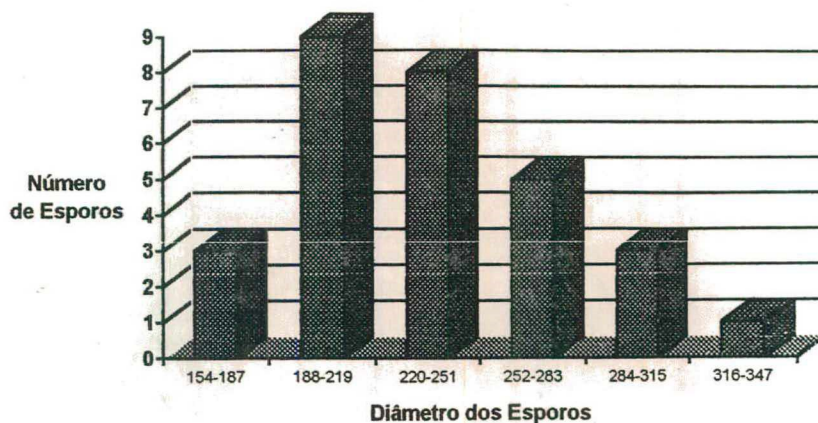


Figura 18. Frequência do Diâmetro Médio de *Acaulospora appendicula*

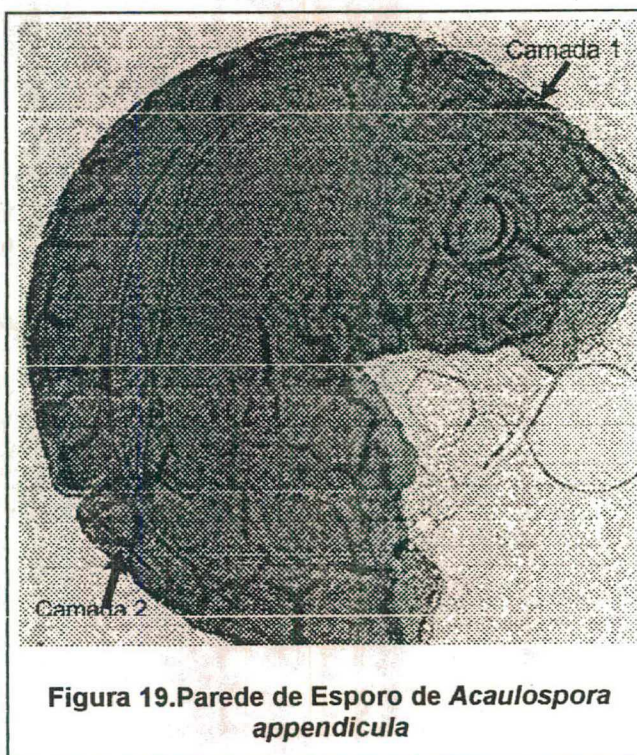


Figura 19. Parede de Esporo de *Acaulospora appendicula*

(1984), que encontraram uma espessura variando de 8-16 μ m. Essa parede apresenta ainda rachaduras em esporos quebrados.

Os esporos dessa espécie apresentaram ainda 2 paredes internas. A primeira é uma camada simples de coloração hialina e espessura de 3,63-7,99 μ m. Essa parede apresentou a mesma coloração da descrição original (SCHENCK et al., 1984), mas diferiu em aproximadamente um μ m na espessura. Já a segunda apresentou coloração hialina e espessura de 1,45-5,08 μ m. Essa parede apresentou a mesma coloração da descrição original (SCHENCK et al., 1984), mas diferiu em aproximadamente 3 μ m na espessura.

g) *Glomus* # 1

Os esporos desta espécie apresentaram coloração marron alaranjado, forma globosa e diâmetro de (84,80) 114,17 (134,80) μ m (Figura 20).

Esses esporos

apresentaram também uma parede com 2 camadas (Figura 21). A primeira camada apresentou coloração amarelo clara, com 1,69-2,90 μ m de espessura. Já a segunda camada apresentou-se laminada com

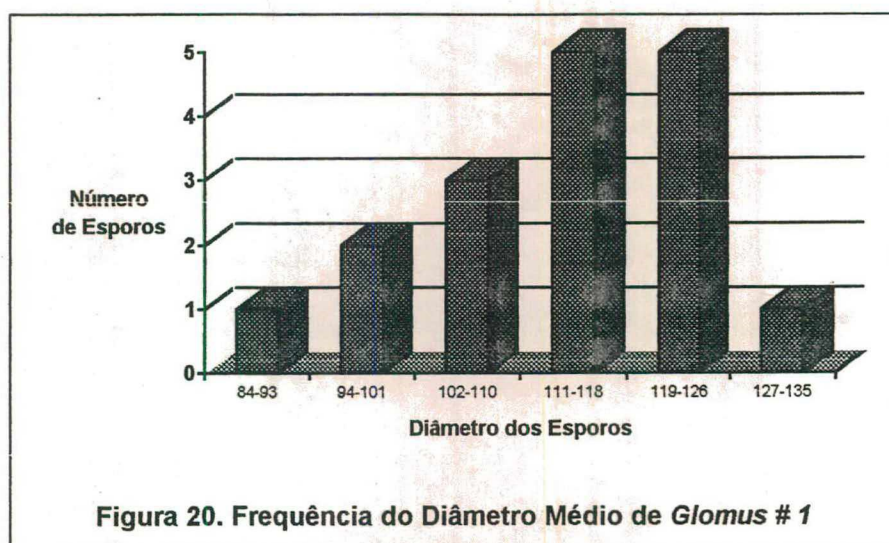


Figura 20. Frequência do Diâmetro Médio de *Glomus* # 1

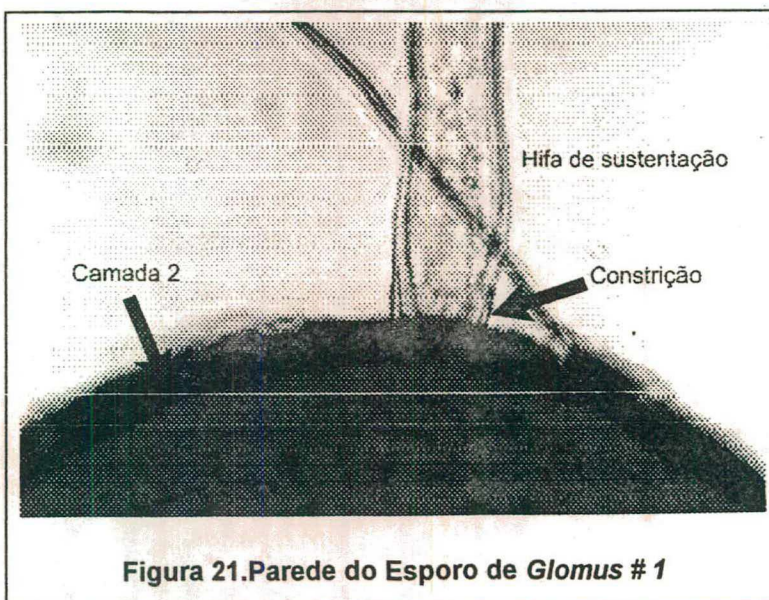


Figura 21. Parede do Esporo de *Glomus* # 1

subcamadas de coloração marron alaranjado e espessura de 4,84-9,67 μ m. A primeira camada não ocorreu na maioria dos esporos. Os esporos dessa espécie apresentaram também uma hifa de sustentação reta ou constricta (Figura 21).

h) *Acaulospora* # 4

Os esporos desta espécie apresentaram coloração marron avermelhado, forma globosa e

diâmetro de (162,74) 265,86 (371,57) μ m (Figura 22). Esses esporos apresentaram ainda a parede recoberta de ornamentação

(Figura 23). A ornamentação apresenta-se sob a forma de placas ovóides. A parede desse esporos não foram observadas.



Figura 22. Frequência do Diâmetro Médio de *Acaulospora* #4

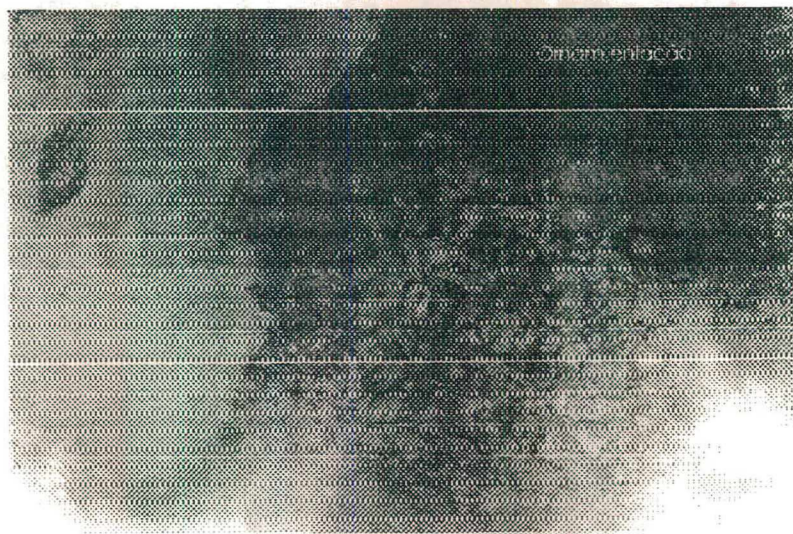


Figura 3. Ornamentação da Parede de *Acaulospora* # 4

V. CONCLUSÕES

1. Os caracteres qualitativos como forma e coloração permaneceram constantes na maioria das espécies. Essa constância é fundamental para a identificação e classificação de espécies.
2. Os caracteres quantitativos como diâmetro e espessura de parede variaram em função do estágio de desenvolvimento do esporo. Essa variação é fundamental no estudo da biologia da espécie.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Análises Químicas e Físicas das Dunas em Diferentes Estádios de Estabilização

I) Análises Químicas

Identificação	Na	pH	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca	Mg
Duna Móvel	2	6,1	5	4	0,0	0,0
Duna Semifixa	9	5,5	11	20	0,0	0,1
Duna Fixa	4	6,0	8	14	0,0	0,4

Identificação	Al (mg/dm ³)	H+Al (mg/dm ³)	CTC	V %	m %	M.O (dag/Kg)
Duna Móvel	0,0	0,76	0,77	1	0	0,40
Duna Semifixa	0,0	0,85	1,21	37	0	1,07
Duna Fixa	0,0	0,76	1,01	15	0	0,80

Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1N; P e K extraídos com extrator biácido (HCl e H₂SO₄), m=Valor da saturação com alumínio, pH em água relação 1:2:3, M.O. método de Walkley e Black.

Tabela 1. Níveis de Elementos no Solo

	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Fósforo Text. arenosa	menor que 10	11 a 19	maior que 21
Fósforo Text. argilosa	menor que 5	6 a 9	maior que 10
Potássio	menor que 30	31 a 60	maior que 61
Cálcio Trocável	menor que 1,5	1,6 a 3,9	maior que 4,0
Magnésio Trocável	menor que 0,5	0,6 a 0,9	maior que 1,0
Alumínio Trocável	menor que 0,3	0,4 a 0,9	maior que 1,0

II) Análises Físicas-Granuvolumetria e Classificação Textural

Identificação	Argila	Silte	Areia	Areia	Classificação
	%	%	Grossa %	Fina %	
Duna Móvel	2	4	89	5	Areia
Duna Semifixa	1	2	91	6	Areia
Duna Fixa	3	6	72	19	Areia

Anexo 2. Montagem de Lâminas de Esporos de FMA

- 1) Adicionar 2 gotas de reagente por lâmina , uma de polivinil-lactoespessura - glicerol (PVLG) e outra de PVLG+Reagente de Melzer.
- 2) Adicionar os esporos com uma pipeta de Pasteur. Deixar secar a superfície das gotas por 5 minutos. Essa secagem aumentará a viscosidade das bordas, reduzindo a flutuação quando a lamínula for depositada.
- 3) Colocar cuidadosamente a lamínula sobre a gota de PVLG. Repetir a mesma operação para a gota de PVLG+ Reagente de Melzer.
- 4) Utilizar uma agulha para pressionar individualmente os esporos em cada lamínula. Realizar essa pressão sobre os esporos sob microscópio esteroscópio. Deste modo cada esporo irá se partir revelando a sua estrutura subcelular.
- 5) Adicionar mais PVLG ou PVLG+ Reagente de Melzer nas bordas se necessário.
- 6) Deixar as lâminas secando por 5 dias a temperatura ambiente ou 2 dias a 60°C em estufa.
- 7) Etiquetar a lâmina com as informações referentes ao nome do gênero e epíteto específico se conhecido, data e código do voucher.

Anexo 3. Preparação de Vouchers em Frascos contendo Azida Sódica

- 1) Preparar a solução de estoque com 2,5 g de azida sódica em 50 ml de água destilada.
- 2) Adicionar uma alíquota de 1 ml da solução de estoque em 90 ml de água destilada para preparar a solução de trabalho.
- 3) Colocar os esporos coletados em frascos contendo 2 ml da solução de trabalho.
- 4) Etiquetar os frascos com as informações referentes ao nome do gênero e epíteto específico se conhecido, data e o código do voucher.
- 5) Observar que os esporos mudarão de coloração após longo tempo de estocagem. Entretanto esses esporos não devem ser descartados, pois suas estruturas subcelulares ainda continuam intactas.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ABE, J-I. P.; G. MASUHARA & K. KATSUYA. 1994. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in coastal dune plant communities. I. Spore formation of *Glomus spp.* predominates under patch *Elymus mollis*. *Mycoscience*, 35:233-238.
- ABE, J-I. P. & K. KATSUYA .1995. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in coastal dune plant communities. II. Spore formation of *Glomus spp.* predominates under patch *Elymus mollis*. *Mycoscience*, 36: 113-116.
- AZIZ, T. & M. HABTE. 1989. The sensitivity of three vesicular-arbuscular mycorrhizal species to simulated erosion. *Journal of Plant Nutrition*, 12(7):859-869.
- AZIZ, T. & M. HABTE. 1989. Interaction of *Glomus* species and *Vigna unguiculata* in an oxisol subjected to simulated erosion. *New. Phytol.* , 113:353-357.
- BEARE, M. H. ; D. C. COLEMAN; D.A . CROSSLEY Jr; P. F. HENDRIX & E. P. ODUM. 1995. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. *Plant and Soil*, 170(1):5-22.
- BREDSHAW, A. D. 1958. Natural hybridization of *Agrostis tenuis* Sibth. and *A. stolonifera* L. *New Phytologist*, 57 :66-84.
- BRESOLIN, A. 1979. Flora da Restinga da Ilha de Santa Catarina. *Insula* 10: 1-54.
- BROWER, J.E. & .H. ZAR. 1984. Species Diversity. In: *Field & Laboratory methods for general ecology*.
- BRUNDETT, M.; L. MELVILLE & L. PETERSON. 1994. Practical methods in mycorrhiza research. *Mycologue publications*
- CALLICOTT, J. B. 1994. Conservation values and ethics. In: *Principles of Conservation Biology*, Eds. Sinauer Associates, pp. 24-49.

- CHULAN, H. A. 1991. Effect of fertilizer and endomycorrhizal inoculum and nutrient uptake of cocoa (*Theobroma cacao* L.) seedlings. *Biol. Fertil. Soils*, 11:250-254.
- CORDAZZO, C. V. & C. S. B. COSTA. 1989. Associações vegetais das dunas frontais de Garopaba (SC). *Ciência e Cultura*, 41(9):906-910.
- CORDAZZO, C. V. & U. SEELIGER. 1993. Zoned habitats of southern brazilian coastal foredunes. *Journal of Coastal Research*, 9(2), 317-323.
- COSTA, C. S. B.; C. V. CORADAZZO & U. SEELIGER. 1996. Shore disturbance and dune plant distribution. *Journal of Coastal Research*, 12(1): 133-140.
- CRACRAFT, J. 1983. Species concepts and speciation a analysis. In. R. F. Johnston (ed.), *Current Ornithology*, vol. 1, pp 159-187
- DANIELSON, R. M. 1982. Taxonomic affinities and criteria for identification of the common ectendomycorrhizal symbiont of pines. *Canadian Journal of Botany*, 60:7-18.
- DEHNE, H. W. 1982. Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology*, 72(8):1115-1118.
- DOBELLER, P. 1978. Moobewohnende ascomyceten die pyrenocarpen der gametophyten besiedelnden arten. *Mitteilungen der Botanischen Staatsammlung Munchen*, 14:1-360.
- FARNSWORTH, N. R. 1988. Screening plants of new medicines. In *Biodiversity*, Ed. E. Wilson,,: pp. 83-97.
- GERDEMANN, J. W. & T.H., NICOLSON. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British mycological Society*, 46:235-244.
- GERDEMANN, J. W. & J. M. TRAPPE. 1974. The Endogonaceae in Pacific northwest. *Mycologia Memoir*, 5:1-76.
- GIANINAZZI, S. & V. GIANINAZZI-PEARSON. 1988. Mycorrhizae: a plant's health insurance. *Chimicaoggi*, 8:56-58.

- GIOVANETTI, M. 1985. Seasonal variations of vesicular-arbuscular mycorrhizas and Endogonaceus spores in maritime sand dune. *Transactions of the British mycological Society*, 84(4): 679-684.
- GIOVANETTI, M. & T. H. NICOLSON. 1983. Vesicular-arbuscular mycorrhizas in Italian sand dunes. *Transactions of the British mycological Society*, 80:552-557.
- HANKSWORTH, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycol. Res.*, 95(6):641-655.
- HULDÉN, L. 1983. Laboureniales (ascomycetes) of Finland and adjacent parts of the USSR. *Karstenia*, 23:31-136.
- IMSHENETSKII, A. A. 1955. Mycotrophy in plants. U. S. Dep. Commerce, Washington, D. C. Transactions TT 67-51290. 362 p.
- KOLMEYER, J. & B. VOLKAMANN-KOLMEYER. 1991. Illustrated key to the filamentous higher marine fungi. *Botanica Marina*, 34: in press
- KOSKE, R. E. 1985. *Glomus aggregatum* emended: a distinct taxon in the *Glomus fasciculatum* complex. *Mycologia*, 77: 619-630.
- KOSKE, R. E. 1987. Distribution of V-A mycorrhizal fungi along a latitudinal temperature gradient. *Mycologia*, 79:901-905
- KOSKE, R. E. 1988. Vesicular-arbuscular mycorrhizae of some Hawaiian dune plants. *Pacific Science* 42(3-4) : 217-229.
- KOSKE, R. E. & J. N. GEMMA. 1989. *Glomus nanolumen* (Endogonaceae) a new species from Hawaii. *Mycologia*, 81 (6):935-938.
- KOSKE, R. E. & J. N. GEMMA. 1995. *Scutellospora hawaiiensis*: a new species of arbuscular mycorrhizal fungus from Hawaii. *Mycologia*, 87 (5):678-683.
- KOSKE, R. E. & J. N. GEMMA. 1996. Arbuscular mycorrhizal fungi in Hawaiian sand dunes: island of Kaua'i. *Pacific Science*, 50(1)36-45.
- KOSKE, R. E. & C. WALKER. 1985. Species of *Gigaspora* (Endogonaceae) with roughened outer walls. *Mycologia*, 77: 702-720.
- KOSKE, R. E. & C. WALKER. 1986. Species of *Scutellospora* (Endogonaceae) with smooth-walled spores from maritime sand dunes: two new species and

redescription of spores of *Scutellospora pellucida* and *Scutellospora calospora*. *Mycotaxon*, 27:219-235.

LOVATO, P. E.

MEFFE, G. K. & C. R. CARROL. 1994. The species conservation. In: *Principles of Conservation Biology*, Ed. Sinauer Associates, pp. 50-77.

POND, 1983.

MOLINA, R. & J. M. TRAPPE. 1984. Mycorrhiza management in bareroot nurseries. In: *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*, Eds. M. L. Duryea & T. D. Landis., pp 211-223.

MORTON, J. B. 1988. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: classification, nomenclature, and identification. *Mycotaxon*, 32:267-324.

MORTON, J. B. 1990. Evolutionary relationships among arbuscular mycorrhizal fungi in the Endogonaceae. *Mycologia*, 82(2): 192-207.

MORTON, J. B.; M. SNYDER; S. STÜRMER; K. HELDRETH; K. NICHOLS & W. WHEELER. 1996. Classification and identification of arbuscular mycorrhizal fungi. *International Conference of Mycorrhizas, Workshop*

ODUM, E. P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164:262-270.

OLFF, H. ; J. HUISMAN & B. F. VAN TOOREN. 1993. Species dynamics and nutrient accumulattion during early primary sucesion in coastal sand dunes. *Journal of Ecology*, 81:693-706.

ORIAN, G. H.. 1994. Global diversity I: Patterns and processes. In: *Principles of Conservation Biology*, Eds. Sinauer Associates, pp.78-109.

PAGE, R. R. ; S. G. da VINHA & A. D. Q. AGNEW. 1985. The reaction of some sand-dune plant species to experementally imposed environmental change: a reductionist approach to stability. *Vegetatio*, 61:105-114.

PLOTKIN, M. J. 1988. The outlook for new agricultural and industrial products from the tropics. In: *Biodiversity*, Ed. E. Wilson, pp. 107-116.

- RAJU, P. S.; R. B. CLARK; J. R. ELLIS & J. W. MARANVILLE. 1988. Effects of VA-mycorrhizae on growth and mineral uptake of sorghum grown at varied levels of soil acidity. *Commun. In Soil Sci. Plant Anal.*, 19(7-12):919-931.
- RAO, A. V. & J. C. TARAFDAR. 1993. Role of VAM fungi in nutrient uptake and growth clusterbean in an arid soil. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 7: 275-280.
- REITZ, P. R. 1961. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. *Sellowia*, 13: 17-115.
- ROSENDHAL, C. N. & S. ROSENDHAL. 1991. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus spp.*) on the response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 31(3): 313-318.
- SANTOS, P. F. ; J. PHILLIPS & W. G. WHITFORD. 1981. The role of mites and nematodes in early stages of buried litter decomposition in a desert. *Ecology*, 62 (3):664-669.
- SCHENCK, N.C. & G. S. SMITH. 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Mycologia*, 74:77-92.
- SCHENCK, N. C.; J. L. SPAIN; E. SIEVERDING & R. H. HOWELER. 1984. Several new and unreported vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Colombia. *Mycologia*, 76:685-699.
- SCHENCK, N. C. & Y. PÉREZ. 1988. Manual for identification of VA mycorrhizal fungi. Ed. Gainesville, Flórida, USA.
- SHARMA, A. K. ; R. SINGH & U. S. SINGH. 1988. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on uptake of phosphorus and zinc in rice (*Oryza sativa* L.). *Current Science*, 57(16): 901-902.
- SIQUEIRA, 1988
- STURMER, S. L. & M. M. BELLEI. 1994. Composition and seasonal variation of spore populations of arbuscular mycorrhizal fungi in dune soils on the island of Santa Catarina, Brazil. *Canadian Journal of Botany*, 72(3): 359-363.