

**ESTUDOS SOBRE A PROPAGAÇÃO DE *GLEICHENELLA*
PECTINATA (WILLD.) CHING (PTERIDÓFITA -
GLEICHENIACEAE).**

DÉBORA ROSANA MARQUES LEHMANN

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Biologia
Vegetal da Universidade Federal de
Santa Catarina, como parte dos
requisitos para a obtenção do título do
Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Dra. Áurea Maria Randi

FLORIANÓPOLIS
2008

Dedico

A minha grande família e em especial, ao Ricardo e à família que iniciamos, pela força, estímulo e Amor incondicional.

E a Prof. Maíke Hering de Queiroz, “*in memorium*”.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, que me deu a Vida, coragem e persistência para iniciar e concluir esta etapa.

À Prof^a Dra. Áurea Maria Randi, pela verdadeira orientação, carinho, amizade e compreensão em todas as situações vividas ao longo desta caminhada.

Ao Silvânio, funcionário da Unidade de Conservação Ambiental Desterro-UCAD/UFSC, pela enorme contribuição nas coletas e montagem de experimentos, além da recorrente disponibilidade e agradável companhia nas saídas de campo.

À minha família, em especial minha mãe e vó Elda que no momento de ingresso no curso, me deram força e coragem, mesmo nas situações mais adversas da vida.

Ao meu companheiro de vida, Ricardo, que além do amor e admiração, me nutriu de grande estímulo, e ainda contribuiu com seu conhecimento na finalização deste trabalho. A ele também agradeço à Vida que estou gerando em meu ventre, nesta nova etapa que se inicia em nossa caminhada.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho do Instituto Carijós e da Caipora, pela paciência e compreensão nesse período, pela motivação e energia positiva.

Aos professores do Curso de Biologia Vegetal que contribuíram para minha formação e para a realização deste trabalho, em especial à Prof. Terezinha Paulilo pela coordenação, à Prof. Marisa Santos pela disposição em ajudar e ao Prof. Ademir Reis, pelo estímulo para iniciar este trabalho.

À Vera Lúcia, secretária do Curso de Pós-graduação em Biologia Vegetal, por seu trabalho eficiente, auxiliando em tudo que estivesse ao seu alcance, sempre com muita simpatia.

Aos colegas e amigos do curso, em especial à Eunice, Daniela, Flávia, Lúcia (Lu) e Karina, além do Romualdo que me ajudou nos experimentos.

Aos funcionários e servidores do Departamento de Botânica que de alguma forma auxiliaram neste trabalho.

À CAPES pela bolsa de estudos e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora, e fazer um novo fim”.
Francisco Cândido Xavier

“Seja a mudança que quer ver no mundo”.
Mahatma Gandhi

RESUMO

As pteridófitas representam um importante grupo vegetal da flora brasileira. Espécies são encontradas em diferentes regiões, desde cerrado, dunas, matas ou rochas. Algumas pteridófitas mostram-se pioneiras e eficientes na regeneração de fragmentos de florestas degradadas. O objetivo deste estudo foi analisar métodos para a propagação de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching (Pteridófito - Gleicheniaceae) a partir de esporos e vegetativamente. O comportamento dominante desta espécie em ambientes degradados indica seu potencial na contenção de processos erosivos em áreas florestais degradadas. Para a obtenção de esporos, as frondes férteis foram coletadas nas adjacências da UCAD, (Unidade de Conservação Ambiental Desterro) Florianópolis-SC. Para estudar o efeito de pH na germinação de *Gleichenella pectinata*, os esporos foram removidos e separados dos esporângios por filtragem em papel entretela e armazenados a 7 ± 1 °C. Esporos foram esterilizados superficialmente em solução de hipoclorito de sódio comercial (2% de cloro ativo) a 10% (v/v) durante 15 min. Para os testes de germinação aproximadamente 10 mg de esporos foram semeados em frascos contendo 20 mL de meio mineral proposto por Mohr e Dyer, suplementado com Benlate[®] (25 mg.L⁻¹), cujos pHs foram ajustados para: 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 e 6,7 (controle). Os testes de germinação foram conduzidos em sala de crescimento a 25 ± 2 °C, irradiância de aproximadamente $30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 16 horas. Para a obtenção de estacas foliares e segmentos de rizomas, o material foi coletado no mesmo local. Os efeitos de reguladores de crescimento: ácido indol butírico (AIB), ácido giberélico (GA₃), cinetina e 6-benzil-adenina (BAP), foram analisados na propagação vegetativa, através de estacas foliares e rizomas. Para induzir o enraizamento de estacas foliares utilizou-se ácido indol-3-butírico (AIB), nas concentrações: 250, 500, 1000, 1500 e 2000 mg Kg⁻¹, em talco neutro. Para induzir o crescimento de folhas e raízes em rizomas, utilizaram-se GA₃, BAP e cinetina nas concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100 mg. L⁻¹. A produção de gametófitos cordiformes, que possuem maiores probabilidades de desenvolvimento e produção de esporófitos, foi estatisticamente semelhante entre os pHs 4,0 e 5,5, mas menor nos pHs 6,0 e 6,7. O uso de reguladores de crescimento em métodos de propagação vegetativa de rizomas e estacas foliares, foi ineficiente para a produção de esporófitos de *G. pectinata*.

Palavras-chaves: *Gleichenella pectinata*, propagação, pH, gametófito.

ABSTRACT

Ferns are an important plant group of the Brazilian flora. Species are found in different regions, since open pasture, dunes, bushes or rocks. Some ferns are pioneers and efficient in the regeneration of degraded forest. The aim of this study was to analyze methods for the propagation of *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching (Pteridophyta - Gleicheniaceae) from spores and vegetatively. The dominant behavior of the species on degraded environments indicates its potential to contain erosive processes in degraded forest areas. To obtain spores, fertile fronds were collected in the adjacencies of UCAD (Unidade de Conservação Ambiental Desterro), Florianópolis, SC. To study the effect of pH on the germination of *Gleichenella pectinata*, the spores were removed and separated from sporangia by filtering through lens paper and stored in glass jars under refrigeration at $7 \pm 1^\circ\text{C}$. Spores were surface sterilized in a 10% (v/v) commercial bleach solution (2% of active chlorine) for 15 min. For the germination tests, about 10 mg of spores were sown in conical flasks containing 20 ml of autoclaved liquid medium as proposed by Mohr and Dyer supplemented with Benlate[®] (25 mg. L⁻¹) and the pHs were adjusted to 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 and 6.7 (control). The germination tests were carried out in growth room at $25 \pm 2^\circ\text{C}$, irradiance of approximately $30\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, under a 16 h photoperiod. To obtain the leaf cuttings and the rhizome segments, the material was collect in the same local. The effects of the growth regulators: indol butiric acid (IBA), giberellic acid (GA₃), kinetin and 6-benzil-adenine (BAP) were analyzed on the vegetative propagation through leaf cuttings and rhizomes. For the induction of rooting in the leaf cuttings, IBA was applied in the concentrations of: 250, 500, 1000, 1500 and 2000 mg Kg⁻¹ in talcum powder. For the growth induction of leafs and roots in rhizome segments, GA₃, BAP and Kinetin were applied in the concentrations of: 0, 25, 50, 75 e 100 mg L⁻¹. The production of heartshape gametophytes, which offer more development expectative and sporophyte formation, was statistically similar between pHs 4.0 and 5.5, but was inferior in the pHs 6.0 and 6.7. The use of growth regulators in vegetative propagation methods was inefficient for the production of *G. pectinata* sporophytes.

Key-words: *Gleichenella pectinata*, germination, Ph, vegetative propagation.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
SUMÁRIO	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADRO	ix
LISTA DE TABELAS	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	7
2.1 OBJETIVO GERAL	7
2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3 MATERIAIS E MÉTODOS	8
3.1 ÁREA DE ESTUDO	8
3.1.1 IMAGENS AÉREAS DA ÁREA DE ESTUDO E LOCAL DE COLETA DE MATERIAL DE <i>GLEICHENELLA PECTINATA</i>	11
3.2 CULTIVO DE ESPOROS	15
3.2.1 COLETA, SEPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS ESPOROS.....	15
3.2.2 EFEITO DE DIFERENTES PHS NA GERMINAÇÃO.....	15
3.2.3 DESENVOLVIMENTO DE GAMETÓFITOS E FORMAÇÃO DE ESPORÓFITOS EM SUBSTRATO NATURAL DE BARRANCO.....	17
3.4 CULTIVO DE ESTACAS FOLIARES.....	18
3.4.1 EFEITO DE ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO (AIB) NA ESTIMULAÇÃO DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS FOLIARES DE <i>GLEICHENELLA PECTINATA</i>	18
3.5 CULTIVO DE RIZOMAS.....	20
3.5.1 EFEITO DE CINETINA E BAP (BENZIL-AMINO-PURINA) NA ESTIMULAÇÃO DE BROTAÇÃO DE RIZOMAS DE <i>GLEICHENELLA PECTINATA</i>	20
3.5.2 EFEITO DE ÁCIDO GIBERÉLICO (GA ₃) NA ESTIMULAÇÃO DA BROTAÇÃO DE RIZOMAS.....	20
3.5.3 PLANTIO DE RIZOMAS DE <i>GLEICHENELLA PECTINATA</i> EM SOLO DE HORIZONTE C	21
3.5.4 CULTIVO DE RIZOMAS DE <i>GLEICHENELLA PECTINATA</i> EM BANDEJAS COM SOLO DE HORIZONTE C EM AMBIENTE NATURAL.....	22
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 GERMINAÇÃO DE ESPOROS EM DIFERENTES PHS	23

4.2 DESENVOLVIMENTO DE GAMETÓFITOS E FORMAÇÃO DE ESPORÓFITOS EM SOLO DO HORIZONTE C	30
4.3 CULTIVO DE ESTACAS FOLIARES E RIZOMAS	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Detalhe da fronde de <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching.....	3
Figura 2 – Ocupação de <i>Gleichenella pectinata</i> sobre declividades, solos expostos, compactos e degradados. Bairro Saco Grande, Florianópolis, SC.....	4
Figura 3 – Localização da Unidade de Conservação Ambiental Desterro – UCAD.....	8
Figura 4 – Imagem aérea em 3D da localização da UCAD em laranja e dos dois <i>Gleichenietos</i> estudados nas áreas adjacentes em vermelho.	9
Figura 5 – Duas áreas com solo exposto devido ao desmatamento para abertura de estrada em 1956, indicadas pelas setas vermelhas.....	12
Figura 6 – A mesma área da foto de 1956, 22 anos depois, em 1978 demonstrando a possível colonização de <i>Gleichenella pectinata</i> (as setas em vermelho) sobre o solo anteriormente exposto.	12
Figura 7 – A mesma área de 1978, 20 anos depois, em 1998, demonstrando a regeneração da floresta secundária e a possível estabilização dos agrupamentos de <i>Gleichenella pectinata</i> (setas em vermelho).	13
Figura 8 – A mesma área de 1998, 19 anos depois, em 2007, demonstrando a estabilização dos dois agrupamentos de <i>Gleichenella pectinata</i> (setas em vermelho) utilizados como áreas de coleta	13
Figura 9 – Experimento de propagação vegetativa de <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching através de estacas foliares.	19
Figura 10 – A. Vista geral da área degradada na SC 401, em frente à UCAD; B. Vista transversal do barranco; e C. Detalhe do barranco exposto	21
Figura 11 – Fotomicrografia de gametófitos de <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching em diferentes fases de desenvolvimento	24

Figura 12 – Porcentagem de gametófitos totais após 28 dias de cultivo de esporos de <i>Gleichenella pectinata</i> em diferentes pHs.....	26
Figura 13 – Porcentagem de gametófitos com rizóides longos após 28 dias de cultivo de esporos de <i>Gleichenella pectinata</i> em diferentes pHs.....	26
Figura 14 – Porcentagem de gametófitos cordiformes após 28 dias de cultivo de esporos de <i>Gleichenella pectinata</i> em diferentes pHs.....	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Composição química do Meio Mineral de DYER.	16
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeito de pH no desenvolvimento de gametófitos totais, gametófitos com rizóides longos e gametófitos cordiformes a partir da germinação de esporos de <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching coletados em dezembro de 2005 e armazenados a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 4 meses.	27
Tabela 2 - Resultado da análise do solo de barranco, local de ocorrência dos ‘gleichenietos’ na UCAD. CIDASC – Laboratório de Análise Físico Química e Biológica, em 04 de outubro de 2006.	31
Tabela 3 - Efeito de AIB no enraizamento de estacas foliares de <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching, na casa de vegetação do Departamento de Botânica - UFSC. Período de teste: 06/10/2006 a 10/11/2006.	32
Tabela 4 - Cultivo de rizomas de <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching, em bandejas plásticas perfuradas contendo solo de barranco.	33

1 INTRODUÇÃO

As Pteridófitas estão representadas em sua maioria pelas samambaias ou avencas e constituem um grupo amplamente distribuído no mundo, englobando uma riqueza estimada entre 9.000 a 12.000 espécies, das quais cerca de 3.250 delas ocorrem nas Américas, sendo que cerca de 30% (1200 a 1300 espécies) podem ser encontradas no Brasil (Tryon & Tryon, 1982; Prado 1997; Windich, 2002).

Segundo Tryon (1986), as regiões sul e sudoeste do Brasil contêm cerca de 600 espécies e abrigam um dos centros de endemismo e especiação de pteridófitas no continente sul-americano. No Brasil, estão localizadas principalmente em regiões de matas, especialmente na mata atlântica e matas de regiões serranas (prado 1997).

As sucessivas degradações e regenerações de fragmentos florestais causam perdas de nutrientes minerais do solo, que passam a abrigar algumas espécies de pteridófitas dos gêneros *Pteridium* (Dennstaedtiaceae), *Gleichenia* e *Gleichenella* (Gleicheniaceae) (Heinrich, 1986). Reis *et al.* (1999) relatam que *Gleichenella pectinata* é uma das primeiras plantas a ocuparem áreas degradadas. Cusatis (2001) verificou que *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e duas espécies da família Gleicheniaceae são as mais adaptadas a solos de extrema pobreza no Estado de Minas Gerais.

Negishi *et al* (2006) estudaram o papel de *Dicranopteris curranii* Copel. (Gleicheniaceae) na recuperação de estradas abertas pela derrubada de árvores, na Península da Malásia durante um ano, em uma secção de estrada de 51,5 m juntamente com medidas esporádicas de sedimentos exportados antes e após o crescimento da pteridófita. A cobertura gerada manteve a temperatura média diária comparável à da floresta (<28 °C), enquanto a superfície aberta da estrada atingiu 40 °C. Os autores sugeriram que *D. curranii* tem potencialmente um papel ecológico importante na recuperação de estradas, reduzindo as perdas geradas pela erosão e acumulando sedimentos onde sementes podem germinar, enriquecendo o solo com nutrição mineral e moderando as temperaturas.

Romanchak *et al.* (2005) comentam que nas ilhas Hawainas, há um grande interesse na restauração de áreas degradadas com a utilização de *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw (Gleicheniaceae), já que a espécie é capaz de colonizar lavas vulcânicas, solos de encostas erodidos e áreas perturbadas, adicionando serrapilheira, que contribui para

umentar o suprimento de nitrogênio e fósforo, bem como reduzindo a incidência luminosa nos solos e inibindo a invasão por certas ervas daninhas.

A maioria das pteridófitas possui dispersão anemocórica, sendo que os esporos podem ser dispersos a distâncias de até 800 quilômetros. Pteridófitas liberam uma quantidade enorme de esporos ao longo do ano. De dimensão microscópica, estes esporos são facilmente transportados pelo vento e também devem ser transportados por epizoocoria, pela fauna que percorre estas formações (Tryon, 1970). De fato, a dispersão dos esporos permite a estas espécies explorar as superfícies exposta e desnudas, com sua lenta instalação inicial, caracterizada pelo desenvolvimento do gametófito seguido da fecundação ou formação de esporófitos apogamicamente, a partir dos tecidos vegetativos do gametófito (Whittier, 1970) e o longo desenvolvimento do esporófito, em contradição com a velocidade de ocupação característica às outras espécies vegetais. Estas condições encontram-se reunidas frequentemente nos locais constantemente desmatados ou queimados, frequentemente sobre terrenos nivelados em fortes inclinações, sobre solos fortemente degradados ou compactados. Uma vez instaladas, estas espécies recorrem à multiplicação vegetativa para a exploração espacial do local (Queiroz, 1994).

*Gleichenella pectinata*¹ (Willd.) Ching (Figura 1) pertence à família Gleicheniaceae que tem cerca de 130 espécies conhecidas. Entretanto o gênero *Gleichenella* possui esta única espécie. *G. pectinata* e está distribuída geograficamente no sul do México, América Central, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Trinidad, Equador, Peru, Bolívia e Brasil. É exclusivamente heliófita e caracteriza-se por possuir hábito terrestre com rizoma longamente rasteiro. É provável que esta espécie seja a mais freqüente do sul do Brasil. O verde-claro de suas folhas, que revestem totalmente os barrancos ensolarados das margens de estradas ou antigas áreas de cultura nos morros do litoral, chama a atenção a longas distâncias, segundo comenta Joly (1991).

Possui o caule densamente pubescente, com tricomas não ramificados, castanho-amarelados, cada um com cerca de 4 mm. As frondes são eretas, com 1 a 2 m de comprimento; pecíolo castanho-claro, com tricomas esparsos na base, iguais aos do caule,

¹ *Gleichenella pectinata* foi tratada até pouco tempo atrás como *Dicranopteris pectinata* Willd. Und = *Gleichenia pectinata* (Willd) PR. (Tryon & Tryon, 1982). Recentemente foram realizados estudos para uniformização dos termos morfológicos relacionados ao padrão de divisão da fronde e deu-se o reconhecimento do gênero *Gleichenella*, que já havia sido descrito por Ching (1940 *apud* Prado, 2004) e negligenciado por autores subsequentes (Østergaard-Andersen & Ølgaard, 1996 e 2001). Neste sentido, as referências utilizadas neste trabalho mencionam a espécie *Gleichenella pectinata*, em substituição ao antigo nome científico *Gleichenia pectinata*, mencionado em várias bibliografias consultadas.

glabro distalmente; pinas uni ou bifurcadas, sem um par de pinas acessórias na base de cada furca; gemas com tricomas pluricelulares, castanho-avermelhados, segmentos adaxialmente glabros, abaxialmente pilosos, tricomas sobre as nervuras, castanho-alaranjados, estrelados; nervuras livres, simples, bi até tetrafurcadas. Soros com esporângios em posição mediana (Sehnem, 1970; Prado, 2004). Esta espécie cresce em capoeiras, capoeirões, morros, barrancos à beira de estradas e em ladeiras secas, onde é facilmente reconhecível pelas ramificações idênticas, pelo número de pinas e também pela forma perfeitamente pectinada das pinas (Sehnem, 1970).



Figura 1: Detalhe da fronde de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching.

Gleichenella pectinata forma associações caracterizadas pela forte dominância desta espécie, apresentando um cortejo florístico bastante reduzido, denominado *Gleichenietum pectinatae*. As suas folhas possuem um crescimento contínuo, as partes mais antigas tornam-se muito esclerófilas e o resultado é um entrelaçamento muito denso e de difícil penetração. Frequentemente o grupamento têm dezenas de anos e a altura média de uma associação encontra-se em torno de 1,5 m. A principal forma de multiplicação vegetativa utilizada pela família Gleicheniaceae, representada neste caso pelas espécies *Gleichenella pectinata* e *Dicranopteris flexuosa* é denominada estratégia de superfície. Ela consiste no crescimento do rizoma, diretamente na superfície do solo, formando por ramificações sucessivas uma trama densa que periodicamente emite novas folhas. Pelo crescimento em clone, os grupamentos ocupam progressivamente as superfícies expostas e desnudas do solo (Queiroz, 1994).

Dados fitossociológicos atestam o potencial de *Gleichenella pectinata* em colonizar taludes e encostas degradadas, com solos muito compactos, pouco profundos, tipicamente erodidos, lixiviados e pobres em matéria orgânica e em sais minerais. Em estudos realizados por Cusatis (2001) nesses ambientes degradados, cujo solo caracteriza-se pela deficiência nutricional, foi constatado que algumas espécies de pteridófitas, dos gêneros *Dicranopteris*, *Gleichenia* e *Gleichenella* são capazes de colonizar esses ambientes áridos, o que demonstra a sua aptidão competitiva nestas condições pouco favoráveis para a maior parte das espécies. Essas plantas formam um manto protetor do solo, impedindo sua erosão e desmoronamento (Figura 2).



Figura 2: Ocupação de *Gleichenella pectinata* sobre declividades, solos expostos, compactos e degradados. Bairro Saco Grande, Florianópolis, SC.

Os agrupamentos de *Gleichenella pectinata* e *Dicranopteris flexuosa*, encontram-se sobre litossolos, solos truncados ou muito compactos (antigas estradas abandonadas) e sobre inclinações muito fortes (barrancos ao longo das estradas, conforme Figura 2). De fato, seu rizoma é superficial e forma entrelaçamentos densos que abrangem progressivamente os solos desnudos inoportunos à instalação da maior parte das espécies. Constituem então indicadores de solos superficiais compactos ou instalados sobre fortes inclinações. Estas associações contribuem como já tinha observado Emmerich (1980; 1982 apud Queiroz, 1994), para redução da erosão no nível das áreas desnudas ou na difícil colonização por outros vegetais.

Estudos com *Gleichenellia pectinata* mostraram uma baixa porcentagem de germinação de esporos inoculados em meio líquido. Esporos coletados em área litorânea do Estado de Santa Catarina atingiram 17,5% de germinação após 21 dias de cultivo e os coletados em área serrana do Município de Santo Amaro da Imperatriz (SC), atingiram somente 2% de germinação (Duz, 1997).

Santos (2006) observou três tipos de desenvolvimento gametofítico a partir da germinação de esporos de *G. pectinata*: I - gametófitos formados por uma ou duas células protonemais ricas em cloroplastos, porém sem a diferenciação de rizóides; II - gametófitos filamentosos com rizóides curtos; e III - gametófitos filamentosos com rizóide longo. Somente gametófitos com rizóide longo atingem a fase cordiforme, sendo que os demais degeneram e morrem. A partir da fase cordiforme é que se desenvolve o esporófito.

Diversos autores pesquisaram as exigências edáficas necessárias ao crescimento de pteridófitas. Por exemplo, Carlson (1979) conduziu um estudo comparativo do habitat de dez espécies do gênero *Dryopteris* (Dryopteridaceae), reunindo-as em quatro grupos: espécies típicas de solos de pH ácido, espécies de solos de pH ácido a neutro, espécies de solos de pH neutro e espécies de solos de pH neutro a básico, havendo um maior número de espécies desse gênero que preferem solos com pH acidificado.

Estudos com pteridófitas herbáceas também pertencentes à família Dryopteridaceae, no Estado de Georgia (EUA) mostram que dentre as espécies estudadas, *Polystichum acrostichoides* (Michx.) Schott é de ocorrência mais restrita a solos fortemente ácidos. Já, *Athyrium pycnocarpo* (Spreng.) Tidestrom é mais abundante em solos com pH acima de 6,6 e mais ricos em nutrientes. *Athyrium thelypteroides* (Michx.) Desv. e *Cystopteris protusa* (Weath.) Blasdell são espécies generalistas, uma vez que suas distribuições não têm correlação significativa com o pH (Graves & Monk 1982).

Suzuki (2003) e Suzuki *et al* (2005) mostraram que em solo de mata (terra roxa estruturada), cujo pH era muito baixo (4,4), ocorreu o desenvolvimento gametofítico de *Dicksonia sellowiana* e houve a formação de esporófitos. Porém, nesse solo observaram que o desenvolvimento foi muito mais lento quando comparado ao desenvolvimento na mesma terra roxa com adição de composto orgânico termofílico na proporção de 3:1. Observou-se que essa espécie não se desenvolveu em solo cujo pH era em torno de 6,0, ou seja, provavelmente essa espécie seja intolerante a solos com pH mais elevados (Suzuki, 2003; Suzuki *et al.*2005).

Diversos estudos demonstram a eficácia do uso de hormônios vegetais na propagação vegetativa “in vitro” de pteridófitas. Fernández *et al.* (1996b) afirmam que quando os gametófitos de *Dryopteris affinis* sp. *affinis* L. (Dryopteridaceae) foram cultivados por um mês em meio MS (Murashigi & Skoog) suplementado com BAP (benzil-animopurina) e ANA (ácido naftaleno acético), houve aumento da proliferação dos esporófitos a partir dos gametófitos. O uso de ANA e BAP associados ao carvão ativado, induziu a máxima produção de esporófitos de *Platyserium bifurcatum* (Cav.) C. Chr. originados a partir de cultivo de suspensões celulares (Teng, 1997). Culturas de suspensões celulares foram iniciadas a partir de calos derivados de gametófitos de *Platyserium coronarium* (Koenig) Desv. (Polypodiaceae) (Kwa *et al.* 1997). A presença de ANA no meio promoveu o aumento na formação dos rizóides. A produção de rizóides também foi observada quando as células foram cultivadas em meio contendo adição de ANA e cinetina.

Os estudos sobre o potencial de propagação vegetativa e por esporos dessa espécie, poderão contribuir para um sério problema decorrente da degradação ambiental por ocasião do desmatamento de áreas utilizadas para a construção de estradas e rodovias. Essas áreas freqüentemente sofrem sérios desmoronamentos devido à erosão causada pelas chuvas, como conseqüência da falta de um manejo para a proteção desses solos. Normalmente, são utilizadas espécies exóticas da família Gramineae, que interferem enormemente na conservação da biodiversidade e contribuem fortemente para o acelerado processo de contaminação biológica da Floresta Ombrófila Densa, do Bioma Mata Atlântica.

Estudos temporais sobre a colonização por *Gleichenella pectinata*, de solos expostos, e sobre a propagação de *Gleichenella pectinata* justificam-se principalmente do ponto de vista científico, uma vez que existem poucas pesquisas e conhecimento prévio sobre a espécie. Todo conhecimento construído a partir dos experimentos subsidiam ações de conservação e manejo, uma vez que *Gleichenella pectinata* em si é um bioindicador da qualidade do ambiente e do solo.

2 OBJETIVO GERAL

Testar métodos para a propagação vegetativa e a partir de esporos de *Gleichenella pectinata*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1.1 Estudar o pH mais adequado para germinação de esporos de *Gleichenella pectinata*;

2.1.2 Estudar a potencialidade de produção de mudas de *Gleichenella pectinata* a partir de estacas foliares;

2.1.3 Estudar a potencialidade de produção de mudas de *Gleichenella pectinata* a partir de segmentos de rizomas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O local de coleta de material encontra-se no entorno da UCAD (Unidade de Conservação Ambiental Desterro) que possui uma área de 491 hectares, representados pelo ecossistema de Floresta Ombrófila Densa, representando cerca de 1,1% da superfície da Ilha de Santa Catarina. A área de estudo e coleta possui o mesmo histórico de ocupação que a UCAD. Está localizada nos distritos de Santo Antônio de Lisboa, Ratoles e Lagoa da Conceição, pertencentes ao município de Florianópolis, SC, na divisa dos bairros Costa da Lagoa, Ratoles, Saco Grande e Cacupé.

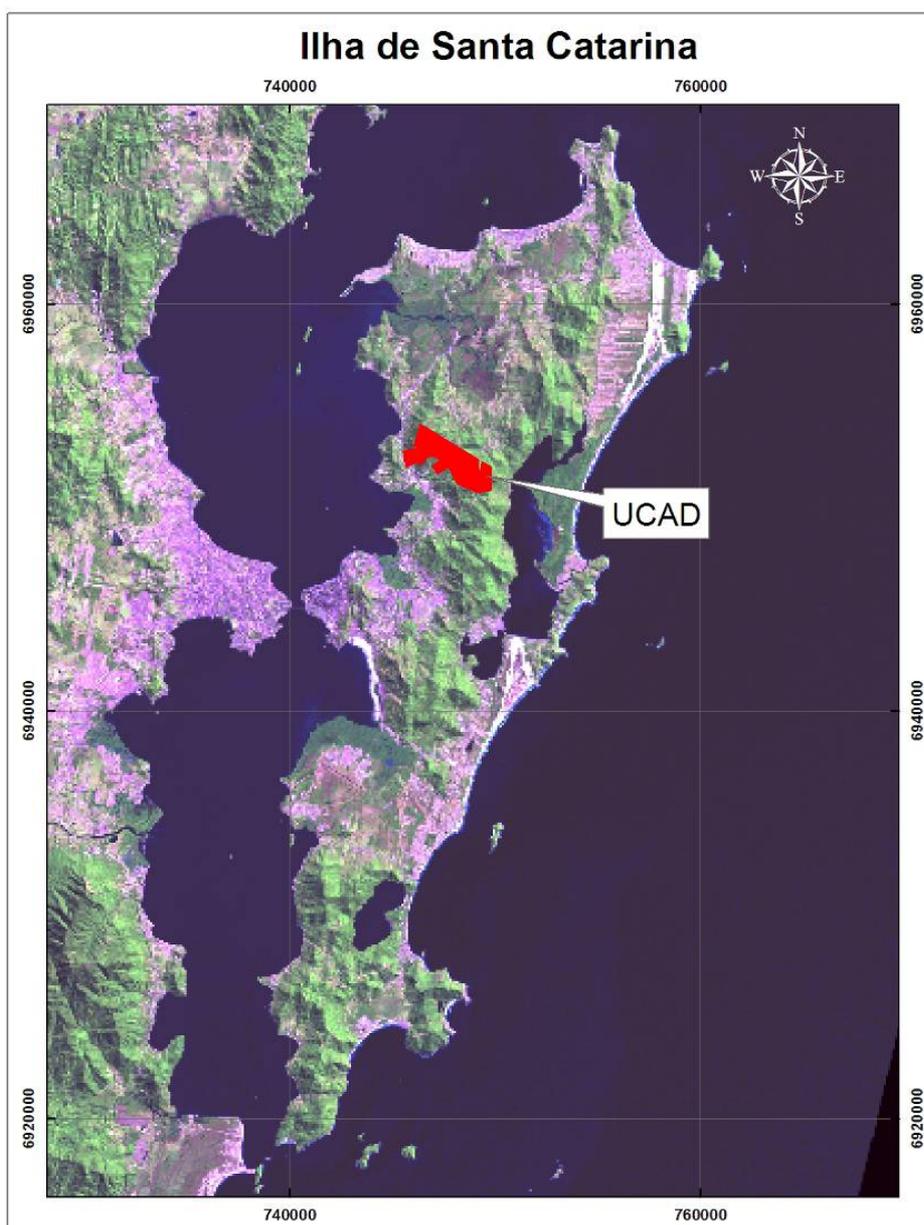


Figura 3: Localização da Unidade de Conservação Ambiental Desterro – UCAD.

Até meados da década de 70 a UCAD esteve sob domínio privado, e a cobertura vegetal não se faz mais presente na sua forma original, pois toda a área já sofreu intervenção antrópica seja por corte raso ou seletivo. Neste sentido, é uma vegetação secundária caracterizada por um mosaico de estágios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, ecossistema pertencente ao Domínio da Mata Atlântica (Ladwig, 1998).

Tanto na UCAD quanto em seu entorno, há presença de vários gleichenietos (*Gleichenietum pectinatae*), denominação para os agrupamentos de *Gleichenella pectinata*, que frequentemente têm dezenas de anos e a cuja altura média encontra-se em torno de 1,5 m (Queiroz, 1994).

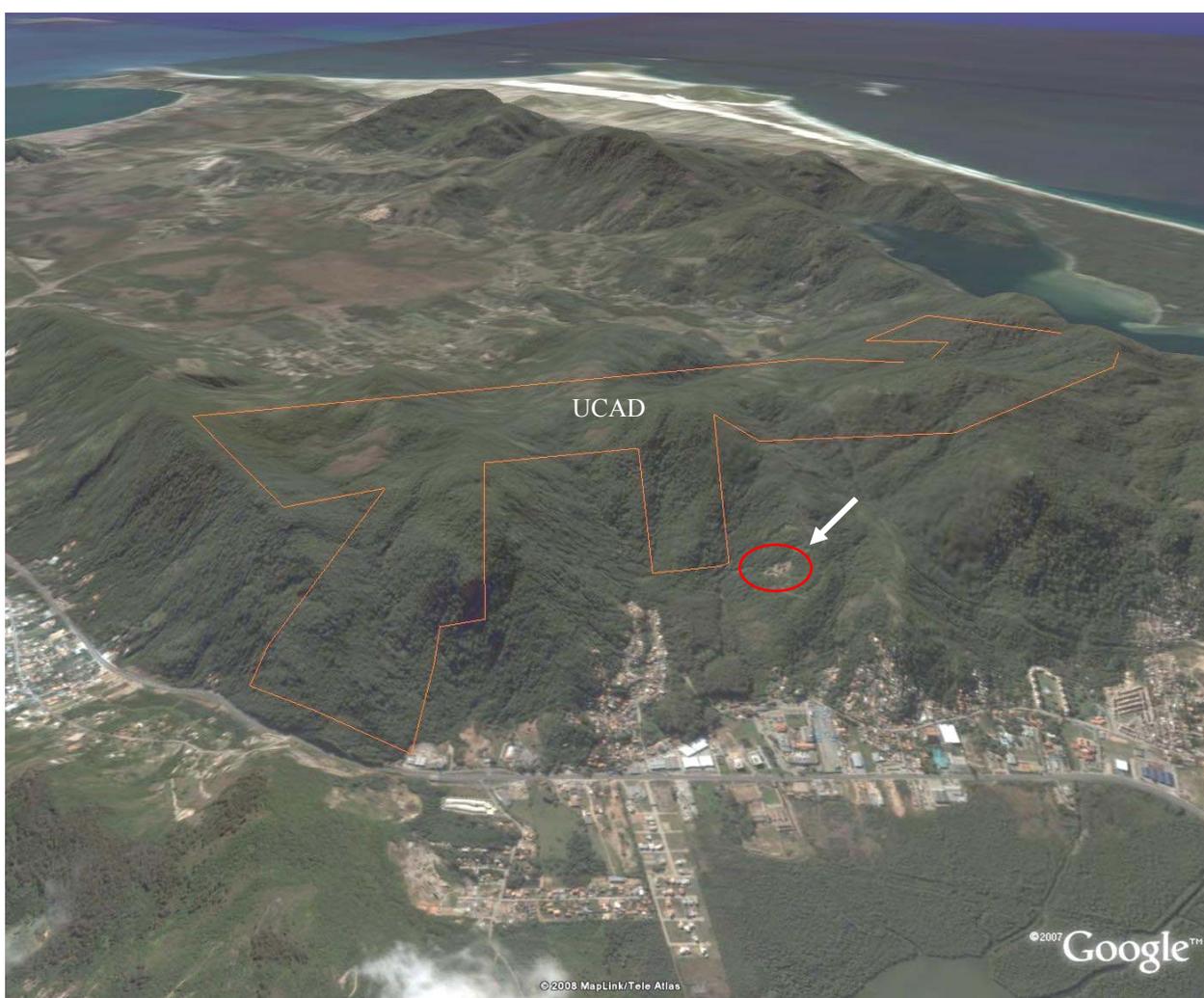


Figura 4: Imagem aérea em 3D da localização da UCAD em laranja e dos dois Gleichenietos (seta branca) estudados nas áreas adjacentes em vermelho. Fonte: Google, acesso em 28/09/2008 de imagem de 2006.

Em 1955, esta área florestal da Ilha de Santa Catarina foi loteada para exploração agropecuária (Ladwig, 1998). Na área de estudo, há locais onde predomina o estágio pioneiro da sucessão vegetal (estrato herbáceo), chamados “sapés”, que eram usados

inicialmente para a prática de agricultura de subsistência. Após os solos estarem exauridos como área de pastoreio, e por queimadas periódicas, além do fato de serem solos que possuem o horizonte A diretamente sobre a rocha, há grande dificuldades para o desenvolvimento de uma vegetação em estágio mais avançado (Ladwig, 1998). Perdas da matéria orgânica pelas queimadas e dos minerais do solo pelas culturas e lixiviação causada pelas águas da chuva empobrecem rapidamente os solos tropicais álicos ou distróficos e excepcionalmente eutróficos, que levam anos para se rejuvenescerem naturalmente (Klein, 1980; Veloso *et al.* 1991).

Segundo Queiroz (1994), há três principais fatores que se inter-relacionam e determinam a caracterização de um ambiente florestal. Fatores pedológicos: a constituição organo-mineral, pH, complexo absorvente, estrutura, composição granulométrica, o grau de evolução do solo, a organização dos horizontes, o regime hídrico e os efeitos das atividades antrópicas do passado e presente; fatores climáticos e geográficos: os regimes pluviométricos, temperaturas e os ventos, os valores de evapotranspiração, altitude, distância do mar, a localização sobre a inclinação ou sobre a crista e a declividade; e conseqüentemente, as características da vegetação, tais como a composição florística, o estágio sucessional, o vigor dos indivíduos, a velocidade da dinâmica, os graus de espécies xerófitas e mesófitas, a disponibilidade dos vetores de dispersão de esporos, o ecótopo de origem das espécies que compõe os agrupamentos vegetacionais.

A área de estudo devido à sua formação geológica, localização e disposição geomorfológica possui uma diversidade de classes de solos destacando-se: Cambissolos, Ce-Cambissolo substrato depósito de encosta, Cg-Cambissolo substrato granito, Cd-Cambissolo substrato diabásio; Litólicos, Rg-Litólico substrato granito e Rd-Litólico substrato diabásio. O desenvolvimento dos tipos de associações secundárias na área de estudo não se processou com maior rapidez pelas condições físicas dos solos (cambissolo e litólico), em função disto há uma grande variabilidades na constituição destes grupamentos secundários (Ladwig, 1998). Contudo, os solos que propiciam a colonização de *Gleichenella pectinata* são os litólicos (Queiroz, 1994).

3.1.1 IMAGENS AÉREAS DA ÁREA DE ESTUDO E LOCAL DE COLETA DE MATERIAL DE *GLEICHENELLA PECTINATA*.

Com base em técnicas de geoprocessamento, utilizando-se do programa ArcGIS 9.0 - ESRI, com licença da Estação Ecológica de Carijós, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, foi possível verificar a área de coleta com os agrupamentos de *Gleichenella pectinata* desde a década de 50 até o ano de 2007, através da interpretação visual, conforme descrito em LOCH (2001), em meio digital, do histórico de levantamentos aerofotogramétricos e imagens de satélite disponíveis para a área de estudo (Figuras 5 a 12).

Os levantamentos aerofotogramétricos foram digitalizados através de scanner de mesa comum, com 600DPI de resolução e geo-referenciados com base na restituição aerofotogramétrica do IPUF de 2000, na escala 1:2.000, são eles:

- a) IPUF de 1956, na escala nominal 1:25.000;
- b) IPUF de 1978 na escala nominal 1:25.000;
- c) CELESC de 1998 na escala nominal 1:15.000;

A imagem de satélite utilizada foi:

- a) Quickbird de 2007, com resolução espectral de 0,65m.

É importante destacar a diferença de escala entre as imagens aéreas. Contudo, as imagens cumprem o objetivo de demonstrar a possível ocupação ao longo do tempo de *Gleichenella pectinata* nestas áreas, formando gleichenietos que podem se manter por décadas, conforme Queiroz (1994) relata em seus estudos.

De acordo com Gillieson *et al* (2006), o uso do sensoriamento remoto permite analisar áreas de desmatamento e de regeneração florestal, bem como analisar vários parâmetros estruturais de florestas e alguns parâmetros de fisiologia vegetal.

As Figuras 5 a 8 apresentam as imagens aéreas da área de estudo onde foram realizadas as coletas de frondes e rizomas de *Gleichenella pectinata*.

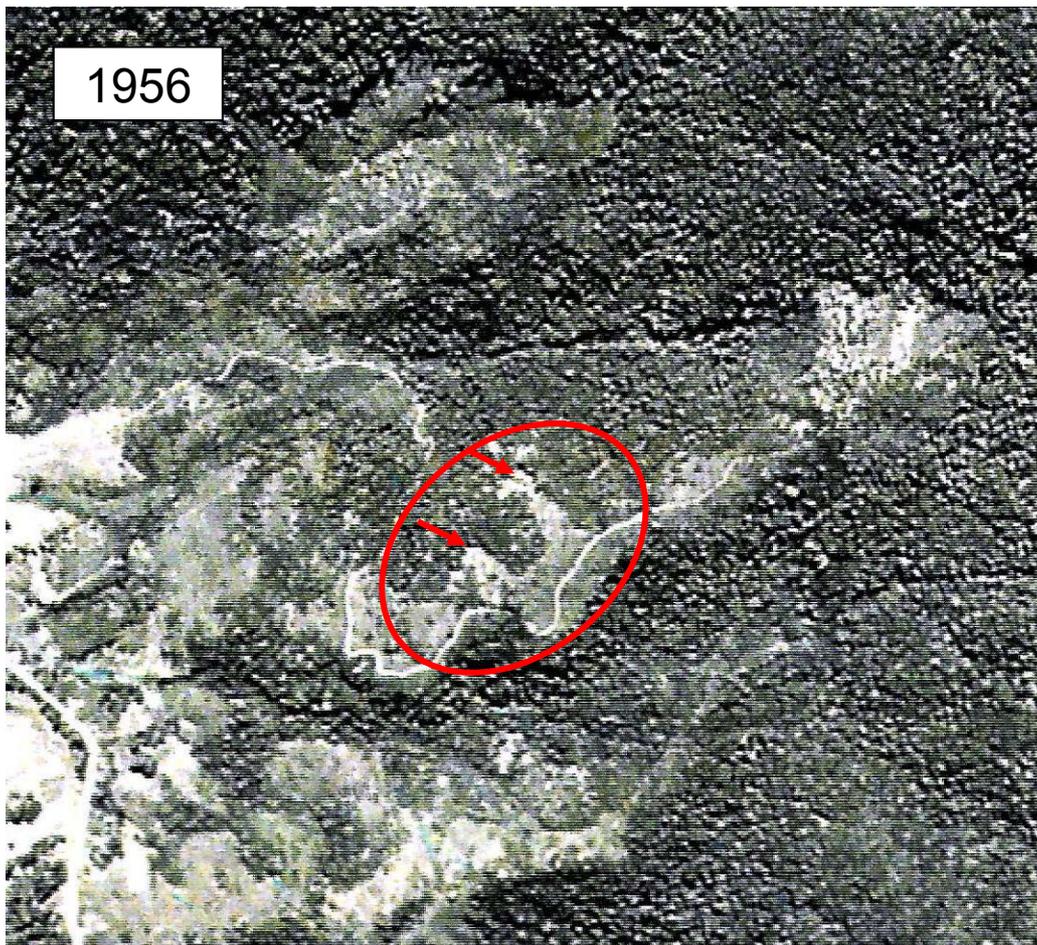


Figura 5: Duas áreas com solo exposto devido ao desmatamento para abertura de estrada em 1956, indicadas pelas setas vermelhas.

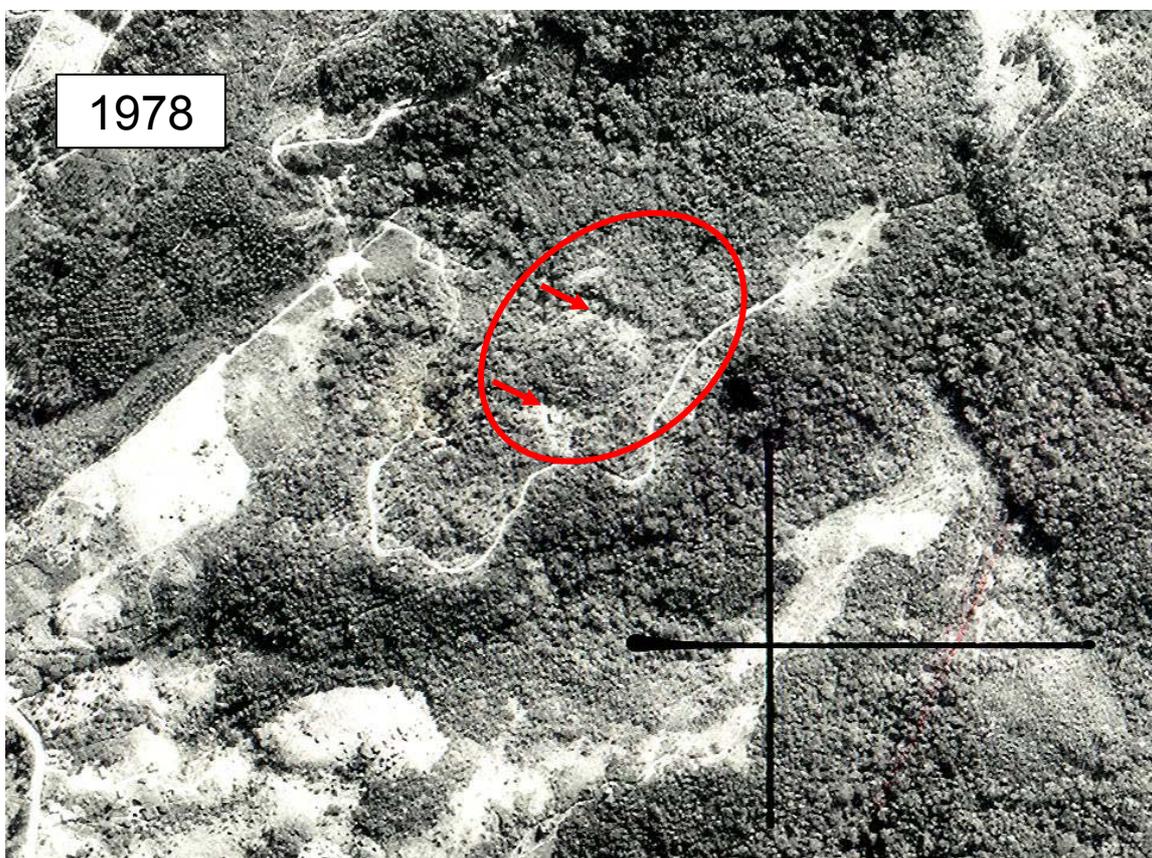


Figura 6: A mesma área da foto de 1956, 22 anos depois, em 1978 demonstrando a possível colonização de *Gleichenella pectinata* (as setas em vermelho) sobre o solo anteriormente exposto.

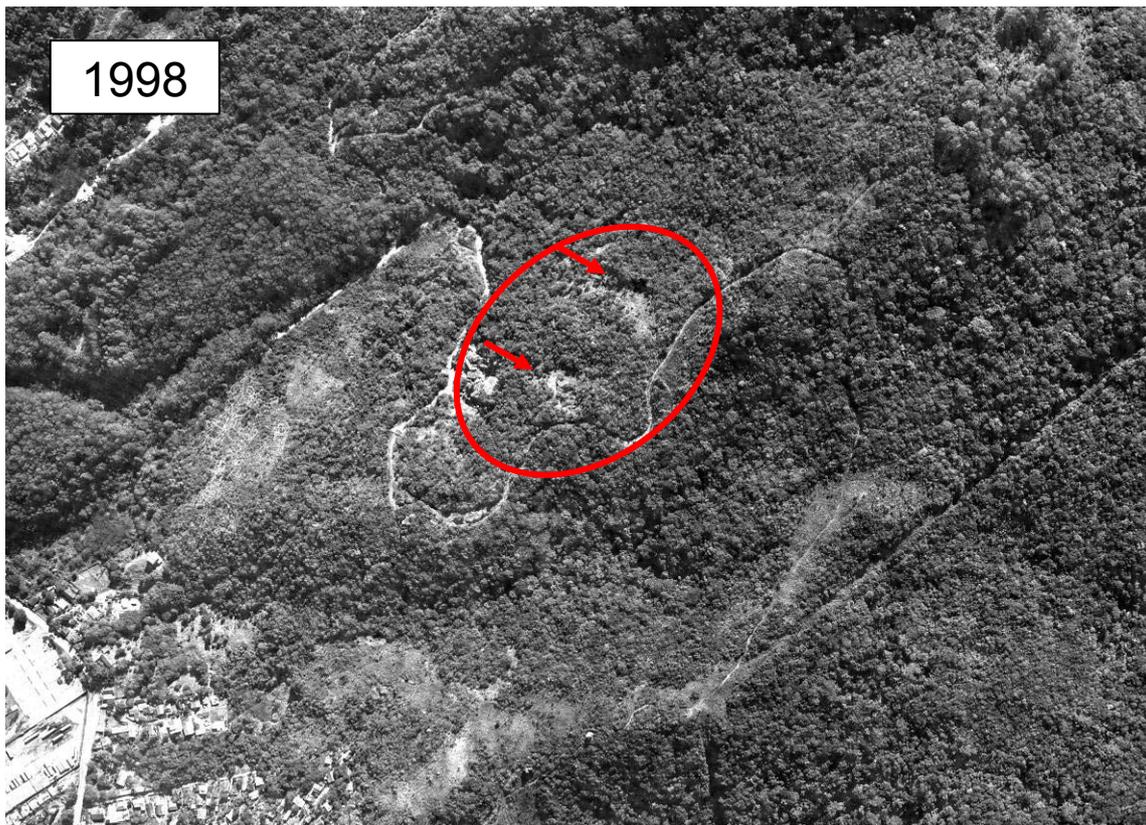


Figura 7: A mesma área de 1978, 20 anos depois, em 1998, demonstrando a regeneração da floresta secundária e a possível estabilização dos agrupamentos de *Gleichenella pectinata* (setas em vermelho).



Figura 8: A mesma área de 1998, 19 anos depois, em 2007, demonstrando a estabilização dos dois agrupamentos de *Gleichenella pectinata* (setas em vermelho) utilizados como áreas de coleta.

Com base em fotografia aérea de 1956 (Figura 5), observa-se uma grande área de solo exposto, que foi colonizado, supostamente pelos dois agrupamentos de *Gleichenella pectinata* nas décadas a seguir, nas adjacências de uma estrada. A imagem obtida em 1978 (Figura 6) demonstra que após 22 anos, a área onde o solo encontrava-se exposto apresentava-se possivelmente colonizada pelos Gleichenietos. De acordo com Queiroz (1994), a ocupação da espécie se dá de forma lenta e gradual e impede a colonização por outras espécies. Este fato pode ser verificado na imagem de 1998, 20 anos depois, onde as duas áreas de coleta permanecem com a vegetação rasteira enquanto a floresta secundária se regenera ao seu redor. Na imagem de 2007, 19 anos depois, apesar da diferença de escala e maior resolução desta, é possível identificar com maior precisão a ocupação de *Gleichenella pectinata* compondo assim os gleichenietos.

Apesar de não ser possível afirmar com precisão que a espécie em questão colonizou esta área desde a década de 50 e impediu a colonização por outras espécies, já que as imagens aéreas e a interpretação visual não o permitem, é possível inferir que há uma grande possibilidade que isto tenha ocorrido. Contudo, não é possível provar tal fato cientificamente pela falta de ferramentas adequadas.

3.2 CULTIVO DE ESPOROS.

3.2.1 COLETA, SEPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS ESPOROS.

Foram realizadas quatro coletas de frondes férteis de *Gleichenella pectinata* (abril e dezembro de 2005 e março e julho de 2006). As coletas foram realizadas na Unidade de Conservação Ambiental Desterro – UCAD e seu entorno imediato. As frondes secaram sobre papel de filtro à temperatura ambiente durante 72 horas como forma de facilitar o desprendimento dos esporângios. Os esporângios foram removidos das frondes com auxílio de um pincel. Os esporos foram filtrados em papel entretela (TNT[®]) também com auxílio de um pincel e armazenados em frascos de vidro sob refrigeração e temperatura de $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (Rogge *et al.*, 2000).

3.2.2 EFEITO DE DIFERENTES PHS NA GERMINAÇÃO.

Esporos foram previamente esterilizados pela imersão durante 15 minutos, em solução de hipoclorito de sódio comercial (Q-Boa[®], com 2% de cloro ativo), diluída a 10% e posteriormente foram lavados em água destilada autoclavada e filtrados a vácuo, sobre papel de filtro. Este procedimento foi realizado em capela de fluxo laminar, onde o material permaneceu até a secagem completa. Os esporos germinaram em meio mineral líquido. Na germinação em meio líquido, os esporos foram semeados em 8 frascos Erlenmeyer, contendo 20 ml de meio mineral de Mohr (1956), modificado por Dyer (1979) (Quadro 1), acrescido de Benlate[®] (25 mg.L^{-1}) para evitar o aparecimento de fungos. Os meios e vidrarias foram previamente autoclavados durante 30 minutos a 1 atm. Aproximadamente 10 mg (cerca de 200.000 esporos), foram semeados em cada frasco com auxílio de uma espátula. Os erlenmeyers foram tampados com filme de polipropileno de uso doméstico da marca Assafácil[®], fixos por elástico.

QUADRO 1 - Composição química do Meio de DYER

Sais	Quantidade
Sulfato de Magnésio	510 mg.L ⁻¹
Nitrato de Potássio.....	120 mg.L ⁻¹
Nitrato de Cálcio.....	1440 mg.L ⁻¹
Fosfato de Potássio Dibásico.....	250 mg.L ⁻¹
Solução de FeSO ₄ .7H ₂ O e NaEDTA... ..	1 mg.L ⁻¹
Água destilada até completar 1 (um) litro.	
<u>Preparação:</u> misturam-se todos os ingredientes.	
Solução de FeSO ₄ .7H ₂ O e NaEDTA:	
NaEDTA.....	33,2 g. L ⁻¹
Hidróxido de Sódio.....	3,65 g/L
Sulfato de Ferro	25 g/L
Água destilada até completar 1 (um) litro	
<u>Preparação:</u> misturam-se todos os ingredientes	

A germinação ocorreu em sala de cultivo com densidade de fluxo de fótons à altura dos frascos de aproximadamente 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A iluminação foi obtida pelo uso de lâmpadas fluorescentes brancas e o fotoperíodo foi de 16 horas. Foi testado o efeito de diferentes pHs do meio de cultura que foram ajustados para: 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 e 6,7 (controle), na germinação em sala de cultivo a 25 ± 2 °C para esporos coletados em dezembro de 2005. Os diferentes pHs foram ajustados utilizando-se solução 1M de NaCl ou H₂SO₄ concentrado, com auxílio de pHmetro. Foram realizados dois testes de germinação.

A germinação foi avaliada a cada sete dias até a estabilidade. Foram preparadas oito lâminas e contados 100 esporos por lâmina, em microscópio binocular Carl Zeiss e aumento de 100 vezes.

Em cada avaliação, alíquotas de material inoculado foram retiradas dos frascos de vidro, com pipeta Pasteur esterilizada, e foram distribuídas em seis lâminas de microscópio recobertas com lamínula; foram contados 100 esporos em cada lâmina. Os esporos

considerados inviáveis mostraram-se transparentes, sem conteúdos de reserva ou parcialmente preenchidos com grânulos de reserva. Os esporos considerados viáveis apresentaram-se totalmente preenchidos com conteúdos de reservas e seu aspecto é opaco.

3.2.3 DESENVOLVIMENTO DE GAMETÓFITOS E FORMAÇÃO DE ESPORÓFITOS EM SUBSTRATO NATURAL DE BARRANCO.

A partir do 2º teste de germinação do item 3.2.2 foram obtidos os gametófitos que foram inoculados em quatro bandejas de polipropileno representando respectivamente os pHs 4,0, 5,0 e 6. Foram transplantados gametófitos contidos em três frascos por pH analisado. As bandejas receberam solo de barranco coletado na UCADE. O substrato foi previamente esterilizado em autoclave por 60 minutos a uma temperatura de 120°C (para evitar a contaminação do material com esporos de outras espécies que possam ocorrer no banco de esporos do solo utilizado). As bandejas foram mantidas em sala de cultivo por seis meses (de outubro de 2006 a abril de 2007), a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 16 horas, umidade relativa de 74% e densidade de fluxo de fótons de $30\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A iluminação foi obtida pelo uso de lâmpadas fluorescentes brancas. Após seis meses em sala de cultivo, as bandejas plásticas com tampa foram transferidas para uma sala com temperatura ambiente e com luz natural para um período de adaptação dos esporófitos, com objetivo de posteriormente transferi-los para vasos individuais e finalmente, produzir as mudas. As bandejas permaneceram por dois meses nestas condições.

3.4 CULTIVO DE ESTACAS FOLIARES.

3.4.1 EFEITO DE ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO (AIB) NA ESTIMULAÇÃO DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS FOLIARES DE *GLEICHENELLA PECTINATA*.

Estacas foliares em forma de Y, de 5 cm (Figura 7), contendo uma gema temporariamente dormente foram cultivadas em quatro repetições de seis estacas por tratamento. O delineamento experimental foi completamente casualizado. Utilizou-se ácido indol-3-butírico (AIB), Merck, nas concentrações: 250, 500, 1000, 1500 e 2000 mg Kg⁻¹, na forma de pó em talco neutro. As estacas foram plantadas em vasos de mini-violetas, contendo areia lavada e vermiculite (1:1).

O teste foi implantado em 06/10/2006. As estacas foram cultivadas na casa de vegetação do Departamento de Botânica, com sistema de nebulização, por um período de oito semanas.



Figura 9: A. Base da estaca foliar sendo envolvida pelo ácido indol-3-butírico (AIB) em forma de talco neutro; B. Estaca foliar sendo plantada em substrato de areia lavada e vermiculite; C. Experimento montado com 24 estacas por tratamento; D. Identificação de cada amostra por tratamento; E. Distribuição aleatória de cada amostra dos 5 diferentes tratamentos em casa de vegetação.

3.5 CULTIVO DE RIZOMAS.

3.5.1 EFEITO DE CINETINA E BAP (BENZIL-AMINO-PURINA) NA ESTIMULAÇÃO DE BROTAÇÃO DE RIZOMAS DE *GLEICHENELLA PECTINATA*.

Os rizomas foram coletados na UCAD no mês de outubro de 2005. Para o experimento foram utilizados 100 segmentos de rizomas, contendo gemas, de 15 a 20 cm de comprimento. Os rizomas foram tratados com as citocininas sintéticas: cinetina (6-benzil-adenina) e BAP (benzil-amino-purina). Foram imersos por 24 horas em diferentes concentrações de cinetina ou BAP (0, 25, 50 75 e 100 mg L⁻¹), sendo cinco segmentos por bandeja plástica com tampa e três repetições por tratamento.

Os rizomas foram cultivados em substrato contendo terra roxa estruturada e composto orgânico termofílico (3:1) e foram mantidos em sala de cultivo a temperatura ambiente e densidade de fluxo de fótons de aproximadamente 10μmol.m⁻².s⁻¹. As bandejas foram regadas 1 vez por semana e os rizomas foram observados semanalmente, por um período de 60 dias, sendo anotados os seguintes dados: rizomas que permanecem vivos, rizomas que morreram e rizomas que brotaram.

3.5.2 EFEITO DE ÁCIDO GIBERÉLICO (GA₃) NA ESTIMULAÇÃO DA BROTAÇÃO DE RIZOMAS.

Os rizomas foram coletados na UCAD no mês de março de 2006. Foram realizados dois experimentos. No primeiro, rizomas foram imersos por 24 horas em diferentes concentrações de GA₃ (0, 25, 50 75 e 100 mg L⁻¹), e a seguir foram transferidos para bandejas plásticas perfuradas contendo substrato composto por terra roxa estruturada e composto orgânico termofílico (3:1). No segundo, rizomas foram plantados em substrato composto por terra roxa estruturada e composto orgânico termofílico (3:1) em bandejas plásticas perfuradas e regados com aproximadamente 150 ml de GA₃ em diferentes concentrações (0, 25, 50 75 e 100 mg L⁻¹).

Em todos os tratamentos, foram plantados cinco segmentos de rizoma por bandeja plástica e para cada tratamento foram utilizadas quatro bandejas para cada concentração de hormônio.

As bandejas foram colocadas na casa de vegetação com nebulização e semanalmente foram anotados os seguintes dados: rizomas que permanecem vivos, rizomas que morreram e rizomas que brotaram. Os testes tiveram a duração de um mês.

3.5.3 PLANTIO DE RIZOMAS DE *GLEICHENELLA PECTINATA* EM SOLO DE HORIZONTE C.

Os rizomas foram coletados na UCAD no mês de fevereiro de 2007. Para o experimento foram utilizados 40 segmentos de rizomas de 15 a 20 cm de comprimento retirados da parte distal e contendo gemas. Os segmentos de rizomas foram plantados aleatoriamente numa área degradada com solo exposto, em frente à UCAD (Figura 8).

Nesta época do ano, o clima apresentava temperaturas elevadas (25 a 30°C) e baixa pluviosidade, sendo que os rizomas foram regados em dias alternados. O experimento foi monitorado semanalmente, sendo anotados os seguintes dados: rizomas que permanecem vivos, rizomas que morreram e rizomas que brotaram.

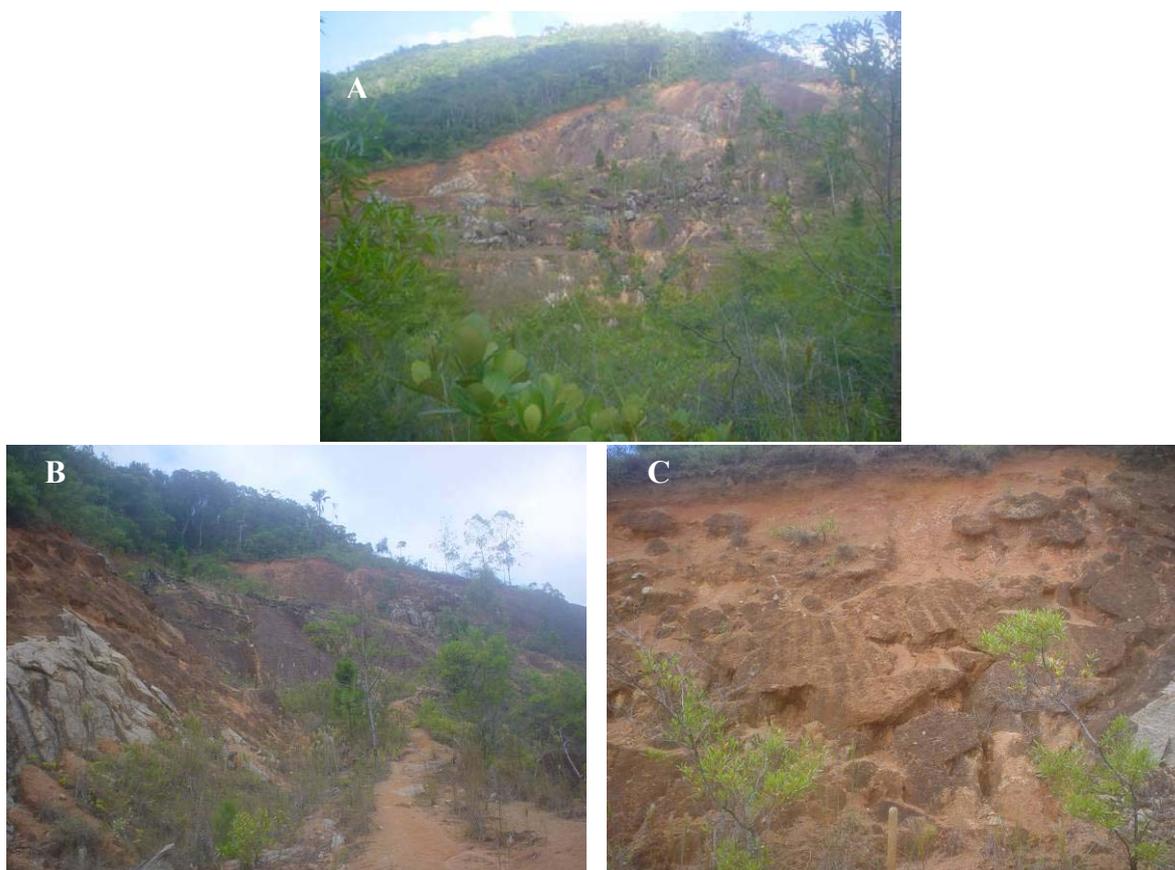


Figura 10: A. Vista geral da área degradada na SC 401, em frente à UCAD; B. Vista transversal do barranco; e C. Detalhe do barranco exposto.

3.5.4 CULTIVO DE RIZOMAS DE *GLEICHENELLA PECTINATA* EM BANDEJAS COM SOLO DE HORIZONTE C EM AMBIENTE NATURAL.

Os rizomas foram coletados na UCAD no mês de fevereiro de 2007. Para o experimento foram utilizados 40 segmentos de rizomas conforme descrito em 3.4.3. Os 40 segmentos de rizomas foram plantados em 10 bandejas de plástico perfuradas contendo solo de barranco.

As bandejas foram alocadas próximas à sede da Unidade de Conservação Desterro em ambiente que recebia sombra na parte da manhã e sol no período da tarde. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. O experimento foi monitorado semanalmente por oito semanas, sendo anotados os seguintes dados: segmentos de rizomas que permanecem vivos, segmentos de rizomas que morreram e segmentos de rizomas que brotaram.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS:

Os resultados de germinação foram avaliados através de estatística básica descritiva, que identifica medidas como a média, desvio padrão e intervalo de confiança (Sokal & Rohlf 1969). Os resultados foram analisados pelo Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov (D_{max}) e a seguir pelo Teste de Homogeneidade de variâncias de Bartlett (Santana & Ranal, 2004). Foi aplicado o teste de comparação de médias quando se compararam mais de dois tratamentos (Tukey 5%), quando os dados apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas. Os resultados foram analisados pelos softwares Excel e Minitab (Microsoft) e Statgraphics (1993).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GERMINAÇÃO DE ESPOROS EM DIFERENTES PHs.

De acordo com Santos (2006), *Gleichenella pectinata* mostra três padrões de desenvolvimento gametofítico: I - gametófitos formados por uma ou duas células protonemais ricas em cloroplastos, porém sem a diferenciação de rizóides; II - gametófitos filamentosos com rizóides curtos e III - gametófitos filamentosos com rizóides longos. (Figura 11). Esses mesmos padrões foram utilizados nas avaliações de germinação de *Gleichenella pectinata* sob diferentes pHs.

Os resultados sobre o efeito do pH na germinação de esporos de *G. pectinata* estão apresentados nas figuras 12 a 14 e na tabela 1. A análise estatística mostra que não houve diferença entre as porcentagens de gametófitos totais e gametófitos com rizóides longos produzidos nos meios ajustados para os pHs analisados, porém houve uma nítida tendência biológica de redução nos percentuais de gametófitos com rizóides longos nos meios ajustados com os maiores pHs (6,0 e 6,7). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os pHs 4,0, 4,5, 5,0 e 5,5 para o aparecimento de gametófitos cordiformes; também não houve diferença entre os pHs 4,0, 4,5, 5,5 6,0 e 6,7 mas houve diferença estatisticamente significativa entre os pHs, 5,0, 6,0 e 6,7. Estes dados estão de acordo com os obtidos na literatura, para diversas espécies de pteridófitas leptosporangiadas, que têm mostrado que a melhor germinação ocorre em pHs ligeiramente ácidos ou neutros (Miller 1968). Porém há variações nas respostas a condições fortemente ácidas. Em algumas espécies não há germinação (Hevly 1963) ou há uma baixa porcentagem de germinação (Mohr 1956). Em outras espécies, moderados níveis de germinação ocorrem, mas o desenvolvimento gametofítico é limitado (Courbet 1955, Otto *et al.* 1984). Esporos de espécies terrestres de Ophioglossaceae respondem ao pH do meio nutritivo similarmente àquelas pteridófitas leptosporangiadas, que germinam melhor em um pH ligeiramente ácido (Whittier 1981).

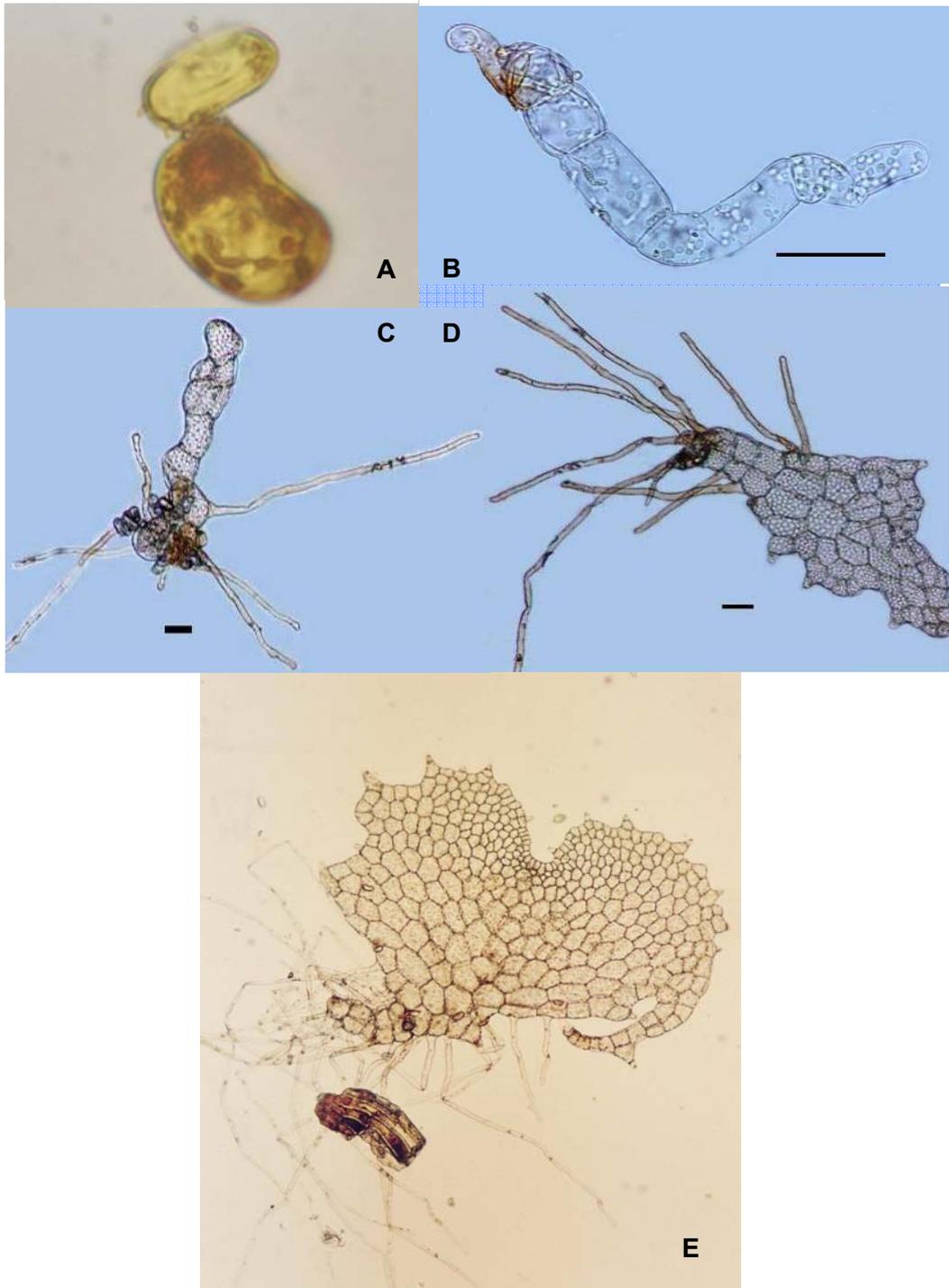


Figura 11: A - Fotomicrografia de gametófito de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching com uma ou duas células protalais com cloroplastos sem rizóide aos 14 dias de cultivo em MO; B - Fotomicrografia de gametófito filamentoso de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching com início de desenvolvimento do rizóide aos 34 dias de cultivo. C – Gametófito filamentoso com vários rizóides; D – Gametófito espatulado com início de expansões laterais; E - Aspecto geral do gametófito cordiforme de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching com 48 dias de cultivo. (Barra = 50µm). Fonte: Santos, 2006.

Os esporos de *Ophioglossum palmatum* L. germinam melhor em condições fortemente ácidas, sendo que a germinação é reduzida ou eliminada em condições ligeiramente ácidas ou neutras (Whittier & Moyroud 1993). Nondorf *et al.* (2003) estudando o efeito do pH na germinação de esporos de *C. feei* Moore observaram maiores porcentagens de germinação em pHs ácidos (pH 4,5 e 5,5), porém houve germinação também entre os pHs 6,0 e 8,5.

Diversos autores pesquisaram as exigências edáficas necessárias ao crescimento de pteridófitas. Por exemplo, Carlson (1979) conduziu um estudo comparativo do habitat de dez espécies do gênero *Dryopteris*, reunindo-as em quatro grupos: espécies típicas de solos de pH ácido, espécies de solos de pH ácido a neutro, espécies de solos de pH neutro e espécies de solos de pH neutro a básico, havendo um maior número de espécies desse gênero que preferem solos com pH acidificado.

Estudos com pteridófitas herbáceas no Estado de Georgia (EUA) mostram que dentre as espécies estudadas, *Polystichum acrostichoides* (Michx.) Schott é de ocorrência mais restrita a solos fortemente ácidos. Já, *Anthyrium pycnocarpo* (Spreng.) Tidestrom é mais abundante em solos com pH acima de 6,6 e mais ricos em nutrientes. *Anthyrium thelypteroides* (Michx.) Desv. e *Cystopteris protusa* (Weath.) Blasdell são espécies generalistas, uma vez que suas distribuições não têm correlação significativa com o pH (Graves & Monk 1982). Suzuki (2003) mostrou que em solo de mata (terra roxa estruturada), cujo pH era muito baixo (4,4), ocorreu o desenvolvimento gametofítico de *Dicksonia sellowiana* e houve a formação de esporófitos. Porém, nesse solo, a autora observou que o desenvolvimento foi muito mais lento quando comparado ao desenvolvimento na mesma terra roxa com adição de nutrição mineral na forma de composto orgânico termofílico na proporção de 3:1. Observou-se que essa espécie não se desenvolveu em solo cujo pH era em torno 6,0, ou seja, provavelmente essa espécie seja intolerante a solos com pH mais elevado (Suzuki, 2003).

Os resultados sobre o meio mais adequado para a germinação e desenvolvimento gametofítico são extremamente importantes como forma de maximizar a porcentagem de germinação dos esporos de *Gleichenella pectinata*. A germinação desta espécie é extremamente complexa, pois quando se realiza uma coleta de frondes férteis, numa mesma fronde é possível encontrar esporos em vários estágios de maturação. Da mesma forma, quando semeados em meio de cultura, a velocidade de desenvolvimento dos gametófitos é muito variável.

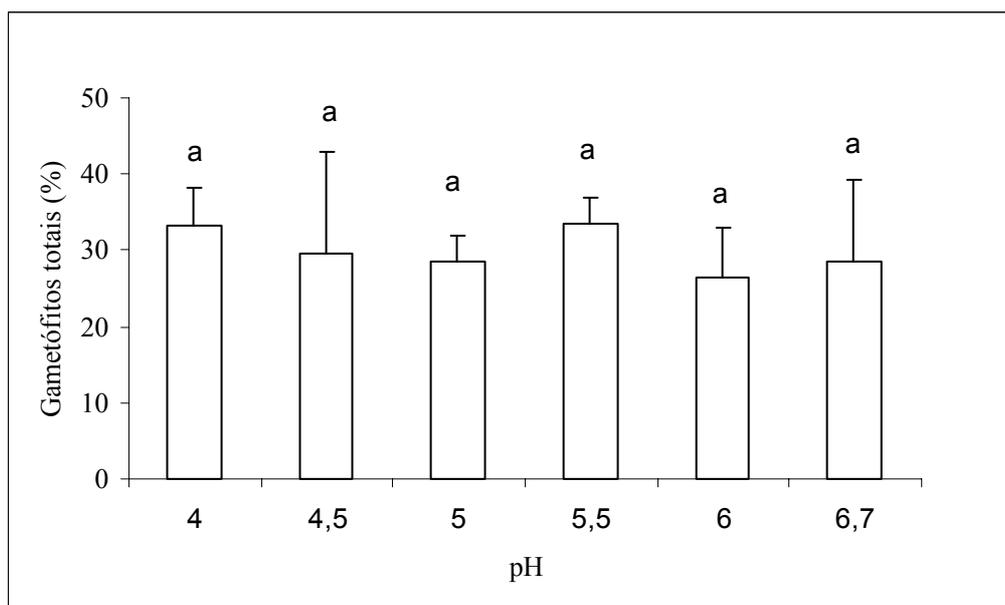


Figura 12: Porcentagem de gametófitos totais após 28 dias de cultivo de esporos de *Gleichenella pectinata* em diferentes pHs, ao nível de 5% de probabilidade de acordo com teste de Tukey. As letras iguais demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos de pH no desenvolvimento de gametófitos totais.

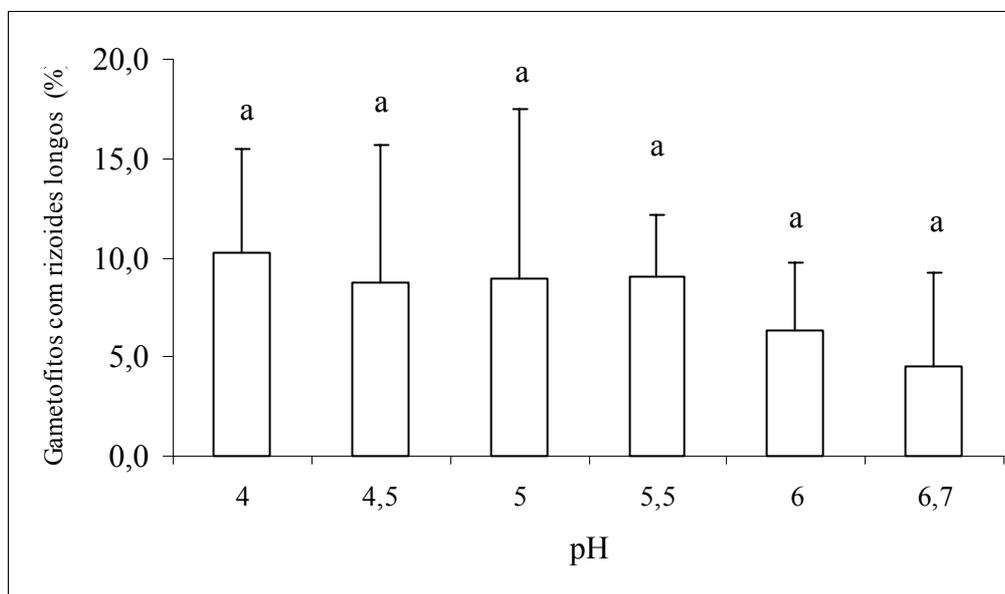


Figura 13: Porcentagem de gametófitos com rizóides longos após 28 dias de cultivo de esporos de *Gleichenella pectinata* em diferentes pHs, ao nível de 5% de probabilidade de acordo com teste de Tukey. As letras iguais demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos de pH no desenvolvimento de gametófitos com rizóides longos.

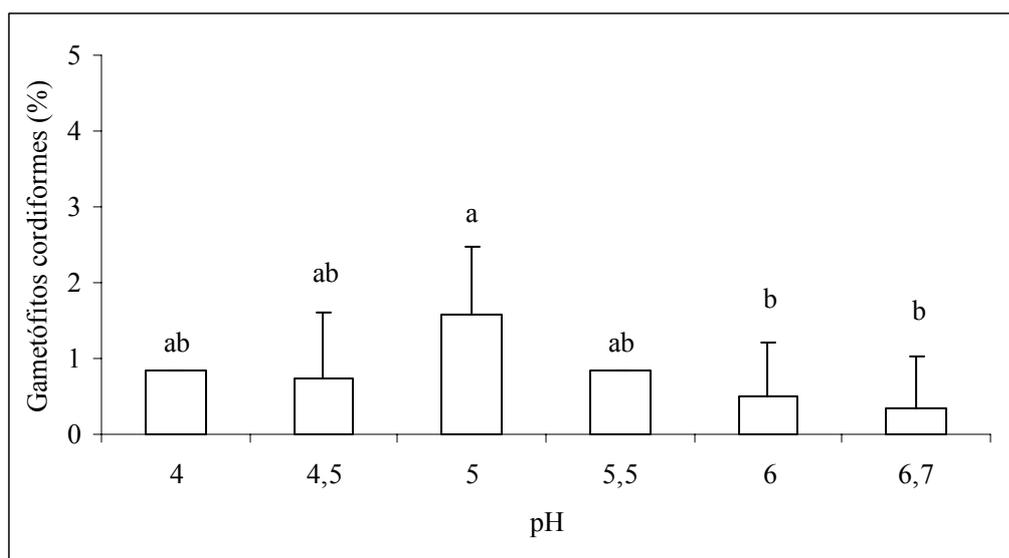


Figura 14: Porcentagem de gametófitos cordiformes após 28 dias de cultivo de esporos de *Gleichenella pectinata* em diferentes pHs, ao nível de 5% de probabilidade de acordo com teste de Tukey. As letras iguais demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos de pH no desenvolvimento de gametófitos cordiformes.

Tabela 1. Efeito de pH no desenvolvimento de gametófitos totais, gametófitos com rizóides longos e gametófitos cordiformes a partir da germinação de esporos de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching coletados em dezembro de 2005 e armazenados a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 4 meses. D_{max} - estatística do teste de Kolmogorov-Smirnov para normalidade dos dados; χ^2 - estatística do teste de Bartlett's para homogeneidade de variâncias. Letras diferentes diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de Tukey.

pH	Gametófitos com rizóides longos	Gametófitos cordiformes	Gametófitos totais
Porcentagem média \pm desvio padrão			
4,0	10,3 \pm 5,2 a	0,8 \pm 0 ab	33,3 \pm 4,9 a
4,5	8,8 \pm 6,0 a	0,8 \pm 0,9 ab	29,5 \pm 13,4a
5,0	9,0 \pm 8,5 a	1,6 \pm 0,9 a	28,50 \pm 3,5a
5,5	9,1 \pm 3,1 a	0,8 \pm 0,0 ab	33,50 \pm 3,5a
6,0	6,3 \pm 3,5 a	0,5 \pm 0,7 b	26,50 \pm 6,3a
Controle (6,7)	4,5 \pm 4,8 a	0,3 \pm 0,7 b	28,5 \pm 10,6a
χ^2	9,48	7,727	5,579
D_{max}	0,095	0,044	0,090

Até o momento, os estudos sobre a germinação de esporos de *Gleichenella pectinata* registraram a maior porcentagem em torno de 18% (Santos, 2006). A mesma autora coletou esporos nos meses de Março, Abril, Maio, e Novembro (2004) na Unidade de Conservação Ambiental Desterro (UCAD) e observou que maior porcentagem de gametófitos com rizóides longos foi verificada a partir do cultivo de esporos coletados em novembro daquele ano. Por outro lado, a maior porcentagem de gametófitos totais foi observada em esporos coletados em março de 2004 e as menores em esporos coletados em maio e em novembro. Esta porcentagem é relativamente baixa quando comparada à germinação de outras espécies. Por exemplo, esporos recém-coletados de *Rumohra adiantiformis* (Forst.) Ching., uma Dryopteridaceae, atingem aproximadamente 100% de germinação (Brum & Randi, 2006).

É possível que em *G. pectinata* haja alguma relação com a atividade alelopática que a espécie exerce sobre outras plantas, mas que também pode estar agindo sobre si mesma (auto-alelopatia ou alelopatia autogênica). Peres (1997) e Peres *et al.* (1998) detectaram atividade alelopática em diferentes extratos e frações semi-purificadas de *G. pectinata*. As três frações dos extratos aquosos de *G. pectinata* provocaram um retardo no tempo de germinação e aumentaram a taxa final de germinação de sementes de *Clidemia hirta* (L.) D. Don (Melastomataceae). As frações n-butanólicas de *G. pectinata* nas três estações do ano estudadas (primavera, outono e inverno) anteciparam e aumentaram a taxa final de germinação de *C. hirta*, enquanto retardaram e inibiram a germinação de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). Essas frações também causaram reduções no comprimento do hipocótilo e da radícula de *L. sativa* de até 91%. A análise histológica das células do hipocótilo de alface submetidas à fração n-butanólica de frondes jovens de inverno e primavera mostrou uma redução significativa no comprimento médio das células do hipocótilo sugerindo também a inibição das divisões celulares, porém sem a estratégia de compensação via alongamento celular. Os autores demonstraram que dependendo da época de coleta das frondes, da idade das frondes e da semente testada (*C. hirta* ou *L. sativa*), o extrato de *G. pectinata* pode apresentar um efeito estimulante ou inibidor. Peres (1997) constatou a presença dos flavonóides canferol e quercetina e do ácido siquímico em frondes de *G. pectinata*. Os resultados mostraram efeito sinérgico desses compostos, porém não houve efeito quando os compostos isolados foram aplicados aos testes biológicos.

Soares *et al.* (2000) observaram que extratos aquosos de frondes verdes de diferentes espécies da família Gleicheniaceae: *Dicranopteris flexuosa* (Schrader) Underw,

G. pectinata, *Stricherus bifidus* (Will) Ching, *S. nigropaleaceus* (Stum.) J. Prado & Lellingner e *S.* (Schrader) Underw, reduziram significativamente a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv. “Grand Rapids”) e o crescimento radicular. Essa toxidez pode ser um dos fatores responsáveis pela elevada capacidade apresentada por essas espécies em colonizar ambientes degradados e com alta atividade antrópica.

É possível que a mesma alelopatia que a espécie em questão apresenta sobre outras espécies possa também atingir a própria espécie, caracterizando um comportamento de autoalelopatia ou autotoxicidade. Segundo Santos (2006), tais compostos evidenciados para frondes jovens e verdes de *G. pectinata* poderiam estar sendo produzidos por alguns dos gametófitos jovens produzidos no sistema “*in vitro*” e afetar a germinação de esporos da própria espécie, uma vez que aparentemente, nem todos os esporos viáveis são capazes de germinar. Poderiam também inibir o desenvolvimento de rizóides e a divisão celular dos gametófitos impedindo sua progressão para a fase espatulada e cordiforme, como foi observado no trabalho de Santos.

A autoalelopatia ou autotoxicidade foi observada em plântulas de *Grevillea robusta* Cunn. (Proteaceae) submetidas ao extrato aquoso de raízes maduras da mesma espécie, conforme observado por Webb *et al.* (1967), citados por Devaraj *et al.* (1999).

A autotoxicidade e a heterotoxicidade são tipos de alelopatia. A autotoxicidade, ou a autoalelopatia, ocorre quando a planta produz substâncias tóxicas que inibem a germinação das sementes e o crescimento de plantas da mesma espécie. O cafeeiro é uma típica planta de autotoxicidade, com grande arsenal químico, tendo os alcalóides como principais substâncias inibidoras do crescimento, podendo acumular-se no solo junto aos cafeeiros, promovendo fitotoxicidade às radículas jovens (Waller *et al.*, 1986).

Em *G. pectinata*, tal observação poderia ser decorrente da densidade dos esporos nos testes de germinação “*in vitro*”. Segundo Santos (2006), estudos sobre possíveis efeitos alelopáticos da espécie sobre seus próprios esporos, ou de sua autoalelopatia seriam interessantes para a compreensão das estratégias reprodutivas da espécie em seu “habitat”.

4.2 DESENVOLVIMENTO DE GAMETÓFITOS E FORMAÇÃO DE ESPORÓFITOS EM SOLO DO HORIZONTE C.

O solo das áreas de ocorrência dos 'gleichenietos', e local de coleta da planta foi coletado e analisado pela CIDASC através do Laboratório Físico Químico e Biológico em outubro de 2006. Os resultados estão descritos na Tabela 2.

O solo do horizonte C onde são encontrados os Gleichenietos apresentou baixa porcentagem de matéria orgânica e pH muito baixo (4,9), corroborando com a literatura sobre o solo de áreas degradadas e reiterando o fato de a maior porcentagem de gametófitos cordiformes de *Gleichenella pectinata* ter ocorrido no meio com pH ajustado para 5,0.

O desenvolvimento de gametófitos a partir de esporos cultivados em diferentes pHs foi muito baixo. Não foi possível a obtenção de uma amostragem suficiente para a determinação de curvas de formação de esporófitos, uma vez que para tal análise seriam necessárias três a quatro repetições de no mínimo 25 gametófitos cada. Os gametófitos desenvolvidos nos meios cujos pHs foram ajustados para 4,0, 5,0 e 6,0 foram inoculadas em apenas uma bandeja por tratamento. Dessa forma, a análise foi apenas visual, observando-se uma tendência de maior cobertura do solo com gametófitos provenientes do meio cujo pH foi ajustado para 5,0. Portanto, é possível a obtenção de esporófitos de *Gleichenella pectinata* a partir de cultivo de esporos, porém é extremamente baixa. Para a obtenção de maior número de esporófitos, seria preciso uma grande amostragem de esporos, visto que a germinação e a formação de gametófitos cordiformes é extremamente baixa.

A aclimação desses esporófitos mostrou-se difícil, sendo necessário um esforço no período de adaptação entre a sala de cultivo com irradiação, temperatura e umidade controladas e o ambiente de transição para o meio natural para que os esporófitos tornem-se mais resistentes e possam finalmente produzir mudas viáveis. Os esporófitos obtidos não resistiram à mudança de ambiente e morreram.

Tabela 2: Resultado da análise do solo do horizonte C, local de ocorrência dos ‘gleichenietos’ na UCAD. Fonte: CIDASC – Laboratório de Análise Físico Química e Biológica, em 04 de outubro de 2006.

DETERMINAÇÃO	RESULTADO	REFERÊNCIA
Textura	69 % argila	Classe 1
pH	4,90	Muito baixo
Fósforo	1,70 ppm	Muito baixo
Matéria orgânica	1,60 % (m/v)	Baixo
Cálcio	1,20 cmolc/l	Baixo
Magnésio	0,40 cmolc/l	Baixo
pH CaCl ₂	4,00	Muito baixo
Soma Bases-S	1,78 cmolc/l	Baixa
CTC	23,54 cmolc/l	Alta
Saturação Bases-V	7,56 %	Muito baixa

4.3 CULTIVO DE ESTACAS FOLIARES E RIZOMAS.

A tabela 3 mostra o resultado do teste de efeito de AIB na indução de enraizamento de estacas foliares de *G. pectinata*. Não houve formação de raízes adventícias e nem desenvolvimento de gemas na maioria das estacas. Em poucas, houve um aumento de volume das gemas e pequeno desenrolamento foliar que foi mantido por curto período de tempo, após o qual as estacas necrosaram. As estacas se mantiveram vivas por cinco semanas.

Tabela 3 - Efeito de AIB no enraizamento de estacas foliares de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching, na casa de vegetação do Departamento de Botânica - UFSC. As estacas foram plantadas em mistura de areia lavada e vermiculite (1:1). Período de teste: 06/10/2006 a 10/11/2006.

Semanas de cultivo	AIB (mg.Kg ⁻¹)					
	0	250	500	1000	1500	2000
	Estacas vivas (%)					
I	100	100	100	100	100	100
II	83,3	79,2	75	83,3	91,7	87,5
III	50	54,2	45,8	58,3	66,7	62,5
IV	20,8	25	16,7	33,3	29,2	29,2
V	12,5	12,5	8,3	16,7	12,5	8,3
VI	0	0	0	0	0	0

Santos (2006) realizou experimento semelhante. Porém, no presente trabalho as estacas foram enterradas até o início da bifurcação, de forma a deixar as suas gemas bem próximas ao substrato. Contudo, mesmo adotando tal método, as estacas foliares não enraizaram nem brotaram e os resultados obtidos foram muito próximos aos alcançados por Santos em seu trabalho.

Os testes de reprodução vegetativa a partir de rizomas de *Gleichenella pectinata* utilizando-se citocininas sintéticas (cinetina e BAP) e ácido giberélico (GA₃) em diferentes concentrações, mostraram que os rizomas não responderam a esses tratamentos para indução de brotação.

Os rizomas de *Gleichenella pectinata* plantados em barranco degradado morreram após uma semana de plantio, possivelmente devido às temperaturas acima da média e baixa pluviosidade durante o mês de fevereiro de 2007, mesmo sendo regados em dias alternados. Não houve brotamento nem enraizamento dos rizomas cultivados em solo de barranco. Rizomas permaneceram vivos até a 7ª semana de cultivo, porém houve um decréscimo gradual de rizomas vivos, ao longo do período de teste (Tabela 4). Portanto, ainda não foi possível estabelecer uma metodologia que viabilize a propagação da planta por meio desta estrutura morfológica. Contudo, também neste caso, apesar deste ambiente ser um pouco mais protegido da incidência direta da luz solar, uma vez que as bandejas ficavam sombreadas no período da manhã e expostas ao sol no período da tarde, o teste foi realizado também no mês de fevereiro que se caracterizou extremamente quente e seco.

Tabela 4 - Cultivo de rizomas de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching, em bandejas plásticas perfuradas contendo solo de barranco. Os rizomas foram mantidos na UCAD.

Semanas de cultivo	Rizomas vivos (%)
I	67,5
II	50
III	37,5
IV	30
V	25
VI	17,5
VII	5
VIII	0

Importa ressaltar que, apesar do indivíduo adulto de *Gleichenella pectinata* preferir locais ensolarados, naturalmente os rizomas encontram-se sombreados e úmidos e

provavelmente, devido a estas condições ambientais, eles não resistiram às fortes temperaturas e à exposição direta ao sol.

No presente trabalho, não foi possível testar o cultivo de segmentos de rizomas em outras estações do ano. É possível que as condições climáticas e as condições fisiológicas da planta possam interferir no processo de brotação de rizomas. Neste sentido, é possível que se estes testes fossem repetidos em outras épocas, para se obter informações adicionais sobre requisitos dessa espécie para a reprodução vegetativa a partir de rizomas, talvez resultados diferentes fossem obtidos. Fatores como temperaturas, irradiância, pluviosidade podem ser determinantes para a brotação e enraizamento desses rizomas.

Santos (2006), também realizou experimentos de reprodução vegetativa com segmentos de rizomas de *Gleichenella pectinata* em casa de vegetação com nebulização, sem aplicação de hormônios vegetais. Mesmo assim, houve cerca de 16% de brotamento de rizomas no substrato de terra roxa estruturada com rega de solução de Hoagland & Arnon e cerca de 8% de brotamento no substrato de areia e vermiculite (1:1) e rega de solução de Hoagland & Arnon.

Os rizomas desempenham importante papel na reprodução de algumas samambaias consideradas como plantas invasoras. De acordo com Hartig & Beck (2003) *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. e *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon) (Pteridaceae) são plantas invasoras muito poderosas no mundo, especialmente em áreas cultiváveis. Seu vigor e resistência a qualquer tipo de controle biológico resultam de seu sistema extensivo de rizomas. O crescimento dos rizomas é promovido fortemente pelo fogo. É comum, nas regiões tropicais e nos Andes do Equador, o uso do fogo para a obtenção de terra arável, que, no entanto, induz o crescimento de espécies de pteridófitas que se reproduzem por rizomas e que são altamente resistentes ao fogo, como é o caso de *P. arachnoideum*.

Há poucos dados na literatura acadêmica sobre o cultivo de rizomas de samambaias para a reprodução vegetativa. As informações são escassas e se restringem principalmente às técnicas utilizadas popularmente para a reprodução de samambaias ornamentais. Os sites www.jardimdeflores.com.br e www.globorural.com.br apresentam técnicas domésticas que podem ser empregadas para a reprodução dos gêneros: *Asplenium* (asplênio ninho-de-passarinho), *Adiantum* (avenca), *Davallia* (renda-portuguesa), *Nephrolepis* (paulistinha), *Polypodium* (samambaia-de-metro, do Amazonas, etc.), *Pteris* (samambaia-prata), *Equisetum* (cavalinha), *Lygodium* (samambaia-trepadeira), *Cyathea*

(samambaiacús) e *Dicksonia* (*Dicksonia sellowiana*). As técnicas indicam que os segmentos de rizomas devem ter aproximadamente 10 cm de comprimento e pelo menos duas gemas.

De acordo com Romanchak *et al.*(2005) a propagação vegetativa de *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw (Gleicheniaceae), por meio de enraizamento via alporquia e uso de auxinas sintéticas (AIB e ANA), bem como por segmentos de rizomas não foi viável para a produção em grande escala de propágulos a serem utilizados para restauração de áreas degradadas nas Ilhas Havaianas. Por outro lado, foi possível a propagação a partir de esporos, mas o tempo necessário ao crescimento dos esporófitos mostrou-se limitante para uso da espécie para fins de restauração em áreas degradadas. Esses autores comentam que as próximas estratégias serão o maximização de crescimento de gametófitos e esporófitos utilizando-se de diferentes meios de crescimento, bem como conhecer a ontogenia de arquegônios e anterídeos e desenvolver técnicas de cultivo “in vivo” dos esporófitos produzidos assepticamente em laboratório.

Dados da literatura mostram que pteridófitas respondem aos hormônios vegetais em técnicas de cultivo *in vitro*. Camloha *et al.* (1994) observaram a regeneração de plântulas *in vitro* a partir de explantes de frondes de *Platyserium bifurcatum* (Cav.) C. Chr. (Polypodiaceae), em meio MS suplementado com citocinina sintética BAP (benzil-amino purina) e observaram que a maior porcentagem de enraizamento ocorreu na presença de AIB (ácido indol-butírico) sendo que as plântulas foram transferidas para o solo com sucesso. Fernández *et al.* (1996a) cultivaram rizomas de esporófitos jovens de *Blechnum spicant* L.(Blechnaceae) e *Pteris ensiformis* L.(Pteridaceae) em meio MS com adição de BAP e ANA e obtiveram regeneração de um grande número de esporófitos. Kwa *et al.* (1995) publicaram estudos sobre apogamia (esporófitos produzidos na ausência de fecundação) induzida por AIA em gametófitos de *Platyserium coronarium* (Koenig) Desv. (Polypodiaceae), cultivados *in vitro*. O uso de ANA e BAP associados ao carvão ativado, induziu a máxima produção de esporófitos de *Platyserium bifurcatum* (Cav.) C. Chr. originados a partir de cultivo de suspensões celulares (Teng, 1997). Fernández *et al.* (1996b) afirmam que quando os gametófitos de *Dryopteris affinis* sp. *affinis* L. (Dryopteridaceae) foram cultivados por um mês em meio MS suplementado com BAP (benzil-animopurina) e ANA (ácido naftaleno acético), houve aumento da proliferação dos esporófitos a partir dos gametófitos.

O comportamento dominante de *Gleichnella pectinata* sobre ambientes degradados e seu papel na contenção de processos erosivos indicam seu potencial para seu uso na recuperação de taludes em solos degradados.

Dados sobre a ecologia da espécie, com ênfase nos seus processos reprodutivos, podem ser de grande utilidade para programas de recuperação de áreas de Floresta Ombrófila Densa, especialmente em áreas de encostas com solos degradados, bem como para a contenção perene de processos erosivos em encostas e taludes, conforme indicaram Queiroz, 1994; Reis *et al.* (1999) e Cusatis, 2001.

A partir desses dados, sugere-se que uma alternativa para a obtenção de mudas de *G. pectinata* seria a aplicação de técnicas de cultivo “*in vitro*” para a obtenção de calos e formação de esporófitos apogamicamente, a partir do cultivo de gametófitos e segmentos de rizomas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comportamento dominante de *Gleichenella pectinata* em ambientes degradados e seu papel na contenção de processos erosivos, indicam seu potencial para a recuperação de taludes.

A propagação de *G. pectinata* a partir da germinação de esporos é possível, porém a porcentagem de germinação e produção de gametófitos cordiformes e viáveis é muito baixa, sendo necessária a coleta de grande quantidade de material para a obtenção de gametófitos e esporófitos, além de necessitar de um período longo de experimentação para obtenção dos mesmos.

Os gametófitos que atingem a fase cordiforme são os que potencialmente podem produzir esporófitos. Sua formação foi mais favorecida entre os pHs 4,0 a 5,5.

O solo do horizonte C onde são encontrados os gleichenietos apresentou baixa porcentagem de matéria orgânica e pH muito baixo (4,9), corroborando com a literatura sobre o solo de áreas degradadas e reiterando o fato de a maior porcentagem de gametófitos cordiformes de *G. pectinata* ter ocorrido nos meios cujos pHs foram ajustados para 4,0, 4,5, 5,0 e 5,5.

O uso de reguladores de crescimento em métodos de propagação vegetativa foi ineficiente para a produção de mudas de *G. pectinata* tanto a partir de estacas quanto a partir de segmentos de rizomas. A propagação vegetativa por meio de segmentos de rizomas e estacas foliares de *G. pectinata* não é viável para a produção de mudas em larga escala, e, portanto, para utilização em projetos de contenção de encostas degradadas.

É possível que *G. pectinata* apresente um comportamento de autoalelopatia ou autotoxicidade a partir de compostos alelopáticos possivelmente produzidos pelos próprios gametófitos jovens cultivados “*in vitro*”. Estes compostos poderiam afetar a germinação de esporos da própria espécie, uma vez que aparentemente, nem todos os esporos viáveis são capazes de germinar. Poderiam também inibir o desenvolvimento de rizóides e a divisão celular dos gametófitos impedindo sua progressão para a fase espatulada e cordiforme. Além disso, o fato do comportamento da espécie no ambiente natural ser caracterizado principalmente pela colonização através de reprodução vegetativa pode explicar uma possível autoalelopatia no caso da germinação de esporos, já que os gleichenietos são compostos por poucos indivíduos que se espalham e crescem vegetativamente, formando os agrupamentos.

Neste sentido, sugere-se que sejam realizados estudos que possam averiguar tal possibilidade, uma vez que as evidências do atual estudo mostram a grande possibilidade de autoalelopatia em *G. pectinata*.

Este estudo considera que ao contrário do que demonstra a literatura sobre a rusticidade desta espécie, ela se mostra extremamente exigente, o que abre espaço para a realização de estudos mais aprofundados, com mais tecnologia e de médio e longo prazo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEIGUELMAN, B. **Bioestatística**. Funpec Editora, 5a. edição. São Paulo, SP. 271p.
- BERNABE, N., WILLIAMS-LINERA, G. & PALACIOS-RIOS, M. 1999. Tree ferns in the interior and the edge of a Mexican cloud forest remnant: spore germination and sporophyte survival and establishment. **Biotropica** 31(1):83-88.
- BRUM, F.R. & RANDI, A. M. 2002. High irradiance and temperature inhibit the germination of spores of the fern *Rumohra adiantiformis* (Forst.) Ching (Dryopteridaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 25(4): 391-396.
- BRUM, F.R. & RANDI, A. M. 2006. Germination of spores and growth of gametophytes and sporophytes of *Rumohra adiantiformis* (Forst.) Ching (Dryopteridaceae) after spore cryogenic storage. **Revista Brasileira de Botânica** 29 (3): 489-495.
- CAMLOHA, M.; GOGALA, N. & RODE, J. 1994. Plant regeneration from leaf explants of the fern *Platycerium bifurcatum in vitro*. **Scientia Horticulture** 56: 257-266.
- CARLSON, T. J. 1979. The comparative ecology and frequencies of interspecific hybridization of Michigan wood-ferns. **The Michigan Botanist** 18: 47-56.
- CARUSO, M. M. L. 1990. **O Desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais**. Editora da UFSC, 2ª edição, Florianópolis, SC, 158p.
- CECCA, Centro de Estudos Cultura e Cidadania. 1997. **Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação**. Insular, Florianópolis, SC, 160p.
- CUSATIS, A. C. 2001. **Diagnósticos de Taludes Rodoviários Revegetados Naturalmente na Região de Viçosa, MG**. Dissertação de Magister Scientiae. UFV. Viçosa, MG.
- DEVARAJ, P.; SUGAVANAM, V. & DURAIRAJ, S.1999. **Monograph on Silver Oak**. International Book Distributors. Dehra Dun, India. 165p.

- DUZ, S. R. 1997. **Estudo do comportamento germinativo de *Gleichenia pectinata* e da viabilidade de esporos de *Dicksonia sellowiana*, após armazenamento.** USFC. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas. 31p.
- DYER, A.F. 1979. The culture of fern gametophytes for experimental investigation. In: **The experimental biology of ferns.** London. Academic. p.253-305.
- ESTEVES, L. M. & FELIPPE, G. M. 1985. Fotossensibilidade de esporos de pteridófitas dos cerrados. **Revista Brasileira de Botânica** 8: 219-22.
- FERNÁNDEZ, H.; BERTRAND, A.M. & TAMÉS, R. S. 1996a. Micropropagation and phase change in *Blechnum spicant* and *Pteris ensiformis*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** 44: 261-265.
- FERNÁNDEZ, H.; BERTRAND, A.M. & TAMÉS, R. S. 1996b. Influence of tissue culture conditions on apogamy in *Dryopteris affinis* sp *affinis*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** 45: 93-97.
- FILIPPINI, E. C. P., DUZ, S.R. & RANDI, A. M. 1999. Light and storage on the germination of spores of *Dicksonia selowiana* (Presl.) Hook., Dicksoniaceae. **Revista Brasileira de Botânica** 22:21-26.
- GILLIESON, D., LAWSON, T. & SEARLE, L. 2006. **Applications of high resolution remote sensing in rainforest ecology and management.** Cooperative Research Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management. Rainforest CRC, Cairns, 54 pp.
- GRAVES, J. H. & MONK, C. D. 1982. Herb-soil relationships on a lower north store over marble. **Bulletin of the Torrey Botanic Club** 500-507.
- HARTIG, K., BECK, E. 2003. The bracken fern (*Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon) dilemma in the Andes of Southern Ecuador. **Ecotropica** 9: 3-13.
- HEINRICH, W.1986. **Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global.** Ed. Pedagógica e Universitária, São Paulo-SP.
- JOLY, A.B. 1991. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal.** Ed. Nacional, São Paulo, SP.

- KLEIN, R.M. 1980. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí (continuação). **Sellowia** 32:165-389.
- KWA, S. H.; WEE, Y.C.; LIM, T.M. & KUMAR, P. P. 1995. IAA-induced apogamy in *Platycerium coronarium* (Koenig) Desv. Gametophytes cultured *in vitro*. **Plant Cell Reports** 14: 598-602.
- KWA, S. H.; WEE, Y.C.; LIM, T.M. & KUMAR, P. P. 1997. Morphogenetic plasticity of callus reinitiated from cell suspension cultures of the fern *Platycerium coronarium*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** 48: 37-44.
- LABIAK, P. H.; PRADO, J. 1998. Pteridófitas Epífita da Reserva Volta Velha, Itapoá, Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 11:1-79.
- LADWIG, N. I. 1998. As Unidades de Conservação Ambiental e o Cadastro Técnico Multifinalitário – Estudo de Caso: UCAD/UFSC (Unidade de Conservação Ambiental Desterro). **Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- LOCH, C. 2001. **A Interpretação de Imagens Aéreas: Noções Básicas e Algumas Aplicações nos Campos Profissionais**. Ed. da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 118p.
- MILLËR, J. H. 1968. Fern gametophytes as experimental material. **Botanical Review** 34: 361-440.
- MOHR, H. 1956. Die Abhängigkeit des Protonemapolarität bei Farnen von Licht. **Planta** 47: 127-158.
- NAKAMURA, M. & MAEDA, M. 1995. Gametophytes derived from sporophytic tissues in a fern, *Lygodium japonicum* L. 1. Introduction of the gametophytes and their protoplast isolation. **Journal of Plant Physiology** 145: 185-188.
- NEGISHI, J.N. SIDLE, R.C., NOGUCHI S., NIK, A.B. & STANFORTH, R. 2006. Ecological roles of roadside fern (*Dicranopteris curranii*) on logging road recovery in Peninsular Malaysia: Preliminary results. **Forest Ecology and Management** 224: 176–186.

- NONDORF, S.L.; DOOLEY, M.A.; PALMIERI, M. & SWATZELL, L.J. 2003. The effects of pH, temperature, light intensity, light quality, and moisture levels on spore germination in *Cheilanthes feei* of Southeast Missouri. **American Fern Journal** 93:56-69.
- PERES, M. T. L. 1997. Estudo de Compostos Ativos (Biológicos e Farmacológicos) de *Cróton urucurana* Baillon. Avaliação do Efeito Alelopático de Estratos de *Gleichenia pectinata* Willd (Pr.) e de seus Aleloquímicos. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- PERES, M. T. L.; PIZZOLATTI, M. G.; YUNES, R. A. 1998. Potencial de Atividade Alelopática de *Gleichenia pectinata* Willd (Pr.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 33:131-137.
- PRADO, J. 2004. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. **Hoehnea** 31: 33-37.
- QUEIROZ, M. H. de. 1994. Approche phytoécologique et dynamique des formations végétales secondaires développées après abandon des activités agricoles, dans le domaine de la Forêt Ombrophile dense de versant (Forêt Atlantique) à Santa Catarina-Brásil. École Nationale du Génie Rural des Eaux et de Forêts. **Thèse de Doctorat**. Nancy, França.
- RANDI, A. M. & FELIPPE, G. M. 1988. Effect of red light and far-red on the germination of spores of *Cyathea delgadii* Sternb. **Revista Brasileira Botânica** 11: 41-45.
- REIS et al. 1999. Recuperação de áreas de florestas degradadas utilizam a sucessão e as interações plantas-animais, Caderno nº14. **Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. São Paulo.
- RODERJAN, C. V. 1989. Classificação da Vegetação Brasileira. **Seminário sobre Avaliação e Relatório de Impacto Ambiental**. FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná), Curitiba/PR. 86-96p.
- ROGGE, G. D., VIANA, A. M., RANDI, A. M. 2000. Cryopreservation of spores of *Dicksonia sellowiana*. At endangered tree fern indigenous to South and Central America. **Cryoletters** 21 :223-230.

- ROMANCHAK, E., CRILEY, R. & SUGII, N. 2005. The propagation and production of Uluhe fern (*Dicranopteris linearis*) for potential use as restoration specie. Disponível em <<http://www.ipps.org/westernNA/WR2005/Presentations/Romanchak.pdf>>
- SAKAMAKI, Y & INO, Y. 2006. Tubers and rhizome fragments as propagules: competence for vegetative reproduction in *Equisetum arvense*. **Journal of Plant Research** 119:677–683.
- SANTANA, D. G. & RANAL, M. A. 2004. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Editora Unb. Brasília/DF.
- SANTOS, E. P. G. 2006. Estudo do potencial germinativo, do desenvolvimento gametofítico e do potencial de reprodução vegetativa de *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching (Pteridófitas – Gleicheniaceae). **Dissertação de mestrado em Biologia Vegetal**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- SEHNEM, A. S. J. 1970. Gleiqueniáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí, SC.
- SILVA, R. B. A. 2005. Instrumental para Definição de Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação: o caso da Estação Ecológica de Carijós - IBAMA, Florianópolis, SC. **Dissertação de Mestrado em Geografia**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- SIMABUKURO, E. A. ESTEVES, L. M. & FELIPPE, G. M. 1993. Fotoblastismo de pteridófitas da mata ciliar. **Ínsula** 22: 177-186.
- SOARES, G. L. G. & VIEIRA, T. R. 2000. Inibição da germinação e crescimento radicular de alface (cv. “Grand Rapids”) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente** 7: 180-197.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1969. **Biometry**. San Francisco. Freeman and Company, 776p.
- SUZUKI, C.C.L.F. 2003. Desenvolvimento gametofítico e estudo de diferentes níveis de luz no crescimento de plântulas de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridófitas)

- Dicksoniaceae). **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- SUZUKI, C.C.L.F., PAULILO, M. T. & RANDI, A.M. 2005 Substrate and irradiance affect the early growth of the endangered tropical tree fern *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae). **American Fern Journal** 95:115-125.
- TENG, W. L. 1997. Activated charcoal affects morphogenesis and enhances sporophyte regeneration during leaf cell suspension culture of *Platycerium bifurcatum*. **Plant Cell Reports** 17: 77-83.
- TRYON, R. AND A. F. TRYON. 1982. Dicksoniaceae. In R. Tryon and A F. Tryon (Eds.) **Fern and allied plants with special reference to Tropical America** Springer-Verlag. New York, EUA. 138-154.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da Vegetação Brasileira adaptada a um Sistema Universal**. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 124p.
- WALLER, G. R.; KUMARI, D.; FRIEDEMANN, J.; FRIEDEMANN, N.; CHOU, C. H. 1986. **Caffeine autotoxicity in *Coffea Arabica* L.** New York: John Wiley. p.243-269.
- WHITTIER, D.P. 1970. The initiation of sporophytes by obligate apogamy in *Cheilanthes castanea*. **American Journal of Botany** 57:1249-1254.
- WHITTIER, D.P. & MOYROUD, R. 1993. The promotion of spore germination and gametophyte development in *Ophioglossum palmatum* by low pH. **American Fern Journal** 83:41-46.