



ISSN 0102 - 0110

Agosto, 2003

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 104

Fungos e seus metabólitos no controle da tiririca

Sueli Corrêa M. de Mello
Elíria Alves Teixeira
Carlos Rodrigues Borges Neto

Brasília, DF
Agosto, 2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia

Serviço de Atendimento ao Cidadão

Parque Estação Biológica, Av. W5 Norte (Final) - Brasília, DF

CEP 70770-900 - Caixa Postal 02372

PABX: (61) 448-4600

Fax: (61) 340-3624

<http://www.cenargen.embrapa.br>

e.mail:sac@cenargen.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: José Manuel Cabral de Sousa Dias

Secretária-Executiva: Maria José de Oliveira Duarte

Membros: Luciano Lourenço Nass

Regina Maria Dechechi G. Carneiro

Maurício Machaim Franco

Sueli Correa Marques de Mello

Vera Tavares Campos Carneiro

Suplentes: Maria Alice Bianchi

Maria Fátima Batista

Supervisor Editorial: Maria José de Oliveira Duarte

Normalização Bibliográfica: Maria Alice Bianchi

Tratamento de Ilustrações: Giscard Matos de Queiroz

Editoração Eletrônica: Giscard Matos de Queiroz

1ª edição

1ª impressão (2003): tiragem 150

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Mello, Sueli Corrêa M. de.

Fungos e seus metabólitos no controle da tiririca / Sueli Corrêa M. de Mello, Elíria Alves Teixeira, Carlos Rodrigues Borges Neto. — Brasília : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003.

55p. — (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, ISSN 0102-0110 ; n. 104)

1. Tiririca – Controle biológico. 2. Planta daninha – Controle biológico. 3. *Cyperus rotundus* L. Teixeira, Elíria Alves. II. Borges Neto, Carlos Rodrigues. III. Título. IV. Série.

584.84 - CDD 21

© Embrapa 2003

Autores

Sueli Corrêa M. de Mello

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Cx. Postal 02372, CEP 70
770-900, Brasília, DF, Fax (061)348-4776.

E - mail: smello@cenargen.embrapa.br

Elíria Alves Teixeira

AGENCIARURAL , A/C Assessoria de pesquisa, Cx. Postal 331
CEP 744 610-060, Goiânia, GO.

Carlos Rodrigues Borges Neto

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Cx. Postal 02372, CEP 70
770-900, Brasília, DF, Fax (061)348-4687.

E - mail: borges@cenargen.embrapa.br

Fungos e seus metabólitos no controle da tiririca

Sueli Corrêa M. de Mello

Elíria Alves Teixeira

Carlos Rodrigues Borges Neto

1 – Introdução

A tiririca (*Cyperus rotundus* L.), também conhecida como tiririca-roxa (“purple nutsedge”), tiririca-comum ou capim-dandá, é uma das plantas daninhas mais temidas pelos agricultores de todo o mundo e a mais disseminada (Kissmann, 1991). Sua interferência na produção agrícola foi registrada em cerca de 52 espécies de culturas economicamente importantes, em 90 países tropicais e subtropicais, destacando-se o arroz (*Oryza sativa* L.), o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), o milho (*Zea mays* L.), o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), a cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) e as hortaliças (Bendixen & Nandihalli, 1987). Além de competir diretamente por água, luz e nutrientes, a tiririca inibe a germinação e a brotação de outras espécies, pela exudação de substâncias químicas de efeito alelopático. Este efeito é fortemente observável em cana-de-açúcar, inibindo a brotação de gemas e o perfilhamento, o que resulta em estandes mais baixos nas áreas infestadas (Orsi, 1997).

O uso dos conhecimentos tecnológicos atualmente disponíveis tem sido insuficiente para adequar os programas de manejo dessa espécie daninha, por tratar-se de uma planta fisiologicamente eficiente, de crescimento intenso e resistente às práticas de controle comumente utilizadas na agricultura (Pereira, 1998). Ademais, pelo seu efeito alelopático sobre outras espécies, aliado à intensa mobilização do solo e uso contínuo de herbicidas em situações de monocultura, a tiririca vem sendo selecionada, passando a constituir infestações monofíticas

em áreas onde foi recentemente introduzida (Brighenti et. al., 1997). Em casos extremos, isso tem levado ao abandono de glebas, nas quais a exploração agrícola tende a tornar-se impraticável.

De acordo com Pereira (1998), o controle da tiririca só poderá ser alcançado ao limiar de níveis econômicos, através da combinação de métodos de controle (cultural, mecânico, químico e biológico) de forma agressiva. O controle químico, embora seja um dos métodos mais eficazes que se tem conhecimento para esta espécie daninha, na maioria das vezes apresenta resultados insatisfatórios.

O interesse pela exploração de fitopatógenos para o biocontrole de plantas daninhas iniciou-se a partir da década de 1960 e vem aumentando significativamente nos últimos 20 anos, especialmente motivado pelos problemas ambientais decorrentes da contínua aplicação de pesticidas químicos. As diferentes estratégias de controle biológico disponíveis (clássica, inundativa e aumentativa) devem ser utilizadas de acordo com cada situação particular, que deve ser avaliada cuidadosamente, levando-se em conta não apenas os aspectos relacionados à espécie-alvo e ao agente de biocontrole, como também as interações ecológicas envolvidas. (Mello & Ribeiro, 1998). De qualquer forma, o desenvolvimento de um programa de controle biológico apresenta muitas dificuldades e o seu sucesso, qualquer seja a estratégia adotada, depende em grande parte do entendimento dos componentes epidemiológicos envolvidos.

A estratégia inundativa, além de apresentar menor risco às espécies não alvo, já que não é esperado que o organismo se perpetue no ambiente, apresenta um forte apelo comercial. Uma das maiores dificuldades na utilização dessa estratégia refere-se à utilização de um inimigo natural atuando sobre uma única espécie de planta daninha, em climas tropicais e subtropicais, onde as comunidades infestantes são altamente diversificadas (Mello & Ribeiro, 1998). Entretanto, esta especificidade deixa de ser limitante, quando o método é empregado em infestações monofíticas, que conforme mencionado anteriormente, parece ser o caso da tiririca na maioria das áreas agrícolas do país.

2 – Controle biológico de plantas daninhas: aspectos gerais

A interferência das plantas daninhas na eficiência agrícola tem sido reconhecida desde os primórdios da agricultura. Apesar dos conhecimentos tecnológicos hoje disponíveis e do imensurável esforço humano para adequar os programas de manejo das culturas, as perdas de produção relacionadas à presença desse tipo de vegetação nas lavouras e pastagens são ainda expressivas.

Segundo Lorenzi (2000), em termos médios, 30 a 40% de redução da produção agrícola nos trópicos é atribuída à interferência de plantas daninhas. Perdas diretas podem ser verificadas, tanto pela redução na produtividade devido à competição por nutrientes e espaço, ou por alelopatia, como pela elevação dos custos de produção e beneficiamento. Custos adicionais podem, ainda, ser imprescindíveis na manutenção dos sistemas de irrigação, devido a danos nos canais e tubulações. Na pecuária, além de causarem prejuízos às pastagens, as plantas daninhas provocam a morte de animais pelo envenenamento, sendo também, em muitos casos, responsáveis por redução na qualidade da lã (Borges Neto, 1997). As operações agrícolas concentradas em curtos espaços de tempo, especialmente em áreas de cultivo intensivo do solo ou em grandes áreas de monocultivo, tornam necessárias medidas drásticas de controle dessas espécies, como a mobilização frequente do solo e a utilização de produtos químicos com propriedades herbicidas. Essas medidas têm causado efeitos adversos ao ambiente, notadamente o acúmulo de produtos persistentes em mananciais hídricos e, ainda, favorecido o desenvolvimento de resistência em espécies de difícil controle.

Situações dessa natureza ampliam as perspectivas do uso de agentes biológicos e seus metabólitos para o controle de plantas daninhas (Fontes, 1992), dentro de uma tendência mundial de busca de sistemas alternativos de controle, que sejam, ao mesmo tempo, eficazes, econômicos e menos agressivos ao meio ambiente. O controle biológico é uma técnica que utiliza organismos vivos para reduzir populações de espécies indesejáveis (Andes, 1976; Van Den Bosh et al., 1982), sendo considerada uma alternativa econômica (Schroeder, 1992), prática, permanente e ambientalmente segura para problemas de pestes agrícolas, e um componente estratégico dos programas de Manejo Integrado de Plantas Daninhas (Fontes, 1992).

Atualmente, existem duas modalidades de estratégias de controle biológico de plantas daninhas, mais comumente utilizadas: a estratégia clássica, que consiste na importação e liberação de patógenos da região de origem da planta daninha alvo e a estratégia inoculativa ou do bioherbicida, baseada no aumento da eficiência do organismo candidato através de aplicações inundativas de suspensões de esporos ou outros propágulos de um determinado patógeno, a fim de gerar um nível suficientemente alto para eliminar ou reduzir a população da planta daninha em questão. Como os agentes utilizados nesta estratégia até então têm sido fungos, o produto desenvolvido é chamado *micoherbicida* (Schroeder, 1992). Existe ainda uma terceira modalidade de estratégia, menos utilizada, denominada *aumentativa*, que requer o periódico restabelecimento do agente de controle, porém com menor intensidade e frequência do que os *micoherbicidas* (Hasan & Ayres, 1990).

Na aplicação de fitopatógenos em programas de controle biológico tem - se levado em conta protocolos sustentados em bases científicas (Schroeder, 1983). Os passos seguidos na condução de projetos com fitopatógenos foram revistos por Hasan (1980) e são essencialmente idênticos aos descritos por Harris (1971), para insetos. São eles: 1) determinar a planta daninha alvo para controle; 2) conduzir levantamento de inimigos naturais no centro de origem da espécie-alvo; 3) selecionar os inimigos naturais mais efetivos; 4) estudar a especificidade desses organismos para determinar a segurança de introdução na área de controle; 5) introduzir e estabelecer os organismos selecionados; 6) avaliar os efeitos do organismo introduzido na população da espécie-alvo.

Os projetos de pesquisa, em sua maioria, vêm sendo desenvolvidos com fungos (Leonard, 1982; Schroeder, 1983; Phatak et al., 1987), por serem estes mais efetivos no controle de infestações de plantas daninhas em vários agrossistemas terrestres, sendo compatíveis com o manejo das culturas (Schroeder, 1992; Charudattan, 1985). Os fungos são encontrados em maior abundância na natureza e são mais fáceis de identificar, além de terem posição taxonômica melhor definida. Outras características dos fungos relacionados à facilidade de cultivo em meios artificiais para produção massal, formulação e aplicação em larga escala tornam-os mais atrativos para uso como *bioherbicida* (Schroeder, 1983; Charudattan, 1985).

Para que os *bioherbicidas* possam ser produzidos e comercializados em larga

escala, é necessário que se cumpram alguns requisitos (Charudattan, 1990), tais como: 1) formulação, padronização, empacotamento e método de aplicação semelhante ao utilizado para os herbicidas químicos; 2) desenvolvimento do bioherbicida em conformidade com critérios de avaliação da eficácia de agentes candidatos e 3) habilidade para causar altos índices de mortalidade ou de danos às plantas daninhas alvo, possibilitando o controle rápido sob condições normais de práticas agrícolas. A eficiência alcançada pelo bioherbicida pode ser medida em termos de danos que podem ser letais (índice de mortalidade) ou não letais, baseada na incidência da doença, porcentagem de área foliar afetada e redução de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular (Charudattan, 1986).

3 – Tiririca

3.1 – Importância Econômica

A família Cyperaceae possui cerca de 3000 espécies, dentre as quais aproximadamente 220 já foram identificadas como plantas daninhas, destacando-se a tiririca, ou tiririca-roxa (*Cyperus rotundus* L.) e a tiririca amarela (*C. esculentus* L.), como principais membros desta família (Pereira, 1998). Ambas são mundialmente distribuídas e se enquadram entre as 10 piores plantas daninhas do mundo (Holm et al., 1977). Entretanto, a espécie *C. rotundus*, além de ser mais frequente, forma rede de tubérculos (Lorenzi, 2000), característica que a torna mais eficiente sob o ponto de vista reprodutivo.

Acredita-se que, a tiririca, cujo centro de origem mais provável é o continente asiático, mais especificamente o Sudão (Tarr, 1955, 1963) ou a Índia (Kissmann, 1991; Lorenzi, 2000), tenha sido introduzida em nosso país através dos navios mercantes portugueses, em tempos coloniais. O seu estabelecimento inicial teria ocorrido no litoral e mais tarde foi disseminando-se pelo interior até os dias atuais (Kissmann, 1991). Hoje, pode ser encontrada em todos tipos de solo e clima (Garcia & Arevalo, 1986; Lorenzi, 2000), sendo muito frequente em hortas, jardins e pomares (Kissmann, 1991).

C. rotundus tem sido considerada uma das plantas daninhas mais problemáticas na agricultura brasileira (Lorenzi, 2000; Kissmann, 1991). Isso se deve a sua ampla distribuição, capacidade de competição, agressividade e dificuldade de controle e erradicação (Holm et al., 1977; Kissmann, 1991). Entretanto, em

regiões inóspitas para outras espécies de plantas, a tiririca consegue estabelecer-se e desenvolver-se, evitando erosão e desmoronamentos. Seus tubérculos foram muito usados em medicina popular e encerram compostos terapêuticos (Kissmann, 1991; Negbi, 1992), estimulantes e afrodisíacos (Lorenzi, 2000).

Essa espécie afeta aproximadamente 52 culturas em mais de 90 países tropicais e subtropicais, destacando-se o arroz (*Oryza sativa* L.), o algodão (*Gossypium hirsutum*), o milho (*Zea mays* L.), o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), a cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) e as hortaliças (Bendixen & Nandihalli, 1987). A tiririca pode formar até 40 toneladas de material vegetal por hectare, retirando o equivalente a 850 Kg de sulfato de amônio, 320 Kg de cloreto de potássio e 200 Kg de superfosfato por hectare, calculados para 30 toneladas de massa vegetal (Pitelli et. al., 1983). Bhardway & Verma (1968) relataram que a tiririca é capaz de remover 95,6 kg de N, 116 Kg de P₂O₅ e 49,3 Kg de K₂O por hectare, sendo que mais de 50% desses nutrientes estão armazenados nos tubérculos.

No Brasil, estima-se que 50% dos solos estejam infestados com a tiririca roxa (Garcia & Arevalo, 1986). Segundo Kissmann (1991), um milhão de hectares de cana-de-açúcar sofrem interferência desta planta daninha. Os prejuízos decorrem da competição durante todo o ciclo de vida da cultura, tanto em relação aos fatores essenciais (água, luz e nutrientes), limitados no ecossistema comum, como pela liberação de substâncias alelopáticas ao meio (Durigan, 1991; Mascarenhas et. al., 1995).

Ainda no Brasil, a tiririca, na densidade de 600 a 1600 plantas/m², reduziu a produção de alho (*Allium sativum* L.) em 89%, quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) em 62 %, cenoura (*Daucus carota* L.) em 39 a 50%, feijão em 41 %, pepino (*Cucumis sativus* L.) em 43%, e tomate (*Lycopersicon esculentus* Mill.) em 53% (Willian & Warren, 1975).

De acordo com Kissmann (1991), a alta infestação de tiririca, na Argentina, resultou em uma queda de até 75% na colheita de cana e uma redução de 65% na produção de açúcar.

Na Colômbia, existem estudos com a cultura do milho mostrando que a competição em campo por 30 dias reduz o rendimento de grãos em 30%. O feijão e a

soja (*Glycine max* L.) sofrem ainda mais a competição do que o milho (Kissmann, 1991).

Estudos conduzidos com hortaliças, na Flórida, mostraram os seguintes resultados: uma densidade populacional de tiririca de 50 e 116 plantas/m² provocou uma queda na produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) de 48 e 54%, respectivamente (Morales-Payan et al., 1996; Santos et al., 1996); com 200 plantas/m², em tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e pimentão (*Capsicum annum* L.), a queda no rendimento foi de 32 e 44%, respectivamente (Morales-Payan et al., 1997); e com 300 plantas/m², esta queda em número de frutos de pimentão atingiu 73%, na presença de 210 Kg de N/ha (Morales-Payan et al., 1998).

Em El Salvador, um estande de 700 plantas/m² reduziu a produção de milho em 43% (Kadir, 1997). Nas Filipinas, um aumento na densidade de plantas de tiririca também reduziu a produção de arroz irrigado em 43% (Okafor & De Datta, 1976). Como resultado da interferência da tiririca, reduções na produção na ordem de 32, 36 e 39% ocorrem em arroz adubado com doses de zero, 40 e 120 Kg/ha de nitrogênio, respectivamente.

De acordo com Holm et al. (1977), além dos aspectos negativos expostos acima, *C. rotundus* é hospedeira alternativa de agentes fitopatogênicos como *Fusarium* sp., *Puccinia canaliculata* (Schw.) Lagerh. e o vírus do mosaico do abacá (bananeira têxtil). Também Ramirez & Bendixen (1982) relacionaram 26 espécies de artrópodes e 22 de nematóides parasitos de culturas, associados à tiririca.

3.2 – Classificação da planta

O gênero *Cyperus* tem o significado de um antigo nome grego de pessoa; *rotundus*, por sua vez, é um adjetivo latino que significa redondo, alusivo aos tubérculos arredondados que as plantas formam no solo (Kissmann, 1991). De acordo com (Kissmann, 1991), essa é uma das espécies vegetais com maior amplitude e distribuição no mundo, atualmente. Está presente em todos os países de clima tropical e subtropical, e em muitos de clima temperado. Holm et al. (1977), mostraram que há uma distribuição mais acentuada e generalizada da tiririca ao redor da linha do Equador, na faixa de 30° a 35° de latitude norte e sul.

A tiririca está classificada, por suas características morfológicas (Holm et al., 1977), na ordem Graminales, classe Angiospermae e família Cyperaceae (Wills, 1998). A espécie *C. rotundus* apresenta as seguintes sinônimas: *Cyperus hexastachyos* Rottb., *Cyperus tetrastachyos* Desf., *Cyperus stoloniferus pallidus* Boeckeler, *Cyperus purpureo – variegatus* Boeckeler (Kissmann, 1991), *Cyperus olivaris* Targ. and *Chlorocyperus rotundus* Palla (Lorenzi, 1991).

No Brasil, ocorrem diversos ecotipos da espécie, que apresentam pequenas diferenças morfológicas e de comportamento. Ocorre também a subespécie *Cyperus rotundus* L. spp. *tuberosus* Rottb. A espécie *C. rotundus* apresenta o número de cromossomos $2n = 108$ (Kissmann, 1991) e as plantas assemelham-se às de gramíneas. Sendo, entretanto, diferenciadas pelo fato de produzirem um complexo sistema subterrâneo formado por bulbos basais, rizomas estoloníferos e tubérculos, na forma de corrente. As inflorescências e tubérculos são elementos de suma importância para a identificação dessa espécie, que requer, portanto, o exame de plantas maduras (adultas) com inflorescência e tubérculos desenvolvidos. A inflorescência é de cor vermelha escura, vermelha amarronzada ou arroxeada. A espiguetta é o elemento básico da inflorescência, sendo a separação morfológica de grupos supragenéricos baseada inteiramente nas características destas. As folhas são arrançadas na forma de triângulo, no terço inferior, denominadas folhas basais. As bainhas são fechadas formando o caule com seção triangular e ausência de lígula (características da família) (Wills, 1987).

3.2.1 - Biologia, Morfologia e Reprodução da tiririca

Segundo Kissmann (1991) a tiririca é uma planta perene que se multiplica vegetativamente, a partir de tubérculos e bulbos subterrâneos. A reprodução por sementes é pouco significativa, pois menos de 5% destas são viáveis.

Estima-se que dois a três milhões de tubérculos são produzidos por semana, em um hectare, durante o período favorável ao desenvolvimento dessa planta daninha (Horowitz, 1972). Os tubérculos, todavia, perdem a viabilidade se o conteúdo de umidade cair abaixo de 15%. A longevidade média de tubérculos situa-se entre 3 e 5 anos, sendo o tempo de sobrevivência maior à medida que aumenta a sua profundidade no solo (Arevalo & Bertoncini, 1995).

A parte aérea das plantas é sensível ao sombreamento prolongado, porém a parte subterrânea permanece viável, ocorrendo seu rebrotamento quando o sombreamento é interrompido (Kissmann, 1991). Com relação à fotossíntese, esta é efetuada pelo ciclo C_4 , ácido dicarboxílico, (Tozani et al., 1996), altamente eficiente em termos de carbono atmosférico, quando expostas à alta temperatura e alta intensidade luminosa (Black et al., 1969).

A tiririca apresenta também dominância apical e dormência de gemas. A dominância apical foi observada em tubérculos individuais, no qual a gema apical, geralmente, brota primeiro, ao passo que as outras permanecem dormentes (Smith & Fick, 1937). Essas gemas dormentes reassumem o crescimento quando a parte aérea morre (Jangard et al., 1971). O sistema interligado de tubérculos e rizomas também exibiu dominância apical e dormência de gemas, como em um tubérculo individual (Smith & Fick, 1937). Neste aspecto, tem sido demonstrado que o grau de dominância apical é influenciado pela idade dos tubérculos em cadeia, ou seja, tubérculos mais jovens são menos dormentes do que os tubérculos mais velhos em cadeia.

Devido à dominância apical e dormência das gemas, os tubérculos permanecem no solo por longos períodos, brotando apenas sob condições ambientais adequadas para produzirem novas plantas e perpetuarem (Durigan, 1991). A causa da dormência em tiririca ainda não foi esclarecida. Acredita-se que um desequilíbrio no balanço de promotores/inibidores de crescimento possa estar envolvido nesse processo (Jangard et al., 1971).

A tiririca é uma planta herbácea, com porte de 15 a 50 cm em nossas condições. A subespécie *tuberosum* pode chegar a um metro de altura (Kissmann, 1991). Numa população de tiririca já bem estabelecida, os ramos acima da superfície do solo estão interligados a uma rede subterrânea de bulbos basais, rizomas, tubérculos e raízes adventícias (Wills & Briscoe, 1970).

Os rizomas são as estruturas pelas quais a planta ramifica-se em todas as direções, e é por meio deles que as reservas nutritivas atingem os tubérculos (Holm et al., 1977). A partir de um bulbo basal inicia-se a formação de um extenso sistema rizomatoso, que se desenvolve horizontalmente e que pode se aprofundar até 40 cm. Os rizomas em si não têm gemas e não originam brotações. A intervalos de 5 a 25cm, nesses, originam-se os tubérculos, que

em conjunto, assemelham-se a um rosário. De cada tubérculo se forma um ou mais rizomas, que alastram o sistema. Os rizomas jovens são carnosos e de coloração branca. Com o envelhecimento, ocorre lignificação dos tecidos que envolvem os vasos, produzindo uma textura fibrosa e escura. Durante os primeiros meses de desenvolvimento das plantas, o sistema vascular é contínuo, através de rizomas e tubérculos. Em plantas mais velhas a continuidade é afetada, o que explica em parte a dificuldade de translocação de herbicidas sistêmicos (Kissmann, 1991).

A dilatação dos rizomas, que forma a base dos ramos aéreos (folhas e hastes florais), é denominada de bulbo basal (Holm et al., 1977). Dos tubérculos ativados saem os rizomas ascendentes, cuja ponta entumece à medida que se aproxima da superfície do solo. Esta parte endurecida dará origem ao bulbo basal. Há também formação de raízes, bem como novos rizomas, alguns dos quais formam diretamente outro bulbo basal, enquanto que a maioria forma tubérculos.

Os tubérculos são de formato arredondado ou irregular e podem atingir até 25mm de comprimento. A maioria dos tubérculos situa-se a menos de 15cm da superfície do solo, porém alguns podem ser encontrados de 30 a 40cm de profundidade. Os tubérculos armazenam amido e tem sabor amargo. Tubérculos jovens são brancos e suculentos, tornando-se escuros e membranáceos, com a idade. Cada tubérculo apresenta até nove gemas, sendo que, apenas a gema terminal dará continuidade à cadeia, e uma ou duas gemas inferiores originarão as raízes. Rompido o rizoma ou sob outros estímulos, gemas adicionais entram em atividade. Daí a justificativa para uma explosão no alastramento da tiririca quando se movimenta o solo (Kissmann, 1991; Lorenzi, 2000).

As raízes são fibrosas, finas, e aprofundam-se a mais de um metro dando às plantas capacidade para extrair água, em épocas secas, para sua manutenção. Os tubérculos também são beneficiados por este tipo de sistema subterrâneo, que ajuda a manter sua viabilidade em condições de seca extrema (Tozani et al., 1996).

De cada clone (conjunto de tubérculos e bulbos interligados), emerge um grande número de porções aéreas, constituídas por folhas e hastes com inflorescência. Estas emergências podem ser bastante próximas, porém não dão aspecto

cespitoso às plantas. É comum em áreas densamente infestadas que ocorram de 2000 a 4000 destas manifestações por metro quadrado (Betria, 1973).

Os caules emergem isoladamente dos bulbos basais e apresentam altura de 10-40 cm. Têm secção trígona de ângulos não cortantes, com até cinco mm de espessura e superfície lisa, de coloração verde ou verde-amarelada. Na parte basal, logo acima do bulbo basal, sob as bainhas, os caules têm secção triangular (Betria, 1973).

As folhas são predominantemente basais, com bainhas membranáceas e fechadas. As lâminas foliares são lineares planas, sulcadas longitudinalmente, de comprimento em geral menor que o do caule, e com 3-5 mm de largura; ápice abruptamente agudo; margens escabrosas; coloração verde escura brilhante (Betria, 1973).

A inflorescência se desenvolve na parte apical dos caules, em antela de eixos simples ou ligeiramente ramificados. Os raios em número de três a nove, têm comprimentos irregulares, geralmente não passando de 5 cm, sendo guarnecidos por curtos prófilos. Na parte apical de cada raio há um conjunto de espiguetas lineares, muito vistosas, de coloração vermelha escura ou vermelha acastanhada, muito típica da espécie (Betria, 1973).

As espiguetas são compridas, com ápice agudo, medindo 0,8 a 2,5 cm de comprimento por cerca de 2 mm de largura. Cada espiguetas produz 10 a 40 flores, cujas antelas sobressaem das glumas na forma de curtos filamentos, na época da floração (Betria, 1973).

A núcula apresenta ápice arredondado e curtamente apiculado, às vezes com estilete ou parte dele persistente. De elipsóide-trígona, com 1,1 a 2,0 mm de comprimento e 0,5 a 0,8 mm de largura, duas faces planas ou levemente convexas, geralmente iguais, e a terceira face mais larga e plana, ângulos obtusos-arredondados, pericarpo de textura crustácea, com superfície castanho-escura a preta, lisa e glabra, levemente brilhante, revestida por fina camada ceróide de coloração castanho - esverdeada ou castanho - prateada, o que dá à superfície um aspecto reticulado (aumento de 40x) (Kissmann, 1991).

3.2.2 – Variabilidade em populações de tiririca

Existem dados na literatura que mostram diferenças nas estruturas morfológicas, anatômicas, fisiológicas e genéticas em populações de tiririca de diferentes localidades geográficas do mundo.

Ranade & Burns (1925) mostraram variações quanto à coloração da gluma de tiririca; Mulligan & JunKins (1975), Pereira et al. (1984) e Pereira (1986), quanto à taxa de tuberização e florescimento; Pereira et al. (1983, 1987), quanto à resposta à diferentes herbicidas; Stoller & Sweet (1987), Wills & Briscoe (1970), Wills et al. (1980), Wills (1987) e Holt (1994), quanto à anatomia e morfologia.

Recentemente, Wills (1998) documentou diferenças nas características reprodutivas e morfológicas de tiririca coletada em diferentes localidades do mundo. Diferenças ocorreram no número de tubérculos produzidos a partir de um tubérculo individual, no número de folhas por planta, bem como no seu comprimento e largura. Com relação ao florescimento, foram encontradas diferenças em comprimento de colmos suportando as inflorescências e número, comprimento e largura de brácteas involucrais no ápice do colmo. Variações ocorreram ainda na parte floral, incluindo o número e comprimento de ráquis e comprimento de espiguetas, no crescimento e arquitetura, onde algumas populações apresentaram folhas eretas e em outras, o ápice das folhas encontravam-se mais próximo ao solo. Quanto à coloração, as folhas variaram de verde clara a escura, e a inflorescência, de marron-avermelhada clara a escura.

Estudos da diversidade genética em amostras de *C. rotundus*, coletadas em diferentes regiões geográficas (Brasil, EUA, Índia, México e Israel) foram desenvolvidos por Pereira (1998), através da técnica de Polimorfismo de DNA Amplificado ao Acaso (RAPD). Esses estudos mostraram extensa variabilidade intra-específica em plantas desta espécie coletadas nas diferentes regiões.

Pereira (1998) relatou a existência de dados na literatura indicando um índice de germinação de sementes de tiririca de apenas 5% (de um total de 131 milhões de sementes/ha) e que os tubérculos são o principal meio (assexuado) de propagação. Deste modo, as sementes não constituem sério problema no estabelecimento e disseminação desta planta daninha. Entretanto, a extensa variabilidade

genética da tiririca encontrada por Pereira (1998), sugere que, apesar da taxa de fecundação cruzada ser relativamente pequena, ela é muito significativa para garantir a diversidade genética da espécie. Por outro lado, não devem ser desconsideradas possíveis taxas de mutações ocorridas entre as populações.

Segundo Stoller & Sweet (1987), a variabilidade entre biótipos de tiririca pode exercer um papel importante na agressividade de infestação, na longevidade de plantas, nas respostas aos diferentes tipos de controle e na susceptibilidade à herbicida. Torna-se necessário catalogar os biótipos de tiririca para se poder determinar a influência que a variabilidade ambiental pode causar sobre o crescimento e desenvolvimento desses biótipos, e conseqüentemente sobre a eficácia dos métodos de controle.

De acordo com Christoffoleti (1998), o conhecimento da biologia das espécies daninhas, o uso de herbicidas com mecanismos de ação diferenciados e a integração entre métodos químicos e não químicos constituem as medidas para evitar o aparecimento de populações dessas plantas resistentes às diferentes formas de controle.

4 – Controle de Tiririca

4.1 – Métodos Convencionais e Dificuldades no Controle

A tiririca é uma planta perene que possui um eficiente sistema de reprodução por rizomas e tubérculos. Apresenta grande capacidade de interferência dentro das culturas (competição mais alelopatia), agressividade e resiste às práticas comumente utilizadas para seu controle (Pereira et al., 1987). O custo no controle dessa planta é também muito elevado, por tratar-se de uma planta fisiologicamente eficiente, requerendo diversificação e melhoria das estratégias para seu manejo.

Atualmente, o controle químico é a opção mais viável dentro dos sistemas de cultivos utilizados pelos agricultores (Pereira, 1998). Pereira et al. (1987) relataram que, embora, o controle químico seja considerado como o método mais eficaz de controle que se tem conhecimento, historicamente, herbicidas de diferentes grupos químicos têm sido insatisfatórios. Isto deve-se à ação temporária desses produtos e ao fato de que os herbicidas mais eficientes não podem

ser usados em todas as culturas, ou principalmente, por eles serem aplicados fora de época.

Segundo Pereira et al. (1984), no controle de plantas tuberosas como a tiririca, é extremamente importante paralizar o processo de tuberização antes que novos tubérculos sejam formados e desenvolvidos. Em geral, quando os herbicidas são aplicados nas plantas mais velhas, a translocação para os tubérculos desenvolvidos e maduros é muito pequena (Pereira, 1998), permanecendo estes viáveis e capazes de regenerar a população de plantas. Portanto, o controle seria facilitado se a longevidade destes órgãos fosse pequena, ou então, se todas as gemas brotasse de uma só vez (Durigan, 1991).

Adicionalmente, muitos resultados inconsistentes têm sido relatados, devido às interações provocadas pelas diferenças na fisiologia das plantas de tiririca, à eficiência do próprio herbicida e às condições ambientais por ocasião dos tratamentos. Assim, na maioria dos casos, as informações da pesquisa são insuficientes para elucidar os efeitos dos herbicidas na inibição da brotação dos tubérculos, bulbos basais e rebrotes das plantas tratadas (Pereira, 1998). Entretanto, o controle da tiririca pelo uso de herbicidas residuais só tem sido eficiente com a aplicação de dosagens muito elevadas, que os tornam não seletivos e antieconômicos. Um controle eficaz com herbicidas de ação foliar requer rápida absorção e translocação da substância ativa para as células meristemáticas distais dos ápices dos rizomas e para as gemas laterais dos tubérculos e bulbos basais, em quantidade suficiente para matar todas essas áreas de regeneração vegetativa, antes que a planta daninha possa degradar o composto (Sprinkle et al., 1975).

A aplicação de um método isolado, tal como a capina na época das águas, mostra-se totalmente inócuo para a diminuição da população dessas plantas em uma área, pois a nova parte aérea terá seu tamanho normal em 2 a 3 semanas (William, 1975). O emprego de implementos mecânicos antes da aplicação dos herbicidas tem sido defendido por alguns pesquisadores em função dos benefícios ocasionados pela quebra da dominância apical e maior brotação dos tubérculos antes interligados, em vista da maior área foliar para a absorção que se forma e do percurso menor a ser cumprido pelo herbicida durante a sua translocação para a parte subterrânea (Lorenzi, 2000). Além disso, os implementos mecânicos expõem os bulbos basais e tubérculos à luz e altas temperaturas da superfície do

solo, levando-os à morte por dessecação (Magalhães, 1965; Hauser, 1971).

Na rotação ou sucessão de cultivos, deve-se procurar espécies e variedades que tenham capacidade de cobrir bem o solo e que sejam tolerantes a herbicidas de ação sobre a tiririca (Magalhães, 1967). A solarização é outro processo de desinfestação do solo, que passou a ser investigado para controle de tiririca como uma alternativa ao uso do fumigante brometo de metila (Chase et al., 1998), especialmente com a sido retirada deste do mercado, em decorrência de problemas de poluição ambiental.

Pereira (1998) concluiu que o controle da tiririca, no limiar de níveis econômicos, só poderá ser alcançado através da integração de métodos de controle (cultural, mecânico, químico e biológico), sobretudo de forma agressiva enquanto o problema persistir.

4.2 – Fungos associados à tiririca e potencial para o biocontrole

Existe uma extensa literatura referente à pesquisa na utilização de bioherbicida e agentes biológicos para controle de plantas daninhas (Charudattan, 1991). Entretanto, há poucos trabalhos de pesquisa sobre o uso destes agentes para controle de tiririca, especificamente. Pesquisas ativas têm sido buscadas somente recentemente nos Estados Unidos, Brasil e Israel (Kadir, 1997), e embora vários patógenos tenham sido relatados em *C. rotundus* no mundo (Phatak et al., 1987; Evans, 1987), apenas um pequeno número destes causam danos significativos a essa espécie daninha (Phatak et al., 1987).

Os primeiros estudos de controle biológico de tiririca foram iniciados com o uso de dois insetos pragas: *Bactra truculenta* (Meyrick) (Lepdoptera: Tortricidae) e *Athesapeuta cyperi* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). Porém, este trabalho foi mais tarde abandonado, porque os insetos mostraram-se ineficientes para controle desta planta (Kadir, 1997).

Em estudos realizados por Frick & Chandler (1974) e também por Frick et al. (1978) visando ao controle biológico da tiririca com larvas da mariposa *Bactra verutana* Zeller (Lepdoptera: Tortricidae), um predominante inimigo natural dessa espécie daninha, indicaram baixa densidade larval, falta de dano suficiente e alta sobrevivência de tiririca apesar da infestação larval. Uma tentativa na utilização

deste inseto, com resultado satisfatório, foi pelo recobrimento da larva com o herbicida glyphosate [N-(fosfonometil) glicina] (Quimby & Fick, 1980).

Phatak et al., 1987, relataram *Puccinia canaliculata* infectando plantas de tiririca (*C. rotundus*) e tiririca amarela (*C. esculentus*). Esta ferrugem foi avaliada para biocontrole de *C. esculentus*, e os resultados mostraram, inibição de floração, redução de formação de tubérculos, desidratação e morte da planta. No Brasil, a mesma ferrugem foi relatada por Barreto & Evans (1995), que a indicaram como agente potencial de biocontrole para *C. rotundus*.

Roy & Chourasia (1989) isolaram, da micoflora patogênica à *C. rotundus*, seis espécies pertencentes aos gêneros: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus* que, entretanto, não foram avaliados quanto ao potencial para biocontrole.

Puccinia romagnoliana Marie & Sacc. é outro fungo que tem sido relatado com potencial para o biocontrole da tiririca (Bedi & Sokhi, 1994). Sob condições de casa de vegetação, esta ferrugem reduziu significativamente o número e peso de tubérculos. Entretanto, à semelhança de outros parasitas obrigatórios, o problema com a produção de inóculo em substrato sólido paralisou o desenvolvimento deste patógeno para uso em biocontrole de tiririca.

Shelby & Bewick (1991), iniciaram estudos com *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn, que embora patogênico a tiririca, não demonstrou ser eficiente como bioherbicida. Upadhyay et al. (1991), relataram o potencial de *Ascochyta cypericola* sp. nov. para biocontrole desta planta daninha, mas não prosseguiram na pesquisa para desenvolvimento do patógeno como bioherbicida.

Stoval & Clay (1988) relataram infecção da inflorescência da tiririca por *Balansia cyperi* Edg. Entretanto, a ação deste fungo mostrou-se limitada, uma vez que as plantas infectadas apresentaram maior vigor e formação de numerosos tubérculos pequenos. Por outro lado, o efeito fungitóxico do fungo sobre *C. rotundus* foi examinado por esses mesmos autores, constatando que a infecção de *C. rotundus* por *B. cyperi* pode potencialmente deter infecção por outros fungos patogênicos como *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* e *R. oryzae*.

Om et al. (1996) conduziram estudos de laboratório e campo para avaliar o

efeito de inoculação na raiz, folhas e colmos de *C. rotundus* com *F. oxysporum*. Sintomas típicos da doença causada pelo fungo foram observados somente quando as inoculações foram realizadas no colmo das plantas, sob condições de campo.

Kadir (2000), em extenso estudo, relatou *Dactylaria higginsii* (Luttrell) M. B. Ellis, como agente potencial de biocontrole para tiririca, por ser altamente específico e causar alta porcentagem de mortalidade nesta espécie daninha, em casa de vegetação e em condições de campo.

No Brasil, a micobiota patogênica associada à tiririca foi estudada por Barreto & Evans (1995), que destacaram: *Ascochita cypericola* R. K. Upadhyay, *Cercospora caricis* Oudemans e *Duosporium yamadanum* (Matsuura) Tsuda & Ueyama. Este último foi avaliado por Pomella et. al. (1996), que o indicaram como promissor agente de controle biológico para a tiririca (*C. rotundus*). Ainda, no Brasil, outras espécies fúngicas foram identificadas como membro da micobiota patogênica de *C. rotundus*: *Cintractia limitata*, *Dactylaria higginsii* e *Puccinia canaliculata*. Pomella & Barreto (1995), relataram *Phaeotrichoconis crotalarie*, além de *Ascochyta cyperiphthora* sp. nov. (Pomella & Barreto, 1997), em tiririca.

Portanto, existe uma vasta lista de fungos patogênicos à *C. rotundus* (Tabela 1), embora apenas um pequeno número desses patógenos tenha seu potencial avaliado como agente de biocontrole.

Tabela 1. Patógenos Fúngicos em *Cyperus rotundus* L.

Organismo	Referência
<i>Alternaria alternata</i> (Fresen.) Keissl.	Barreto & Evans, 1995
<i>Alternaria tenuissima</i> (Nees ex Fr.) Wiltshire	Betria, 1973
<i>Ascochyta</i> sp.	Farr et al., 1989
<i>Ascochyta cyperi</i>	Upadhyay et al., 1991
<i>Ascochyta cypericola</i> sp. nov.	Upadhyay et al., 1991
<i>Ascochyta cyperi-ochracei</i>	Upadhyay et al., 1991

Continua...

Tabela 1. Continuação

Organismo	Referência
<i>Ascochyta cyperiphthora</i> sp. nov.	Pomella & Barreto, 1997
	Teixeira et al., 1995
<i>Ascochyta papyricola</i> Tassi	Litzenberger et al., 1962
<i>Aspergillus</i> sp.	Roy & Chourasia, 1989
<i>Balansia cyperi</i>	Clay, 1986
	Barreto & Evans, 1995
	Stoval & Clay, 1988
<i>Balansia cyperacearum</i> (Berk. & M.A. Curtis)	Farr et al., 1989
Diehl	
<i>Cercospora</i> sp.	Simmonds, 1966
<i>Cercospora caricis</i> Oudemans	Barreto & Evans, 1995
	Blaney & Van Dike, 1988
<i>Cercospora cyperi-rotundi</i> Thirum & Govindu	Subramanian & Ramakrishnan, 1956
<i>Chaetophoma</i> sp.	Teixeira et al., 1995
<i>Cintractia axicola</i> (Berk.) Cornu	Ling, 1950
<i>Cintractia leucoderma</i> (Berk.) Henn.	Rios, 1982
<i>Cintractia limitata</i> (Clint.)	Barreto & Evans, 1998
<i>Cintractia minor</i> (Clint) Jacks	Safeeulla & Govindu, 1950
<i>Cintractia peribebuyensis</i>	Castellani, 1946
<i>Claviceps cyperi</i>	Loveless, 1967
<i>Cochliobolus lunatus</i> Nelson & Haasis	Barreto & Evans, 1995
<i>Colletotrichum truncatum</i> (Schwein.) Andrus & W.D. Moore	Farr et al., 1989
<i>Corticium</i> sp.	Rios, 1982
<i>Corynespora helminthosporioides</i> Bat. J.	Batista et al., 1962
<i>Curvularia</i> sp.	Teixeira et al., 1995
<i>Curvularia lunata</i>	Shelby and Bewick, 1991;
<i>Curvularia tuberculata</i> (Jain)	Misra et al., 1973
<i>Dactylaria higginsii</i>	Barreto & Evans, 1992
	Kadir et. Al., 2000
<i>Drechslera maydis</i>	Alcorn & Pont, 1973
<i>Duosporium cyperi</i>	Barreto & Evans, 1995

Continua...

Tabela 1. Continuação

Organismo	Referência
<i>Duosporium yamadanum</i>	Blaney & Van Dike, 1988
<i>Entyloma cyperi</i> S. Ahmad	Ahmad, 1969
<i>Fusarium</i> sp.	Teixeira et al., 1995
<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid.	Das & Mukerjii, 1968
<i>Marasmius sacchari</i> Walker	Tai, 1979
<i>Penicillium</i> sp.	Roy & Chourasia, 1989
<i>Pestalotia</i> sp.	Teixeira et al., 1995
<i>Phaeopeltis cyperi</i> Bat.	Batista, 1953
<i>Phaeotrichonis crofalarie</i> Rehm Etarspot	Pomella & Barreto, 1997
<i>Phyllachora cyperi</i>	Weiss, 1950
<i>Phytophthora cyperi</i> (Ideta) S. Ito	Tai, 1979
	Tarr, 1963
<i>Phytophthora cyperi-rotundati</i> (Sawada)	Seethalakshmi, 1953
<i>Phyllosticta cypericola</i> Sawada	Sawada, 1959
<i>Phyllosticta thwaitesii</i> (Berk.) Sacc.	Mathur, 1979
<i>Phyllosticta zingiberi</i>	Mailum, 1969
<i>Physotherma</i> (?) <i>schroeteri</i> Speg.	Tarr, 1955
<i>Phythium</i> sp.	Farr et al., 1989
<i>Piricularia higginsii</i> sp. nov.	Luttrell, 1954
<i>Puccinia canaliculata</i> (Schw.) Lagerh.	Phatak et al., 1987
<i>Puccinia cypericola</i>	Barreto & Evans, 1992
<i>Puccinia conclusa</i>	Sirohi and Dublish, 1981
<i>Puccinia philippinensis</i>	Yen, 1974
<i>Puccinia cyperi</i> (Arth.)	Weiss, 1950
<i>Puccinia romagnoliana</i> (Mair and Sacc.)	Bedi et al., 1995
<i>Rhizoctonia bataticola</i>	Das and Mukherji, 1968
(new <i>Macrophonia phaseoli</i>)	
<i>Rhizoctonia solani</i>	Weiss, 1950

Continua...

Tabela 1. Continuação

Organismo	Referência
<i>Rhizopus</i> sp.	Roy & Chourasia, 1989
<i>Sclerotinia homoeocarpa</i>	Bain, 1964
<i>Sclerotinia rolfisii</i> Sacc.	Simmonds, 1966
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	Singh & Singh, 1986
<i>Thanatephorus cucumeris</i> (A.B.Frank) Donk	Tai, 1979
<i>Uredo</i> sp.	Orieux & Felix, 1968
<i>Uredo cyperi-rotundi</i> S. Ito	Ito & Murayama, 1943
<i>Uredo philippinensis</i> Sydow	Welles, 1922

4.3 *Cercospora caricis*, um agente candidato para desenvolvimento de bioherbicida

A seleção do fungo *C. caricis* como agente de biocontrole para *C. rotundus* foi realizada a partir de um levantamento realizado em diferentes áreas geográficas do Brasil, pela equipe de pesquisadores da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Um isolado deste fungo (CEN 66), procedente de áreas infestadas do Distrito Federal, mostrou-se altamente específico (Ribeiro et al., 1997a) e virulento contra biotipos brasileiros de *C. rotundus* (Borges Neto, 1997; Borges Neto et al., 1998a, Teixeira, 1999). *C. caricis* é um fungo de difícil esporulação, por isso foi desenvolvido um método de cultivo, em meio líquido à base de suco V8 caseiro, que representa uma alternativa viável de produção massal de micélio infectivo para utilização em larga escala (Mello et al., 1998a, 1998b).

O processo de infecção de *C. caricis* em plantas de tiririca, inoculadas com micélio do fungo, foi estudado através de microscopia eletrônica de varredura (Figuras 1 a 5) por Borges Neto et al. (1998b). Esses estudos revelaram serem necessários três dias para que ocorra penetração das hifas do fungo. A penetração ocorreu através dos estômatos, sendo estes, portanto, os sítios de infecção. Por outro lado, estômatos foram visualizados, em linhas longitudinais paralelas às nervuras, apenas na superfície abaxial da folha (Figuras 2 a 4). Ressalte-se que, a ausência de estômatos na superfície adaxial foi previamente relatada em tiririca amarela (Wetzstein & Phatak, 1987). Estômatos fechados não foram penetrados pelo fungo (Figuras 2 e 3). Fraturas de tecidos foliares, após conge-

lamento em nitrogênio líquido, ao serem examinadas ao microscópio eletrônico de varredura, evidenciaram a ramificação das hifas no interior da cavidade estomatal e invasão dos tecidos adjacentes (Figura 4). Em espécimes fixados com 10 ou mais dias após a inoculação, foram observados feixes de conidióforos emergindo das aberturas estomatais (Figura 5). A maioria dos estômatos, dispostos nas áreas necróticas induzidas pelo fungo, apresentaram-se preenchidos com conidióforos esporulados, 14 dias após a inoculação (Figura 5). As primeiras lesões foliares foram observadas entre sete e nove dias após a inoculação Borges et al. (1998b) (Figura 6).

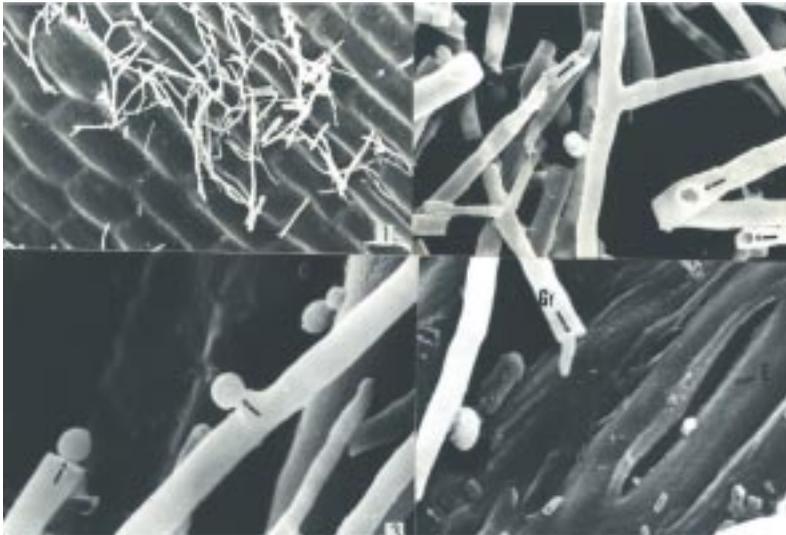


Fig.1. 1) Hifas fragmentadas recém-pulverizadas (414x); 2) Detalhe em maior aumento das hifas fragmentadas (seta) (3240x); 3) Início da ramificação das hifas (seta), 4 h após a inoculação (4860x); 4) Ramificação da hifa (Gf) 8 h após a inoculação ao lado do estômato (E) (5400x).

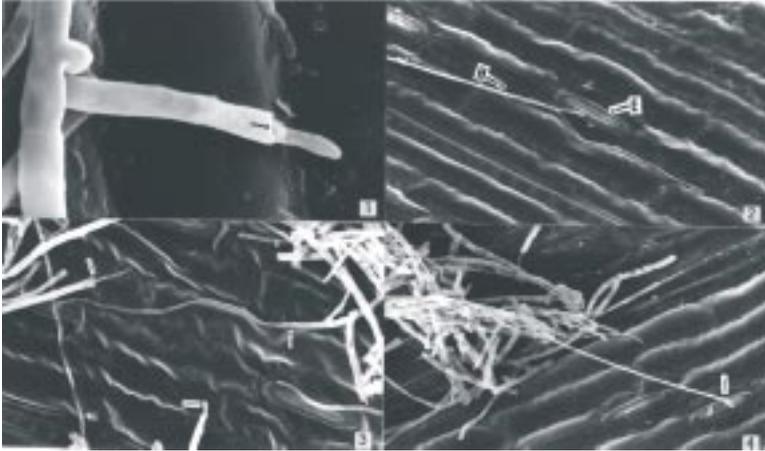


Fig.2. 1) Ramificação da hifa (seta) 12 h após a inoculação (5400x); 2) Detalhe da hifa ramificada (H) próxima a abertura do estômato (E), 46 h após a inoculação (990x); 3) Crescimento das hifas (seta), 46 h após a inoculação (1170x); 4) Hifa sobre o estômato fechado (seta), 46 h após a inoculação (900x).

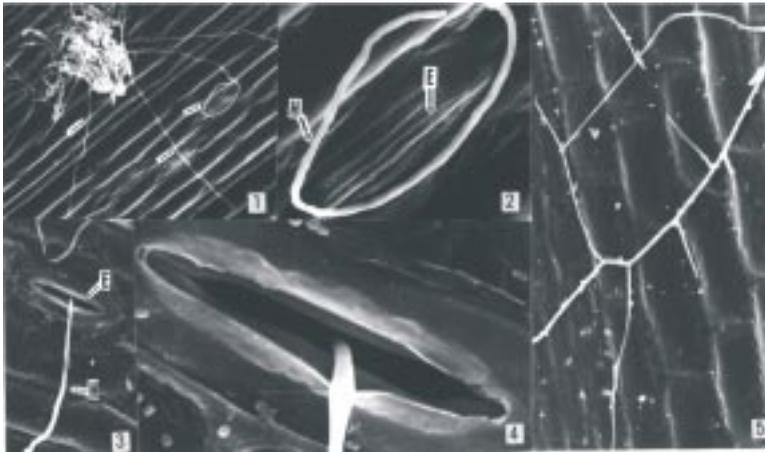


Fig.3. 1) Hifas bem desenvolvidas crescendo sobre a superfície foliar (seta), 5 dias após a inoculação (486x); 2) Detalhe da hifa (H) circundando o estômato (E) fechado (3060x); 3) Hifa (H) penetrando no estômato (E), 5 dias após a inoculação (1350x); 4) Detalhe em maior aumento (7200x); 5) Crescimento das hifas, 5 dias após a inoculação na superfície adaxial da folha, nota-se a ausência de estômatos (720x).

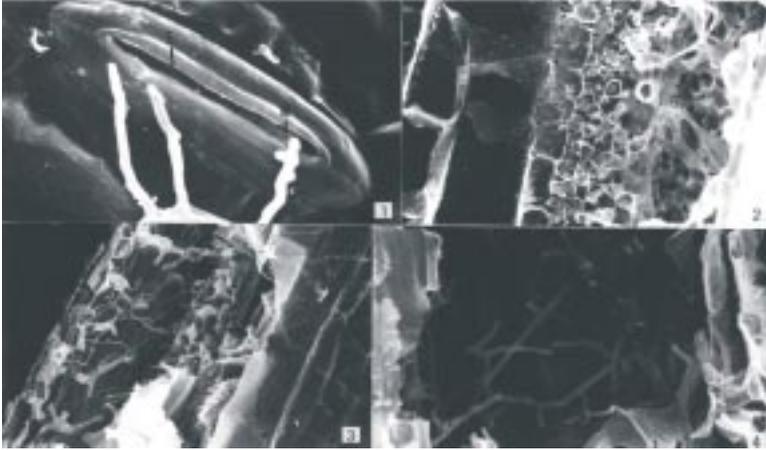


Fig.4. 1) Hifa (H) penetrando no estômato (E) aberto, 7 dias após a inoculação (4860x); 2) Microfratura mostrando tecido parenquimático não colonizado pelo fungo (666x); 3) Microfratura mostrando tecido parenquimático colonizado pelo fungo, 10 dias após a inoculação (414x); 4) Detalhe das hifas colonizando tecido parenquimático (1710x).

As observações obtidas sobre o processo de infecção de *C. caricis* em tecidos foliares de tiririca são importantes para o desenvolvimento de metodologia de aplicação do fungo. Tornou-se evidente com esse estudo, por exemplo, que as formulações fúngicas devem promover a redistribuição e adesão das partículas na superfície foliar, de modo a atingir os sítios de penetração (estômatos) na superfície abaxial e, ao mesmo tempo, proteger o fungo contra as adversidades ambientais durante a fase pré-penetração, de três dias.

Borges Neto et al. (1998a) avaliaram vários adjuvantes incorporados às suspensões de inóculo, tendo verificado que o surfactante Tween 20 (polioxietileno monolaurático), o umectante Metamucil (mucilóide hidrófilo de *Psyllium plantago*) e a sacarose (fornecedor de carbono) podem auxiliar na ação de *C. caricis* como agente de biocontrole para a tiririca. Espalhantes adesivos, como AgBem (resina sintética emulsionada + agente tensoativo aniônico) e Haiten (polioxietileno alquil fenol éter) podem também ser úteis, promovendo a redistribuição dos propágulos fúngicos, de modo que atinjam melhor os sítios de infecção (Tabela 2). Entretanto, esses estudos foram conduzidos apenas em casa de vegetação, inexistindo, ainda, resultados de campo com produtos formulados a base de *C. caricis*.

De acordo com estudos conduzidos por Borges Neto et al. (2000), utilizando suspensões de fragmentos de micélio como inóculo, plantas mais velhas (3 a 4 semanas de idade) foram mais suscetíveis à infecção, tendo apresentado mais de 60 % de área foliar infectada e cerca de 40% de folhas mortas. Houve diferença significativa quanto ao número de aplicações (1, 2 e 3) do fungo *C. caricis* em termos de porcentagem de tecido foliar infectado (63,14 %, 73,49 % e 84,37 %, respectivamente).

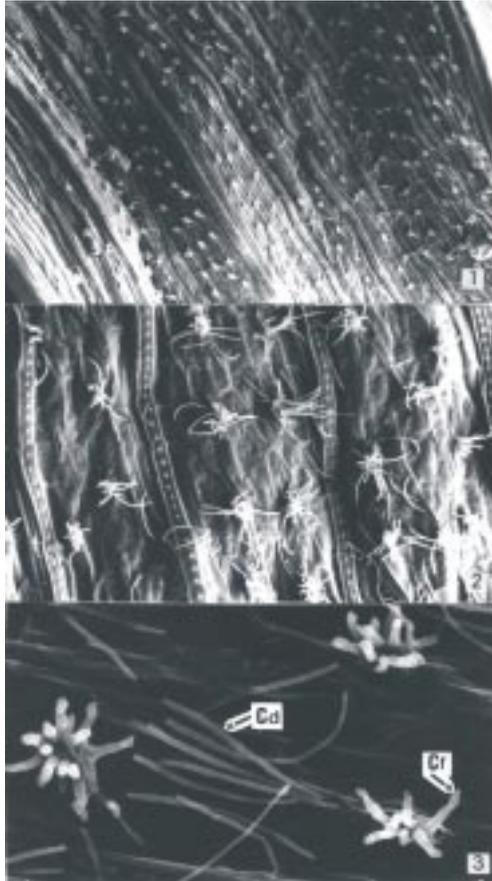


Fig.5. Esporulação de *Cercospora caricis* aos 15 dias após a inoculação. 1) 126x; 2) 414x; 3) Detalhe dos conídios (Cd) e conidióforos (Cf) (1260x).

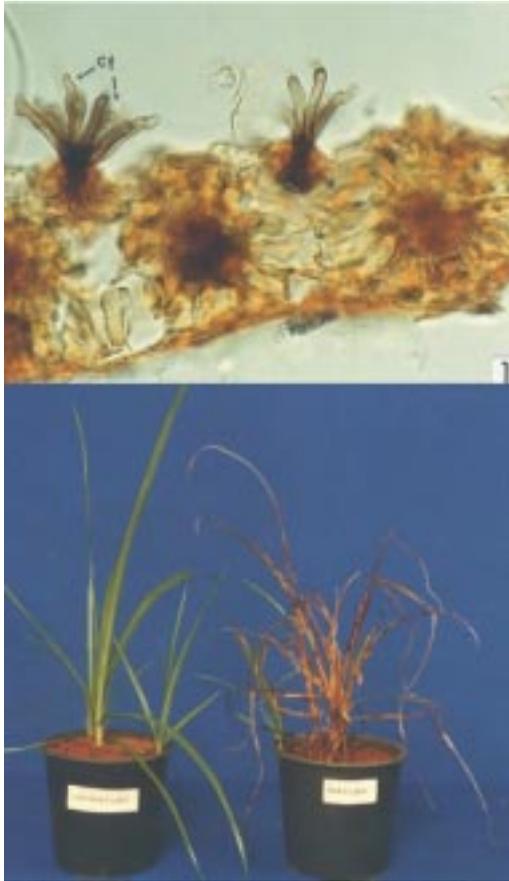


Fig.6. 1) Corte transversal da folha de tiririca, mostrando conidióforos (cf) de *C. caricis* ao microscópio ótico (167x); 2) Aspecto geral de uma planta de tiririca 20 dias após a inoculação com o isolado monoconidial CEN66M2, comparado a uma testemunha não inoculada.

As observações obtidas sobre o processo de infecção de *C. caricis* em tecidos foliares de tiririca são importantes para o desenvolvimento de metodologia de aplicação do fungo. Tornou-se evidente com esse estudo, por exemplo, que as formulações fúngicas devem promover a redistribuição e adesão das partículas na superfície foliar, de modo a atingir os sítios de penetração (estômatos) na

superfície abaxial e, ao mesmo tempo, proteger o fungo contra as adversidades ambientais durante a fase pré-penetração, de três dias.

Borges Neto et al. (1998a) avaliaram vários adjuvantes incorporados às suspensões de inóculo, tendo verificado que o surfactante Tween 20 (polioxiétileno monolaurático), o umectante Metamucil (mucilóide hidrófilo de *Psyllium plantago*) e a sacarose (fornecedor de carbono) podem auxiliar na ação de *C. caricis* como agente de biocontrole para a tiririca. Espalhantes adesivos, como AgBem (resina sintética emulsionada + agente tensoativo aniônico) e Haiten (polioxiétileno alquil fenol éter) podem também serem úteis, promovendo a redistribuição dos propágulos fúngicos, de modo que atinjam melhor os sítios de infecção (Tabela 2). Entretanto, esses estudos foram conduzidos apenas em casa de vegetação, inexistindo, ainda, resultados de campo com produtos formulados a base de *C. caricis*.

De acordo com estudos conduzidos por Borges Neto et al. (2000), utilizando suspensões de fragmentos de micélio como inóculo, plantas mais velhas (3 a 4 semanas de idade) foram mais suscetíveis à infecção, tendo apresentado mais de 60 % de área foliar infectada e cerca de 40% de folhas mortas. Houve diferença significativa quanto ao número de aplicações (1, 2 e 3) do fungo *C. caricis* em termos de porcentagem de tecido foliar infectado (63,14 %, 73,49 % e 84,37 %, respectivamente).

Observou-se, ainda, que estas plantas tratadas com *C. caricis*, em casa de vegetação, tiveram a massa seca de parte subterrânea significativamente reduzida em relação à testemunha. Também, em condições de campo, detectou-se uma tendência de diminuição de número e massa seca de tubérculos, nas parcelas inoculadas com o fungo (Borges Neto, 1997). Estes resultados corroboram os obtidos por Teixeira (1999) em casa de vegetação com e sem a cultura da salsa, que indicaram três aplicações do fungo para promover redução nos componentes de crescimento da planta daninha, apontando para um aumento da eficácia do patógeno em controlar esta espécie, por meio de aplicações sucessivas do fungo.

Experimentos conduzidos por Teixeira (1999) em condições de campo mostraram que a utilização do fungo *C. caricis* em três aplicações foi tão eficiente quanto ao herbicida 2,4 D e capina, na redução, de peso e número de tubércu-

los, indicando que este patógeno poderá, no futuro, ser integrado aos sistemas de manejo de tiririca, corroborando os resultados obtidos por Borges Neto (1997).

Tabela 2. Influência de adjuvantes adicionados ao inóculo na infectividade de *Cercospora caricis* em plantas de tiririca roxa (Borges Neto et al., 1998a).

Tratamento	PFM	PFI	PAFI
Ag Bem	33,11 c	89,85 a	54,44 c
Agral	23,18 d	86,47 b	54,87 c
Agrotensil	45,72 b	79,64 c	53,73 c
Aterbane	28,65 c	83,68 b	54,12 c
Esp. Ad. Bayer	3,67 d	77,91 c	6,86 e
Haiten	23,14 d	88,64 a	44,06 d
Metamucil	53,57 a	85,99 b	62,43 b
Tween 20	51,37 b	92,02 a	68,04 a
Tritton X 100	34,15 c	84,48 b	52,10 c
Sacarose 2 %	46,01 bc	84,31 b	64,40 b
Fungo + água	45,72 c	86,40 b	64,07 b

PFM = Porcentagem de folhas mortas.

PFI = Porcentagem de folhas com sintomas.

PAFI = Porcentagem de área foliar atacada.

Os resultados obtidos por Borges Neto (1997), Borges Neto et al. (1998a, 1998b, 2000) e Teixeira (1999) juntamente com estudos anteriormente desenvolvidos por Figueiredo et al. (1993) e Ribeiro et al. (1997a, 1997b) mostram o potencial de uso de *C. caricis* como bioherbicida para o controle da tiririca. Portanto, esses estudos devem ser continuados em várias linhas de pesquisa, como por exemplo: 1) na busca de associações de isolados, tendo em vista a variabilidade dos biótipos da planta daninha em termos de suscetibilidade aos diferentes isolados do fungo e 2) na prospecção de metabólitos secundários

produzidos por *C. caricis*. Esses metabólitos devem ser isolados e purificados, a fim de que sejam estudados quanto aos seus efeitos na patogênese e/ou como fator de virulência do fungo, ampliando as possibilidades de desenvolvimento de um método efetivo de controle da tiririca.

5– Taxonomia, Parasitismo, Especificidade e Variabilidade do Fungo *C. caricis*

O gênero *Cercospora* foi descrito por Fresenius em 1863, com base na espécie-tipo *C. apii* Fres., como tendo conidióforos marrons, conídios vermiformes, marrons oliváceos, raramente hialinos, discordando do próprio tipo que possui conídios hialinos (Chupp, 1953). O teleomorfo do gênero quando conhecido, pertence ao gênero *Mycosphaerella* Johanson (Ellis, 1976).

Mais de 2000 espécies do gênero foram descritas até 1971. Porém, de acordo com Ellis (1971, 1976), vários autores consideravam coletas de *Cercospora* associadas a diferentes hospedeiras como pertencentes a espécies distintas do fungo. Vale ressaltar que espécies pertencentes ao grupo *C. apii*, por exemplo, invariavelmente possuem uma ampla gama de hospedeiras.

Os fungos do gênero *Cercospora* possuem colônias de coloração cinza, com micélio freqüentemente imerso no tecido da hospedeira. Apresentam estromas pequenos e conidióforos macronematosos, cespitosos, não ramificados e com cicatrizes. As células conidiogênicas são integradas, terminais, poliblasticas e de crescimento simpodial. Os conídios são solitários, acropleurógenos e lisos (Ellis, 1976).

A espécie *C. caricis* foi descrita por Chupp (1953) infectando Cyperaceas do gênero *Carex*. Nos EUA., Blaney (1987) e Blaney & Van Dike (1988) estudaram e demonstraram o potencial desta espécie para o controle de tiririca amarela (*C. esculentus* L.). No Brasil, este fungo foi primeiramente relatado no Distrito Federal como *Cercospora* sp. por Figueiredo et al. (1993), em plantas de tiririca e, em seguida, no estado do Rio de Janeiro, por Barreto & Evans (1995), que o identificaram ao nível de espécie. Ribeiro et al. (1997b) caracterizou morfológicamente o isolado do Distrito Federal, mostrando que se tratava da mesma espécie, *C. caricis* descrita por Barreto & Evans (1995).

Cercospora caricis Oudemans apresenta como sinônimos: *C. caricina* Ellis & Dearn; *C. cyperi - rotundi* Thirum. & Govindu; *C. microstigma* Sacc. e *Cercospora ugandensis* Hansf. (Chupp, 1953). São características comuns do gênero, o crescimento lento e escassez de esporulação, ou mesmo sua ausência, em meios de cultivo utilizados rotineiramente em laboratório (Stavely & Nimmo, 1968; Freeman & Charudattan, 1984). Estudos realizados com *C. caricis* por Blaney (1987), Evans (1987), Barreto & Evans (1995), Borges Neto et al. (1996), Mello et al. (1998a, b) e Ávila et al. (1998) comprovaram a dificuldade de esporulação.

De acordo com Blaney (1987), Barreto & Evans (1995) e Ribeiro et al. (1997b) as características a seguir podem ser consideradas típicas da espécie *C. caricis*:

- 1) As colônias possuem coloração e morfologia variáveis, dependendo do meio de cultivo utilizado, geralmente cinza a preta, estromática, com micélio aéreo de aspecto lanoso e zona pericentral branca e cotonosa. Algumas vezes o fungo pode produzir pigmento vermelho em meio de cultura.
- 2) Os sintomas na planta surgem, inicialmente, como pontos necróticos com halos cloróticos e, à medida que a doença progride, desenvolvem-se manchas foliares relativamente grandes (maiores que quatro mm), que coalescem e causam secamento das folhas. Comumente ocorrem lesões nas hastes e inflorescências.
- 3) Os conidióforos crescem em fascículos a partir do estroma localizado na câmara subestomática. São lisos, marrons claros a marrons escuros, retos ou levemente curvos, afilados próximo ao ápice, com cicatrizes conspícuas, 0 a 6 septos, não ramificados, com 0 a 6 geniculações.
- 4) Células conidiogênicas terminais, holoblásticas, integradas, cilíndricas e com crescimento simpodial.
- 5) Conídios secos, solitários, hialinos, 6 a 24 septos, filiformes, lisos, retos ou curvos, com ápices arredondados e truncados na base.

Estudos conduzidos no Brasil demonstraram variações entre isolados de *C. caricis* quanto às características morfométricas de conídios e de conidióforos, morfologia das colônias, patogenicidade, virulência e quanto aos perfis

isoenzimáticos estudados através de eletroforese em gel de acrilamida (Borges Neto, 1997; Ávila et al., 1998; Ribeiro et al., 1997a e 1997b; Teixeira, 1999). Segundo Blaney & Van Dike (1988), as diferenças quanto aos aspectos morfológicos, entre espécimes de *C. caricis* podem estar associados a variações ambientais, sugerindo, portanto, que algumas características tradicionalmente usadas para identificação de espécies não são necessariamente estáveis.

A variabilidade genética de isolados de *C. caricis* foi confirmada pela análise dos marcadores RAPD e RFLP, utilizando a sonda telomérica de *F. oxysporum* (Inglis et. al., 2001). Estes marcadores apresentam vantagens ao estimarem a similaridade entre isolados, pois possibilitam a detecção de grande número de bandas polimórficas, não apresentam variações em função do estágio de desenvolvimento do organismo e não são influenciados pelas condições ambientais (Ferreira & Grattapaglia, 1995). Esse elevado poder de resolução, utilizando esta sonda telomérica, permitiu a determinação de alta variabilidade genética entre os isolados de *C. caricis* analisados (Inglis et. al., 2001).

Teixeira (1999) avaliou a suscetibilidade de 53 biotipos brasileiros de tiririca aos isolados CEN66 e CEN142 de *C. caricis*, sob condições de casa-de-vegetação. Não houve indicação da existência de populações resistentes a esses dois isolados que, entretanto, diferiram significativamente em seus padrões de infectividade aos biotipos estudados. O isolado CEN66 apresentou maior potencial para controle de tiririca, onde: 32,07% dos acessos foram altamente suscetíveis, 62,26% suscetíveis e 5,67%, moderadamente suscetíveis. Com relação ao isolado CEN142, embora tenha sido constatada uma baixa porcentagem de acessos resistentes (7,55%), apenas 3,77% mostraram-se altamente suscetíveis a esse isolado; os demais foram classificados como moderadamente resistentes (35,85%) e moderadamente suscetíveis (52,83%). Esses resultados indicam a existência de suscetibilidade diferenciada nos acessos de tiririca avaliados, evidenciando a importância da determinação destas diferenças, para o estabelecimento de estratégias adequadas de biocontrole.

6 - Toxinas metabólicas na patogênese

6.1 – Aspectos Gerais

As toxinas ou fitotoxinas, produzidas por patógenos microbianos, são produtos que causam danos aos tecidos vegetais e que estão reconhecidamente envolvi-

dos no desenvolvimento da doença, sendo particularmente importantes no estabelecimento do patógeno no interior do hospedeiro e na manifestação dos sintomas. Os fitopatógenos produzem uma variedade de compostos secundários em meio de cultura, os quais exibem atividade fitotóxica. Somente uma pequena proporção desses compostos, porém, comprovadamente desempenha alguma função na patogênese. Dentre 50 metabólitos relatados como tóxicos às plantas, considera-se que cerca de 30 contribuam para a patogenicidade (Schepens, 1983).

As toxinas possuem geralmente baixa massa molecular ($< 1 \text{ Kda}$), são móveis, ativos em concentrações fisiológicas (10mM a 1mM) e não apresentam características enzimáticas, hormonais ou de ácidos nucleicos (Goodman et al., 1986). Podem induzir nas plantas muitos dos sintomas comumente observados nas doenças, quando da presença dos patógenos, como clorose, murcha, encharcamento e alteração no crescimento.

Durante a colonização, o patógeno retira nutrientes para crescer, reproduzir e/ou formar estruturas de sobrevivência. Para ter sucesso nestas atividades, o fungo patogênico deve promover a degradação e conseqüente assimilação de substâncias do hospedeiro, bem como vencer os mecanismos de resistência da planta. Neste contexto, as toxinas podem apresentar um número variado de atividades potencias: atuando como moléculas supressoras, alterando o início e/ou a manutenção da expressão dos mecanismos de resistência do hospedeiro; danificando as células da planta e promovendo a liberação de nutrientes para as atividades metabólicas do patógeno; ocasionando a liberação de enzimas degradativas presentes em organelas do hospedeiro; propiciando um microambiente adequado para o patógeno; facilitando o movimento do patógeno através da planta; promovendo e acelerando a senescência do hospedeiro e, finalmente, inibindo a invasão secundária da planta por outros microorganismos (Misaghi, 1982).

A elucidação da estrutura química das toxinas mostra-se como um ponto chave no entendimento do papel das mesmas no processo da doença, pois fornecem informações básica para os estudos envolvendo estrutura e função biológica, sítios de ação e caminhos metabólicos de biossíntese e degradação (Misaghi, 1982).

6.2 – Produção de Metabólitos Secundários por Agentes de Biocontrole, em tiririca

Há poucos trabalhos de pesquisa sobre a produção de metabólitos secundários pelos agentes de biocontrole em *C. rotundus*. Apenas dois relatos constam na literatura: Cercosporina, produzida por *C. caricis* e Cyperina, produzida por *A. cypericola* Upadhyay, Kenfield, Strobel & Hess.

6.2.1 - Cyperina, uma toxina de *Ascochyta cypericola*

A. cypericola Upadhyay, Kenfield, Strobel & Hess foi isolado de *C. rotundus* na Índia (Holm et al., 1977). Este fungo produz a toxina Cyperina (bifenil-eter), que é uma fitotoxina extremamente ativa, com especificidade e hospedeiro moderada dentro do gênero *Cyperus*. *C. rotundus*, a fonte de *A. cypericola*, exibiu maior sensibilidade à Cyperina, dentre as espécies de *Cyperus* testados (Stierle et al., 1991). Nas plantas de *C. rotundus* infectadas, o fungo *A. cypericola* induz tanto lesões deprimidas no caule, bainhas e invólucros, como estrias marrons avermelhadas em folhas de plantas infectadas, sugerindo a interação de uma ou mais fitotoxinas (Upadhyay et al., 1991).

Cultura Fúngica - *A. cypericola* foi isolado da superfície de folhas esterilizadas de *C. rotundus* e mantido em meio M-1-D contendo 12 mL 1⁻¹ de leite de coco (M-1-DC). Frascos Erlenmeyer (2L) contendo 800 ml M-1-DC foram inoculados com dois discos (1cm²) de micélio do fungo retirado da margem de uma colônia apresentando crescimento e incubado a 26 °, 12 hr luz/escuro (Stierle et al., 1991).

Isolamento de cyperina – As culturas com três semanas de idade foram filtradas através de oito camadas de gaze e o filtrado exaustivamente extraído com ácido acético. Os extrato orgânico foi combinados e evaporados à vácuo, resultando um óleo que induziu lesões em folhas de *C. rotundus*. Esse óleo foi submetido à cromatografia em coluna de Sephadex LH-20 (Me OH), eluindo-se nove frações. O princípio ativo foi eluído na fração seis, identificada como ciperina, com base na análise em coluna de Sephadex LH-20 (CHCl₃-MeOH, 1:1). A fórmula molecular de ciperina como C₁₅H₁₆O₄ foi estabelecida em espectrometria de alta resolução, indicando um composto com oito sítios de (Stierle et al., 1991).

6.2.2 - Cercosporina, uma toxina de *Cercospora caricis*

O gênero *Cercospora*, incluindo várias espécies, é bem conhecido entre os fitopatógenos por ser responsável por doenças de plantas economicamente importantes, tais como a beterraba e a soja. O possível papel fitotóxico derivado de metabólitos secundários de *Cercospora* tem sido enfatizado por diversos autores. Entretanto, o primeiro relato de produção de uma fitotoxina no gênero *Cercospora* foi dado em *C. kikuchii* por Kuyama & Tamura (1957). Estes cientistas isolaram Cercosporina, que é uma toxina que produz pigmento vermelho em meio de cultura. Blaney & Van Dike (1988) estudaram vários isolados de *C. caricis*, obtidos de folhas infectadas de tiririca amarela, que produziram o mesmo pigmento em meio de cultura ágar-malte. Segundo resultados de análise realizada por estes autores, de um purificado obtido de pigmentos excretados por diversos isolados de *C. caricis*, este pigmento contém a cercosporina, uma toxina não específica de hospedeira, que está envolvida na patogênese de várias espécies de *Cercospora*.

Teixeira (1999) e Borges Neto (1997) estudando vários isolados de *C. caricis*, quanto ao potencial de biocontrole para a tiririca, constataram a produção, por alguns deles, de um pigmento vermelho, difundindo no meio de cultura. Este pigmento observado pelos dois autores pode corresponder ao relatado por Blaney & Van Dike (1988).

Obtenção das culturas para o isolamento de cercosporina - Blaney & Van Dyke (1988) obtiveram culturas produtoras do difusato vermelho, a partir do cultivo de vários isolados de *C. caricis*, obtidos de tiririca amarela. As culturas foram desenvolvidas em meio V8-ágar (V-8A) (200 mL de suco V8, 800 mL de H₂O, destilada 12 g ágar, e 3 g CaCO₃/L de meio) ou meio de Malte-ágar (MEA) [15 g de extrato de malte Difco (Difco Laboratories, Detroit 1, Michigan), 30 g glucose, 3 g de peptona Difco e 12 g ágar/L de meio]. As colônias foram incubadas a 25°C sob regime de 12h de luz alternada claro/escuro. A morfologia das colônias foi comparada com culturas originais e, após desenvolvimento inicial, hifas de um dos isolados foram transferidas para o meio MEA fresco. Após duas semanas de crescimento, novamente blocos de micélio do fungo foram transferidos para MEA fresco e incubados por cinco semanas. O ágar contendo o fungo foi submetido à secagem ao ar durante 18 dias e moído. O pigmento foi, então, extraído, purificado e cristalizado.

Isolamento de cercosporina - O isolamento e purificação de Cercosporina foi realizado inicialmente em *C. kikuchii* por Kuyama & Tamura (1957). Blaney & Van Dyke (1988) isolaram este pigmento de um isolado de *C. caricis* cultivado em meio de cultura, conforme descrito no ítem anterior. A purificação se deu pelo mesmo método usado por Kuyama & Tamura (1957), exceto que o fosfato de cálcio foi substituído por sílica-gel nas colunas de cromatografia. Os cristais dos pigmentos vermelhos foram dissolvidos em clorofórmio e aplicado em placas de cromatografia de camada fina (TLC), cobertas com sílica-gel. Foram utilizados os seguintes sistemas para eluição: hexano/butano (9:1), etil-eter e clorofórmio/metanol (9:1).

Uma amostra de Cercosporina de *C. kikuchii* foi submetida a cromatografia para comparação durante o procedimento desenvolvido por Blaney & Van Dyke (1988). O composto de *C. caricis* analisado apresentou espectro de absorção em valores de comprimento de onda (UV visual) semelhantes aos relatados para o isolado padrão, evidenciando que *C. caricis* produz cercosporina em meio de cultura.

6.3 - Importância prática da produção de cercosporina por *C. caricis*

Dado o interesse da cercosporina como uma fitotoxina, Assante et al. (1977) selecionaram um grande número de espécies de *Cercospora* para produção de metabólitos secundários. Estes cientistas mostraram que 23 em 61 espécies de *Cercospora* examinadas produziram Cercosporina, o que pode ser considerado um metabólito típico da espécie, envolvido no desenvolvimento de doença na planta. Nem todas as espécies de *Cercospora* produzem Cercosporina, mas a produção de cercosporina é considerada uma característica típica do gênero e pode ser útil taxonomicamente (Fajola, 1978).

Daub (1982), apresentou evidências da atuação de cercosporina como agente fotosensibilizante em plantas. Através de experimentos utilizando suspensões de células, este autor verificou que essa fitotoxina foi capaz de matar células vegetais apenas sob condições de luminosidade. O espectro de ação para mortalidade está de acordo com o espectro de absorção de cercosporina e compostos que consomem O_2 , um dos produtos de reações fotossensibilizantes, atrasam a morte de células por cercosporina, atuando como inibidores de cercosporina.

De acordo com Daub (1982) *Cercosporina* não matou células em suspensões de culturas mantidas no escuro, mas foi capaz de inibir o crescimento celular, quando em altas concentrações, embora este possa ter sido apenas um efeito secundário, devido às concentrações excessivas do composto químico. Por outro lado, as evidências da atuação de *cercosporina* como agente fotossensibilizante não comprovam que este composto desempenhe papel determinante na manifestação das doenças causadas por espécies de *Cercospora*. Entretanto, observações do progresso de doença em vários hospedeiros são consistentes com a hipótese de que *cercosporina* desempenha tal papel. Por exemplo, Calpouzou & Stalkecht (1967) relataram que os sintomas da mancha foliar da beterraba açucareira foram mais severos em plantas expostas a altas intensidades de luz.

Teixeira (1999) e Borges Neto (1997), ao estudarem vários isolados de *C. caricis* oriundos do Distrito Federal, quanto ao potencial de biocontrole para a tiririca, constataram a produção, por alguns deles, de um pigmento vermelho, difundindo no meio de cultura. Este pigmento observado pelos dois autores pode corresponder ao relatado por Blaney & Van Dike (1988). Entretanto, não foram realizados, ainda, experimentos para verificar a existência de correlação entre virulência dos isolados brasileiros de *C. caricis* e a presença de *cercosporina*. Também, não se avaliou o efeito de filtrados de culturas sobre plantas de tiririca, permanecendo este assunto como um importante campo para estudos.

7 – Conclusões

Microrganismos fitopatogênicos são instrumentos valiosos em programas de manejo de plantas daninhas e devem ser pesquisados especialmente para espécies como *C. rotundus*, para a qual não existe um método de controle estabelecido. O uso destes agentes associados a outras práticas de controle, com certeza, possibilitaria ao agricultor reduzir as perdas de produção e ao mesmo tempo minimizar os danos causados ao meio ambiente.

São duas as principais estratégias, pelas quais o controle biológico de plantas daninhas pode ser desenvolvido: a estratégia clássica, que consiste na introdução de um organismo específico para determinada espécie, que irá estabelecer-se no local e, em um período de tempo prolongado, reduzir a densidade

populacional da espécie-alvo; a estratégia inundativa ou do bioherbicida que é baseada na multiplicação massal e aplicações periódicas do patógeno, à semelhança dos herbicidas químicos. Os agentes de biocontrole que têm sido pesquisados nesta última estratégia são quase sempre fungos, assim, o produto desenvolvido é chamado micoherbicida. Existe, ainda, uma terceira modalidade de estratégia, menos utilizada, denominada aumentativa, que requer o periódico restabelecimento do agente de controle, porém com menor intensidade e frequência do que os micoherbicidas. Cada uma dessas estratégias deve ser utilizada de acordo com cada situação particular.

Dentre as diversas abordagens na exploração de fungos como agentes de biocontrole para plantas daninhas, surge ainda a perspectiva de utilização de metabólitos secundários tóxicos produzidos por esses organismos. Estes metabólitos podem exercer papel fundamental como fator de patogenicidade ou de virulência do patógeno e poderão ser explorados em diferentes caminhos: pela manipulação genética do organismo, de modo a potencializar a produção destes compostos, aumentando sua patogenicidade à planta alvo e, por conseguinte, a eficiência ou pela purificação e utilização direta dos mesmos, como herbicidas naturais. De qualquer sorte, este é um campo aberto para pesquisa, que poderá no futuro, com os avanços nas áreas da bioquímica e da biologia molecular associada à engenharia genética, ampliar o leque de oportunidades para aplicação dos recursos da micoflora no controle de espécies de plantas indesejáveis.

Referências Bibliográficas

Ahmad, S. Fungi of West Pakistan-Supplement 1. Biological Society of Pakistan. Anonymous Anonymous Lahore:Biological Society of Pakistan. Supplement 1. 1969.

Alcorn, J.L., and Pont, W. Races of *Drechslera maydis* in Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry.v. .13, p. 213-215. 1973.

Andes, B. A, Davis, C. J., Harris, P., Wapshere, A. J. Biological control of weeds. In: HUFFAKER, C. B. Theory and Practice of Biological Control. New York: Academic Press, p.481-499. 1976.

Arevalo, R. A. & Bertoncini, E. I. Efeito e manejo de *Cyperus rotundus* (tiririca) na agricultura brasileira. In: XX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Palestras. Florianópolis. 44-66pp. 1995.

Assante, G., Locci, L., Camarda, L., Merline, L. & Nasini, G. Screening of the genus *Cercospora* for secondary metabolites. *Phytochemistry*, v. 16, p.243-247. 1977.

Ávila, Z. R.; Mello, S. C. M.; Hatano, L. T. & Rlibeiro, Z. M. de A. Interação de regime de luz e composição de meio de cultura no crescimento micelial e esporulação de isolados de *Cercospora caricis*. *Fitopatologia Brasileira*. v. 23 (Suplemento), p. 344. 1998.

Bain, D.C. Sclerotinia blight on nutgrass in the Mississippi. *Plant disease Reporter*, v. 48, p. 742. 1964.

Barreto, R. W., Evans, H.C. Fungal pathogens of weeds collected in the Brazilian tropics and subtropics and their biocontrol potencial. In: Proceedings of the VIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, Canterbury, DSIR/CSIRO, p. 679-91. 1992.

BARRETO, R. W. Controle biológico clássico por fitopatógenos: oportunidades e desafios. In: Anais do VI SICONBIOL. 24-28 de maio. p.111-115. Rio de Janeiro. 1998.

Barreto, R. W., Evans, H.C. Mycobiota of the weed *Cyperus rotundus* in the state of Rio de Janeiro, with an elucidation of its associated *Puccinia* complex. *Mycological Research*, v. 99, p. 407-419. 1995.

BARRETO, R. W. Controle biológico clássico por fitopatógenos: oportunidades e desafios. In: Anais do VI SICONBIOL. 24-28 de maio, p.111-115. Rio de Janeiro. 1998.

Batista, A.C. Alguns representantes da flora fúngica em Pernambuco, In: Anais do Congresso da Sociedade Botânica do Brasil, v. 4, p. 479-83. 1953.

Batista, A.C., Matta, E.A.F., Bezerra, J.L. Hyphomycetes comuns e algumas novas espécies. Anais do Congresso da Sociedade de Botânica do Brasil.

Anonymous Anonymous Sociedade de Botânica do Brasil, v. 13, p. 389-403. 1964.

Betria, A.I. Biology of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Plata, v. 49, p. 181-199. 1973.

Bedi, J. S., and Sokhi, S. S. *Puccinia roghanoliana* rust a possible biological control agent for purple nutsedge, *Cyperus rotundus*, Indian J. of Plant. Protection, v. 22, p.217-218. 1994.

Bedi, J.K., Ravinder, K., Sokhi, S.S., and Kaur, R. A technique for axenic culture of *Puccinia romagnoliana* a potencial bioherbicide for purple nutsedge. Current Science (Bangalore), v. 69, p. 21-23. 1995.

Bendixen, L. E., Nandihalli, U. B. Worldwide distribution of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), Weed Technology, v. 1, p. 61-65. 1987.

Bhardway, R. B. L., Verma, R. D. Seasonal development of nutgrass (*Cyperus rotundus* L.) under Delhi conditions, Indian J. of Agric. Sci., v. 38, p. 950-957. 1968.

Black, C. C., Chen, T. M., Brown, R. H. Biochemical basis for plant competition, Weed Science, v. 17, p. 338-54. 1969.

Blaney, C. L. Fungal pathogens with potencial for biocontrol of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.), Thesis of Master of Science, Department of Botany, North Carolina State University Raleigh, 41p. 1987.

Blaney, C. L., and Van Dike, C. G. *Cercospora caricis* from *Cyperus esculentus* (yellow nutsedge): morphology and cercosporin production. Mycologia, v. 80, p. 418-421. 1988.

Borges Neto, C. R. Estudos sobre *Cercospora caricis* Oudem. como agente potencial de biocontrole de tiririca *Cyperus rotundus* L. Brasília, Universidade de Brasília. 123p. (Tese de mestrado). 1997.

Borges Neto, C. R., Mello, S. C. M., Ribeiro, Z. M. A., Fontes, E. M. G. Efeito de adjuvantes no crescimento e infectividade de *Cercospora caricis*, agente potencial de biocontrole de tiririca. *Fitopatologia Brasileira*, v. 23, p. 520. 1998a.

Borges Neto, C. R., Silveira, E., Mello, S. C. M., Fontes, E. M. G. B. M. & Fontes, E. M. G. Scanning electron microscopy of the infection on process of *Cercospora caricis* on Purple Nutsedge. *Fitopatologia Brasileira* v. 23, p. 160-163. 1998b.

Borges Neto, C. R., Mello, S. C. M., Maly, J.S., Ribeiro, Z.M.A., Fontes, E.G. Efeito de meio de cultura no crescimento de *Cercospora caricis*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 21 (Suplemento), p. 349. 1996.

Borges Neto, C.R., Mello, S.C.M.; Ribeiro, Z. M. de A , Ávila, Z.R, Fontes, E. M. G. Influência da idade da planta, período de umidificação e concentração de inóculo no desenvolvimento de sintomas provocados por *Cercospora caricis* em tiririca. *Fitopatologia Brasileira*, v. 25, p. 138-142. 2000.

Brighenti, A.M., Silva, J.F., Sedyana, T., Silveira, J.S.M., Dedyrna, C.S. Manejo da tiririca em cultivos sucessivos de milho e feijão. *Rev. De Agricultura* 72:330-349. Calpouzos, L., Stalkecht, G.F. 1967. Symptoms of *Cercospora* leaf spot of sugar beets influenced th light intensity. *Phytopathology*, v. 57, p. 799-800. 1997.

Castellani, E. Two disease of *Cyperus rotundus* L. *L'Agricoltura Coloniale*. V. 36, p. 7. 1946.

Charudattan, R. The use of natural and genetically altered strains of pathogens for weed control, In: *Biological Control in Agricultural IPM Systems*, A. M. Hoy and C. Donald, ed., Orlando: Academic Press, p.347-372. 1985.

Charudattan, R. Integrated control of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) with pathogen, insects, and herbicides, *Weed Science*, v. 34, p. 26-30. 1986.

Charudattan, R. Pathogens with potencial for weed control. In: HOAGLAND, R. E. ed. *Microbes and microbial products as herbicides*. Washington, DC:

American Chemical Society , v. 46, p. 132-154. 1990.

Charudattan, R. The mycoherbicide approach with plant pathogens, In: *Microbial Control of Weeds*, D. O. Tebeest, ed., New York, Chapman and Hall, p.24-57. 1991.

Chase, C. A., Sinclair, T. R., Shilling, D. G., Gilreath, J. P. and Locascio, S. J. Light effects on rhizome morphogenesis in nutsedges (*Cyperus* spp.): implications for control by soil solarization. *Weed Science*, v. 46, p. 575-580. 1998.

Christoffoleti, P.J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. *Correio agrícola*, v. 2, p. 14-17. 1998.

Chupp, C. A. A monograph of the fungus genus *Cercospora*. Cornell Univ. Press. Ithaca, NY, 667p. 1953.

Clay, K.. New disease (*Balansia cyperi*) purple nutsedge (*Cyperus rotundus*), *Plant dis.*, v. 70, p. 597-599. 1986.

Das, N.P. and Mukherjii, S.K.. A stem rot and leaf drying of *Cyperus tagetum* Roxb. (mat-grass) and its control, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Pflanzenpathologie and Pflanzenschutz*, v. 75, p. 683-686. 1968.

Daub, M.E. Cercosporin, a photosensitizing toxin from *Cercospora* species, *Phytopathology*, v. 72, p. 370-374. 1982.

Durigan, J. C. Manejo da tiririca (*Cyperus rotundus* L.) antes e durante a implantação da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) UNESP, Jaboticabal: FCAVJ, SP. Tese de livre docência. 136p. 1991.

Ellis, M. B. Dematiaceous Hyphomycetes, C. A. B., Kew. Uk, 507p. 1971.

Ellis, M. B. More Dematiaceous Hyphomycetes, C. A. B., Kew. Uk, 608p. 1976.

Evans, H. C. Fungal pathogens of subtropical and tropical weeds and the possibilities for biological control, *Biocontrol News and Information*, v. 8, p. 7-30. 1987.

Fajola, A.O. The effect of some environmental factors on the reproductive structures of some species of *Cercospora*, Nova Hedwigia, v. 29, p. 912-921. 1978.

Farr, D.F., Bills, G.F., Chamuris, G.P., Rossman, A.Y. Fungi of plants and plants products in the United States, APS Press: St. Paul, Minnesota. 1989.

Ferreira, M.E., and Grattapaglia, D. Introdução ao Uso de Marcadores RAPD e RFLP em Análise Genética, Brasília: Embrapa-Cenargen, 220p. 1995.

Figueiredo, G., Fontes, E. G., Pais, J. S. O.,; Lobão, A., Andrade, R. M. A. Avaliação preliminar do potencial de *Cercospora* sp. como agente de controle biológico da tiririca roxa (*Cyperus rotundus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., Londrina, PR, Anais. Londrina: SBHED, p.18-20. 1993.

Fontes, E. M. G. Controle biológico: um desafio para o país. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 27, p. 1-4. 1992.

Freeman, T. E., and Charudattan, R. *Cercospora rodmanii* Conway a biological agent for waterhyacinth, Gainesville: Agric. Exp. Station, 18p. (Bulletin 842). 1984.

Frick, K. E., and Chandler, J. M. Augmenting the moth (*Bactra verutana*) in field plots for early-season suppression of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*), Weed Science, v. 26, p. 703-10. 1974.

Frick, K. E., Williams, R. D., and Wilson, R. F. Interaction between *Bactra verutana* and development of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*), Weed Science, v. 26, p. 550-53. 1978.

Garcia, H. B., and Arevalo, R. A. Influência de competência de *Cyperus rotundus* (tiririca) sobre alguns cultivos Brasileños, In: Congresso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia de Malezas, 7, Congresso de la Association Latino Americana de Malezas-Alam.8., Guadalajara, Resumenes, Guadalajara, ALAM.33-34p. 1986.

Goodman, R.N., Király, A., and Wood, K. R. The biochemistry and physiology of plant disease, Columbia, Univ. of Missouri Press, 433p. 1986.

Harris, P. Current approaches to biological control of weeds, Wallingford:CAB, Institute of Biological Control, Tech. Communic., v. 4, p. 69-76p. 1971.

Hasan, S. Plant pathogens and biological control of weeds, Review of Plant Pathology, v.59, p. 349-356. 1980.

Hasan, S., and Ayres, P. G. The control of weeds through fungi: principles and prospects. New Phytopathol., v. 115, p. 201-22. 1990.

Hauser, E. W. Nutsedge: A worldwide plague, Weeds Today, v. 2, p. 21-23. 1971.

Holm, L., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., Herberger, J. P. The world's worst weeds. Distribution and biology, University Press of Hawaii, Honolulu. 609p. 1977.

Holt, J. S. Genetic variation in life history traits in yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) from California, Weed Science, v. 42, p. 378-84. 1994.

Horowitz, M. Growth, tuber formation and spread of *Cyperus rotundus* L. from single tubers, W. Res., 12:348-363. 1972.

Inglis, P.W., Teixeira, E.A., Ribeiro, D.M., Valadares-Inglis, M.C., Tigano, M.S. & Mello, S.C.M. Molecular markers for the characterization of brasilian *Cercospora caricis* isolates. Current Microbiology, v. 42, p.194-198. 2001.

Ito, S., and Murayama, D. Notae mycologicae Asia Orientalis. IV. Transations of the Sapporo Natural History Society, v. 17, p. 160-172. 1943.

Jangard, N. O., Sckerl, M. M., and Schieferstein, R. H. The role of phenolics and abscisic acid in nutsedge tuber dormancy, Weed Science, v. 19, p. 17-20. 1971.

Kadir, J. Development of a bioherbicide for the control of purple nutsedge, Gainesville, University of Florida, 114p. (PhD. Thesis). 1997.

- Kadir, J. Development of a bioherbicide for the control of purple nutsedge, Gainesville, University of Florida, 114p. (PhD. Thesis). 1997.
- Kadir, J. B., Charudattan, R., Stall, W. M., Barry, J. B. Field efficacy of *Dactylaria higginsii* as a Bioherbicide for the Control of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Technology*, v. 14, p. 1-6. 2000.
- Kissmann, K. G. Plantas infestantes e nocivas. Tomo 1, BASF Brasileira S. A. São Paulo. 603p. 1991.
- Kuyama, S., Tamura, T. Cercosporin. A pigment of *Cercospora kikuchii* .In: Matsumoto et Tomoyasu. I-Cultivation of fungus, isolation and purification of pigment, *J. Amer. Chem. Soc.*, v. 79, p. 5725-5726. 1957.
- Leonard, K. J.. The benefits and potencial hazards of genetic heterogeneity in plant pathogens, In: *Biological Control of Weeds with Plant Pathogens*, R. Charudattan and H. L. Walker, ed., New York, John Wiley and Sons, 293p. 1982
- Ling, L. Studies in the genus *Cintractia*. II. *C. axicola* and related species, *Mycol.*, v. 42, p. 646-653. 1950.
- Litzenberger, S.C., Farr, M. L., Lip, H.T. A preliminary list of Cambodian plant diseases, Div. of Agric. and Nat. Res., USAID: Phnom-Penh. 1962.
- Lorenzi, H. Plantas Daninhas do Brasil:Terrestres, Aquáticas, Parasitas, Tóxicas e Medicinais, 2ed. Nova Odessa, Editora Plantarum Ltda., 440p. 1991.
- Lorenzi, H. Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3rd ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., Nova Odessa, SP. 640p. 2000.
- Loveless, A.R. A new species of *Claviceps* on Cyperaceae, *Trans. Br. Mycol. Soc.*, v. 5, p. 19-22. 1967.
- Luttrell, E. S. An undescribed species of *Piricularia* on sedges, *Mycol.*, v. 46, p. 810-814. 1954.

Magalhães, A.C. Influência do teor de umidade no tubérculo e da quantidade da água disponível no solo sobre a capacidade de brotação da tiririca, *Bragantia*, v. 24, p. 507-513. 1965.

Magalhães, A.C. Observações sobre o efeito da luz no crescimento da tiririca, *Cyperus rotundus* L., *Bragantia*, v.26, p. 131-142. 1967.

Mascarenhas, M.H.T., Galli, A.J.B., Viana, M.C.M., Macedo, G.A. R. & Lara, J.F.R. Eficácia do halosulfuron no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) na cultura da cana-de-açúcar. *Planta Daninha* v.13, p. 69-80. 1995.

Mailum, N.P., and Divinagracia, G.G. Leaf spot of Ginger in the Phillippines, *Philipp. Agric.*, v. 53, p. 202-217. 1969.

Mathur, R.S. The Coelomycetes of India. Anonymous Anonymous Debra Dun: Bishen Singh Mahendra Pel Singh. <None Spcified>. 1979.

Mello, S. C. M., Ribeiro, Z. M. A. Fitopatógenos como agentes de controle de plantas daninhas. in: Mello, I. S. and Azevedo, J. L. (Eds). *Controle biológico*. Embrapa/CNPDA C. P. 69. 13820. Jaguariúna, S. P. 388 pp. 1998.

Mello, S. C. M., Ávila, Z. R., Gangana, F., Ribeiro, Z. M., and Pais, J. S. O. Esporulação de *Cercospora caricis* em fragmentos de folha de tiririca (*Cyperus rotundus*) sob diferentes regimes de luz, *Fitopatologia Brasileira*, v. 23 (Suplemento), p. 344. 1998a.

Mello, S. C. M., Ribeiro, Z. M. de A., and Fontes, E. M. G. Produção de micélio de *Cercospora caricis* para controle de tiririca, In: *Anais do VI SICONBIOL*, p.86. RJ-Brasil. 1998b.

Misaghi, I.J. *Physiology and Biochemistry of plant-pathogen interaction*. Plenum press, New York and London, 287 p. p.86. RJ-Brasil. 1982.

Misra, A.P., Prakesh, O.M., Mishra, B., and Dutta, K.K. A new leaf spot of motha (*Cyperus rotundus*) caused by *Curvularia tuberculata*, *Indian Phytop.*, v.26, p. :165-167. 1973.

Morales-Payan, J.P., Santos, B. M., Bewick, T. A. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) interference on lettuce under different nitrogen levels, Proc. South. W. Sc. Soc., v. 49, p. 201. 1996.

Morales-Payan, J. P., Santos, B. M., Stall, W. M., and Bewick, T. A. Interference de Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) population densities on bell pepper (*Capsicum annum*) yield as influenced by nitrogen, Weed Technology, v. 12, p. 230-234. 1998.

Morales-Payan, J. P., Santos, B. M., Stall, W. M., and Bewick, T. A. Effects of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) on Tomato (*Lycopersicon esculentum*) and Bell Pepper, Weed Technology v. 11, p. 672-676. 1997.

Mulligan, G. A., Junkins, B. E. The biology of Canadian weeds. 17. *Cyperus esculentus* L. Can. J. P. Sc., v. 56, p. 339-350. 1975.

Negbi, M. A. Sweetmeat plant, a perfume plant and their weedy relatives: a chapter in the history of *Cyperus esculentus* L. and *C. rotundus* L., Econ. Bot., v. 46, p. 64-71. 1992.

Okafor, L. I., De Datta, S. K. Competition between upland rice and purple nutsedge for nitrogen, misture and light, Weed Science, v. 24, p. 43-46. 1976.

Om, P., Rajesh, K., Chakrabarti, D.K., Dev, J.. Biological control of nutgrass (*Cyperus rotundus*) in greengram (*Phaseolus radiatus*), Indian Journal of Agricultural. Science, v. 66, p. 490-493. 1996

Orieux, L., Felix, S. List of plant diseases in Mauritius, Phytopathological Papers, v. 7, p. 1-48. 1968.

Orsi JR, F. Avaliação da eficiência do herbicida sulfentrazone no controle da tiririca, na cultura da cana-de-açúcar. Planta Daninha v. 15, p. 78-84. 1997.

Pereira, W. Absorption, translocation, and toxicity of glyphosate and oxyfluorfen in yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.), Weed Science, v.34, p. 923-929. 1986.

Pereira, W. Manejo de plantas daninhas em hortaliças, Brasília, Embrapa-CNPH, Circular Técnica n.º 4, 6p. 1987.

Pereira, W. Manejo de plantas daninhas - Estratégias para o controle de espécies perenes. I. *Cyperus* spp. (tiriricas), Brasília: Embrapa / CNPH, 7p. 1993.

Pereira, W. Estudos de variabilidade morfo-fisiológica, diversidade genética e susceptibilidade a patógenos de acessos de tiririca de diferentes regiões geográficas, e suas influências no controle biológico da planta daninha, Brasília: Embrapa-CNPH, 135p. 1998.

Pereira, W., Burkhardt, D. J., and William, R. D. Response of yellow nutsedge to soil and foliage - applied herbicides in pear orchard, Horticult. Weed Control Results, Corvallis: Oregon State University. 1983.

Pereira, W., Crabtree, G., and William, R. D. Influence of herbicides on yellow nutsedge tuberization and control, W. Sc. Soc. Amer., Abstracts, 74. 1984.

Pereira, W., Crabtree, G., and William, R. D. Herbicide action on purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), Weed Technology., 1:92-98. 1987.

Phatak, S. C., Callaway, M. B., and Vavrina, C. S. Biological control and its integration in weed management systems for purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), Weed Technology, v. 1, p. 84-91. 1987.

Pitelli, R.A., Durigan, J.C. & Bendetti, N.J. Estudos de competição inter e intraespecífica envolvendo *Glycine Max* (L.) Merrill e *Cyperus rotundus* (L.) em condições de casa de vegetação. Planta Daninha, v. 2, p. 129-137. 1983.

Pomella, A. W. V., and Barreto, R. W. *Phaeotrichoconis crotalarie*, um novo fitopatógeno associado à *Cyperus rotundus* (tiririca), Fitopatologia Brasileira., v. 20 (Suplemento), p. 393. 1995.

Pomella, A. W. V., and Barreto, R. W. Leaf scorch of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) caused by *Ascochyta cyperiphthora* sp. Nov., Mycot., v. 65, p. 459-468. 1997.

POMELLA, A. W. V.; BARRETO, R. W.; REQUIA, A. C. Estudo sobre a interação *Duosporium yamadatum* x *Cyperus rotundus* (tiririca). Fitopatologia Brasileira. v. 21(suplemento), p. 391. 1996.

Quimby, P. C., Fick, K. E. Control of nutsedge with glyfosate treated *Bactra*, Weed Science, v. 33, p. 195. 1980.

Ramirez, S. A. Bendixen, L. E. Especies de *Cyperus* como hospedeiros de artrópodos y nematodos destructivos de cultivos, In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, 14 & Congreso de la Asociacion Latinoamericana de Malezas, 6., Campinas, SP. Resumos. SBHED. p.13. 1982.

Ranade, S. B., and Burns, W. The eradication of *Cyperus rotundus* L., Memoirs of Indian Department of Agriculture, Botany Series, v. 13, p. 98-192. 1925.

Ribeiro, Z. M. de A., Mello, S. C. M., Furlanetto, C.; Figueiredo, G., and Fontes, E. M. G. Characteristics of *Cercospora caricis*, a potencial biocontrol agent of *Cyperus rotundus*. Fitopatologia. Brasileira, v. 22(Suplemento), p. 513-519. 1997a.

Ribeiro, Z. M. de A., Mello, S. C. M., Maltby, J. S., and Fontes, E. G. Especificidade de *Cercospora caricis*, agente potencial de controle biológico de tiririca (*Cyperus rotundus*), Fitopatologia . Brasileira, v. 22(suplemento), p. 301. 1997b.

Rios, E.A.. Catálogo de enfermedades de las plantas en la República de Panamá, Published by the author: México City. 1982.

Roy, A.K., and Chourasia, H.K. Aflatoxin problems in some medicinal plants under storage, Internat. J. of Crude Drug Res., v. 27, p. 156-160. 1989.

Safeeulla, K.M., and Govindu, H. C.. *Cintractia minor* on three species of *Cyperus* in Mysore, Current Science (Bangalore), v.19, p. 325-326. 1950.

Santos, B. M.; Morales-Payan, J. P. & Bewick, T. A.. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) interference on radish under different nitrogen levels. Proc. South.

Weed Science. Am. Abstr. v. 36, p. 69. 1996.

Sawada, K. Descriptive catalogue of taiwan, (Formosan) fungi. Part XI, College of Agriculture, National Taiwan University, Special Publication 8. 1959.

Scheffer, R.P. Toxins as chemical determinants of plant disease, In: Toxins and Plant Pathogenesis, Daly, J.M. and Deverall, B.J. ed., Sydney, Academic Press, p.1-40. 1983.

Schroeder, D. Biological control of weeds: a review of principles and trends. Pesquisa Agroecológica Brasileira, v. 27, p.191:212. 1992.

Schroeder, D. Biological control of weeds, In: Recent advances in weed research, Fletcher, W. W. ed., Kew: Commonwealth. Agricultural Bureaux, p.41-78. 1983.

Seethalakshmi, K.V, Blight of *Cyperus rotundus* L. and *C. bulbosus* Vahl. Indian Phytopathol., v. 6, p. 57-62. 1953.

Shelby, M. E., Bewick, T. A. Developments in biological control of nutsedge (*Cyperus* sp.), Proc. So. Weed Science, v. 44, p. 354. 1991.

Simmonds, J. H. Host Index of Diseases Queensland. Anonymous Anonymous: Brisbane. Queensland Department of Primary Industries. < none Specified >. 1966.

Singh, U.P., and Singh, R. B. Some new hosts of *Sclerotinia sclerotiorum* from India, Indian Phytopathol., v. 39, p. 626. 1986.

Sirohi, H.S. and Dublith, P.K. *Eudarlucacaracis*, a new host record for India rust infecting *Cyperus rotundus*, Indian Phytopathol., v. 31, p. 84. 1981.

Smith, E. V., and Fick, G. L. Nutgrass eradication studies: I. Relation of the life history of nutgrass *Cyperus rotundus* L. to possible methods of control, Journal Amer. Soc. Agron., v. 29, p. 1007-1013. 1937.

Sprankle, P., Meggit, W. F., and Penner, D. Absorption, action and translocation of glyphosate, Weed Science, v. 23, p. 235-240. 1975.

- Stavely, J. R., and Nimmo, J. A. Relation of pH nutrition to growth and sporulation of *Cercospora nicotianae*, *Phytopathol.*, v. 58, p. 1372-1376. 1968.
- Stierle, A., Upadhyay, R., and Strobel, G. Cyperine, a phototoxin produced by *Ascochyta cypericola*, a fungal pathogen of *Cyperus rotundus*, *Phytochem. V.* 30, p. 2191-2192. 1991.
- Stoller, E. W., and Sweet, R. D. Biology and life cycle of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), *Weed Technology.*, v. 1, p. 66-73. 1987.
- Stoval, M. E., and Clay, K. The effect of the fungus, *Balansia cyperi* Edg., on v. 109, p. 351-359. 1988.
- Subramanian, C.V., and Ramakrushman, K. List of Indian fungi. 1952-1956, *Madras University Journal B*, v. 26, p. 327-421p. 1956.
- Tai, F.L. *Sylloge Fungorum Sinicorum*, Science Press: Peking. 1979.
- Tarr, S. A. The fungi and plant diseases of the Sudan, Anonymous Kew, UK: Commonwealth Mycological Institute. 127p. 1955.
- Tarr, S. A.. Supplementary list of Sudan fungi and plant diseases, *Mycol. Papers*, v. 85, p. 1-31. 1963.
- Teixeira, E. A. Infectividade, eficiência e variabilidade genética de *Cercospora caricis* em relação ao controle biológico de tiririca (*Cyperus rotundus* L.), Brasília. Universidade de Brasília. (Dissertação de Mestrado), 126p. 1999.
- Teixeira, C. A.D., Fontes, E.G. Sujii, E.R., Figueiredo, G. Prospects for the biological control of *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) in Brazil, Delfosse, E.S. and Scott, R.R. ed. Anonymous. Melbourne. DSIR/CSIRO. 8:535. 1995.
- Tozani, R., Silva, E.R., Rezende, L.M. & Moreira, L.B. Interferência de *Cyperus rotundus* em arroz de sequeiro conduzidos em três densidades e dois espaçamentos. *Planta Daninha*, v. 13, n2, p87-98. 1996.

Upadhyay, R. K., Kenfield, D., Strobel, G. A., Hess, W.M. *Ascochyta cypericola* sp. nov. causing leaf blight of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*), Can. J. Bot., v. 69, p. 797-802. 1991.

Van Den Bosh, R., Messenger, P. S., and Gutierrez, A. An introduction to biological control, New York, Plenum press, 247p. 1982.

Weiss, F. Index of plant diseases in the United States special publication of the plant disease survey, U.S. Dep. Agric., n° 1, part II, 291-292. 1950.

Welles, C.G. A provisional list of parasitic fungi of the Phillipine Islands, Phillipine Agric. Preview, v. 15, p. 149-202. 1922.

Wetzstein, H.Y. & Phatak, S. Scanning electron microscopy of the uredinial stage of *Puccinia canaliculata* on yellow nutsedge, *Cyperus esculentus* (Cyperaceae). American Journal of Botany, v. 74, p. 100-106. 1987.

William, R. D. Vegetable crop losses caused by purple nutsedge competition, Asian - Pacific., W. Sc. Soc. Conf., v. 5, p. 78-81. 1975.

William, R. D., Warrem, G. F. Competition between purple nutsedge and vegetables, Weed Science., v. 23, p. 317-23. 1975.

Wills, G. D. Description of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), Weed Technology., v. 1, p. 2-9. 1987.

Wills, G. D. Comparison of Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) from around the world. Weed Technology, v. 12, p. 491-503. 1998.

Wills, G. D. & Briscoe, G. A. Anatomy of purple nutsedge. Weed Science. v. 18, p. 631-635. 1970.

Wills, G. D., Hoagland, R. E. & Paul, R. N. Anatomy of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). Weed Science, v. 28, p. 432-437. 1980.

Yen, J.M. & Weet, R.D. A study on the parasitic fungi of Southeast Asia. XXIII: Uredinales of the Philippines. Yen, j. v. 90, n.3, p.195-200. 1974.

ZANDSTRA, B. H.; TEO, C. K. H.; NISHIMOTO, R. K. Response of purple nutsedge to repeated applications of glyfosate. *Weed Science*, v. 22, p. 230-232. 1974.