

SÉRIE TÉCNICA IPEF, v. 13, n. 33,
março, 2000 ISSN 0100-8137

Anais do 1º Simpósio do Cone Sul sobre Manejo de Pragas e Doenças de *Pinus*

**Carlos Frederico Wilcken, coord.
Alberto Jorge Laranjeiro, coord.
Rubens Mazzilli Louzada, coord.**

**Instituto de Pesquisas
e Estudos Florestais**



Doenças quarentenárias do *Pinus* para o Cone Sul *American South Cone quarantine Pinus diseases*

Mário Barreto Figueiredo

Laboratório de Micologia Fitopatológica - Centro de Sanidade Vegetal

Instituto Biológico - S. Paulo - Brasil

E-mail: figueiredo@biologico.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho é trazer algumas informações gerais sobre as estruturas morfológicas e fenômenos fisiológicos no ciclo de vida dos fungos causadores da ferrugem. Na América do Norte há um grande número de ferrugens que afeta *Pinus* e cedro. Algumas destas podem ser introduzidas no Brasil, principalmente aquelas com características de áreas de temperaturas não tão frias. *Cronartium strobilinum*, agente causal da “Southern Pine Cone Rust” e *C. conigenum*, agente causal da “Southwestern Pine Cone Rust”, são algumas destas. Entretanto, sendo heteroécias, estas ferrugens podem ser importantes apenas onde o carvalho também é cultivado. Biologicamente, a mais importante e perigosa ferrugem do *Pinus* para o Brasil é a espécie *Endocronartium harknesii*, o agente causal do “Western Galls Rust”. A ferrugem é microcíclica em *Pinus spp.*, provavelmente originada pelo processo de endofilização. Além destas, ocorrem no Brasil pelo menos cinco espécies de ferrugens do gênero *Coleosporium*, que ocorrem em Compositae (*C. asterum*, *C. vernoniae*, *C. tussilagenis*), em Convolvulaceae (*C. ipomeae*) e em Apocynaceae (*C. plumierae*). Estas espécies são conhecidas como heteroécias em países temperados, tendo espermogônios e écios em espécies de *Pinus*. Porém, provavelmente por condições ambientais, os espermogônios (O) e écios (I) nunca foram observados no Brasil ou na América do Sul.

PALAVRAS-CHAVE: Ferrugem, Pinheiro, Fungo, Brasil, América do Sul

ABSTRACT: It is intention of this paper to bring together some general information on the morphological structures and physiological phenomena in the life cycle of rust fungi. In the North Hemisphere it exists a large number of rusts affecting *Pinus* and cedar trees, in Mexico, United States and Canada. Some of them could, eventually, be introduced in Brazil, specially those characteristics of areas not so cold. *Cronartium strobilinum*, the causal agent of the “Southern Pine Cone Rust” and *Cronartium conigenum*, the causal agent of the “Southwestern Pine Cone Rust” are some of that. However, being heteroecious, these rusts can be important only where the oak (*Quercus sp.*) is also cultivated. Because of that biologically the most important and dangerous *Pinus* rust for Brazil is *Endocronartium harknesii*, the causal agent of the “Western Gall Rust”. The rust is microcyclic on *Pinus spp.*, probably originated by the endophyllization process. Besides that we have in Brazil, at least, five species of rusts of the genus *Coleosporium* occurring on Compositae (*C. asterum*, *C. vernoniae*, *C. tussilagenis*), on Convolvulaceae (*C. ipomeae*) and on Apocynaceae (*C. plumierae*). These species are known as heteroecious in temperate countries, having spermogonia and aecia on *Pinus* species. However, probably by environmental conditions, the spermogonia (O) and aecia (I) were never observed in Brazil or South America.

KEYWORDS: Pine; Rust; Fungi; Brazil; South America

INTRODUÇÃO

Com mais de 6.000 espécies, distribuídas por todo o mundo, as Uredinales (Ferrugens) constituem uma das maiores ordens naturais de fungos, compreendendo mais de um terço de todos os basidiomicetos conhecidos. Como organismos parasitos ecologicamente obrigados e que apresentam alta especificidade em relação aos seus hospedeiros, as ferrugens possuem a capacidade de infectar um grande número de plantas vasculares. Os fichários do “Arthur Herbarium” da Universidade de Purdue, Ind. nos Estados Unidos, mundialmente conhecido como o maior herbário de Uredinales, registram cerca de 130 gêneros de ferrugens e perto de duas centenas de famílias de plantas vasculares como hospedeiras de ferrugens. As ferrugens são responsáveis por algumas das mais devastadoras doenças das plantas cultivadas, e consideradas como de distribuição mundial. Nenhum outro grupo de fitopatógenos apresenta, como as Uredinales, a capacidade de infectar um número tão grande de culturas de plantas de interesse econômico, inclusive florestais.

No entanto, apesar da importância incontestável das ferrugens como fitopatógenos certas particularidades da biologia desse grupo de organismos fazem com que ainda se saiba muito pouco sobre a maioria de seus representantes.

De acordo com muitos autores, as ferrugens teriam se originado nas regiões tropicais, eram autoécias e possuíam, inicialmente, apenas o estado teleomórfico. Depois evoluíram com seus hospedeiros migrando, mais tarde, para outras regiões do globo. Os ciclos de vida de muitas espécies tornaram-se expandidos. Na luta pela sobrevivência certas espécies desenvolveram novas estruturas esporíferas, incorporaram outros hospedeiros e seus ciclos, tornaram-se complexos como é o caso de *P. graminis*. Com o prosseguimento dos processos evolutivos, após expandidas, muitas ferrugens sofreram também processos de redução. Essas formas reduzidas têm sido mais bem estudadas e por isso contam com maior suporte teórico científico.

As ferrugens são pleomórficas podendo apresentar vários tipos de estruturas esporogênicas e esporos com diferentes morfologias e funções, produzidas nos diversos estágios ou fases de seus ciclos vitais, por vezes extremamente complicados. Essas estruturas se manifestam em diferentes épocas do ano (estacionais) e são denominadas formas metagenéticas.

Em virtude de algumas espécies poderem apresentar até 5 tipos de esporos diferentes e dois hospedeiros não relacionados entre si para completar seus ciclos vitais (espécies heteroécias) as ferrugens estão entre os microrganismos de ciclo biológico mais complexo. Entretanto, muitas espécies, mesmo pertencendo ao grupo que requer dois hospedeiros diferentes para seu ciclo completo, podem sobreviver em um único hospedeiro por meio de reprodução vegetativa ou clonal (urediniosporos). No caso das ferrugens denominadas autoécias, em que todos os estados esporíferos se manifestam em um mesmo hospedeiro, a determinação dos ciclos de vida deveria ser mais simples, não fosse a grande variabilidade existente em certas espécies. Nestas, a morfologia das estruturas esporíferas e esporos não coincide com as funções normalmente desempenhadas no ciclo vital das ferrugens mais bem estudadas. Assim o pleomorfismo, a complexidade dos ciclos de vida e as dificuldades inerentes aos estudos de parasitas biotróficos são os principais fatores que desestimulam as pesquisas nessa área.

Quanto ao aspecto biológico, a maior parte do conhecimento que possuímos sobre as ferrugens em geral, está baseada no que se sabe sobre ferrugens exóticas e de clima temperado, em sua maioria provenientes do Hemisfério Norte. Como por exemplo, temos a ferrugem do trigo (*Puccinia graminis*), do girassol (*P. helianthi*) etc., e que entre outras, foram melhor estudadas.

CARECTERÍSTICAS GERAIS DAS FERRUGENS

O micélio das ferrugens pode ser uninucleado a princípio e binucleado depois. Crescem internamente no hospedeiro sendo inteiramente endobiótico e extraíndo os alimentos por meio de haustórios que se formam a partir das hifas intercelulares penetrando as células do hospedeiro e se localizando entre a parede celular e a parede plasmática. Os haustórios são bastante variáveis em tamanho e forma, porém constantes para cada espécie. Os fungos causadores de ferrugens têm sido considerados parasitos obrigatórios, mas muitas pesquisas têm sido realizadas a partir de 1951, na tentativa de se conseguir cultivá-los em culturas puras (culturas axênicas). Desde então tem havido tantos progressos nesse campo que hoje se prefere considerar as ferrugens como organismos ecologicamente obrigatórios, ou seja, que sem a ajuda do homem inexistem a parte de seus hospedeiros. Embora tenha sido possível cultivar axenicamente certos estágios de algumas poucas espécies de ferrugens, em meios de culturas especiais complexos inexistem uma metodologia geral que permita o desenvolvimento “in vitro” dos estados esporíferos e dos ciclos vitais completos da grande maioria das ferrugens.

SINTOMAS E SINAIS DAS FERRUGENS

Com alguma experiência um fungo pode, freqüentemente, ser identificado como membro da Ordem Uredinales pelos sintomas exibidos pelo hospedeiro, como o resultado da infecção, ou pelos sinais, ou ainda, pelas características das estruturas produtoras de esporos e dos próprios esporos produzidos pelo fungo. Muitas infecções podem ser determinadas no campo como causadas por ferrugem a olhos desarmados ou, ainda, apenas com o emprego de lentes manuais com ampliações entre 10 e 20X. Entretanto, as ferrugens produzem sintomas e sinais tão diversos que não existe uma característica única através da qual elas possam ser identificadas. Para tentativa de identificação das espécies, várias características necessitam ser determinadas pelo uso de técnicas de microscopia estereoscópica, com ampliação entre 15-50X, e microscopia óptica, pelo emprego de microscópios compostos.

Observações cuidadosas e pacientes são necessárias para a detecção de ferrugens no campo. Todas as anormalidades observadas nas plantas necessitam ser observadas e examinadas. Usualmente, após alguma experiência e treinamento, é possível determinar se uma anormalidade é causada por ferrugem. Os sintomas mais comuns são tipos variados de manchas foliares, pústulas sobre as quais ocorrem as estruturas produtoras de esporos - **os soros**.

Algumas vezes vários tipos de galhas ou cancos, crescimentos anormais denominados “vassouras de bruxa”, ou lesões em forma de pústulas são produzidas pelas ferrugens. Quando alguns desses sintomas são encontrados, deve-se efetuar a coleta do material e um exame, utilizando-se lentes com aumentos de 10 a 20X que pode revelar estruturas produtoras de esporos da ferrugem. Todas as estruturas produtoras de esporos são, genericamente, denominadas soros.

FERRUGENS DO *Pinus spp.*

Com referência às ferrugens que possam, eventualmente, ser introduzidas no Brasil, temos que levar em conta aquelas ferrugens características de regiões menos frias, como por exemplo, *Cronartium strobilinum* (Arth) Hedge & Hahn, conhecido como “Southern pine cone rust”, que ocorre na Flórida,

região próxima ao Trópico de Câncer. Essa ferrugem pode causar severos danos nas frutificações de *Pinus* suscetíveis em certas áreas do Sul dos Estados Unidos, como Atlanta e Costa do Golfo do México, onde crescem próximos *Pinus* suscetíveis e o hospedeiro da fase dicariótica (*Quercus sp.*). Essa ferrugem é conhecida como ocorrendo nos Estados Unidos já a aproximadamente 100 anos, mas sua importância foi reconhecida somente depois do desenvolvimento de culturas comerciais para produção de sementes. Quanto ao ciclo de vida dessa ferrugem, trata-se de uma espécie heteroécia, de ciclo completo, com uredínios (II) e télios (III) produzidos sobre carvalho (*Quercus sp.*) e, espermogônios (0) e écios (I), sobre estróbilos femininos jovens de *Pinus elliotii* e *P. palustris*. O patógeno desenvolve-se muito rapidamente ocasionando estróbilos hipertrofiados, produzindo espermogônios e écios quatro meses após a infecção. Em condições apropriadas de umidade e temperatura os basidiosporos, produzidos nas folhas do carvalho pela germinação dos teliosporos, são dispersos e disseminados pelo vento, infectando as frutificações do *Pinus* assim que estas emergem. Nelas se desenvolve o micélio monocariótico que, após quatro a seis semanas, produz espermogônios. Tão logo ocorra a espermatização serão produzidos os eciosporos alaranjados e brilhantes que, dispersos pelos ventos e chuvas, reinfectam as folhas de carvalho, passando a produzir novamente uredíniosporos e teliosporos. O principal sintoma sobre o *Pinus* é a hipertrofia dos frutos (estróbilos) que se tornam quatro a cinco vezes maiores do que os saudáveis.

Outra ferrugem que deve ser levada em consideração é a “Southwestern pine cone rust”, causada por outra espécie de *Cronartium*, ou seja, *C. conigenum* Hedge & Hunt. Esta doença se manifesta nos cones (estróbilos) e hastes de espécies de *Pinus* no México e, nos Estados Unidos, no Estado do Arkansas. O ciclo de vida é semelhante ao de *C. strobilinum*, com espermogônios e écios (0,I) sobre cones e hastes do *Pinus* e uredíniosporos e télios (II,III) sobre carvalho (*Quercus sp.*). Os cones hipertrofiados podem atingir dimensões duas a quatro vezes ou, ocasionalmente, até mesmo dez vezes do seu tamanho normal. As escamas do cone tornam-se pouco diferenciadas e os écios e eciosporos são intensamente produzidos em sua superfície, tornando-os com uma coloração amarelada brilhante. Ambas as ferrugens referidas dependem do hospedeiro do micélio dicariótico, ou seja, da existência do carvalho (*Quercus*) para seu estabelecimento e sobrevivência. Como o carvalho não é cultivado no Brasil, o problema deixa de existir em nossas condições. Também não encontramos qualquer referência ao cultivo de carvalhos (*Quercus spp.*) na Argentina ou no Chile.

Sob o ponto de vista biológico, a ferrugem do *Pinus* que constitui, para o Brasil e para outros países do Cone Sul, um perigo passível de introdução, é aquela conhecida na América do Norte como “Western Gall Rust”, causada por *Endocronartium harknessii* (J. P. More) Y Hiratsuka. Essa ferrugem causa galhas no tronco e ramos em várias espécies de *Pinus*, na parte Oeste da América do Norte. A doença apenas raramente ocorre sobre as frutificações, entretanto pode, potencialmente, afetá-las severamente em condições de maior umidade. *E. harknessii* é uma espécie microcíclica provavelmente, originada pela redução do ciclo de uma espécie-mãe heteroécia através do fenômeno evolutivo conhecido por Lei de Tranzschell. Este fenômeno constitui no encurtamento do ciclo de ferrugens heteroécias pela transferência da informação genética que leva à cariogamia, que ocorre nos teliosporos, para o estágio seguinte do ciclo de vida, levando à formação de uma endoforma microcíclica no hospedeiro intermediário e, mantendo a morfologia ecial. Os esporos com aspecto morfológico de eciosporos germinam produzindo basídios e basidiosporos e, estes reinfectam os pinheiros. Do processo de endofilização provém o nome da espécie *Endocronartium harknessii*. A infecção pode ocorrer nos tecidos jovens de plantas hospedeiras em qualquer idade, sendo que a dispersão de teliosporos ou basidiosporos comumente sucede nos períodos de chuva. A penetração do patógeno se dá através das acículas e se dispersa pelas hastes ou cones. Com o desenvolvimento da infecção há o aparecimento de

cancros e galhas no mesmo ano ou no ano seguinte. A ferrugem é sistêmica e perene. A produção de teliosporos nas galhas ou cancos tem início em duas a quatro semanas após a infecção inicial, continuando até a morte das galhas ou da planta, causada por fungos secundários ou insetos.

Um problema interessante de ser analisado é a existência, no Brasil, de pelo menos cinco espécies de ferrugens do gênero *Coleosporium*, ou seja, *Coleosporium asterum*, *C. vernoniae*, *C. tussilagenis*, *C. ipomoeae* e *C. plumierae*. As três primeiras sobre espécies de Compositae, a quarta sobre *Ipomoea* (Convolvulaceae) e a última sobre *Plumeria sp* (Apocynaceae), sobre as quais ocorrem as fases uredinial (II) e telial (III). As fases espermogonial (0) e ecial (I) dessas ferrugens ocorrem sobre *Pinus*. Na América do Norte essas ferrugens são responsáveis pela doença conhecida como “Needle Rust of Hard Pines” que afeta acículas jovens pelas infecções dos basidiosporos produzidos nos hospedeiros do micélio dicariótico, acima referidos. A doença pode ser reconhecida facilmente pelos écios e eciosporos amarelos produzidos em frutificações brancas e em forma de coluna, que se formam sobre as acículas. As acículas afetadas são, freqüentemente pálidas, necrosam e caem prematuramente. Esta ferrugem, comumente, não causa prejuízos significativos todavia, infecções intensas repetidamente ano após ano podem reduzir significativamente plantas em fase de crescimento. Na América do Norte, o controle é realizado pela erradicação dos hospedeiros intermediários ao redor de plantas jovens e, pulverizações com fungicidas. Provavelmente, por problemas climáticos e ambientais, a ferrugem nunca foi constatada sobre plantas de *Pinus* na América Latina.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- DICHATT, F.M.; CASTILHO, C.V.; BERTOSSI, E.O. *Flora fungosa chilena*. Santiago: Editorial Universitária, 1980. 308p.
- HENNEN, J.F.; BURITICÁ, P.C. A brief summary of rust taxonomic and evolutionary theory. *Rept. Tottori Micol. Inst.*, v.18, p.243-256, 1980.
- HENNEN, J.F.; HENNEN, M.M.; FIGUEIREDO, M.B. Índices das ferrugens (Uredinales) do Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, p.1-201, 1982.
- LINDQUIST, J.C. *Royas de la Republica Argentina*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1982. 574p.
- SUTHERLAND, J.R.; MULLER, T.; QUINARD, R.S. Cone and seed diseases of North American conifers. Victoria: North American Forestry Commission, 1987. 77p. (Publication number, 1)
- ZILLER, G.W. *The tree rusts of Western Canada*. Victoria: Canadian Forestry Service, 1974. 272p. (Publication n.1329)

• TRABALHOS CONVIDADOS • SITUAÇÃO ATUAL DO PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE *SIREX NOCTILIO* NO BRASIL - IEDE, E.T. • AVANCES EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE *SIREX NOCTILIO* EN LA REGIÓN PATAGÓNICA DE ARGENTINA - KLASMER, P. • DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL BIOLÓGICO PARA LA POLILLA EUROPEA DEL BROTE DEL PINO, *RHYACIONIA BUOLLIANA* SCHIFF., EN LA PATAGONIA ARGENTINA. - BOTTO, E.N. • MANEJO DE PLAGAS FORESTALES EN CHILE: ANÁLISIS DE CASOS EN *PINUS RADIATA* - LEVERTON, D.L. • SCOLITIDAE IN PINE PLANTATIONS: OVERVIEW AND SITUATION IN BRAZIL - FLECHTMANN, C.A.H. • ESCARABAJOS DE CORTEZA Y MANCHA AZUL: SITUACIÓN EN CHILE - IDE, S. • DOENÇAS EM *PINUS* NO BRASIL - AUER, C.G. • DOENÇAS QUARENTENÁRIAS DO *PINUS* PARA O CONE SUL - FIGUEIREDO, M.B. • INSETOS DETERIORADORES DE MADEIRA NO MEIO URBANO - LELIS, A.T. • MICRORGANISMOS MANCHADORES DA MADEIRA - FURTADO, E.L. • PULGÃO DO *PINUS*: NOVA PRAGA FLORESTAL - PENTEADO, S.R.C. • BIOLOGIA E COMPORTAMENTO DE *ATTA SEXDENS RUBROPILOSA* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE): IMPLICAÇÕES NO SEU CONTROLE - FORTI, L.C. • MANEJO DE FORMIGAS CORTADEIRAS EM FLORESTAS - LARANJEIRO, A.J. • MANEJO DE PRAGAS NAS FLORESTAS DE *PINUS* DA DURATEX - MAIA, J.L.S. • MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS NAS FLORESTAS DE *PINUS* DA KLABIN – CELUCAT S.A. - MENDES, F.S.