

escala, o monitoramento de outros fatores de risco (presença de inoculo) e previsões de curto prazo na escala regional completaria o processo de estimativa mais acurada do risco cuja comunicação pode ser feita com mapas de risco ou recomendações regionais. Em nosso grupo de pesquisa, a metodologia para a previsão sazonal de risco está em desenvolvimento para duas doenças de grande impacto atual na agricultura, a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) e a giberela do trigo (*Fusarium graminearum*). Ambas as epidemias ocorrem de maneira esporádica em algumas regiões e apresentam forte dependência de fatores climáticos. Os métodos em estudo envolvem a determinação de risco com base em séries históricas para locais específicos, mapeamento de risco, integração de dados meteorológicos de diferentes fontes, estudo de padrões de dispersão da doença em larga escala, influência de anomalias de temperatura no Oceano Pacífico (El Niño e La Niña) e avaliação de previsões climáticas sazonais como variável de entrada nos modelos que geram estimativas de risco na escala regional. Os resultados preliminares serão apresentados, com destaque para a modelagem de risco com séries históricas de clima e identificação de preditores de risco em momento anterior aos eventos de risco, como anomalias na temperatura da superfície do oceano associados ao risco da ferrugem asiática e da giberela do trigo (Del Ponte et al., 2009). Diversos são os desafios para a previsão sazonal cuja aplicação ainda está na sua infância e seu sucesso depende da integração harmoniosa de profissionais de diversas áreas como epidemiologistas, modeladores, meteorologistas e climatologistas. Há muito a ser explorado e aprimorado tanto nos modelos como nos seus *inputs* que devem ser devidamente testados e avaliados quanto a sua utilidade para a escala de aplicação.

#### Referências

- Campbell, CL; Madden, LV. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. New York. John Wiley & Sons. 1990.
- Fernandes, JMC; Del Ponte, EM; Pavan, W; Cunha, GR. *Web-based system to true-forecast epidemics: case study for Fusarium head blight in wheat*. In: Mannava VK Sikumar; Janes Hansen. (Org.). *Climate prediction in agriculture: advances and challenges*. Berlin: Springer-Verlag. p. 265-271. 2007.
- Del Ponte, EM; Fernandes, JMC; Pavan, W; Baethgen, W. *A model-based assessment of the impacts of climate variability on Fusarium head blight seasonal risk in southern Brazil*. *Journal of Phytopathology*, In press. 2009
- De Wolf, ED; Molineros, JE; Madden, LV; Lipps, PE; Knight, P; Miller, D. *Future directions in the development and application of risk assessment models for Fusarium head blight*. In: *National Fusarium Head Blight Forum*, Milwaukee, WI. 2005.
- De Wolf, ED; Isard, SA. *Disease cycle approach to plant disease prediction*. *Annual Review of Phytopathology*, v. 45:203-20. 2007.
- Strange, R.N., Scott, P.R. *Plant disease: a threat to global food security*. *Annual Review of Phytopathology*, v. 43:83-116. 2005.
- Wharton, PS; Kirk, WW; Baker, KM., Duynslager, L. *A web-based interactive system for risk management of potato late blight in Michigan*. *Computers and Electronics in Agricultura*, v. 61(2):136-148. 2008.
- Yang, X B. *Risk assessment: Concepts, development and future opportunities*. Online. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2003-1113-02-RV. 2003.

**Desafios da interface ecologia-epidemiologia de doenças radiculares.** Lobo Jr, M. Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462 km 12, Santo Antônio de Goiás, GO, 75375-000. E-mail: murillo@cnpaf.embrapa.br. Challenges of the ecology-epidemiology interface of root diseases.

Muitas doenças causadas por patógenos habitantes do solo estão bem caracterizadas e contam com recomendações técnicas para seu controle. Porém, práticas eficientes para o controle de doenças radiculares têm sido colocadas em cheque com mudanças freqüentes nos sistemas de produção, devido à formação de ambientes mais condúctivos às doenças. Como consequência, há diversas facilidades para o aumento do inóculo de patógenos e desenvolvimento de epidemias, como o aumento da compactação do solo, a perda da diversidade e densidade de espécies antagônicas ou competidoras por recursos no solo. Além destas mudanças, os desafios para o manejo de doenças radiculares também envolvem a reavaliação de componentes de vários patossistemas, como: #1 a reclassificação taxonômica e divisão de espécies, como *Fusarium solani*, em outras ainda pouco conhecidas; #2 a gama de hospedeiros de vários patógenos que pode ser também maior do que o esperado, #3 a capacidade saprofítica de diversas espécies e sua flutuação populacional influenciadas por mudanças na comunidade microbiana nos solos. Investigar as interações patógeno X hospedeiro X ambiente é o caminho natural para se iniciar muitos estudos, neste sistema complexo. Porém, à medida que o controle de doenças torna-se insatisfatório, se verifica que outras variáveis influenciam boa parte do desenvolvimento das doenças radiculares. As práticas agrícolas, por exemplo, influenciam estes patossistemas por meio de alterações da temperatura, umidade, matéria orgânica, densidade do solo, pH, macro e micronutrientes, além de processos biológicos que ocorrem no solo. Tais características podem inclusive explicar a irregularidade de resultados obtidos com agentes de controle biológico em campo, também sujeitas às mesmas influências biológicas e ambientais. As dificuldades metodológicas que surgem, por sua vez, podem ser superadas incorporando-se novas metodologias, como as estimativas de C e N da biomassa microbiana de solos, taxa de respiração basal, atividade enzimática e coeficiente metabólico, densidade do solo e volume de macro e microporos. Estas variáveis podem ser relacionadas às populações de patógenos e ao desenvolvimento de doenças. Este conjunto de "indicadores de qualidade do solo" tem demonstrado as alterações no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária, onde se obtém a redução do inóculo de patógenos em rotações de culturas anuais com forrageiras com alta

relação C/N. Os mesmos métodos demonstram limitações ao desenvolvimento de populações endêmicas de *Trichoderma* spp. (e provavelmente à eficiência de formulações com esporos aplicadas ao solo), e as condições onde espécies como *Rhizoctonia solani* causam epidemias responsáveis por perda de grande parte do sistema radicular de espécies cultivadas. Desta forma, ao se definir elementos-chave ao manejo de agroecossistemas, pode-se preparar o ambiente previamente para uma melhor eficiência de tratamentos culturais e de antagonistas que possam ser aplicados como pré-requisito a um manejo de doenças mais eficiente. Face às interações complexas que podem haver entre patógenos, antagonistas, indicadores físicos e biológicos e fatores ambientais, chega-se com facilidade a um impasse: o que é realmente importante para ser avaliado, e responsável por epidemias de doenças radiculares? Em um ambiente onde tantos fatores influenciam os resultados, ferramentas de estatística multivariada podem ser utilizadas para se estimar os principais responsáveis pela variância em experimentos. Portanto, ao se demonstrar a influência de componentes do solo sobre doenças radiculares, pode-se melhor utilizar recursos disponíveis, reconhecer limitações e direcionar pesquisas para a solução de entraves tecnológicos.

## **MESA REDONDA 6 - Espiroplasmas Fitopatogênicos**

**Espiroplasmas: agentes causais de doenças de plantas do tipo “amarelos”.** Bedendo, IP. Departamento de Entomologia e Fitopatologia ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: ipbedend@esalq.usp.br. Spiroplasmas: causal agents of plant yellows diseases.

A etiologia das doenças conhecidas como “amarelos” foi elucidada no final da década de sessenta, pela visualização de células procarióticas pleomórficas no floema de plantas doentes, através de microscopia eletrônica de transmissão. Pela similaridade morfológica com os micoplasmas, procariotos encontrados em animais, os microrganismos visualizados nas plantas foram denominados de organismos semelhantes aos micoplasmas, sendo referidos como MLOs (Mycoplasmalike organisms). Em meados da década de noventa, os MLOs passaram a ser designados pelo termo trivial de fitoplasmas. Esta descoberta desvendou um mistério, pois os “amarelos” foram consideradas por muito tempo como doenças de etiologia viral, embora partículas de vírus não fossem encontradas com frequência nos tecidos de plantas sintomáticas. Como as pesquisas demonstraram que os MLOs eram os agentes dos “amarelos” e não os vírus, uma revisão passou ser feita buscando associar estes procariotos com as doenças do tipo “amarelos”, já conhecidas em várias espécies botânicas. Após a descoberta dos MLOs, plantas de milho portadoras de enfezamento foram examinadas na tentativa de demonstrar sua associação com estes novos procariotos fitopatogênicos. O enfezamento era atribuído a duas estirpes de um mesmo vírus e acreditava-se que uma das estirpes causasse o enfezamento vermelho e a outra, o pálido. Em 1968, foi relatado que um MLO estava associado ao enfezamento vermelho. No início dos anos setenta, a observação de extratos vegetais em microscópio de contraste de fase revelou que um procarioto de morfologia helicoidal estava presente em plantas com enfezamento pálido. Pela semelhança estrutural com os MLOs e pela forma helicoidal, foi denominado de espiroplasma. Os espiroplasmas são procariotos sem parede celular e de forma espiralada. São classificados no Domínio Bactéria, Filo Tenericutes, Classe Mollicutes, Ordem Entomoplasmatales, Família Spiroplasmataceae e Gênero *Spiroplasma*. Os filamentos helicoidais são variáveis de 2 -5 µm de comprimento por 0,15-0,20 µm de diâmetro. A célula apresenta uma membrana trilaminar e um citoplasma contendo grânulos e filamentos, os quais são correspondentes aos ribossomos e material genético de DNA, respectivamente. As típicas células espiraladas, quando observadas ao microscópio óptico de campo escuro, exibem um intenso movimento de flexão ao longo do filamento helicoidal, um movimento de rotação em relação ao eixo deste filamento e um movimento adicional de translação. Em meio de cultura, as colônias são diminutas e de crescimento lento, apresentando-se de duas formas. Algumas colônias apresentam aspecto granular, com centro escuro e bordo difuso contendo colônias satélites, enquanto outras mostram centro escuro e bordo claro, assemelhadas a um ovo frito. Nas plantas, os espiroplasmas podem atuar como patógenos, quando colonizam o floema ou como epífitas, quando se desenvolvem na superfície de órgãos vegetais. Insetos também podem servir de hospedeiros, sendo as cigarrinhas os vetores mais importantes tanto para a sobrevivência como para a disseminação dos espiroplasmas nas condições naturais. Plantas doentes exibem os sintomas típicos de “amarelos”, caracterizados por clorose; superbrotação de ramos; redução no tamanho de ramos, folhas, flores e frutos (enfezamento ou nanismo); declínio e morte. Estes sintomas podem aparecer individualmente ou, mais frequentemente, em combinações. O patógeno pode provocar também desenvolvimento lento da planta, florescimento fora de época normal, baixa produtividade, esterilidade de órgãos florais, queda prematura e deformação de frutos. Os mecanismos envolvidos na patogênese ainda são pouco conhecidos, havendo evidências de desequilíbrios hormonais na planta e a produção de substâncias tóxicas pelo patógeno. A gama de espécies botânicas hospedeiras é restrita, compreendendo, principalmente algumas brássicas, leguminosas e gramíneas, entre outras. Em termos agrônômicos, duas espécies de espiroplasmas são reconhecidas como agentes de doenças de importância econômica. A espécie *Spiroplasma kunkelii* que causa o enfezamento pálido do milho, uma doença amplamente distribuída no continente americano e a espécie *Spiroplasma citri*, o agente do ‘stubborn’ dos citros, de ocorrência nos Estados Unidos e em alguns países da região mediterrânea. Espiroplasmas são