

## NOTAS CIENTÍFICAS

### Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para a diagnose de doenças, pragas e distúrbios abióticos dos citros

Cleilson do Nascimento Uchôa<sup>1</sup>, Edson Ampélio Pozza<sup>1</sup>, Renato Beozzo Bassanezi<sup>2</sup>, Marcel Bellato Spósito<sup>2</sup>, Pedro Takao Yamamoto<sup>2</sup>, Jorge Chaves Barbosa<sup>1</sup> e Alexandre Arduini da Silva e Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Cx. Postal 37, 37200-000, Lavras, MG; <sup>2</sup>Departamento Científico, Fundecitrus, Cx. Postal 391, 14807-040, Araraquara, SP.

Autor para correspondência: Cleilson do Nascimento Uchôa (cleilson\_uchoa@yahoo.com.br.)

Data de chegada: 30/06/1999. Aceito para publicação em: 11/02/2010.

1666

#### RESUMO

Uchôa, C.N.; Pozza, E.A.; Bassanezi, R.B.; Spósito, M.B.; Yamamoto, P.T.; Barbosa, J.C.; Oliveira, A.A.S. Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para a diagnose de doenças, pragas e distúrbios abióticos dos citros. *Summa Phytopathologica*, v.36, n.2, p.155-157, 2010.

A preocupação com a diagnose dos problemas que afetam as plantas cítricas proporcionou ao longo dos anos o acúmulo de conhecimento, que precisava ser organizado e divulgado de forma eficiente e rápida. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho construir uma base de conhecimentos para diagnóstico de doenças bióticas e abióticas dos citros, desenvolver e implementar o sistema de apoio à decisão (SAD) e avaliar o sistema. O SAD foi construído utilizando a ferramenta 'Borland Delphi' versão 5. Foram formuladas 562 perguntas, 322 regras e anexadas fotografias para facilitar o

diagnóstico de 34 doenças, 40 pragas e 34 distúrbios abióticos dos citros. A avaliação do SAD foi dividida em verificação e validação. Na verificação, o SAD foi submetido a uma análise por meio de questionário a 5 especialistas em citros. A validação do programa foi realizada com quatro grupos, de diferentes níveis de conhecimento (10 pessoas/grupo), tentando diagnosticar corretamente. Obteve-se um acerto de 45,6% dos usuários e 93,6% do SAD. O sistema foi denominado Dr. Citrus (protótipo com registro no INPI nº 014070009188).

**Palavras-chave adicionais:** diagnóstico, citros, suporte à decisão.

#### ABSTRACT

Uchôa, C.N.; Pozza, E.A.; Bassanezi, R.B.; Spósito, M.B.; Yamamoto, P.T.; Barbosa, J.C.; Oliveira, A.A.S. Development of a decision support system for the diagnosis of citrus diseases, pests, and abiotic factors. *Summa Phytopathologica*, v.36, n.2, p.155-157, 2010.

The concern about the diagnosis of problems affecting citrus led to an accumulation of knowledge over the years. However, such accumulated knowledge needed to be organized and efficiently disseminated. Thus, the aims of this work were to build a knowledge basis for the diagnosis of abiotic and biotic citrus diseases to develop and implement a Decision Support System (DSS) and to test and evaluate this system. DSS was built by using the tool 'Borland Delphi' version 5. A total of 562 questions were formulated, including 322 rules, besides photographs to help in the diagnosis of 34 diseases, 40

pests and 34 abiotic disturbances in citrus. DSS evolution was divided into verification and validation. In the verification phase, DSS was analyzed by means of a questionnaire applied to citrus specialists. The program validation phase included four groups of people, with different knowledge levels (10 people/group), trying to provide the correct diagnosis. Results indicated correct diagnosis by 45.6% of correctness of the interviewed people and a 93.6% when using the DSS was used. The system was named Dr. Citrus (prototype registered at INPI # 014070009188).

**Keywords:** diagnostic, citrus, decision support

Na fitopatologia, os sistemas de apoio à decisão (SADs) são uma importante ferramenta, principalmente na diagnose, simulação e previsão de doenças (2; 6; 8; 9), além de interpretar, armazenar e disseminar informações com o objetivo de acumular conhecimento e usá-lo no apoio à tomada de decisão. Entre os SADs desenvolvidos em fitopatologia no Brasil, encontram-se o TomEX, para o diagnóstico de doenças do tomateiro (8), o "Doctor Coffee", para a diagnose de doenças, deficiências nutricionais, pragas e nematóides do cafeeiro (6) e o ApplES para o diagnóstico de doenças bióticas e abióticas da macieira no Brasil (2).

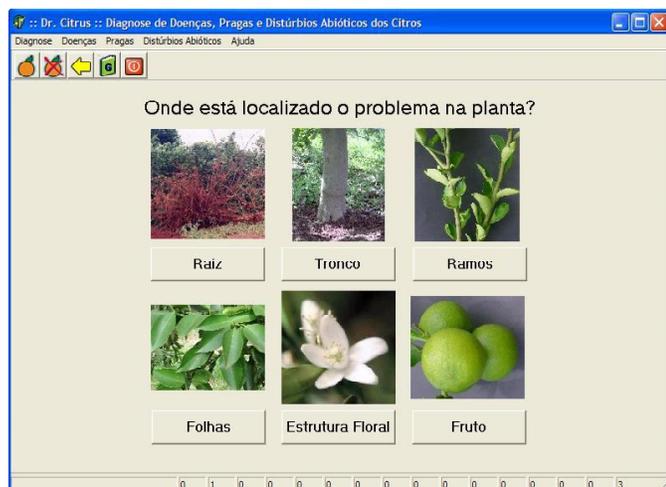
Entre as diversas culturas plantadas no Brasil destaca-se a dos

citros, importante economicamente e com mais de 40 doenças e 70 pragas, além de distúrbios fisiológicos e deficiências nutricionais, responsáveis por causar centenas de sintomas. O conhecimento acumulado ao longo dos anos por especialistas em diagnose e manejo de doenças e pragas na cultura dos citros pode ser ordenado e resumido em um SAD, proporcionando a estruturação do conhecimento já existente e auxiliando na divulgação de novas pesquisas na diagnose e no manejo de doenças e pragas na citricultura. Desta forma, objetivou-se desenvolver e avaliar um sistema de apoio à decisão para diagnosticar doenças bióticas e abióticas dos citros.

No desenvolvimento do SAD para os citros foram utilizadas

três fases distintas: i) desenvolvimento do protótipo, ii) desenvolvimento do sistema completo e iii) avaliação (9). O sistema foi desenvolvido na Universidade Federal de Lavras (UFLA) e nas instalações do Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus). Para a construção do sistema e da interface foi utilizado o programa DELPHI versão 5.0 client/server®. O conhecimento foi adquirido por meio da literatura especializada sobre os citros e de entrevistas, com três especialistas do Fundecitrus, e organizado em fluxogramas, formando a árvore do conhecimento. A partir desse ponto definiram-se as regras, consistindo de uma premissa ou condição (SE) seguida de uma ação ou conclusão (ENTÃO).

O sistema foi dividido em módulos, de acordo com o órgão vegetativo da planta: raiz, tronco, ramo, folha, estrutura floral e fruto. A divisão em módulos de acordo com o órgão da planta afetado foi utilizada por diversos SADs, como AppLES (2), TomEX (8), Diana (5) e CALEX/Peaches (7), entre outros. Para avaliar o sistema, foram realizadas a verificação e a validação, segundo as metodologias citadas por Geissman & Schultz (1) e Harrison (3), com modificações, para os cenários a serem avaliados. Na verificação foram consultados cinco especialistas na cultura dos citros. Na validação foram consultados quatro grupos de 10 pessoas, com diferentes níveis do conhecimento: i) estudantes de graduação em agronomia que cursaram a disciplina fitopatologia; ii) engenheiros agrônomos, estudantes de pós-graduação em Fitopatologia; iii) engenheiros agrônomos, estudantes de pós-graduação em outras áreas e iv) citricultores, consultores (engenheiros agrônomos e técnicos agrícolas) e monitores de campo. Foram formuladas 562 perguntas, 322 regras e anexadas fotografias para



**Figura 1.** Interface do sistema de apoio à decisão para diagnóstico de doenças, pragas e problemas abióticos dos citros.

facilitar o diagnóstico. O SAD foi denominado Dr. Citrus, sendo construído para diagnosticar 34 doenças (destas 17 são ocasionadas por fungos, 5 por bactérias, 2 por nematóides, 6 por vírus e outras 4 de agente etiológico desconhecido), 40 pragas e 34 problemas abióticos dos citros (contemplando deficiências nutricionais, fitotoxicidade, granizo, insolação, encharcamento, etc) (Figura 1).

A porcentagem de acerto do SAD para diagnóstico de doenças dos citros na validação e na verificação foi submetida ao teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Na verificação, o sistema obteve 68 diagnósticos (80,6%) corretos e os especialistas 72 (85%) (Tabela 1). A maioria dos erros de diagnóstico no sistema foi atribuída às fotografias, as quais não estavam condizentes com a descrição dos sintomas, ou ao erro na lógica do diagnóstico. A possibilidade de visualizar os

**Tabela 1.** Porcentagem de diagnósticos corretos e teste qui-quadrado para a verificação e validação do “Dr. Citrus”.

Fase	Nível de conhecimento	Sem o Dr. Citrus		$\chi^2$
		(%)	Com o Dr. Citrus	
Verificação	Especialistas	85	80	0,00
	Graduação	19	99	0,35*
Validação	Pós-graduação/Fitopatologia	37	97	0,45*
	Pós-graduação/outras áreas	14	93	0,11*
	Outros <sup>a</sup>	73	99	0,35*
Média (Validação)		45,6	93,6	0,25*

\* Significativo a 1% de probabilidade

<sup>a</sup> Citricultores, engenheiros agrônomos, técnicos agrícolas e monitores de campo.

sintomas por meio das fotografias torna o SAD uma importante ferramenta de ensino em fitopatologia (4; 7; 8; 10). Após as modificações realizadas, de acordo com as sugestões dos especialistas na fase de verificação, o Dr. Citrus foi testado por usuários de quatro níveis do conhecimento, cada grupo com 10 pessoas, realizando o diagnóstico de 10 problemas. O índice médio de acerto nesta fase foi de 93,6% com o uso do sistema e de 45,6% dos usuários sem o uso do sistema (Tabela 1). O CALEX/Peaches obteve acerto de 96%, sendo utilizado por 12 estudantes, com um cenário de 9 doenças (7). No programa TomEX, a diferença obtida entre os usuários e o sistema foi de 35,2% e 95,8% de acerto, respectivamente. O índice médio de acerto do Dr. Coffee foi de 96,7% e o dos usuários sem o uso do programa de 35,67%. O AppLES teve 98,4% de acerto, enquanto os usuários não tiveram acerto.

O teste qui-quadrado ( $P \leq 0,01$ ), demonstrou que o  $\chi^2$  foi inferior a 1, atestando a confiança do programa. O índice médio de acerto dos usuários sem o uso do programa foi inferior ao índice médio dos usuários quando usaram o programa (Tabela 1). O índice médio de acerto do Dr. Citrus acima de 90% demonstra a confiabilidade do programa em realizar diagnósticos, mesmo por usuários de diferentes níveis de conhecimento (2; 6; 8), porém o uso do SAD e o índice de acerto são mais elevados se o usuário conhecer os conceitos da área da ciência em questão (9).

O interesse dos usuários, durante a validação, demonstrou que a utilização do Dr. Citrus para auxiliar na tomada de decisão da diagnose e do ensino das principais doenças, pragas e distúrbios abióticos dos citros foi útil, entretanto, o aperfeiçoamento do SAD deve ser constante, devido principalmente à incorporação de novas informações, sobre pragas e doenças e técnicas de diagnose.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Geissman, J.R. Schultz R.D. Verification and validation of expert systems. *AI Expert*, San Francisco, v.1, p.26-33, 1988.
- Guimarães, L.S. **Desenvolvimento de sistema especialista para diagnóstico das doenças da macieira no Brasil**. 2004. 54p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Harrison, S.R. Validation of agricultural expert systems. *Agricultural systems*, Oxford, v.35, p.265-285, 1991.
- Latin, R.X.; Miles, G.E.; Rettinger, J.C. An expert systems for diagnosing muskmelon disorders. *Phytopathology*, St. Paul, v.74, p.83-87, 1990.
- Perrier, X; Lacoëuilhe, J.J. DIANA: a diagnosis aid system for

- pineapple growing. **Fruits**, Paris, v.46, p.351-354, 1991.
6. Pinto, A.C.S.; Pozza, E.A.; Timoteo, G.T.S; Souza, P.E.; Castro, H.A.; Pozza, A.A.A.; Maffia, L.A. Desenvolvimento e validação de sistema especialista para diagnose e manejo de doenças do cafeeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.29, p.283-285, 2003.
  7. Plant, R.E.; Zalom, F.G; Young, T.A.; Rice, R.N. CALEX/Peaches, an expert system for the diagnosis of peach a nectarine disorders. **HortScience**, Alexandria, v.24, p.700, 1989.
  8. Pozza, E.A. **Desenvolvimento de sistemas especialistas e redes neuronais e suas aplicações em fitopatologia**. 1998. 139 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
  9. Turban, E.; Afonso, J.E. **Decision support systems and intelligent systems**. 5.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998. 890p.
  10. Yialouris, C.P; Sideridis, A.B. An expert system for tomato diseases. **Computers and Eletronics in Agriculture**, Amesterdan, v.14, p.61-76. 1996.