

Julho 2002 / Ano IV / Nº 41 / ISSN 1518-3157 - R\$ 8,00

Cultivar[®]

Grandes Culturas

www.cultivar.inf.br



SEMENTES

Expansão
do mercado

HERBICIDAS

Resistência
pesquisada

Ferrugem da Soja

MORTE VERMELHA

• Diretor:
Newton Peter

• Editor geral:
Schubert Peter

• Redação
Pablo Rodrigues
Charles Ricardo Echer
Gilvan Dutra Quevedo

• Design Gráfico e Diagramação:
Fabiane Rittmann

• Marketing:
Neri Ferreira

• Circulação:
Edson Luiz Krause

• Assinaturas:
Simone Lopes

• Ilustrações:
Rafael Sica

• Revisão:
Carolina Fassbender

• Editoração Eletrônica:
Index Produções Gráficas

• Fotolitos e Impressão:
Kunde Indústrias Gráficas Ltda.

NOSSOS TELEFONES: (53)

• GERAL / ASSINATURAS:
272.2128

• REDAÇÃO :
227.7939 / 272.2105 / 222.1716

• MARKETING:
272.2257 / 272.1753 / 225.1499 / 225.3314

• FAX:
272.1966

Por falta de espaço não publicamos as referências bibliográficas citadas pelos autores dos artigos que integram esta edição. Os interessados podem solicitá-las à redação pelo e-mail: cultivar@cultivar.inf.br

Os artigos em Cultivar não representam nenhum consenso. Não esperamos que todos os leitores simpatizem ou concordem com o que encontrarem aqui. Muitos irão, fatalmente, discordar. Mas todos os colaboradores serão mantidos. Eles foram selecionados entre os melhores do país em cada área. Acreditamos que podemos fazer mais pelo entendimento dos assuntos quando expomos diferentes opiniões, para que o leitor julgue. Não aceitamos a responsabilidade por conceitos emitidos nos artigos. Aceitamos, apenas, a responsabilidade por ter dado aos autores a oportunidade de divulgar seus conhecimentos e expressar suas opiniões.

06



Pela água

Inseticidas aplicados via água de irrigação por aspersão podem tornar-se mais eficientes



Informe Cooplantio

Dirceu Gassen atenta para a necessidade de se melhorar a qualidade da sementeira

12



24

Momento certo

Especialista detecta as condições ideais para o ataque da giberela em cereais de inverno



Invasoras resistentes

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é um mal a ser superado pelas agroquímicas

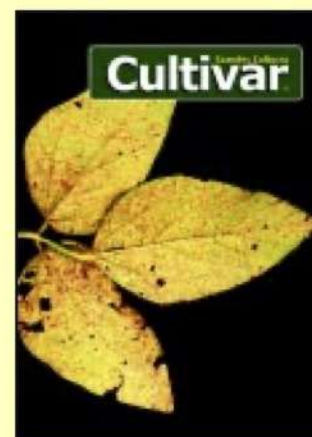
28

Índice

Diretas	04
Inseticidas via irrigação	06
Controle da lagarta-do-cartucho	08
Algodão em campo - Goiás e Bahia	10
Plantio direto	12
Congresso Brasileiro de Plantas Daninhas	14
Coluna da Aenda	15
Ferrugem da soja	16
Melhoramento para controle da ferrugem	19
Giberela: no momento do ataque	24
Resistência de invasoras a herbicidas	28
Indústria de sementes	32
Agronegócios	36
Mercado agrícola	38

Nossa capa

Foto Capa / Paulo Kurtz - Embrapa Trigo
Folha com sintomas da ferrugem da soja



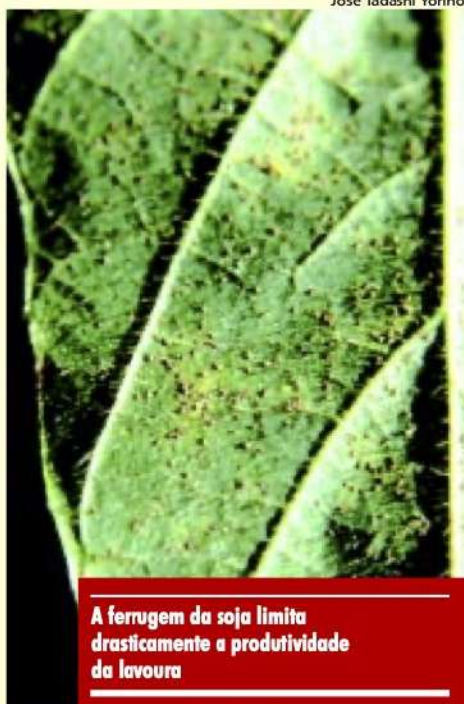
Saiba como identificar e controlar a ferrugem da soja, doença recém-chegada ao Brasil e que já causou imensos danos em diversos países

Peste vermelha

A ferrugem da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, foi identificada pela primeira vez no continente Americano, no dia 5 de março de 2001 (W. M. Paiva), na localidade de Pirapó (Itapúa), Paraguai. Verificou-se, posteriormente, ao final dessa safra, que a doença já estava amplamente disseminada no Paraguai e no Estado do Paraná. Na safra 2001/02, a doença atingiu todas as regiões produtoras de soja do Paraguai. Porém, em virtude da forte estiagem que atingiu o país, não houve perdas econômicas. No Brasil, a doença foi constatada nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso. Os municípios mais atingidos foram: Passo Fundo, Cruz Alta, Cruzaltinha (RS); Ortigueira, Ponta Grossa, Guarapuava (PR); Chapadão do Sul, Costa Rica, São Gabriel D'Oeste (MS); Chapadão do Céu, Rio Verde, Jataí, Mineiros, Portelândia, Santa Rita do Araguaí (GO); e Alto Taquari, Alto Araguaí, Alto Garças (MT). Perdas de rendimento para a lavoura, variando de 30% a 70%, foram registradas em Chapadão do Sul, Chapadão do Céu, Costa Rica, Alto Taquari e Cruzaltinha. Somente nos municípios de Chapadão do Sul, Costa Rica (MS) e Chapadão do Céu, que representam cerca de

220.000 ha de soja, estima-se perdas de 30% da produção (cerca de 59.281,4 t, a 50 sacos/ha) ou o equivalente a US\$13,00 milhões (US\$220,50/T). Lavouras mais atingidas perderam até 70% (colhidos 840-900 kg/ha).

José Tadashi Yorinori



A ferrugem da soja limita drasticamente a produtividade da lavoura

SINTOMAS DA FERRUGEM

Os primeiros sintomas da ferrugem são caracterizados por minúsculos pontos (no máximo 1mm de diâmetro) mais escuros do que o tecido sadio da folha, de uma coloração esverdeada a cinza-esverdeada. Para melhor visualização, deve-se tomar uma folha suspeita e observá-la, pela página superior, contra um fundo claro (o céu, por exemplo). Uma vez localizado o ponto suspeito, confirmar com uma lupa de 10x a 30x de aumento, ou sob um microscópio estereoscópio, desta vez, observando pelo verso da folha. No local correspondente ao ponto, observa-se, inicialmente, uma minúscula protuberância, semelhante a uma ferida (bolha) por escaldadura, sendo esta o início da formação da estrutura de frutificação do fungo, a urédia. Para facilitar a visualização das urédias (sob a lupa ou microscópio), fazer com que a luz incida com a máxima inclinação sobre a superfície da folha (vista pela face inferior), de modo a formar sombra de um dos lados das urédias. Esse procedimento permitira a observação das urédias, a campo, mesmo sem o auxílio de uma lupa de bolso (a olho-nú). Progressivamente, a protuberância adquire coloração castanho-clara a castanho-escura, abre-se em um minúsculo poro, expelindo daí, os uredosporos. Os uredosporos, inicial...

mente de coloração hialina (cristalina), tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são carregados pelo vento. O número de urédias (ou pústulas), por ponto, pode variar de uma a seis. À medida que prossegue a esporulação, o tecido da folha ao redor das primeiras urédias adquire coloração castanho-clara (lesão do tipo TAN) a castanho-avermelhada (lesão do tipo RB), formado as lesões que são facilmente visíveis em ambas as faces da folha. As urédias que deixaram de esporular apresentam as pústulas, nitidamente, com os poros abertos, o que permite distinguir da pústula bacteriana, causa freqüente de confusão. A ferrugem pode também ser facilmente confundida com as lesões iniciais de mancha parda (septoria glycines). Esta forma um halo amarelo ao redor da lesão necrótica, que é angular e castanho-avermelhado. Em ambos os casos, as folhas infectadas amarelam, secam e caem prematuramente. A semelhança do aspecto visual de lavouras afetadas por mancha parda e ferrugem e o uso de fungicidas para controle de doença de final de ciclo, podem ter feito com que a ferrugem não fosse identificada em muitas lavouras e regiões onde não foi registrada na safra 2001/02.

MODO DE DISSEMINAÇÃO

Os uredosporos são facilmente dissemi-

Pablo Rodrigues



O controle da ferrugem da soja é abordado por Tadashi

maior a perda de rendimento e de qualidade (sementes verdes). Em casos severos, quando a doença atinge a soja na fase de formação das vagens ou início da granação, pode causar o aborto e queda das vagens.

Perdas de 80% e 90% de rendimento foram registradas na Austrália e na Índia, respectivamente (J.B. Sinclair & G.L. Hartman (eds.), Soybean Rust Workshop, Univ. Illinois, Urbana, IL, 1996). Em Taiwan foram registradas perdas de 70-80% (K.R. Bromfield, Soybean Rust. APS Press, St. Paul, MN, 1984). Na primeira ocorrência no Paraguai (2000/02), foram registradas perdas acima de 1.100 kg/ha. Em 2001/02, a seca severa na segunda metade do ciclo evitou maiores perdas pela doença no Paraguai. No Brasil (2001/02), as maiores perdas de rendimento pela doença (30-70%) na lavoura, foram registradas em Chapadão do Sul, Costa Rica, Chapadão do Céu, Alto Taquari e Cruzaltinha.

MEDIDAS DE CONTROLE

O controle da ferrugem da soja exige a combinação de várias táticas, principalmente a rotação de culturas, a fim de evitar perdas com a soja. Além de ser uma doença nova e de grande impacto sobre o rendimento, não há recomendação específica de controle químico

eficiente relativa aos fungicidas atualmente recomendados para doenças de final de ciclo e par oídio e, também, quanto ao número e freqüência de aplicações.

Diversos estudos estão em andamento, buscando informações sobre resistência genética das cultivares atualmente em uso, e em vias de lançamento, e sobre a eficiência relativa dos fungicidas. Espera-se que até os meses de setembro/outubro de 2002, seja possível fornecer dados mais concretos sobre as medidas de controle a serem adotadas, principalmente quanto ao controle químico. Portanto, é fundamental que técnicos e produtores estejam atentos ao problema e busquem informações junto aos órgãos de pesquisa em cada Estado. No momento, não são recomendadas medidas específicas de controle, porém, como medidas de segurança, algumas estratégias poderão ser adotadas para a próxima safra (2002/2003):

1. nos Estados e municípios onde já foi constatada a ferrugem na safra 2001/02, sugere-se semear, preferencialmente, cultivares mais precoces e no início da época recomendada para a região;

2. evitar o prolongamento do período de semeadura, pois a soja semeada mais tardiamente (ou de ciclo longo) irá sofrer mais dano devido à multiplicação do fungo nos primeiros plantios;

3. nas regiões onde não foi constatada a ferrugem, fora dos Estados e municípios citados, além dos procedimentos mencionados acima (1 e 2), deve-se iniciar a vistoria da lavoura desde o início da safra e, principalmente, quando a soja estiver próxima da floração; ao primeiro sinal da doença e, havendo condições favoráveis (chuva e/ou abundante formação de orvalho), poderá haver a necessidade de aplicação de fungicida; neste caso, buscar orientação específica junto aos órgãos de pesquisa e/ou assistência técnica.

OBSERVAÇÃO

A expectativa é de que a ferrugem da soja venha a ser uma doença mais severa e permanentemente, nas regiões altas dos Cerrados, onde há abundante formação de orvalho no verão. Ao longo dos anos, deverá ocorrer variações na intensidade da doença, porém por medida de segurança, é conveniente que o problema seja visto com a maior seriedade.

Portanto, recomenda-se especial atenção aos técnicos e produtores dessas regiões. Períodos quentes (acima de 30°C) e de pouca umidade, são desfavoráveis ao desenvolvimento da ferrugem, porém, todo cuidado é pouco, até que se adquira mais conhecimento sobre essa doença.

José Tadashi Yorinori,
Embrapa Soja
Wilfrido Morel Paiva,
Cria/Paraguai

José Tadashi Yorinori



Folhas de soja atacadas pela ferrugem

nados através do vento, para lavouras próximas ou a longas distâncias, porém, não são transmitidos pela semente. Supõe-se que esporos do fungo tenham atravessado o Oceano Atlântico, vindo dos países do sul da África (Zimbabwe, Zâmbia e África do Sul), onde a doença vem causando severas perdas nos últimos quatro anos.

EFEITO DA FERRUGEM

A queda prematura das folhas evita a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente,



Estratégias de melhoramento para o controle da ferrugem da soja podem ser alternativas importantes na guerra contra essa terrível doença

José Tadashi Yoshimori

Controle na cultivar

A ferrugem da soja é causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sido (Ásia, Austrália e Hawaii) e *Phakopsora meibomiae* Arthur (América Latina), é uma importante doença que tem sido verificada nos hemisférios oriental e ocidental, incluindo a África, representando uma grande ameaça para os países do continente americano. No entanto, causa perdas de produtividade somente em Taiwan, Tailândia,

Indonésia, Filipinas e Vietnã, e em partes da China, Japão, Austrália, Coréia e Índia (Bromfield & Ynag, 1976 ; Sinclair, 1982, Wrather et al., 1997). A espécie *P. meibomiae* tem sido menos agressiva que a espécie *P. pachyrhizi*.

Os sintomas mais comuns da ferrugem da soja são lesões de cor palha (TAN) a marrom-escuro ou marrom-avermelhada (RB), ou manchas com uma a muitas urédias (pús-

tulas), que encerram os uredósporos. Com o desenvolvimento da doença, as lesões adquirem forma poligonal, delimitadas pelas nervuras secundárias, podendo alcançar um tamanho de 2 a 3 mm. As lesões podem aparecer nos pecíolos, vagens e hastes, mas são mais abundantes nas folhas, principalmente na face abaxial.

O impacto da entrada destes novos patógenos da soja, nos Estados Unidos (Con...



Fotos Paulo Kurtz - Embrapa Trigo



Danos ocasionados pela ferrugem da soja; produtividade ameaçada

Paulo Kurtz - Embrapa Trigo

...tinal) e no Brasil, é uma preocupação atual da pesquisa relacionada ao controle de doenças, já que áreas severamente atacadas com ferrugem foram observadas no Paraguai durante as safras de 2000/01 e 2001/02. Há fortes indícios de que se trata de *P. pachyrhizi*, sendo ainda necessário averiguar a espécie e o nível de perdas provocadas nesses locais. Kuchler et al. (1984) realizaram uma análise das consequências econômicas, caso uma raça virulenta de *P. pachyrhizi* se estabelecesse nos Estados Unidos.

De acordo com estimativas, as perdas para a economia americana excederiam 7,2 bilhões de dólares por ano. No Brasil, ainda não existem estudos relacionados às perdas econômicas, caso haja uma epidemia de ferrugem.

GENES E FONTES DE RESISTÊNCIA

Quatro genes dominantes para resistência vertical, denominados genes Rpp1 e Rpp4, foram identificados em introduções de plantas (pl's) e cultivares. De acordo com Bromfield (1976), as introduções PI 200499 e PI 200492 (Rpp1), são resistentes à ferrugem da soja e foram utilizadas como fontes de resistência em programas de melhoramento em Taiwan e na Austrália. Singh et al. (1974) descreveram como resistentes as introduções PI 200465, PI 200466, PI 200477, PI 200490, PI 200492 (Rpp1) e 200468. Sinclair (1975) considerou três fontes de resistência vertical: PI 20490 e PI 200492 (Rpp1), PI 230970 (Rpp2), além da cultivar Ankur (PI 432312, Rpp3), proveniente da Índia. Bernard et al. (1991) liberaram três isolinhas de william 82, com resistência à ferrugem, para a pesquisa: L85-2378 (Rpp1), L86-1752 (Rpp2) e L87-0482 (Rpp4). Hartwig (1996) identificou como fonte de resistência a linhagem D86-

8286 (PI 518772) e, uma segunda linhagem, que teve como doadora do gene Rpp4, a PI 459025.

Shanmugasundaram, citado por Bromfield (1976), ao inocular diversas cultivares, selecionou como resistentes para programas de melhoramento as seguintes: HS-1, KS-535, R-10, 66-G-3, PI220492, ks-482, Hardee, Tainung-4, Yagi-1, Shiro Daizu, Higo Daizu, Shing-2 Aochi, Shakkin Nashi, Kairyon Shimore, Bansei e Kuro Daizu.

No Brasil, para a espécie *P. Meibomia*, Zambolim et al. (1983) relataram que as cultivares de soja Mineira, Vila Rica, FT-1, Ivaí, IAC-4, BR-4 e União são resistentes, sendo as cultivares Santa Rosa, Viçosa e Hardee, consideradas moderadamente resistentes.

Com relação às espécies perenes de soja, que são fontes riquíssimas de alelos de interesse agrônomo, não mais presentes nas espécies cultivadas, existem estudos de identificação de fontes de resistência que comprovam que quatro espécies do gênero *Glycine*, nativas da Austrália, apresentam resistência à ferrugem: *G. canescens*, *G. clandestina*, *G. tabacina* e *G. tomentella* (Burdon & Marshall, 1981; Tschanz, 1991; Burdon 1987; Burdon, 1988). Um único gene para resistência à *P. pachyrhizi* foi identificado em *G. argyrea* (Jarosz & Burdon, 1990).

Tschanz (1991) relata que os genótipos resistentes PI 239871 A e PI 239871 B (*G. Soja*), PI 230971, PI 459024, Taita Kaoshinung-5, Tainung-4 (PI 368039) e Waire, são utilizados como diferenciadores de raças de *Phakopsora pachyrhizi*.

RESISTÊNCIA VERTICAL E MULTILINHAS

Há vários trabalhos relatando a existência de resistência vertical à ferrugem da soja (Bromfield & Hartwig, 1980; Bromfield & Melching, 1982; Hartwig, 1986; Hartwig &

Bromfield, 1983; McLean & Byth, 1980).

A resistência vertical foi introduzida por melhoramento convencional em várias linhagens de soja em Taiwan, utilizando os quatro genes principais de resistência, mas, no período de uma safra, a resistência conferida por estes genes foi quebrada, ou seja, o patógeno produziu raças virulentas. Portanto, a resistência vertical não é uma forma estável de resistência, pois é quebrada quando ocorrem mutações no patógeno.

Uma estratégia dinâmica para aproveitamento dos genes principais de resistência, envolve o desenvolvimento de multilinhas. Uma multilinha é formada por uma mistura de sementes de isolinhas (ou quase-isolinhas). Cada uma delas contendo dois genes de resistência. As isolinhas são comumente obtidas através de retrocruzamentos, utilizando-se uma cultivar elite como parental recorrente e as diferentes fontes de genes de resistência como parentais doadores.

O monitoramento constante da população do patógeno pode orientar a reconstituição da multilinha (número e frequência relativa das isolinhas nas multilinhas), sempre que necessário.

RESISTÊNCIA PARCIAL

Linhagens de soja com resistência parcial à ferrugem foram identificadas e caracterizadas com base no período latente e no número de pústulas por lesão, ou através de linhagens que apresentavam desenvolvimento tardio da doença (Hartman et al., 1991; Tschanz et al., 1980; Zambolim et al., 1983).

De acordo com Harman et al. (1997), o que dificulta o desenvolvimento de genótipos que apresentam evolução lenta da doença é como realizar a avaliação de linhagens de populações segregantes, ou de acessos que possuem diferentes períodos de maturação. O

Paulo Bertagnolli - Embrapa Trigo



autor afirma que além das diferenças fisiológicas, há diferenças nas condições ambientais, pois as plantas amadurecem em diferentes períodos. Uma proposta para solução desse problema utiliza o tempo relativo de vida (RLT) para corrigir, parcial ou completamente, as diferenças nas taxas de desenvolvimento da ferrugem em função da variação no período de maturação dos genótipos de soja (Tschaz et al., 1982).

TOLERÂNCIA E SELEÇÃO RECORRENTE

Tolerância é definida como a habilidade relativa de produção de plantas sob estresse, ou seja, infectadas pelo patógeno (Politowski & Browning, 1978). As dificuldades associadas com a identificação específica fazem com que seja necessário avaliar também os genótipos de soja para tolerância à ferrugem (Tschanz & Tsai, 1983).

Para avaliar a produtividade relativa são realizadas comparações entre o mesmo genótipo em parcelas pulverizadas com fungicida e em parcelas não pulverizadas. Geralmente, a tolerância é avaliada apenas uma vez durante o ciclo, a menos que se queira obter dados para curvas de progresso da doença, desfolha e contagens de pústulas para identificação de genótipos com taxas reduzidas de infecção.

Um esquema de melhoramento para incorporar tolerância à ferrugem envolve avanço das gerações iniciais pelos métodos da população (bulk) ou SSD ("Single Seed Descent"), realizando-se seleção apenas para genótipos com características agrônomicas desejáveis; avanço das gerações intermediárias para seleção de genótipos tolerantes à ferrugem, com sementes colhidas dentro das famílias; e avanço das gerações finais para seleção de genótipos com taxas reduzidas de infecção, tolerância e características agrônomicas (Tschanz et al., 1986).

Utilizando este procedimento de seleção, linhagens de soja foram avaliadas e selecionadas em experimentos para avaliação de tolerância à ferrugem, em Taiwan e na Tailândia (Nuntapunt et al. 1984; Tschanz et al., 1985).

Considerando que a tolerância à ferrugem seja condicionada por poligenes com efeitos pequenos e cumulativos, portanto, uma situação de resistência horizontal, uma estratégia de melhoramento a médio e longo prazo, seria o uso da seleção recorrente. Entre os diferentes sistemas de seleção recorrente, pode-se considerar as seguintes etapas em cada ciclo:

A) Seleção de vários (três ou mais) parentais para tolerância à ferrugem, para alta produtividade de grãos e para caracteres adaptativos;

B) Três gerações de recombinação, com cruzamentos entre os parentais e, após, entre plantas F1, obtendo-se cruzamentos múltiplos;

C) Avanço das gerações de endogamia até a geração F4, através dos métodos SSD (Single Descent), SHDT (Single Hill Descent Thinned) ou amostra (bulk) dentro de famílias (pure-line family);

D) Testes e seleção de linhagens para tolerância à ferrugem, para altas produtividades e, para caracteres adaptativos.

O uso de seleção recorrente é recomendado devido: estabelecer diferentes combinações entre alelos múltiplos, aumentando a variância genética epistática do tipo aditivo x aditivo; acumular progressos genéticos em ciclos sucessivos de seleção recorrente, em consequência dos incrementos nas variâncias genéticas aditiva e epistática nas populações de soja.

MARCADORES MOLECULARES

É desejável localizar marcadores moleculares fortemente ligados a locos que governam a resistência e a tolerância à ferrugem, principalmente quando se trabalha com resistência horizontal.

Esses marcadores ligados podem facilitar a transferência de genes de acessos primitivos (incluindo espécies perenes) para a soja cultivada, além de contribuir para redução de custos e, para uma avaliação mais segura do ponto de vista fitossanitário, pois a ferrugem da soja ainda não foi identificada em plantios comerciais no Brasil, havendo a necessidade de se avaliar genótipos em condições isoladas para evitar a disseminação do patógeno. Além disso, com o entendimento da genética molecular da resistência da soja à ferrugem, a habilidade de controlar e minimizar as perdas na produtividade seria muito maior.

Marcadores moleculares para resistência a doença vêm sendo utilizados em várias culturas, para o monitoramento de genes em programas de melhoramento e, para introduzi-los eficientemente em novas cultivares. Em soja, já foi identificado um marcador RAPD,

localizado próximo ao gene Rpp1 de resistência à ferrugem (Vodkin, 1996). A curto prazo, as técnicas moleculares seriam muito úteis nos programas de melhoramento visando resistência, pois auxiliariam na identificação de genes de resistência nos genótipos, para direcionar os esquemas de cruzamentos, principalmente nas gerações de recombinação da cada ciclo de seleção recorrente. A longo prazo, um dos objetivos seria a utilização da engenharia genética para desenvolver genótipos de soja resistentes ou tolerantes à ferrugem.

Cultivar



Natal fala sobre o melhoramento genético no combate à ferrugem

PERSPECTIVAS FUTURAS

A incorporação, na soja cultivada, de genes de resistência à ferrugem, presente s em espécies perenes, tem sido feita através de hibridação artificial, resgate de embrião e seleção para ser aprimorado por meio de isolamento dos genes de resistência através do uso de técnicas de biologia molecular, para utilização no processo de transformação de plantas.

Técnicas de biologia molecular também poderão contribuir para a caracterização de espécies de ferrugem e, principalmente, das diferentes raças do patógeno existentes em cada espécie. Uma caracterização eficiente de espécies e raças é fundamental para o monitoramento da população de patógenos e, conseqüentemente, para o bom andamento dos programas de melhoramento.

Natal Antônio Vello,
Esalq



Lavoura de soja com sintomas da presença da ferrugem