

IDEAU

USO DE FUNGICIDAS PROTETORES NA MITIGAÇÃO DE FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA

USE OF PROTECTIVE FUNGICIDES TO MITIGATE ASIAN RUST IN SOYBEAN CROPS

USO DE FUNGICIDAS PROTECTORES PARA MITIGAR LA ROYA ASIÁTICA EN LOS CULTIVOS DE SOJA

Millena Candeia Dutra

Graduanda em Agronomia, Centro Universitário IDEAU, Getúlio Vargas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: cdmillena@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-6010-5322>

Amanda Panisson Basso

Graduanda em Agronomia, Centro Universitário IDEAU, Getúlio Vargas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: amandapanissonbasso@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-5175-1272>

Luis Gustavo Niewinski de Moura

Graduando em Agronomia, Centro Universitário IDEAU, Getúlio Vargas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: luis.mouramouramoura@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-4605-4748>

Luiz Felipe Polidoro

Graduando em Agronomia, Centro Universitário IDEAU, Getúlio Vargas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: lpolidoro323@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6450-2442>

Elizeu Michelin

Graduando em Agronomia, Centro Universitário IDEAU, Getúlio Vargas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: elizeumichelon@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6801-2998>

Artur Rodrigues

Graduando em Agronomia, Centro Universitário IDEAU, Getúlio Vargas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: rodriguesartur830@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-9701-9473>

Submitted on: 11.13.2024 | Accepted on: 11.25.2024 | Published on: 11.27.2024

RESUMO

O artigo tem como objetivo avaliar a eficiência de fungicidas protetores na mitigação de ferrugem asiática na cultura da soja. Os fungicidas químicos são ferramentas fundamentais para o controle de doenças, e os multi sítios são importantes por atuarem em vários sítios da célula do fungo. O experimento foi em delineamento fatorial. Fator fungicida (Testemunha, Clorotalonil, Mancozeb e Clorotalonil + Mancozeb) e fator cultivar (BRASMAX ATIVA e BRASMAX VÊNUS), com 4 repetições. Os resultados se basearam na avaliação através da escala diagramática de severidade e dos dados de produtividade, submetidos à análise de variância com posterior comparação de médias pelo Teste de Tukey. O uso de fungicidas multi sítios permitiu uma menor severidade da doença em relação à testemunha.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*; Multi Sítios; Mancozeb; Clorotalonil

ABSTRACT

The aim of this article is to evaluate the efficiency of protective fungicides in mitigating Asian rust in soybean crops. Chemical fungicides are fundamental tools for disease control, and multi-site fungicides are important because they act on several sites in the fungus cell. The experiment was a factorial design. Fungicide factor (Witness, Chlorothalonil, Mancozeb and Chlorothalonil + Mancozeb) and cultivar factor (BRASMAX ATIVA and BRASMAX VÊNUS), with 4 replications. The results were based on the assessment using the diagrammatic severity scale and the yield data, which was submitted to analysis of variance with subsequent comparison of means using the Tukey test. The use of multi-site fungicides resulted in lower disease severity compared to the control.

Keywords: *Phakopsora pachyrhizi*. Multi-site. Mancozeb. Chlorothalonil.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es evaluar la eficacia de los fungicidas protectores en la mitigación de la roya asiática en el cultivo de soja. Los fungicidas químicos son herramientas fundamentales para el control de enfermedades, y los fungicidas multisitio son importantes porque actúan en varios sitios de la célula del hongo. El experimento consistió en un diseño factorial. Factor fungicida (Testigo, Clorotalonil, Mancozeb y Clorotalonil + Mancozeb) y factor cultivar (BRASMAX ATIVA y BRASMAX VÊNUS), con 4 repeticiones. Los resultados se basaron en la evaluación mediante la escala diagramática de severidad y los datos de rendimiento, sometidos a análisis de varianza con posterior comparación de medias mediante el test de Tukey. El uso de fungicidas multisitio resultó en una menor severidad de la enfermedad en comparación con el control.

Palabras clave: *Phakopsora pachyrhizi*. Multisitio. Mancozeb. Clorotalonil.

1 INTRODUÇÃO

A soja é a cultura mais produzida no Brasil, isso deve-se a versatilidade quanto ao grão, que permite a fabricação de óleo vegetal e ração animal, além de compor a base de inúmeros produtos alimentícios, sendo muito importante para impulsionar a economia do país, gerando milhares de empregos.

A soja é planta herbácea, com ciclo anual que varia de 90 a 140 dias, onde seu desenvolvimento depende em grande parte do fotoperíodo e de disponibilidade hídrica que pode variar de 450 a 800 mm até o final do ciclo. Desenvolve-se melhor em solos argilosos, drenados, com boa retenção de água, além de uma boa nutrição/adubação, pH entre 5,5 e 6,0 e temperaturas entre 20°C e 30°C

Antes de iniciar a safra 23/24 debateu-se sobre a possível pressão de ferrugem asiática na cultura da soja, visto que não houve um inverno rigoroso, assim mantendo plantas “guaxas” como fonte para o patógeno que já estava presente da safra anterior. A ferrugem asiática, causada pelo *fungo Phakopsora pachyrhizi*, é a doença que apresenta maior risco para a cultura, podendo comprometer até 90% da produção em casos severos, onde dissemina-se com facilidade em condições de calor e umidade, além de ser transportado pelo vento.

O fungo completa seu ciclo no período de 6 a 9 dias, assim necessitando de métodos de controle eficazes, onde podemos citar o vazio sanitário - já que o fungo é biotrófico, e só sobrevive em plantas vivas - como maneira preventiva, rotação de culturas de verão com plantas que não sejam hospedeiras desse patógeno, uso de cultivares tolerante e o manejo preventivo com uso de fungicidas.

Os fungicidas químicos são ferramentas fundamentais para o controle de doenças, uma vez que os fungicidas protetores são conhecidos por serem “multi sítios”, ou seja, atuam em vários sítios na célula do fungo, trazendo um controle eficiente, quando aplicados de maneira correta, respeitando os intervalos de aplicação e associados a outros fungicidas de sítio específico, para obter maior controle e consequentemente maior produtividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fungicidas protetores na mitigação de ferrugem asiática na cultura da soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO E UTILIZAÇÃO DA CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* L.) é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Muito utilizada pela agroindústria, indústria química e de alimentos. Recentemente, vem crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível (Costa Neto & Rossi, 2000).

Segundo Morse (1950), o local de origem da soja foi o leste da Ásia e domesticada na metade norte da China, por volta do século XI A.C. Foi introduzida no Brasil em 1882 no Estado da Bahia por Gustavo D'utra (D'utra, 1882). Atualmente é a cultura anual mais cultivada no território nacional, sua alta produção é um dos grandes impulsionadores da economia no país (Correa *et al.*, 2017).

O complexo de negócios envolvendo a cultura da soja (*Glycine max*) ocupa a maior área cultivada no país (CONAB, 2022). Na safra 2022/2023 a produção mundial foi de 369 milhões de toneladas, sendo 154 milhões de toneladas produzidas pelo Brasil e 13 milhões de toneladas no Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2022).

2.2 MORFOLOGIA E FENOLOGIA DA CULTURA DA SOJA

A soja é uma planta anual, ereta, herbácea, ramificada de reprodução autógama da família Fabaceae do grupo das leguminosas, com um ciclo que pode ter de 90 (mais precoces) a 140 dias (mais tardias), a altura que varia de 30 a 200 cm (Leite, 2016).

Seu sistema radicular é axial, porém é mais caracterizado como difuso, pois a raiz principal é pouco desenvolvida (Sediyama *et al.*, 1985). Nas raízes são encontrados nódulos que são bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que em

simbiose fixa nitrogênio do ar e disponibiliza para a planta em forma de nitrato, recebendo em troca hidratos de carbono (Mascarenhas *et al.*, 2005).

O desenvolvimento da planta inicia a partir do eixo embrionário, logo após a germinação, seu crescimento pode ser determinado, semi determinado ou indeterminado de acordo com cada tipo de cultivar. Durante seu desenvolvimento, a planta apresenta três tipos de folhas: as cotiledonares que são as iniciais, as unifolioladas no início do desenvolvimento e, as trifolioladas surgem logo após as unifolioladas e permanecem até o fim do seu ciclo (Sediyama *et al.*, 1985).

As flores da soja são completas de cor branca ou púrpura (Vernetti e Junior, 2009). Sua floração depende de umidade, temperatura e fotoperíodo, isto é, necessita de um mínimo de horas de escuro para florescer (Rocha, 2009). O fruto da planta é um legume chamado de vagem possui uma coloração que varia entre cinza e amarelo-palha. Apresenta de 2 a 7 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura. A produtividade pode chegar a 400 grãos por planta, com vagens contendo de 1 a 5 grãos, o que pode variar de acordo com a cultivar e condições climáticas. (Müllher, 1981).

2.3 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a ferrugem asiática é uma das doenças recorrentes na soja, considerada a mais severa da cultura, podendo causar 90% de perda na produtividade se não controlada, fato que assusta muitos sojicultores (EMBRAPA, 2023).

Causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, a ferrugem asiática se prolifera de forma mais intensa em condições climáticas com temperaturas abaixo de 30°C e acima dos 15°C sendo as melhores condições ocorrendo entre os 20°C e 25°C. Além da temperatura outros fatores contribuem com o fungo, precipitações e longos períodos com molhamento foliar ocorrendo por toda a safra, dando as condições necessárias para o estabelecimento da infecção que normalmente ocorre em aproximadamente seis horas após a deposição do esporo na planta (Andrade; Andrade, 2002).

A disseminação dos uredosporos da ferrugem asiática entre lavouras, se dá por meio do vento podendo percorrer longas distâncias, causando destruição dos tecidos foliares e reduzindo a atividade fotossintética, além de causar desfolha prematura e redução do ciclo evitando a plena dos grãos, em casos mais severos, no período da formação da vagem, a ferrugem pode abortá-la (Andrade; Andrade, 2002).

2.4 FUNGICIDAS PROTETORES

Diante de agentes causadores de doenças, é necessário adotar o manejo integrado de doenças, incluindo a utilização de fungicidas (Moraes; Sumita, 2022). Aplicações preventivas têm resultado em menores perdas de produtividade (Oliveira, 2004).

McGrath (2016) classifica os fungicidas protetores como moléculas químicas que atuam na germinação de esporos fúngicos e atuam em diversos sítios de ação, sendo denominados de fungicidas multi-sítio. Juliatti (2015) comenta que os fungicidas protetores têm trazido mais sanidade, redução nas formas resistentes, mais qualidade na proteção e mais produtividade às lavouras brasileiras.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Área Experimental do Campus III do Centro Universitário UNIDEAU de Getúlio Vargas/RS. De acordo com Köppen-Geiger a região apresenta clima classificado como subtropical úmido, também encontra-se a uma altitude de aproximadamente 640 metros e apresenta Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013).

O experimento foi em esquema fatorial 2x4, com fatores de cultivar (BRASMAX ATIVA e BRASMAX VÊNUS) e fungicida (Testemunha, Clorotalonil, Mancozeb e Clorotalonil + Mancozeb). Realizou-se 4 repetições, resultando em 32 unidades experimentais de 2,6 m x 3 m cada.

Os tratamentos foram: T1 - Ativa testemunha, T2- Ativa com Mancozeb, T3 - Ativa com Clorotalonil, T4 - Ativa com Mancozeb + Clorotalonil, T5 - Vênus testemunha, T6- Vênus com Mancozeb, T7- Vênus com Clorotalonil e T8- Vênus com Mancozeb + Clorotalonil, distribuídos de acordo com o Quadro 1.

No dia 02 de dezembro realizou-se a semeadura das cultivares em um espaçamento de 45 cm e com estabelecimento final médio de 10 plantas por metro linear.

Quadro 1. Croqui da área

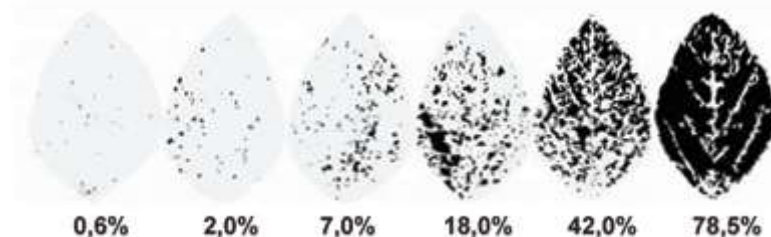
BRASMAX VÊNUS		BRASMAX ATIVA	
T7	T6	T2	T4
T5	T5	T4	T3
T7	T8	T2	T1
T6	T7	T3	T4
T8	T5	T1	T3
T6	T7	T2	T1
T5	T8	T3	T2
T8	T6	T1	T4

Fonte: Autores, 2024

A primeira aplicação em ambas as cultivares foi no florescimento pleno, sendo Mancozeb (750 g/kg) na dose de 3 kg/ha e Clorotalonil (720 g/L) na dose de 3 L/ha. Na área total utilizou-se Clorotraniliprole (200 g/L) com 50 ml/ha de para controle de insetos. A aplicação não apresentou sintomas de fitotoxicidade. Após 18 dias, em estágio R5, a segunda aplicação de fungicida. Com mais um intervalo de 20 dias, realizou-se a terceira aplicação dos fungicidas multi sítios.

A avaliação da severidade da doença foi realizada após 8 dias da última aplicação, com a cultura no estágio R6. Avaliou-se as folhas do terço inferior, terço médio e terço superior, de 1 planta por parcela, por meio da utilização da escala diagramática de severidade (Figura 1).

Figura 1. Escala diagramática de severidade para ferrugem asiática na soja.



Fonte: Godoy *et al.*, 2006.

Para avaliação de produtividade realizou-se a colheita de 1,5m x 2,6m de cada tratamento, ou seja, 3,9m². Utilizou-se uma colheitadeira de experimentos, a qual forneceu os quilos colhidos por cada unidade experimental e após descontado 2,7% de umidade, de acordo com informação também fornecida por ela.

Os dados de severidade e produtividade foram submetidos à análise de variância com posterior comparação de médias com Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, através do programa estatístico Assisat.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve incidência de ferrugem em todos os tratamentos e em ambas as cultivares, porém com severidades diferentes (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Incidência de ferrugem na cultivar BRASMAX ATIVA, com seus respectivos tratamentos.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 3. Incidência de ferrugem na cultivar BRASMAX VÊNUS, com seus respectivos tratamentos.



Fonte: Autores, 2024.

De acordo com a avaliação de severidade do terço inferior da planta, a interação entre fatores não foi significativa. Entre as cultivares, não houve diferença quanto à severidade da doença. Quanto à fungicidas (Tabela 1), a soja sem aplicação de fungicida se diferiu com a maior severidade de ferrugem.

Tabela 1. Severidade da doença no terço inferior da planta em relação aos fungicidas.

Fungicidas	Severidade (%)
SEM FUNGICIDA	97,5 a
CLOROTALONIL	31,2 b
MANCOZEB	21,2 b
CLOROTALONIL + MANCOZEB	37,5 b
CV %	17,2 %

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

Na avaliação da severidade do terço médio da planta houve interação entre fatores. De acordo com a Tabela 2, a cultivar BRASMAX VÊNUS sem aplicação de fungicida apresentou a maior severidade de ferrugem asiática entre os fungicidas e em relação à testemunha de BRASMAX ATIVA.

Os fungicidas aplicados, Clorotalonil, Mancozeb e Clorotalonil + Mancozeb, para ambas as cultivares apresentaram menor severidade da doença quando comparados à testemunha.

Tabela 2. Severidade da doença (%) no terço médio da planta.

Cultivares	Fungicidas			
	Testemunha	Clorotalonil	Mancozeb	Clorotalonil + Mancozeb
BRASMAX ATIVA	52,5 bA*	25 aBC	17,5 aC	35 aB
BRASMAX VÊNUS	92,5 aA	6 bB	10 aB	9 b B
CV %				14,9%

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Coluna= classificada com letras minúsculas; Linha= classificada com letras maiúsculas.

Fonte: Autores, 2024.

A avaliação de severidade do terço superior da planta também apresentou significância entre fatores (Tabela 3). O tratamento sem aplicação de fungicida (testemunha), na cultivar Ativa e Vênus, juntamente com o tratamento de Clorotalonil+Mancozeb em Ativa, apresentaram maiores níveis de severidade da ferrugem asiática. Já a cultivar Vênus com a aplicação da mistura de Clorotalonil+Mancozeb apresentou apenas 4,5% de severidade da doença.

Tabela 3. Severidade da doença (%) no terço superior da planta.

Cultivares	Fungicidas			
	Testemunha	Clorotalonil	Mancozeb	Clorotalonil+ Mancozeb
BRASMAX ATIVA	20 aA*	5,5 aB	6 aB	30 aA
BRASMAX VÊNUS	27 aA	2,75 aB	11,5 aB	4,5 bB
CV%				27,8%

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Coluna= classificada com letras minúsculas; Linha= classificada com letras maiúsculas.

Fonte: Autores, 2024.

De acordo com o Teste de Tukey avaliando os dados de produtividade (Tabela 4), a interação entre o fator fungicida e cultivares não foi significativa.

No fator cultivares, BRASMAX VÊNUS se destacou na produtividade comparada a BRASMAX ATIVA.

Tabela 4. Comparação de médias de produtividade das cultivares.

Cultivares	Sacas/ha
BRASMAX ATIVA	55 b*
BRASMAX VÊNUS	67 a
CV %	18,8 %

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores, 2024.

Quando avaliado o fator fungicida (Tabela 5), a soja que recebeu a aplicação de Clorotalonil e a mistura de Clorotalonil + Mancozeb apresentou maior média de produtividade comparada a testemunha sem fungicida.

Tabela 5. Comparação de médias de produtividade do fator fungicida.

Fungicidas	Sacas/ha
TESTEMUNHA	48,7 b
MANCOZEB	61,5 ab
CLOROTALONIL	68,8 a
CLOROTALONIL + MANCOZEB	66,6 a
CV %	18,8 %

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores.

5 CONCLUSÃO

O uso de fungicidas multissítios permitiu uma menor severidade da doença em relação à testemunha. No fator cultivares, BRASMAX VÊNUS se destacou na produtividade comparada a BRASMAX ATIVA. Quanto à fungicidas, a aplicação de Clorotalonil e a mistura de Mancozeb+Clorotalonil apresentaram produtividades superiores à testemunha.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D.F. A. A. 2002. **Ferrugem Asiática**: uma Ameaça à Sojicultura Brasileira. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38750/1/CT200311.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.
- CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira. Grãos –10º levantamento 2022**. CONAB: Brasília. 2022. 88p.
- CORREA, F.S. *et al.* Produtividade de cultivares de soja em sequeiro no município de Perdizes, MG. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 14, n. 25, p. 1064-1071, 2017.
- COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, p. 4, 2000.
- D'UTRA, G. **Soja. J. do Agricultor**. Rio de Janeiro, 1882. Ano IV, Tomo VII. p. 185-188.
- EMBRAPA. **Ferrugem-asiática da soja | Manejo e prevenção**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/ferrugem>. Acesso em: 10 fev. 2024.
- EMBRAPA. **Dados econômicos - Embrapa Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília-DF: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. **Ames**: Iowa State University of Science and Technology, p. 11, 1977. (Special Report, 80)
- GODOY, Claudia V.; KOGA, Lucimara J.; CANTERI, Marcelo G. Diagrammatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p. 63-68, 2006.
- JULIATTI, F. C. Tendência: Fungicidas protetores voltam às lavouras. **Campo & Negócios**, v.2015, n.2, p. 54-55, 2015.
- LEITE, W. S. **Seleção de genótipos de soja portadora ou não do gene RR por meio de análise multivariada e desempenho agrônomo**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, 77p. 2016.
- MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; WUTKE, E. B.; KIKUTI, H.

Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. **O Agrônomo**. Campinas, v. 1, n. 57, 2005.

MORAES, Rafael Bomediano De; SUMITA, Rodrigo Akio Ghidini. 2022.

Fungicidas biológico e químicos no controle de doenças na soja.

Disponível em:

https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/5232/1/RafaelBomedianodeMoraes_RodrigoAkioGhidiniSumita.pdf. Acesso em: 23 mar. 2024.

MORSE, W.J. History of soybean production. In: MARKLEY, K. S.

Soybeans and soybean products. New York, Interscience. 1950. p.3-59.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. 1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 65-104, 1981.

OLIVEIRA, S.H.F. **Época de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática** (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29 Supl. p. 295, 2004.

ROCHA, A. A. Sojicultor de Mato Grosso esvazia o bolso para financiar safra 2008/09. **Valor Econômico**, Agronegócio, 2009.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. Botânica, descrição da planta e cruzamentos artificial. In: **Cultura da Soja** – I parte. Viçosa: UFV, p. 5-6, 1985.

VERNETTI, F. J.; JUNIOR, F. J. V. **Genética da soja: caracteres quantitativos e diversidade genética**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 221, 2009.