



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## MONITAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO E DA OCORRÊNCIA DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES EM SOJA NO MATO GROSSO

**Henrique Debiasi<sup>(1)</sup>; Moacir Tuzzin de Moraes<sup>(2)</sup>; Julio Cezar Franchini<sup>(1)</sup>; Waldir Pereira Dias<sup>(1)</sup>; João Flávio Veloso Silva<sup>(3)</sup>; Luiz Nery Ribas<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador A, Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, Distrito de Warta, Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina/PR. E-mail: debiasi@cnpsa.embrapa.br. <sup>(2)</sup> Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, RS <sup>(3)</sup> Pesquisador A, Embrapa Agrossilvopastoril, Avenida dos Jacarandás, 2639, CEP 78550-000, Sinop/MT. <sup>(4)</sup> Gerente técnico, Associação dos Produtores de Soja do Estado de Mato Grosso (Aprosoja/MT), Rua B s/n esquina com Rua 2, Edifício da FAMATO, CPA, CEP 78.049-908, Cuiabá/MT.

**Resumo** – Recentemente, os nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) têm causado danos econômicos elevados e crescentes na cultura da soja no Brasil, especialmente na região Centro-Oeste. Com o objetivo de determinar a relação de alguns atributos químicos de solo com a população e os danos ocasionados por *P. brachyurus* em soja na safra 2009/2010, amostras de solo foram coletadas dentro e fora das reboleiras de plantas de soja com redução de altura devido ao ataque do nematoide, nas camadas de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m, em oito lavouras localizadas em diferentes regiões do Mato Grosso. A intensidade dos sintomas não dependeu apenas da população de *P. brachyurus*, tendo em vista que a mesma foi maior nas reboleiras em apenas duas das oito lavouras amostradas. Na maioria das áreas amostradas, o pH em CaCl<sub>2</sub>, a saturação por bases e os teores de C orgânico, Ca e Mg na camada de 0,0-0,1 m foram menores nas reboleiras do que no restante da área. Esse comportamento se repetiu na camada de 0,1-0,2 m para a saturação por bases e para os teores de Ca e Mg. Em ambas as camadas, a maior parte das lavouras avaliadas apresentou maiores teores de Al nas reboleiras. Não houve correlação significativa entre a população de *P. brachyurus* e os atributos químicos avaliados. Assim, o correto manejo da acidez do solo e parâmetros relacionados apresenta potencial para reduzir os danos de *P. brachyurus* em soja, por aumentar a resistência da cultura ao nematoide.

**Palavras-Chave:** *Pratylenchus brachyurus*; acidez do solo; cálcio; magnésio; alumínio.

### INTRODUÇÃO

Recentemente, os nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) têm causado danos econômicos elevados e crescentes na cultura da soja no Brasil, especialmente na região Centro-Oeste. No Brasil, há relatos de inúmeros produtores apontando reduções de até 30% na produtividade da soja em áreas com altas populações desse nematoide (Dias et al., 2010). São nematoides endoparasitas migradores e polípagos (Ferraz & Monteiro, 1995), que apresentam ampla disseminação na região Central do Brasil (Ribeiro et al., 2010).

A intensidade dos danos ocasionados por nematoides e outros patógenos depende da interação entre o hospedeiro, o patógeno e o ambiente. Fatores ambientais podem alterar a intensidade dos sintomas de *P. brachyurus* em soja, por influenciarem tanto a predisposição das plantas à doença, quanto a sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução do patógeno (Bergamin Filho, 1995). No caso de *P. brachyurus*, sabe-se que a intensidade dos sintomas é maior em solos arenosos e em plantas sob estresse hídrico (Dias et al., 2010), comprovando a existência de uma relação entre os danos ocasionados pelo nematoide e o ambiente. Assim, é possível que a população e os danos de *P. brachyurus* em soja sejam influenciados por atributos químicos do solo, como o pH, a disponibilidade de nutrientes e os teores de alumínio e matéria orgânica. O conhecimento dessas relações é importante, servindo como subsídio para a definição de práticas de manejo que minimizem os prejuízos ocasionados pelo nematoide.

O objetivo deste trabalho foi determinar a relação entre alguns atributos químicos de solo e a população e os danos ocasionados por *P. brachyurus* à soja.

### MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2009/2010, foram selecionadas oito lavouras de soja apresentando sintomas de ataque de *P. brachyurus*, localizadas no Mato Grosso, sendo três na região médio-norte [duas no município de Sinop (P1 e P2) e uma em Vera (P3)], duas na região oeste [uma no município de Campos de Júlio (P4) e uma em Sapezal (P5)] e três na região leste, no município de Querência (P6, P7 e P8).

Em cada lavoura, coletou-se dez amostras de solo nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2; e 0,0-0,2 m. Destas, cinco amostras foram coletadas em regiões onde a soja apresentava redução de altura em relação ao restante da área (reboleiras), que se constituiu, em conjunto com a presença de lesões escuras nas raízes, nos principais sintomas do ataque de *P. brachyurus*. As outras cinco amostras foram extraídas em regiões da lavoura localizadas fora das reboleiras. Cada amostra de solo foi composta por dez subamostras. Nos mesmos locais, foram coletadas ainda dez amostras de raízes de soja (cinco na reboleira e cinco fora da reboleira), cada uma constituída pelo sistema radicular de dez plantas. Para quantificar a magnitude dos danos ocasionados por *P. brachyurus*, avaliou-se a altura de 50 plantas de soja dentro e fora da reboleira. No

momento das amostragens, a soja encontrava-se nos estádios R4 (vagem completamente formada) a R5 (enchimento de grãos) em todas as lavouras avaliadas.

As amostras de solo das camadas de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m foram utilizadas para a determinação de alguns atributos químicos do solo (pH em CaCl<sub>2</sub>, a acidez potencial e teores de Al, Ca, Mg, K, P e matéria orgânica) e da textura (teores de argila, silte e areia), segundo metodologia da Embrapa (1997). A população de nematoides nas raízes de soja foi determinada conforme metodologia de Coolen & D'Herde (1972). A população de nematoides no solo foi avaliada por meio do bioensaio, que consiste na contagem do número de nematoides presentes nas raízes das plantas de soja após 60 dias de cultivo em casa de vegetação, em vasos contendo 1 kg de solo coletado no campo. Neste trabalho, a partir de cada amostra de solo coletada na camada de 0,0-0,2 m, montou-se dois vasos, sendo um cultivado com soja cultivar TMG 115 RR e outro, com a cultivar BRSGO Chapadões, totalizando 20 vasos por lavoura de soja monitorada. A extração e contagem dos nematoides foram realizadas pelo método de Coolen & D'Herde (1972).

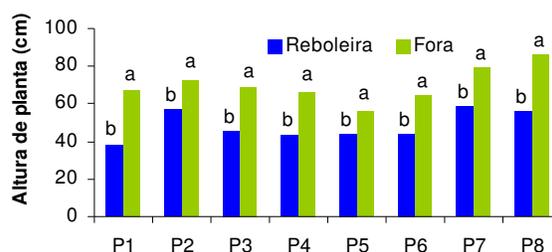
A comparação estatística dos valores de cada variável, obtidos dentro e fora da reboleira, foi realizada em separado para cada área, por meio do teste t de Student a 5% de probabilidade de erro. A correlação (Pearson) entre a população de nematoides e os atributos químicos também foi por meio do programa Microsoft Excel®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

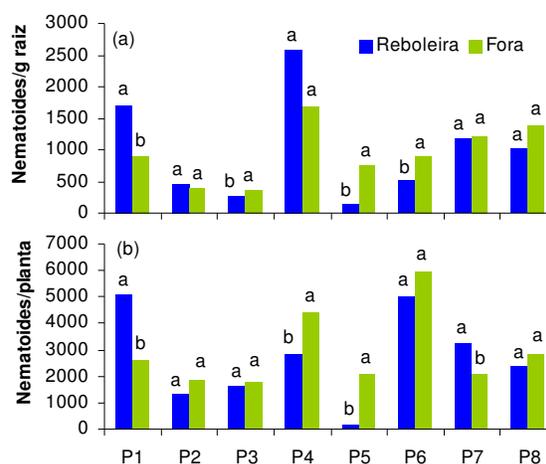
Todas as lavouras amostradas apresentaram reboleiras de plantas de soja caracterizadas por uma redução significativa de altura (Figura 1), evidenciando a existência de áreas onde os sintomas ocasionados por *P. brachyurus* foram mais intensos. No entanto, das oito lavouras amostradas, em apenas uma (P1) a população de *P. brachyurus* nas raízes de soja foi maior nas reboleiras (Figura 2a). Nas demais lavouras, a população do nematoide foi igual (P2, P4, P7 e P8) ou maior (P3, P5 e P6) fora das reboleiras. Da mesma forma, a população média de *P. brachyurus* em plantas de soja (cultivares TMG 115 RR e BRSGO Chapadões), determinada por meio do bioensaio, foi significativamente maior nas reboleiras somente nas lavouras P1 e P7 (Figura 2b). Nas outras áreas, o número de nematoides por planta de soja no bioensaio foi igual (P2, P3, P6 e P8) ou maior (P4 e P5) fora das reboleiras. Esses resultados sugerem que a população não é o único fator que determina a intensidade dos sintomas ocasionados por *P. brachyurus* à soja. Assim, fatores ambientais, como os relacionados aos atributos de solo, podem estar influenciando a tolerância da soja ao ataque do nematoide.

Dias et al. (2010) afirmam que os danos de *P. brachyurus* variam em função do teor de argila do solo, sendo maiores em solos arenosos. No presente estudo, a intensidade dos sintomas não pode ser relacionada ao teor de argila, uma vez que os valores deste atributo na camada de 0,0-0,2 m foram similares dentro e fora das reboleiras, equivalendo, em média, a 175; 231; 245;

118; 104; 110; 156; e 311 g kg<sup>-1</sup> nas áreas P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8, respectivamente.



**Figura 1.** Altura de planta da soja, dentro e fora das reboleiras de plantas com redução de altura causada por *Pratylenchus brachyurus*, em oito áreas de soja no Mato Grosso. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada área monitorada, não diferem significativamente pelo teste t ( $p < 0,05$ ).

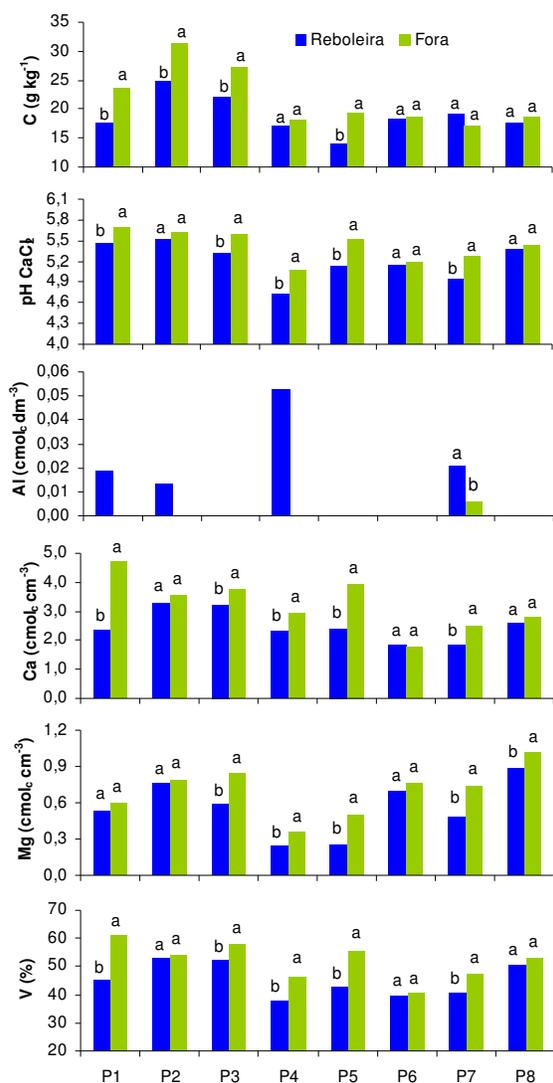


**Figura 2.** Número de nematoides (*Pratylenchus brachyurus*) por grama de raiz de soja no campo (a), e por planta de soja no bioensaio (b), dentro e fora das reboleiras de plantas com redução de altura causada pelo nematoide, em oito áreas de soja no Mato Grosso. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada área, não diferem significativamente pelo teste t ( $p < 0,05$ ).

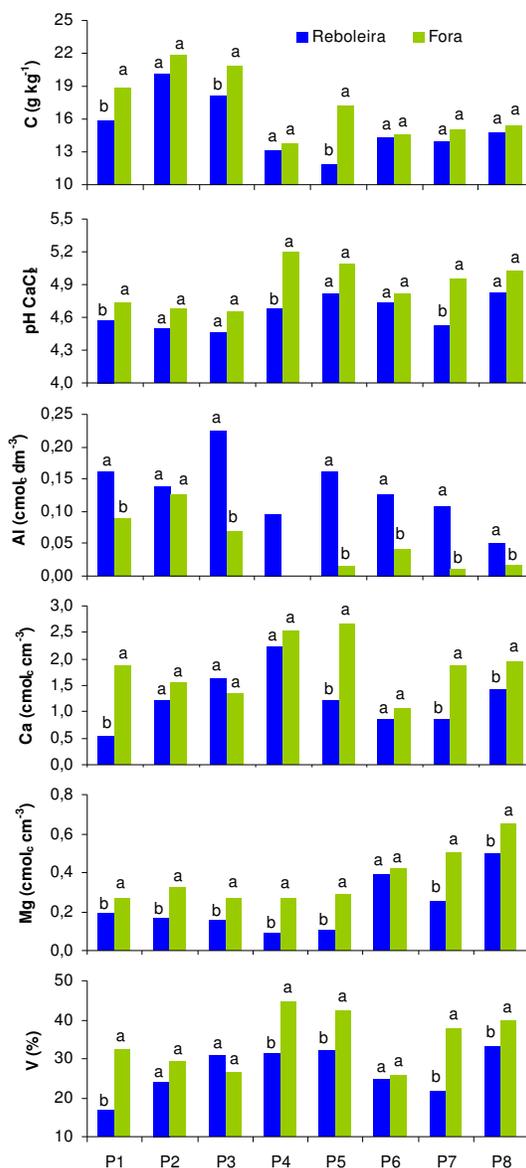
Por outro lado, os dados obtidos neste trabalho evidenciam a existência de uma relação entre a intensidade dos sintomas causados por *P. brachyurus* e alguns atributos químicos do solo. Em primeiro lugar, nota-se que o teor de C do solo foi menor nas reboleiras em quatro lavouras de soja na camada de 0,0-0,1 m (Figura 3), e em três lavouras na camada de 0,1-0,2 m (Figura 4). Isso evidencia que a matéria orgânica do solo (MOS), ao melhorar a qualidade física, química e biológica do solo, contribui para tornar as plantas de soja menos suscetíveis aos nematoides, principalmente pelo melhor desenvolvimento radicular e pela nutrição mineral equilibrada. Portanto, práticas de manejo do solo que resultem no aumento da MOS podem reduzir os danos à soja causados por *P. brachyurus*.

Ainda conforme a Figura 3, cinco das oito lavouras de soja avaliadas apresentaram menores valores de pH em CaCl<sub>2</sub>, saturação por bases (V) e teores de Ca e Mg no solo coletado das reboleiras na camada de 0,0-0,1 m. Da mesma forma, os teores de Al na camada de 0,0-0,1 m foram

maiores nas reboleiras em quatro lavouras. Resultados similares foram observados na camada de 0,1-0,2 m (Figura 4). Nessa camada, a saturação por bases, o pH em  $\text{CaCl}_2$  e os teores de Ca e Mg foram significativamente maiores nas regiões localizadas fora das reboleiras em cinco, três, quatro e sete lavouras, respectivamente. Adicionalmente, sete das oito áreas avaliadas apresentaram teores de Al na camada de 0,1-0,2 m significativamente mais elevados nas reboleiras (Figura 4). Já os teores de P e K, em ambas as camadas, não variaram em função da posição de coleta de amostras (dados não apresentados). Portanto, é possível inferir que a acidez do solo e os efeitos da mesma sobre a disponibilidade de Ca e Mg e sobre o teor de Al aumentam a intensidade dos sintomas ocasionados à soja pelo nematoide das lesões radiculares.



**Figura 3.** Atributos químicos do solo na camada de 0,0-0,1 m, dentro e fora das reboleiras de plantas com redução de altura ocasionada por *Pratylenchus brachyurus*, em oito áreas de soja no Mato Grosso. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada área monitorada, não diferem significativamente pelo teste t ( $p < 0,05$ ).



**Figura 4.** Atributos químicos do solo na camada de 0,1-0,2 m, dentro e fora das reboleiras de plantas com redução de altura causada por *Pratylenchus brachyurus*, em oito áreas de soja no Mato Grosso. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada área amostrada, não diferem significativamente pelo teste t ( $p < 0,05$ ).

A presença de Ca no ambiente de crescimento das raízes é essencial, uma vez que esse nutriente não se transloca da parte aérea para as raízes em crescimento. Já o Al pode reduzir a taxa de crescimento das raízes, interferindo na absorção de água e nutrientes pelas plantas (Silva et al., 2005). Assim, os menores teores de Ca e as maiores concentrações de Al nas reboleiras podem estar associados à redução do crescimento radicular da soja, o que, para uma mesma população de *P. brachyurus*, implica no aumento dos danos ocasionados às raízes e, conseqüentemente, à parte aérea das plantas. Além disso, quando o desenvolvimento radicular é prejudicado, a soja torna-se mais sensível à seca, o que também favorece os danos de *P. brachyurus* (Dias et al., 2010). A relação

desses elementos com a intensidade dos sintomas de *P. brachyurus* é mais evidente na camada de 0,1-0,2 m, onde se observa os maiores teores de Al, particularmente nas reboleiras. Além disso, nessa camada, os teores de Ca nas reboleiras, à exceção da P4, são inferiores ao considerado crítico à soja (Tecnologias..., 2010). É importante destacar ainda que a saturação da CTC por Ca na camada de 0,1-0,2 m (dados não apresentados), em média, equivaleram a 19,7% e 27,8% dentro e fora das reboleiras, respectivamente. Esses valores se enquadram nos níveis “Baixo” e “Médio” de interpretação, respectivamente (Tecnologias..., 2010).

Além de compor a molécula da clorofila, o Mg atua como cofator de várias enzimas, particularmente as envolvidas nas reações de fosforilação, sendo fundamental para a fotossíntese, respiração, síntese de compostos orgânicos, absorção iônica e trabalho mecânico executado pela planta (Malavolta, 1980). Embora seja um nutriente móvel na planta, a presença de Mg no ambiente radicular tem sido relacionada ao aumento na elongação das raízes (Silva et al., 2005). Portanto, a menor disponibilidade de Mg nas reboleiras pode resultar em plantas debilitadas e com menor desenvolvimento radicular, mais suscetíveis aos danos de *P. brachyurus*. A possível relação entre o Mg e a intensidade dos sintomas de *P. brachyurus* é respaldada pelo fato de os teores deste nutriente em todas as lavouras e camadas amostradas (Figuras 3 e 4), com exceção da área P8 na camada de 0,0-0,1 m, terem sido inferiores a  $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , valor considerado crítico à soja (Tecnologias..., 2011). Da mesma forma, a saturação da CTC por Mg (dados não apresentados) foi, na média das lavouras amostradas, de 7,2 e 3,8% nas reboleiras e 8,3 e 5,7% fora das reboleiras nas camadas de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente. Esses valores se enquadram no nível “Baixo” de interpretação para a soja (Tecnologias..., 2011).

Em todas as áreas amostradas, a saturação por bases na camada de 0,1-0,2 m, tanto dentro quanto fora das reboleiras, foi inferior a 50% (Figura 4), valor considerado ideal para os solos predominantes na região central do Brasil (Tecnologias..., 2011). A situação é mais preocupante no caso das reboleiras, onde os valores de saturação por base foram inferiores a 35% em todas as lavouras de soja avaliadas. Esse fato se constitui em mais um indicador de que a acidez do solo, especialmente na camada de 0,1-0,2 m, pode estar envolvida no aumento dos danos ocasionados por *P. brachyurus* em plantas de soja.

Os resultados deste trabalho indicam que o manejo inadequado da acidez do solo, relacionado à dose incorreta e má distribuição do calcário, bem como à falta de correção da acidez subsuperficial antes da

implantação do sistema plantio direto, pode contribuir para o agravamento dos prejuízos ocasionados pelo nematoide das lesões radiculares. No entanto, é importante salientar que a população de *P. brachyurus* não se correlacionou de modo significativo com nenhum dos atributos químicos avaliados ( $p < 0,05$ ), em ambas as camadas. Assim, aparentemente, o manejo correto da acidez do solo não diminuiu a população de *P. brachyurus*, mas contribuiu para reduzir a intensidade dos sintomas ocasionados pelo nematoide, por aumentar a tolerância das plantas de soja.

## CONCLUSÕES

1. A intensidade dos sintomas de *P. brachyurus* em plantas de soja é maior na presença de Al e teores de Ca e Mg abaixo do nível crítico.

2. A população de *P. brachyurus* não está relacionada com os atributos químicos do solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Apoio à Cultura da Soja (FACS), pelo financiamento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia: conceitos e benefícios. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 540-553.
- COOLEN, W. A. & D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Gent: State Agricultural Research Center, 1972. 77 p.
- DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematoides. In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. (Ed.) **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 173-206.
- EMBRAPA. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.
- FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematoides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 168-201.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J. M. **Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso**. Rondonópolis: Fundação MT, 2010. p. 289-296. (Boletim de Pesquisa de Soja 2010).
- SILVA, I. R.; FERRUFINO, A.; SANZONOWICZ, C.; SMYTH, T. J.; ISRAEL, D. W.; CARTER JÚNIOR, T. E. Interactions between magnesium, calcium, and aluminum on soybean root elongation. R. Bras. Ci. Solo, 29:747-754, 2005.
- TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA – REGIÃO CENTRAL DO BRASIL 2011. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 14).