

Morte de plântulas de soja provocada pelo excesso de umidade e falta de aeração do solo





REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Roberto Rodrigues

Ministro

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

José Amauri Dimarzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Luiz Fernando Rigato Vasconcellos

Membros

Mauro Motta Durante

Secretário Geral

DIRETORIA-EXECUTIVA DA EMBRAPA

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Diretores

EMBRAPA SOJA

Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni

Chefe Geral

João Flávio Veloso Silva

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Norman Neumaier

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

Heveraldo Camargo Mello

Chefe Adjunto de Administração

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:

Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja

Caixa Postal 231 - CEP 86 001-970

Telefone (43) 3371 6000 Fax (43) 3371 6100 Londrina, PR

e-mail: sac@cnpso.embrapa.br

As informações contidas neste documento somente poderão ser reproduzidas com a autorização expressa do Comitê de Publicações da Embrapa Soja



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1516-781X
Outubro, 2004*

Documentos239

Morte de Plântulas de Soja Provocada pelo Excesso de Umidade e Falta de Aeração do Solo

Eleno Torres
Álvaro Manoel Rodrigues Almeida
Odilon Ferreira Saraiva
Ademir Assis Henning
Julio César Franchini
Paulo Roberto Galerani
Léo Pires Ferreira

Londrina, PR
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral

Caixa Postal 231

86001-970 - Londrina, PR

Fone: (43) 3371-6000

Fax: 3371-6100

Home page: <http://www.cnpso.embrapa.br>

e-mail (sac): sac@cnpso.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *João Flávio Veloso Silva*
Secretária executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*
Membros: *Clara Beatriz Hoffmann-Campo*
George Gardner Brown
Waldir Pereira Dias
Ivan Carlos Corso
Décio Luis Gazzoni
Manoel Carlos Basso
Geraldo Estevam de Souza Carneiro
Léo Pires Ferreira
Supervisor editorial: *Odilon Ferreira Saraiva*
Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*
Capa: *Danilo Estevão*

1ª Edição

1ª impressão 10/2004 - tiragem: 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Morte de plântulas de soja provocada pelo excesso de umidade e falta de aeração do solo / Eleno Torres ... [et al.]. – Londrina: Embrapa Soja, 2004.

31p. ; il. color. ; 21cm. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.239).

1.Soja-Dano. I.Torres, Eleno. II.Almeida, Álvaro Manoel Rodrigues. III.Saraiva, Odilon Ferreira. IV.Henning, Ademir Assis. V.Franchini, Julio César. VI.Galerani, Paulo Roberto. VII.Ferreira, Léo Pires. VIII.Série.

633.3491

Autores

Eleno Torres

Engenheiro Agrônomo, M.Sc.

Manejo de Solos

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral

Caixa Postal 231

CEP 86001-970 - Londrina, PR

Fone: (43) 3371-6217 - Fax: 3371-6100

eleno@cnpso.embrapa.br

Álvaro Manoel Rodrigues Almeida

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Fitopatologia

Embrapa Soja

Fone: (43) 3371-6256

amra@cnpso.embrapa.br

Odilon Ferreira Saraiva

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Manejo de Solos

Embrapa Soja

Fone: (43) 3371-6201

odilon@cnpso.embrapa.br

Ademir Assis Henning

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Fitopatologia

Embrapa Soja

Fone: (43) 3371-6261

henning@cnpso.embrapa.br

Julio César Franchini

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Manejo de Solos

Embrapa Soja

Fone: (43) 3371-6233

franchin@cnpso.embrapa.br

Paulo Roberto Galerani

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Manejo de Solos

Embrapa Soja

Fone: (43) 3371-6232

galerani@cnpso.embrapa.br

Léo Pires Ferreira

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Fitopatologia

Embrapa Soja

Fone: (43) 3371-6267

leo@cnpso.embrapa.br

Apresentação

A Embrapa Soja, através desta publicação, alerta sobre uma ocorrência que tem sido detectada nas últimas safras agrícolas, em muitas áreas cultivadas com soja. Tem sido observado um alto índice de mortalidade de plântulas, principalmente quando as fases de germinação e emergência da cultura coincidem com longos períodos de chuvas intensas e intermitentes com encharcamento do solo.

Foram visitadas várias lavouras e realizados diagnósticos sobre a ocorrência do problema, na busca de sua solução. As maiores incidências dessa mortalidade de plântulas aconteceram nas regiões norte e oeste do Estado do Paraná e no sul do Estado de São Paulo, em solos originados do basalto, obrigando, em alguns casos, a três ressemeaduras.

A Embrapa Soja espera, assim, estar cumprindo a sua missão, devido a gravidade do problema, e, desse modo, trazer informações que auxiliem em procedimentos de cultivo da soja nas áreas afetadas e, com isso, diminuir riscos de novas perdas.

João Flávio Veloso da Silva

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

Sumário

Resumo	9
Abstract	10
Introdução	11
Sintomas do problema nas plântulas de soja	12
Características de solo, manejo e cultivo das áreas onde ocorreu o problema	13
Possíveis causas do problema	18
Influência do ano na incidência da morte de plântulas	19
Descrição de casos: propriedades que apresentaram o problema	19
Resultado das tentativas de soluções frente ao problema	26
Tratamento de semente resolve o problema?	27
Considerações e indicações para diminuir o problema	28
Referências bibliográficas	30

Morte de plântulas de soja provocada pelo excesso de umidade e falta de aeração do solo

Eleno Torres, Álvaro Manoel Rodrigues Almeida, Odilon Ferreira Saraiva, Ademir Assis Henning; Julio César Franchini, Paulo Roberto Galerani, Léo Pires Ferreira

Resumo

O presente trabalho, de caráter exploratório, foi motivado pelo fato de que nas últimas safras agrícolas, em muitas áreas cultivadas com soja, ocorreu um alto índice de mortalidade de plântulas de soja que, inicialmente apresentavam lesão na extremidade da raiz principal, seguida por infecção causada por fungos normalmente encontrados no solo.

Em avaliações preliminares, constatou-se que a maior incidência de morte de plântulas ocorreu principalmente nos solos de menor profundidade efetiva originados do basalto, pois, aproximadamente 70% dos problemas ocorreram nas terras roxas (nitossolos) e nos cambissolos e litossolos (neossolos). Somente 30% das ocorrências foram verificadas nos latossolos que são solos bem desenvolvidos, profundos e apresentam boa drenagem. Além dessas características de solo favoráveis à morte de plântulas, o relevo bastante ondulado e o manejo inadequado dessas áreas, com uso intensivo de implementos nos últimos 20 anos, podem também favorecer morte de plântulas.

São também descritos nesse documento os sintomas da morte de plântulas, a caracterização e manejo dos solos, além do manejo da cultura de soja como causas prováveis do problema. A influência do ano, bem como alguns estudos de caso em propriedades onde apareceu a morte de plântulas e as estratégias para enfrentar a situação são também consideradas nesse documento.

Como a maioria das informações foi obtida empiricamente, a partir de observações de ocorrência a campo, não foi possível gerar informações conclusivas, mas somente aquelas que ajudam na tomada de decisão de como melhorar a tecnologia de cultivo da soja nas áreas afetadas pelo problema e, com isso, diminuir os riscos de novas perdas.

Abstract

Death of soybean seedlings caused by excess of moisture and low soil aeration

This document discusses the possible reasons of the severity of death of soybean seedlings (DSS) which has been observed in many soybean cultivated areas. Initially, the soybean seedlings showed a lesion in the tip of the main root, followed by infection and death caused by soil born fungi.

Initial evaluation indicated higher incidence of DSS when the crop was planted in shallow soils and when these soils are originated from basalt. Approximately, 70% of the DSS occurred in "nitossolos" and in "cambissolo" and "litossolo" ("neossolos"). Only 30% of the DSS were in "latossols", which are well developed soils, deep and with good permeability. Besides these soil characteristics favorable to the occurrence of DSS, a hilly topography and a poor management of these soils with frequent utilization of implements breaking the soil structure, in the last 20 years, may be also favorable to DSS.

The symptoms of DSS on the soybean seedlings are described in this document, as well as the characterization and the management of the soils, and the crop management as possible causes of the problem. The influence of year (climate) on the appearance of DSS, some case studies of farms where the DSS occurred and the strategies to overcome the situation are as well considered in the discussion of this document.

The majority of the information about DSS was collected from empiric observation in the field, therefore, the recommendations to avoid DSS are not conclusive. The recommendations were listed only to help the decision to be taken and to improve the management of soybean crop in areas affected by DSS and, consequently, decrease the risk of future losses.

Introdução

Nas últimas safras agrícolas, em muitas áreas cultivadas com soja, foi observado um alto índice de mortalidade de plântulas, principalmente, quando as fases de germinação e emergência da cultura coincidiram com longos períodos de chuvas intensas e intermitentes que encharcavam o solo, diminuindo drasticamente sua aeração. As plântulas de soja inicialmente apresentavam lesão na extremidade da raiz principal que era seguida por infecção causada por fungos normalmente encontrados no solo. O dano comprometia parcialmente ou toda a raiz, fazendo com que as plantas de soja morressem ou apresentassem menor desenvolvimento, originando, com isso, lavouras com grande quantidade de falhas de plantas, portanto, sem os padrões corretos de uniformidade e população de plantas. Esse fato gerou grandes preocupações porque obrigou os agricultores, em diversas oportunidades, a semear novamente suas lavouras, acumulando novas despesas com a aquisição de sementes, operações de cultivo e redução de produtividade causada pelo atraso da época de semeadura.

O problema de morte de plantas foi mais observado nas regiões norte e oeste do Estado do Paraná e no sul do Estado de São Paulo, nos solos originados do basalto, principalmente, nos de menor profundidade efetiva e/ou com horizonte B textural, caracterizando baixa capacidade de drenagem.

Esta publicação não tem o objetivo de esgotar o assunto e de ser definitiva, porque a maioria das informações foi obtida a partir de observações de ocorrência a campo, portanto, sem metodologia científica de investigação que permitisse a realização de uma série de análises e, a partir delas, gerar informações conclusivas. Não tem, também, o caráter de ser uma recomendação, porém, em razão da gravidade do problema, procura trazer informações que ajudem na tomada de decisão de como melhorar a tecnologia de cultivo da soja nas áreas afetadas pelo problema e, com isso, diminuir os riscos de novas perdas.

Sintomas do problema nas plântulas de soja

As plântulas desenvolvidas sob as condições de solo já comentadas apresentavam desenvolvimento reduzido, com murcha e necrose do hipocótilo (Figura 1). Análise mais detalhada dessas plantas mostrava podridão na extremidade da raiz principal. Após essa fase, a maior parte das raízes era infectada por fungos fitopatogênicos normalmente encontrados no solo, especialmente *Fusarium* sp., *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum*. A infecção da raiz e do hipocótilo causava a morte das plântulas, e as que sobreviviam apresentavam redução de desenvolvimento. O nível da gravidade nas lavouras foi variável em função do tipo, da profundidade, do manejo e da umidade do solo, e do grau tolerância das cultivares de soja. Em algumas situações, houve morte quase total das plântulas, exigindo que a lavoura fosse semeada novamente (Figura 2).



FIG. 1. Característica dos primeiros sintomas de danos sofridos pelas raízes de soja.



FIG. 2. Lavoura com o aparecimento do problema “morte de plântulas”. Sobre o terraço, na área melhor drenada, não ocorreu o problema.

Características de solo, manejo e cultivo das áreas onde ocorreu o problema

Solo

Em avaliações preliminares, constatou-se que a maior incidência de morte de plântulas ocorreu principalmente nos solos de menor profundidade efetiva originados do basalto, pois, aproximadamente 70% dos problemas ocorreram nas terras roxas, atualmente classificadas como nitossolos, nos cambissolos e litossolos (neossolos) (Figura 3). Apenas 30% das ocorrências foram verificadas nos latossolos que são solos bem desenvolvidos, profundos e apresentam boa drenagem. Nesses, o problema foi relacionado à compactação causada pelo manejo incorre-

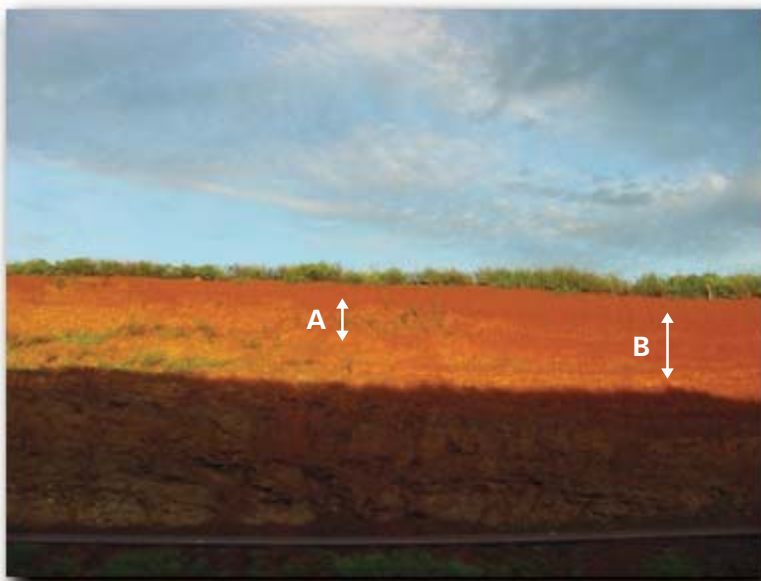


FIG. 3. Variação da profundidade efetiva do solo onde ocorreu o problema de morte de plântulas de soja.

to do solo, ao longo dos anos, devido ao tráfego excessivo e/ou feito com veículos e equipamentos inadequados (pesados, rodas estreitas, etc) e ocorreu, na maioria das vezes, nas áreas de viradouros das curvas (cabeceiras), locais de intenso tráfego, portanto, mais predispostos à compactação.

Nas terras roxas (nitossolos), nos cambissolos e nos litólicos (neossolos) a causa, necessariamente, não foi o manejo do solo, mas esteve muito relacionada com as próprias características de formação desses solos como profundidade efetiva, tipo de argila, estrutura e capacidade de infiltração e drenagem da água. As terras roxas, muitas vezes, podem ter boa profundidade, porém, apresentam na fração argila, argilas também do tipo 2:1, expansivas, diferentemente dos latossolos, nos quais predominam as argilas do tipo 1:1, não expansivas. As argilas 2:1, quando molhadas, tendem a expandir e aumentam de volume. Esse fato, o tipo de estrutura em blocos (Figura 4) e o horizonte B textural



FIG. 4. Característica do tipo de estrutura de um nitossolo (terra roxa).

(horizonte com alto teor de argila, em torno de 80%), quase sempre com alta densidade global e baixa porosidade, diminuem drasticamente a infiltração, a drenagem e a aeração dos solos sob condições de chuvas intensas e intermitentes. Isso tem ocorrido e contrasta com as informações da literatura, de que as terras roxas têm boa permeabilidade e drenagem. Os cambissolos e os neossolos, além do tipo de argila e da estrutura, são solos com características naturais de baixa profundidade efetiva e, portanto, com pouca drenagem.

Manejo do solo e sistema de cultivo

Além das características de solo e do relevo bastante ondulado, o histórico anterior de manejo dessas áreas, nos últimos 20 anos, foi caracterizado pelo uso intensivo de implementos que mobilizam e pulverizam o solo. Primeiramente, eram usados arados de discos e grades pesadas e, mais tarde, escarificadores ou subsoladores para o

preparo primário do solo. Essas operações, seguidas do uso de grade leve para deixar terreno nivelado e pulverizado e assim facilitar as operações de semeadura, provocaram, ao longo dos anos, intensa erosão reduzindo a espessura do horizonte A, os níveis de fertilidade e da matéria orgânica desses solos, tornando-os mais susceptíveis à compactação e, conseqüentemente, aos problemas de infiltração, drenagem e aeração.

Só recentemente, aproximadamente nos últimos oito a dez anos, foi introduzido o Sistema Plantio Direto (SPD). A seqüência de cultivo adotada nessas áreas é baseada, quase que totalmente, na sucessão soja/milho safrinha, portanto, sem a adoção de um sistema ordenado de rotação que possibilite a redução da compactação e da pressão de patógenos radiculares. Para agravar o problema, alguns agricultores usam a grade niveladora para fragmentar a resteva do milho e, posteriormente, facilitar a semeadura da soja. Essa operação de gradagem provoca duas situações indesejáveis: a) aumenta a densidade global e diminui a macroporosidade do solo, que é correlacionada com a porosidade de aeração, reduzindo drasticamente a taxa de difusão de gases no solo (Stepniewski et al., 1994); e, b) a semi-incorporação dos restos de milho no solo acelera a sua decomposição e, com isso, diminui a aeração do solo pelo incremento da respiração microbiana, consumo de O_2 e liberação de CO_2 (Stepniewski et al., 1994). O efeito anaeróbico causa estresse na raiz, tornando-a mais sujeita ao apodrecimento por fungos saprófitas, naturais do solo.

Densidade global do solo

Os problemas mencionados de alta densidade dos solos devido as características de formação e/ou pelas práticas de manejo são conhecidos pelos agricultores. Por isso, nessas áreas, são utilizadas rotineiramente semeadoras dotadas de haste sulcadora (facão), a uma profundidade de 10 - 15 cm, para mobilizar e diminuir a resistência do solo nas linhas de semeadura. No entanto, essa operação não tem sido efetiva para eliminar completamente o problema de falta de drenagem

no solo e a ocorrência de morte de plantas, porque a causa está imediatamente abaixo da camada trabalhada, ou seja, no horizonte B textural e no seu arranjo estrutural que confere alta densidade e baixa permeabilidade aos solos e/ou na baixa profundidade efetiva dos solos. Assim, é comum observar, em algumas propriedades, que, apesar de o solo estar solto na linha de semeadura pelo uso do facão, torna-se rapidamente encharcado com o excesso de chuvas, apresentando plantas mortas ou com danos semelhantes ao das áreas de maior resistência sem o uso do facão.

Relação das características e do manejo do solo com a falta de aeração

Dessa maneira, fica evidente existir a probabilidade de que o fator desencadeador dos primeiros danos nas raízes está associado à deficiência de drenagem e aeração e, conseqüentemente, com a redução dos níveis de oxigênio, tanto do ar como da água do solo. A composição do ar do solo é 20,6% de oxigênio (O_2) e 0,25% de gás carbônico (CO_2), mas esses valores mudam em função da estação do ano (devido à distribuição das chuvas), da profundidade e do tipo perfil do solo, da espécie cultivada, das práticas de manejo e de cultivo, e da atividade biológica do solo. Solos com boa capacidade de infiltração renovam o ar quando a água infiltrada ocupa os poros deslocando o ar e, ao se movimentar no solo, além de liberar o oxigênio presente na água, permite, por difusão, o movimento do oxigênio da atmosfera para o solo. Em razão do ar do solo conter mais CO_2 e menos O_2 que o ar da atmosfera, no processo de difusão no solo, primariamente, acontece movimento do CO_2 do solo para atmosfera e depois o movimento do O_2 da atmosfera para o solo (Baver et al., 1973). Solos com alta densidade, baixa macroporosidade e com baixa capacidade de infiltração faz com que o oxigênio atmosférico se difunda muito vagarosamente, de modo que sua concentração pode cair para valores muito baixo em termos de volume da atmosférica edáfica ou pode simplesmente desaparecer em pouco tempo, criando um meio extremamente redutor devido ao aumento da população anaeróbica no solo (Larcher, 2000).

Possíveis causas do problema

Esse meio menos aeração e redutor pode desencadear várias alterações biológicas e químicas no solo. A população microbiana é alterada, selecionando ou aumentando a virulência de alguns patógenos. Podem ocorrer também reações químicas no solo prejudiciais às plantas, provocando o aparecimento de substâncias ou elementos tóxicos. Essas alterações químicas são as hipóteses mais prováveis para explicar os primeiros danos que ocorrem na extremidade da raiz principal. Na falta de oxigênio no solo, pode ocorrer: a redução do ferro, manganês, cobalto, cobre, zinco e enxofre para formas tóxicas às plantas, a redução da matéria orgânica para álcoois, aldeídos e metano e a redução do nitrato para nitrito, etc (Grable, 1966, Drew e Stolzy, 1996 e Larcher, 2000). E, além disso, pode aumentar no solo a concentração de etanol, ácido abscísico e etileno e dos seus precursores (Larcher, 2000). Na avaliação dos sintomas, foi observado que muitas das plantas de soja afetadas apresentavam epinastia (crescimento das folhas orientado para baixo) e, também, que as raízes afetadas tinham perdido o geotropismo, apresentando crescimento desordenado, muitas vezes até ascendente, devido à lesão ocorrida na região apical da raiz, local de estímulo de orientação para o crescimento radicular.

Em alguns casos a salinidade provocada por altas concentrações de adubo na linha de semeadura, principalmente quando o facão é usado incorretamente e provoca o espelhamento do sulco, também pode ser a causa do dano na raiz.

Depois de estabelecidas, as lesões tornam-se o caminho para a entrada dos patógenos, naturalmente já presentes no solo, em intensidade que variaram em função do manejo do solo e sistema de cultivo (rotação de culturas, pastagem, manejo dos restos de cultivo, etc.). Devido a isso, algumas propriedades agrícolas com solos semelhantes, cultivados com a mesma cultivar de soja, semeada no mesmo dia, apresentaram áreas da lavoura apresentando o problema e outras não. A explicação para isso é que as áreas que apresentavam o problema foram cultivadas anteriormente com soja e as sem problemas, mantidas

sob pastagem ou cultivadas com uma outra espécie perene por vários anos. Outra possível explicação é a natural desuniformidade na distribuição de propágulos no solo, fazendo que ocorram manchas de maior ou menor severidade dentro das lavouras. Esse fato foi observado por Almeida et al. (2001) estudando a distribuição de microesclerócios de *Macrophomina phaseolina*, em solo com semeadura direta e convencional.

Influência do ano na incidência da morte de plântulas

A intensidade da ocorrência da morte de plântulas foi relacionada com a distribuição das chuvas verificadas nos diferentes anos. Naqueles em que as chuvas foram mais intensas, como em 2002/03, a gravidade do problema foi maior, porém, sua intensidade variou com o tipo, a profundidade e o manejo do solo, a época de semeadura e sua relação com o regime hídrico e com a reação das cultivares. Alterações ou interferências em qualquer um desses fatores alteraram a intensidade do problema, conforme pode ser observado no relato do comportamento de lavouras de soja em diferentes propriedades.

Descrição de casos: propriedades que apresentaram o problema

Em todas as três propriedades observadas (Tabela 1) foi constatado que, independentemente do grau de intensidade da mortalidade de plantas, as áreas com ou sem problemas, apresentavam solos com densidade global acima de $1,30 \text{ g.cm}^{-3}$, exceção à propriedade quatro, que apresentava densidade em torno de $1,13 \text{ g.cm}^{-3}$. Essa área teve cultivo distinto do realizado nas demais propriedades da região, sendo que por mais de cinco anos, foi cultivada com cana-de-açúcar, cultura possuidora de um denso sistema radicular e, posteriormente, para anteceder o cultivo da soja o solo foi escarificado. O ideal é

TABELA 1. Densidade global do solo (g.cm^{-3}) observada em quatro propriedades com morte de Plântulas de soja, em três municípios do norte de Paraná.

Profun. (cm)	Propriedade 1 Arapongas				Propriedade 2 Arapongas		Propriedade 3 Sertanópolis		Propriedade 4 Rolê			
	P. alta 1*		P. baixa 2*		Sj. B 4*	Sj. R	Sj. B 5*	Sj. R 5*	Sj. B 6*	Sj. B	I	
	Sj. B	Sj. R	Sj. B 3*	Sj. R 3*								
12	1,34	1,34	1,32	1,40	1,32	1,38	1,32	1,31	1,13	1,29		
20				1,36		1,39						
30				1,27		1,34						
40				1,20		1,22						

1* P. alta. Na topo-seqüência: área localizada na parte alta da propriedade.

2* P. baixa. Na toposeqüência: área localizada na parte baixa da propriedade.

3* Sj B e Sj R – Soja em área de uma mesma curva, Sj B, soja com bom desenvolvimento em área melhor d apresentando alto índice de mortalidade de plântulas em área com vestígios de erosão.

4* Área escarificada no ano anterior - Cultivar CODETEC 206.

5* Sj B, soja, cultivar BRS 133, apresentando baixos níveis de mortalidade de plântulas, e Sj R, soja, cu apresentando altos índice de mortalidade de plântulas. As cultivares BRS 133 e Embrapa 48 foram se diferentes.

6* Soja com bom desenvolvimento em área cultivada anteriormente com cana de açúcar, durante : escarificada.

manter esses solos sempre com densidades inferiores a $1,27 \text{ g.cm}^{-3}$ e macroporosidade acima de 10 %. Isso não é fácil de ser conseguido sem a adoção de um sistema de rotação de culturas que contemple espécies com sistema radicular agressivo e profundo e que, depois de colhidas ou manejadas, deixem o solo coberto por restos de cultivo. Para aumentar a dificuldade, em função das características de formação do solo, da erosão provocada pelos cultivos anteriores que degradavam a matéria orgânica e praticamente o horizonte A e do manejo inadequado atual, esses solos, mesmo sendo escarificados, num curto período de tempo, um ou dois anos, voltam a apresentar as mesmas altas densidades que tinham antes da escarificação. Outro caso que chamou atenção foi que a densidade global nesses solos era elevada até a profundidade de 30 cm no perfil do solo (Tabela 1). O esperado seria que as densidades fossem mais elevadas somente nas profundidades entre 10 e 17 cm.

Na propriedade 1, a maioria das áreas apresentavam solos com profundidade máxima em torno de 1,5 m e relevo com alta declividade, mais de 15 %, portanto, bastante susceptíveis à erosão. A mortalidade das plântulas de soja, cultivar Embrapa 48, foi acentuada em toda área, porém, apresentou variações em função da topo seqüência e da uniformidade da área. Na parte alta da propriedade, de melhor drenagem, a mortalidade de plântulas foi menos intensa do que na parte baixa. Numa mesma curva, tanto na parte alta como na parte baixa da propriedade, nos locais de depressões provocadas pela erosão de anos anteriores, a mortalidade foi maior quando comparada às áreas mais altas não erodidas e com o horizonte A menos comprometido. Também, em razão da profundidade efetiva do solo ser muito variável em distâncias próximas (Figura 3, posições A e B), os locais de solo mais profundo e melhor drenado, muitas vezes, apresentavam menor mortalidade de plântulas em relação às áreas de solo mais raso. A densidade global do solo, independentemente do grau de mortalidade de plântulas, foi elevada, chegando a apresentar valores nas áreas mais erodidas de $1,40 \text{ g.cm}^{-3}$. Nesse local a densidade foi elevada até a profundidade de 30 cm.

Em função do comprometimento da lavoura, a alternativa de solução foi fazer uma nova semeadura, utilizando duas cultivares de soja, a Embrapa 48 e a CODETEC 206. Na área cultivada com Embrapa 48 (Figura 5), houve reincidência do problema, ou seja, praticamente todas as plântulas morreram, enquanto que com a CODETEC 206 (Figura 6), o problema foi menor, mostrando a lavoura com algumas plântulas com dano, porém, com um padrão de lavoura aceitável.

A propriedade 2 apresentava também relevo de alta declividade, porém, essa declividade não era em toda a propriedade. Na área mais alta, de solo mais plano e de maior profundidade, a mortalidade de plântulas, cultivar CODETEC 206, foi menos intensa. Na parte mais baixa, de solo menos profundo e com bastante declive, apresentando



FIG. 5. Área ressemeada com a cultivar EMBRAPA 48, apresentando novamente o problema.



FIG. 6. Área ressemeada com a cultivar CODETEC 206. Melhor emergência de plântulas.

afloramentos localizados com pequenas pedras, a mortalidade de plantas, cultivar BRS 133, foi bastante elevada, comprometendo em torno de 70% da lavoura. A área cultivada com a CODETEC 206, mesmo com algumas plântulas mortas, foi mantida mas a que estava com BRS 133 foi cultivada com milho.

A propriedade 3 apresentava características de relevo e solo semelhantes às das propriedades anteriores. A soja foi semeada em duas etapas. Na primeira, a cultivar BRS 133 foi semeada na parte mais baixa da propriedade. Após, esperou-se em torno de 10 dias para continuar a implantação das curvas próximas, imediatamente acima da área anterior, com outra cultivar, a Embrapa 48. A germinação, a emergência e os primeiros estádios da Embrapa 48 coincidiram com chuvas intensas e intermitentes, fazendo com que praticamente toda lavoura fosse afetada pelo problema. Somente as linhas semeadas sobre as curvas de níveis apresentaram menor mortalidade de plântulas (Figura 2); entretanto a BRS 133, semeada logo abaixo, praticamente não apresentou o problema. Comparando as duas áreas, verificou-se

bastante semelhança entre o tipo e as densidades do solo. A densidade global na área de baixa mortalidade de plântulas (BRS-133) era de $1,31 \text{ g.cm}^{-3}$ e a de alta mortalidade (Embrapa 48) era de $1,32 \text{ g.cm}^{-3}$. Com base nesse resultado, levantou-se a hipótese de a cultivar BRS 133 ser mais tolerante ao problema. Em razão disso, procurou-se a primeira tentativa para solucionar o problema, ou seja, fazer a dessecação do que restou do cultivo anterior e fazer uma nova semeadura com a cultivar BRS 133. Após essa semeadura, ocorreram novas chuvas e a área ressemeada, logo após germinar, apresentou um nível de mortalidade de plantas maior do que o verificado anteriormente com a Embrapa 48. Provavelmente, o aumento da pressão de inóculo no solo devido ao ocorrido na cultura anterior, ajudou a agravar o problema, evidenciando que a cultivar BRS 133 é de baixa tolerância e só não foi afetada anteriormente porque as condições de clima foram amenas naquela oportunidade. Essa condição começou a criar o cenário de que o excesso de chuvas e as condições de solo que provocavam a falta de drenagem eram os fatores que desencadeavam o problema de morte das plantas de soja.

Após o ocorrido, separou-se uma pequena área do local com o problema para observações, e o restante da área foi cultivada com o milho, que teve desenvolvimento normal. A metade da área deixada para observação foi escarificada, com a finalidade de melhorar a infiltração e a drenagem do solo, e a outra metade foi deixada no sistema plantio direto e sem qualquer interferência, preservando-se, com isso, as condições de cultivo anteriores. Após, nas duas áreas, foi semeada soja, cultivar Embrapa 48, utilizando-se o mesmo lote de sementes que fora utilizado anteriormente na área que apresentou o problema. Após a nova semeadura, as chuvas foram bem distribuídas e, com isso, a soja apresentou desenvolvimento e produtividade compatíveis com a época de semeadura, dezembro, nas duas condições de solo, escarificado e plantio direto (Figura 7). Este fato evidenciou mais uma vez que a falta de drenagem foi a causa primária do problema, não sendo possível observar se a escarificação, para aquele tipo de solo, é a prática mais efetiva para melhorar a drenagem e diminuir a morta-



FIG. 7. Desempenho da soja, cultivar Embrapa 48, em solo não mobilizado e em solo escarificado, sob condições de distribuição normal de chuvas.

lidade de plantas. Há relatos que, mesmo com a escarificação do solo, mas sob grande concentração de chuvas, ocorreu a morte de plântulas, evidenciando que a escarificação ou a subsolagem podem não contornar os problemas de drenagem se o solo for de baixa profundidade efetiva (menos de 1,5m).

Nos anos em que a distribuição de chuvas foi considerada normal nos meses de outubro e novembro, como em 2003/04, o problema diminuiu acentuadamente. Em razão disso, foi comum algumas propriedades apresentarem o problema num ano e no outro não, mesmo usando tecnologia semelhante. Nos anos de menor incidência, os problemas tenderam a ficar restritos somente às épocas de semeadura que coincidiram com maior intensidade de chuvas, aos solos rasos e com limitações de drenagem ou com problemas de compactação, principalmente nas extremidades das curvas que são as áreas de manobra de máquinas.

Resultado das tentativas de soluções frente ao problema

Cultivares e ressemeadura de soja na mesma área

a) com excesso de chuvas coincidindo com os primeiros estádios de desenvolvimento da soja, a maioria das cultivares apresentou novamente o problema, exceção da cultivar CODETEC 201, a mais tolerante ao problema, e da cultivar CODETEC 206 (Figura 8), medianamente tolerante. Há relatos que as cultivares CODETEC 205, 215, BRS-184 e a MONSOY 5942 também apresentam boa tolerância. Essas informações são preliminares e necessitam de comprovação científica;



FIG. 8. Desenvolvimento das cultivares de soja, BRS 133 (susceptível ao problema) e CODETEC 206 (medianamente tolerante), em áreas que apresentam o problema morte de plântulas.

b) com distribuição normal de chuvas todas as cultivares apresentaram desenvolvimento quase que normal, apresentando menor taxa de mortalidade de plântulas.

As cultivares mais sensíveis ao problema foram a EMBRAPA 48 e a CODETEC 202, seguidas da BRS 133. Não foi possível, com base em informações científicas, apresentar uma lista completa contendo as cultivares tolerantes e as mais sensíveis ao problema. Quando foram instalados experimentos nos locais com o problema, a fase crítica de desenvolvimento da soja não coincidiu com chuvas intensas e intermitentes. Sendo assim, todas as cultivares tiveram desenvolvimento normal inclusive as testemunhas sensíveis ao problema.

Escarificação do solo

a) com excesso de chuvas, nos solos de baixa profundidade efetiva, houve casos que, mesmo com a escarificação, foi verificada reincidência do problema; nos solos mais profundos os casos positivos foram em maior número;

b) com distribuição normal de chuvas, praticamente não houve efeito da escarificação (Figura 7), ou seja, com ou sem escarificação a soja teve bom desenvolvimento.

Tratamento de semente resolve o problema?

As vantagens do tratamento de semente são facilmente observadas, quando ocorrem “veranicos” após a semeadura. Nessas situações se a semente não estiver protegida por fungicidas, ela deteriora rapidamente no solo pela ação dos fungos, principalmente os do gênero *Aspergillus*, mais comumente *A. flavus*. Por outro lado, em situações onde ocorre encharcamento do solo devido à má drenagem (solos rasos ou compactados), os fungicidas não conseguem assegurar a proteção

necessária às raízes das plântulas que morrem devido à falta de oxigenação na rizosfera e ao ataque oportunista de fungos comuns habitantes do solo (necrotróficos) como *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, dentre outros. Nessas condições ocorre uma rápida diluição dos fungicidas pelo excesso de água no solo, não permitindo o controle adequado daqueles fungos.

Considerações e indicações para diminuir o problema

Caso ocorram, nos próximos anos, períodos de grande concentração de chuvas, coincidindo com a fase de germinação e emergência e dos primeiros estádios da soja, os problemas de morte de plântulas podem voltar a se repetir, principalmente nas áreas que já o apresentaram. Parar diminuir os riscos de reincidência do problema é importante adotar os seguintes cuidados no cultivo da soja.

Como evitar a compactação do solo:

- a) primeiramente, é importante considerar que os solos com horizonte B textural apresentam características naturais de adensamento e que os fatores que mais predisõem o solo à compactação são o conteúdo de umidade do solo no momento das operações, o peso e a distribuição da pressão exercida pelos veículos envolvidos nelas. Assim, não trafegar sobre o solo úmido e, sempre que possível, utilizar veículos e equipamentos mais leves, dotados de pneus largos, diminuindo ao máximo esse tráfego sobre o solo;
- b) utilizar rotação de culturas com a soja. Sempre que possível, utilizar espécies com sistema radicular profundo ou diferenciado, como o nabo forrageiro, o tremoço, o guandu e a aveia preta, e os consórcios do nabo com aveia preta, do tremoço com aveia preta, do milho de verão com o guandu, do milho safrinha com aveia preta, etc. A utilização de rotação de culturas comprovadamente diminui a

- compactação do solo, melhora a distribuição das raízes no solo e, além disso, diminui a incidência de patógenos no solo;
- c) o uso do consórcio nabo + aveia preta nos viradouros (pontas das curvas), antecedendo a cultura da soja, também tem se mostrado uma prática que tem diminuído a mortalidade de plantas em algumas regiões;
- d) utilizar os equipamentos adequadamente. Nunca manejar os restos de cultivo ou incorporar as sementes com grade niveladora. A grade niveladora aumenta a compactação do solo e semi-incorpora os restos de cultivo. Essa prática pode aumentar a população de fungos no solo, alguns patógenos das raízes de soja;
- e) operar sempre com a semeadora nivelada e usar facões com dimensionamento correto para evitar o espelhamento do sulco. O facão mais adequado apresenta ângulo de ataque (ângulo entre a superfície superior da ponteira e a horizontal) de 20° e espessura máxima da ponteira de 20 mm (Araújo et al., 2001).

Evitar o revolvimento do solo

Nas áreas de plantio direto procurar evitar o revolvimento do solo com arado. Essa prática pode melhorar a drenagem e diminuir o inóculo de doenças no solo, porém reduz a matéria orgânica e traz de volta a erosão que, por muitos anos, diminuiu o potencial produtivo desses solos.

Manejo mecânico do solo

No caso da necessidade de se fazer a descompactação mecânica do solo (consultar a publicação feita por Torres e Saraiva, 1999), principalmente nos viradouros, fazer a opção por modelos de escarificadores cujo formato das hastes permite que a camada compactada de solo seja rompida sem afetar muito o nivelamento do terreno, possibilitando

que a semeadura seja feita sem o uso de grade niveladora e preservando grande parte dos resíduos culturais sobre a superfície do solo. O uso de grade niveladora provoca a compactação, diminui a matéria orgânica e provoca erosão do solo. O melhor período para fazer operação de escarificação é após a colheita da soja e, preferencialmente, nos meses de abril e maio, para diminuir a probabilidade de erosão. Preparar o solo no estado de consistência friável, para não formar muitos torrões, mesmo que isso prejudique um pouco a eficiência da descompactação do solo. Recomenda-se, após operação de preparo, esperar uma ou duas chuvas, para que o solo assente, para depois realizar a semeadura, e, nesse caso, com velocidade de operação reduzida, procurando com isso evitar o embuchamento da semeadora.

Cultivares

Procurar utilizar cultivares consideradas mais tolerantes: como CODETEC 201, 205 215, BRS-184, MONSOY-5942 (tolerantes), CODETEC 206 (medianamente tolerante). Essas informações ainda são preliminares e precisam ser confirmadas em trabalhos científicos posteriores.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, A.M.R.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; TORRES, E.; FARIAS, J R.B.; BENATO, L.C.; PINTO, M.C.; VALENTIN, N. Progress of soybean charcoal rot under tillage and no-tillage systems in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.28, n.2, p.131-135, 2003.

ARAÚJO, A.G.; CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Mecanização do plantio direto: problemas e soluções. Londrina: IAPAR, 2001. 18p. (IAPAR. Informe de Pesquisa, 137).

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. Aeracion del suelo. In: BAVAR, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Física de suelos**. Mexico: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1973. p.243-250.

DREW, M.C.; STOLZY, L.W. Growth under oxygen stress. In: ESHEL, Y.W.A.; KAFKAFI, U. **Plant roots hidden half**. New York: M. Dekker, 1996. p.397-414.

GRABLE, A. R. Soil aeration and plant growth. **Advances in Agronomy**, v.18, p.57-106,1966.

LARCHER, W. A planta sob estresse. In: LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Editora Rima, 2000. p.341-437.

STEPNIEWSKI, W.; GLINSKI, J.; BALL, B.C. Effects of compaction on soil aeration properties. In: SOANE, B.D.; VAN OUWERKERK, C. **Soil compaction in crop production**. London: Elsevier, 1994, p.265-286. (Developments in Agricultural Engineering, II).

TORRES, E.; SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento mecânico dos solo em sistemas agrícolas com a soja** . Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1999. 57p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 23).



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Centro Nacional de Pesquisa de Soja

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Caixa Postal, 231 - CEP: 86001-970 - Londrina - Paraná

Telefone: (43) 3371 6000 - Fax: (43)3371 6100

homepage: www.cnpso.embrapa.br - e-mail: sac@cnpso.embrapa.br

**Ministério da Agricultura
Pecuária e Abastecimento**

