

Seja o doutor da sua soja

Clóvis Manuel Borkert¹
José Tadashi Yorinori²
Beatriz Spalding Corrêa-Ferreira³

Álvaro M.R. Almeida²
Léo Pires Ferreira⁴
Gedi Jorge Sfredo⁵

INTRODUÇÃO

De maneira semelhante ao ser humano, a soja necessita germinar (nascer), desenvolver vegetativamente (crescer), atingir a maturidade, florescer e produzir muitos grãos, mas para isto precisa estar sempre bem alimentada, com saúde, livre de doenças e protegida contra as pragas que possam lhe atacar e diminuir sua produção de grãos. Portanto, não adianta semear a melhor variedade, na melhor época, se não se cuidar, antes, do ambiente onde as raízes irão crescer e absorver os nutrientes. Assim, para obter o ótimo retorno econômico do grande investimento que a cultura requer, o agricultor necessita estar atento à semente a adquirir, às exigências climáticas da cultura e ao manejo do solo.

PROGRAMA DE CORREÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E DE ADUBAÇÃO DA SOJA

A primeira providência que o médico toma, ao receber um paciente na primeira consulta, é abrir uma ficha com todos os seus dados, o histórico de suas doenças e as de seus genitores ou da família, do seu tipo de vida e dos seus hábitos, fazer um exame clínico e solicitar análises clínicas, para então poder formular, com base em todas estas informações, o diagnóstico do paciente e receitar os remédios adequados ao caso.

Do mesmo modo, o **engenheiro agrônomo**, para ser o “Doutor da lavoura de soja”, deve abrir uma ficha com diversas informações sobre a lavoura e usar as ferramentas necessárias para completar as informações e auxiliar na formulação do quadro diagnóstico do “paciente-lavoura de soja” e, então, com maior segurança, fazer as recomendações dos remédios e das medidas a serem tomadas. As ferramentas mencionadas são, no caso, as análises de solo e de folhas, que, mais adiante, serão abordadas juntamente com as recomendações de calcário e de adubos.

Não custa lembrar que a atividade agrícola, como qualquer empresa bem organizada, necessita ter um planejamento de utilização de todas as áreas, a médio e longo prazos, prevendo um programa de **rotação de culturas**, permitindo, assim, que todas as providências para execução das operações sejam tomadas com bastante antecedência e tudo seja realizado na data prevista.

• Exigências nutricionais da soja

A absorção de nutrientes pela soja é influenciada por diversos fatores, entre eles as condições climáticas, como chuva e

temperatura, as diferenças genéticas entre as variedades, o teor de nutrientes no solo e os diversos tratamentos culturais. Contudo, é possível estimar as quantidades médias de nutrientes que estão presentes nos restos culturais e nos grãos da soja para cada tonelada de produção de grãos, como os dados apresentados na Tabela 1.

O elemento mais requerido pela soja é o nitrogênio. Portanto, para uma produção de 3.000 kg/ha, há a necessidade de 246 kg de nitrogênio, que são obtidos, em pequena parte, do solo (25% a 35%) e, na maior parte, pela fixação simbiótica do nitrogênio (65% a 85%). Por estes dados pode-se avaliar a importância de se fazer uma inoculação bem feita, com inoculante de boa qualidade, para ter eficiência na fixação simbiótica do nitrogênio do ar a custo zero, através das bactérias nos nódulos das raízes da soja. Por isso, deve-se evitar a adubação com nitrogênio mineral, pois além de causar a inibição da nodulação e reduzir a eficiência da fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico não aumenta a produtividade da soja. Quando a adubação for feita com adubo formulado, cuja fórmula possua nitrogênio e esta seja de menor custo que a mesma fórmula sem nitrogênio, pode-se utilizá-la na semeadura desde que não ultrapasse 20 kg de N/ha. Para que a fixação simbiótica seja eficiente, há a necessidade de se corrigir a acidez do solo e fornecer os nutrientes que estejam em quantidades limitantes.

Na seqüência, os mais exigidos são o potássio, o enxofre e o fósforo. Em relação aos micronutrientes, é importante observar as pequenas quantidades necessárias para suprir a cultura da soja, porém, não se deve deixar faltar nenhum deles, pois todos são essenciais, e com a falta de apenas um deles não haverá bom desenvolvimento e rendimento de grãos (lei do mínimo).

• Análise foliar: amostragem e interpretação

A análise de planta, para a produção agrícola, é convencionalmente definida pela concentração dos nutrientes inorgânicos no tecido da planta. Na recomendação de adubação, a análise foliar também deve ser usada como uma das ferramentas do “doutor da soja”, visando alcançar a máxima produtividade e a melhor qualidade de grãos.

Para ser válida a comparação com os dados das tabelas de nível de suficiência, as amostras de folhas de soja devem ser colhidas no período entre o início da floração e o pleno florescimento, coletando-se 30-40 folhas recém-maduras com pecíolo, que correspondem às 3ª e 4ª folhas trifolioladas a partir do ápice da haste principal (para um talhão, ou gleba, entre 50 a 100 ha).

O conceito de limites de suficiência classifica a concentração de elementos nas categorias: deficiente (ou muito baixo), baixo, suficiente (ou médio), alto e excessivo ou muito alto (às vezes tóxico). Esta classificação de concentração dos elementos na Tabela 2 é usada na interpretação de análises de tecido de folhas de soja.

¹ Engº Agrº, PhD, Pesquisador em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da EMBRAPA-CNPSo.

² Engº Agrº, PhD, Pesquisador em Fitopatologia da EMBRAPA-CNPSo.

³ Bióloga, Dra., Pesquisadora em Entomologia da EMBRAPA-CNPSo.

⁴ Engº Agrº, Dr., Pesquisador em Fitopatologia da EMBRAPA-CNPSo.

⁵ Engº Agrº, Dr., Pesquisador em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da EMBRAPA-CNPSo.

Tabela 1. Quantidade de nutrientes absorvida e exportada nos grãos pela cultura da soja, em cada tonelada produzida.

	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cl	Mo	Cu	Fe	Mn	Zn	Al
	----- kg em cada tonelada -----						----- g em cada tonelada -----							
Restos culturais ¹	31	2,5	7,5	10	9,2	4,7	-	23	2	-	-	-	-	172
Grãos	51	5,0	17	5,4	3,0	2,0	2,0	237	5	10	70	30	40	15

¹ Folhas, pecíolos e caules que são restituídos ao solo.

Fonte: EMBRAPA (1993a).

Tabela 2. Concentração de elementos usada para a interpretação de análises de tecido de folhas¹ de soja.

Elemento	Deficiente ou muito baixo	Baixo	Suficiente ou médio	Alto	Excessivo ou muito alto
	----- (%) -----				
N	< 3,25	3,25-4,00	4,01-5,50	5,51-7,00	> 7,00
P	< 0,16	0,16-0,25	0,26-0,50	0,51-0,80	> 0,80
K	< 1,25	1,25-1,70	1,71-2,50	2,51-2,75	> 2,75
Ca	< 0,20	0,20-0,35	0,36-2,00	2,01-3,00	> 3,00
Mg	< 0,10	0,10-0,25	0,26-1,00	1,01-1,50	> 1,50
S	< 0,15	0,15-0,20	0,21-0,40	0,40	-
	----- (ppm) -----				
Mn	< 15	15-20	21-100	101-250	> 250
Fe	< 30	30-50	51-350	351-500	> 500
B	< 10	10-20	21-55	56-80	> 80
Cu	< 5	5-9	10-30	31-50	> 50
Zn	< 11	11-20	21-50	51-75	> 75
Mo	< 0,5	0,5-0,9	1,0-5,0	5,1-10	> 10

¹ Terceira a quarta folha trifoliolada abaixo da gema apical, no início da floração à floração plena.

Fonte: SFREDO et al. (1986).

Quando se deseja fazer a análise de micronutrientes na amostra é aconselhável a imersão rápida das folhas em água desmineralizada para retirar a poeira das folhas (devido à contaminação por ferro, manganês e zinco, principalmente), colocando-as para secar ao sol ou em estufa (cuidar para que a temperatura da estufa não ultrapasse os 60°C, para evitar a decomposição e a perda de alguns elementos, o que irá alterar o resultado da análise).

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA E DE TOXICIDADE DE NUTRIENTES NA SOJA

• Nitrogênio

A lavoura de soja com deficiência de nitrogênio vai perdendo a cor verde-escuro, passando a verde-pálido com um leve amarelado e, dias mais tarde, todas as folhas tornam-se amarelas. Este sintoma aparece primeiro nas folhas inferiores mas espalha-se rapidamente pelas folhas superiores (Foto 1). O sintoma aparece, por último, nas folhas novas porque o N é um elemento extremamente móvel na planta, sendo translocado dos tecidos velhos para as folhas novas. O crescimento da planta é lento, com plantas menores e de baixa produção. O sintoma visual de deficiência de nitrogênio só irá ocorrer quando não for feita a inoculação da semente de soja e ela for semeada em solos que nunca foram cultivados com esta leguminosa (mesmo assim ela pode nodular com estirpes nativas de baixa eficiência), ou quando a eficiência da fixação do N do ar é baixa devido à inibição pela acidez do solo ou à falta de algum nutriente essencial na simbiose soja-bactéria. Mesmo em solos já anteriormente cultivados com soja, a falta de inoculação na semeadura faz com que ela seja nodulada por bactérias de baixa eficiência já existentes no solo. Nestas circunstâncias, mesmo não aparecendo sintomas visuais de deficiência de N nas folhas, o suprimento deste fica limitado para as exigências da planta e a produtividade é reduzida. Como já foi mencionado, para produções de 3.000 kg de grãos/ha há a

necessidade de 160 a 210 kg de nitrogênio fornecidos pela fixação simbiótica, para armazenamento na folha e para translocamento no período de enchimento de grãos, e a planta já deve ter nas folhas (3ª e 4ª folhas do botão terminal para baixo) mais de 4,5% de N na floração (R₁-R₂), para não haver quebra no rendimento de grãos.

• Fósforo

Os sintomas de deficiência deste elemento às vezes não são muito bem definidos. Os sintomas de deficiência de fósforo são caracterizados nas folhas maduras por uma cor verde-escuro, mas os sintomas principais são o crescimento lento, com plantas raquíticas, de folhas pequenas e muitas vezes verde-escuro azuladas (Fotos 2, 3 e 4). Por causa da alta mobilidade do P na planta, sob condições de deficiência há o translocamento do elemento das folhas mais velhas para as mais novas, esgotando as reservas de P nas folhas mais velhas, onde o sintoma aparece primeiro. A deficiência de fósforo pode ocorrer em quase todos solos ácidos tropicais, com baixo pH e alta capacidade de fixação de P (Foto 4, em Balsas, MA). Além disso, o limitado fornecimento de fósforo reduz o número e a eficiência dos nódulos e, como consequência, a fixação simbiótica do nitrogênio. Altos teores de fósforo no solo podem induzir à deficiência de zinco desde que esses altos teores estejam associados com reduzidas absorção e translocação de Zn, Fe e Cu.

• Potássio

A baixa disponibilidade de potássio sem o aparecimento visual da deficiência deste causa a “fome oculta”, ou seja, a redução na taxa de crescimento da planta com redução da produção de soja (Foto 5). Quando a deficiência é mais severa, o aparecimento dos sintomas visuais começa com um mosqueado amarelado nas bordas dos folíolos das folhas da parte inferior da planta. Estas áreas cloróticas avançam para o centro dos folíolos, dando-se então

o início da necrose das áreas mais amareladas nas bordas dos folíolos, com o aumento progressivo do sintoma. Com o passar dos dias, a necrose avança para o centro dos folíolos e há, finalmente, a quebra das áreas necrosadas, deixando os folíolos com aspecto esfarrapado (Foto 6).

As plantas com deficiência de potássio produzem grãos pequenos, enrugados e deformados e a maturidade da soja é atrasada, podendo causar também haste verde, retenção foliar e vagens chochas.

• Cálcio

A deficiência de cálcio é caracterizada pela redução de crescimento do tecido meristemático no caule, na folha e na ponta da raiz. A deficiência normalmente aparece primeiro nas folhas novas e nos pontos de crescimento (meristema apical), provavelmente como consequência da imobilidade do cálcio na planta (Foto 8). A emergência das folhas primárias da soja deficiente em cálcio é retardada e quando as folhas emergem elas já crescem deformadas (folhas encarquilhadas). Os botões terminais das folhas primárias tornam-se necróticos, faixas cloróticas estreitas desenvolvem-se em volta das porções das folhas remanescentes e o tecido entre as nervuras tende a enrugar. Os botões terminais deterioram e ocorre o colapso dos pecíolos (Foto 7). As folhas primárias tornam-se moles e flexíveis e caem da planta. A deficiência de cálcio é observada em soja cultivada em solos ácidos que não receberam calcário, e estes sintomas, com certeza, resultam de uma combinação da deficiência de cálcio com toxicidade de alumínio e manganês.

• Magnésio

A deficiência de magnésio causa inicialmente uma cor verde-pálido nas bordas, passando após para uma clorose marginal nas folhas mais velhas, e com o decorrer do tempo a clorose avança para dentro, entre as nervuras (Foto 9).

O amarelecimento começa pelas folhas basais e, com o aumento dos sintomas de deficiência, as folhas jovens também são atingidas (baixa produção de clorofila na planta).

Esta ordem ascendente de aparecimento dos sintomas de deficiência indica que o Mg, do mesmo modo que o N e o P, é móvel na planta. Pintas que lembram ferrugem e manchas necróticas irregulares podem, mais tarde, aparecer entre as nervuras, nos folíolos medianos e no topo da planta. Em estádios mais avançados de crescimento, a deficiência de magnésio causa uma aparência de maturação antecipada. Ocorre o enrugamento das margens das folhas para baixo e o amarelecimento das folhas partindo das margens para o interior, havendo um bronzeamento de toda a superfície da folha. Do mesmo modo que a deficiência de cálcio, a deficiência de magnésio tende a ocorrer com mais frequência em solos arenosos tropicais ácidos, com baixo teor de matéria orgânica, mas a correta aplicação de calcário dolomítico pode prevenir a deficiência de ambos os elementos.

• Enxofre

Os sintomas de deficiência de enxofre são muito similares aos da deficiência de nitrogênio. Ocorre uma clorose geral das folhas, incluindo as nervuras, que de verde-pálido passam a amarelo. Os sintomas iniciam-se nas folhas novas, enquanto na deficiência de N os sintomas iniciam-se nas folhas velhas. Em um estágio mais avançado do sintoma, as folhas velhas tornam-se amarelas e depois necrosadas. As plantas deficientes são pequenas

e de caule fino. Os sintomas de deficiência de enxofre não são facilmente reconhecidos quando comparados aos sintomas de deficiência de alguns outros elementos. Eles podem ser facilmente identificados pela resposta da planta à aplicação de sulfato ou enxofre elementar em faixas na lavoura de soja. A análise de folhas das plantas também pode ser uma ferramenta útil na identificação da deficiência. A deficiência de enxofre poder ocorrer, com maior frequência, em solos tropicais ácidos, com baixa quantidade de matéria orgânica.

A toxicidade de enxofre tem sido observada em algumas espécies de plantas localizadas especialmente nas proximidades de áreas com muitas indústrias, nas quais há altos níveis de SO₂ na atmosfera. É muito baixa a probabilidade de que isto ocorra nas áreas cultivadas com soja no Brasil.

• Manganês

A deficiência de Mn em soja também provoca clorose entre as nervuras das folhas. Exceto as nervuras, as folhas de soja tornam-se verde-pálido e passam para amarelo-pálido (Foto 10). Áreas necróticas marrons desenvolvem-se nas folhas à medida que a deficiência torna-se mais severa. A deficiência de manganês difere da de ferro e da de magnésio devido às nervuras permanecerem verdes e aparecerem ressaltadas, de forma saliente. Também na deficiência de Mn os sintomas são visíveis primeiro nas folhas novas, enquanto na de Mg as folhas velhas são as primeiras a serem afetadas. Algumas vezes, as folhas novas em estágio fisiológico, e com deficiência, podem manter os sintomas enquanto aquelas que se desenvolveram depois, em estágio fisiológico mais avançado, podem ter aparência verde, de folha saudável, sem o problema. Isto pode ocorrer por causa da mudança das condições climáticas ou porque as raízes cresceram para um horizonte mais abaixo, com solo ácido, e que tenha maior disponibilidade de manganês na solução do solo. Isto ocorre muitas vezes quando o calcário é incorporado com grade a pouca profundidade, ocorrendo um excesso de calcário a 5 ou 10 cm, com elevação do pH acima de 7,0.

A deficiência de manganês tem sido observada em solos com altos teores de ferro e/ou alumínio e em latossolos arenosos que receberam calcário muito acima da dose recomendada (ou foram mal incorporados) como pode ser observado em uma lavoura de soja no Brasil Central (Foto 11).

Em muitos solos ácidos dos trópicos, e mesmo nos solos ácidos do Sul do Brasil, é mais comum a ocorrência de toxicidade de manganês do que de deficiência. O excesso de manganês parece afetar mais diretamente a parte aérea do que as raízes. Os sintomas de toxicidade de manganês incluem uma clorose nas bordas dos folíolos seguida de necrose, com enrugamento por contração do folíolo e clorose das folhas novas (semelhante à deficiência de ferro) e desenvolvimento de pontos necróticos (Foto 12). Ocorrem também problemas fisiológicos específicos que são associados à toxicidade de manganês, que é o encarquilhamento dos folíolos (Foto 13).

• Zinco

Os folíolos com deficiência de zinco ficam menores, com áreas cloróticas entre as nervuras (Fotos 14 e 15), sendo estes sintomas mais severos nas folhas basais. Os tecidos cloróticos tendem a ficar de cor marrom ou cinza e morrem prematuramente. Uma lavoura de soja deficiente em zinco será de cor marrom-amarelada quando vista à distância. A maturação será atrasada e poucas vagens serão produzidas. A deficiência de zinco pode ocorrer sob as mais variadas condições de solo. A primeira e principal ocorre quando o solo já possui baixa disponibilidade

natural de zinco (alguns solos derivados de arenitos). Aplicações muito elevadas de calcário e de fósforo reduzem a disponibilidade de zinco e podem causar deficiência do elemento na soja.

A deficiência de zinco também é muito comum em regiões de baixa quantidade de chuvas, onde parte da camada de solo foi removida por erosão ou para nivelamento do terreno ou construção de terraços.

• Cobre

A deficiência de cobre geralmente causa necrose nas pontas dos folíolos das folhas novas. Essa necrose prossegue pelos bordos dos folíolos, resultando em folhas com aparência de perda de turgidez e de água, parecendo que secaram (Foto 16). O crescimento da soja é retardado e a cor da planta muda para verde-acinzentado, verde-azulado ou cor de oliva.

Para muitas espécies de plantas, altas quantidades de cobre em solução nutritiva são tóxicas e limitam o crescimento, inclusive para a soja. Isto ocorre porque há indícios de afetar, em parte, a habilidade do cobre em deslocar outros cátions, particularmente o ferro, de importantes sítios fisiológicos. A clorose das folhas é, portanto, o sintoma mais comum observado na toxicidade de cobre, sendo muito semelhante e lembrando a deficiência de ferro.

• Molibdênio

Como o molibdênio tem participação na fixação do N_2 do ar, os sintomas de deficiência deste elemento são muito semelhantes àqueles da deficiência de N. Nos primeiros estádios do desenvolvimento dos sintomas, as folhas parecem verde-pálido e têm áreas necróticas adjacentes às nervuras centrais dos folíolos, entre as nervuras principais e ao longo das margens. Já que a solubilidade e a disponibilidade do Mo no solo aumenta com o aumento do pH, a deficiência pode ser eliminada pela calagem (Foto 17), desde que haja molibdênio neste solo na forma imobilizada pela acidez. Também, se as sementes de soja usadas na semeadura foram produzidas em um solo com alta disponibilidade de Mo, ou se estas sementes são provenientes de lavoura de soja pulverizada com adubo foliar contendo Mo **no estágio de enchimento de grãos**, isto fará que haja suprimento suficiente de Mo (na semente assim produzida) para a próxima geração. A toxicidade de molibdênio raramente é encontrada em soja.

• Ferro

Como no caso da deficiência de Mg, a deficiência de ferro é caracterizada pela diminuição na produção de clorofila pela planta. Porém, inversamente à deficiência de Mg, a deficiência de ferro sempre começa nas folhas novas.

No estágio inicial do desenvolvimento dos sintomas, as áreas entre as nervuras dos folíolos das folhas de soja passam a apresentar cor amarelada (Foto 18). À medida que ocorre uma evolução na severidade da deficiência, também as nervuras ficam amarelas e, finalmente, toda a folha fica quase branca.

Manchas necróticas de cor marrom podem surgir na margem dos folíolos, próximo às bordas. A deficiência de ferro normalmente ocorre em solos calcários. Latossolos tropicais geralmente têm alta concentração de ferro, todavia, a deficiência pode ocorrer se os solos são calcariados e o pH é elevado, acima de 7,0. Também, altas concentrações de alumínio e manganês na planta podem reduzir a absorção de ferro e induzir à deficiência deste elemento.

A toxicidade de ferro pode ocorrer em solos hidromórficos (solos de várzeas), desde que fiquem alagados por algumas semanas,

ou com alta saturação de água. Nessas condições, o teor de ferro solúvel pode aumentar no solo de 0,1 ppm a até 100 ppm, aumentando a absorção pelas plantas.

• Boro

A deficiência de boro aparece inicialmente causando um anormal e lento desenvolvimento dos pontos de crescimento apical. Os folíolos das folhas novas são deformados, enrugados, com frequência ficam mais grossos e com cor verde-azulado escuro. Podem ter clorose entre as nervuras do dorso do folíolo. As folhas e os caules tornam-se frágeis, indicando distúrbio na transpiração, e as folhas do topo ficam de cor amarela ou avermelhada. Com o progresso da deficiência, a alongação dos entre-nós fica lenta, ocorre a morte dos pontos de crescimento terminal e a formação de flores é restrita ou inibida. A deficiência de boro normalmente ocorre com maior frequência em solos arenosos e em solos altamente intemperizados das regiões mais chuvosas. Boro disponível é facilmente lavado do solo e perdido por percolação e lixiviação. Muito do boro disponível no solo em uma safra de soja é liberado da matéria orgânica pela ação dos microrganismos.

A soja também é muito sensível à alta concentração de boro nos solos. Os sintomas de toxicidade de boro resultam em amarelecimento das pontas dos folíolos seguido de progressiva necrose, que começa nas pontas e nas margens e, finalmente, espalha-se entre as nervuras laterais e encaminha-se para a nervura central. As folhas ficam com a aparência de queimadas e caem prematuramente.

• Cloro

A deficiência de cloro é caracterizada por plantas cloróticas com folíolos que ficam flácidos nas bordas. Entretanto, a toxicidade de cloro é mais comum do que a deficiência. Soja cultivada em solos que frequentemente recebem altas doses de adubo pode apresentar acúmulo de sais de cloreto e sintomas de toxicidade de cloro, que são: queima das pontas dos folíolos ou da margem, conferindo-lhes cor de bronze, e amarelecimento e queda prematura das folhas. Quando esses sintomas ocorrem, a alta concentração de cloro nos tecidos das folhas é associada com altos teores de manganês, especialmente quando uma seca ocorre antes da floração.

• Cobalto

Não há relatos de sintomas de deficiência de cobalto em plantas cultivadas a campo. Em soja cultivada em solução nutritiva, os sintomas de deficiência de cobalto são descritos como clorose e encarquilhamento das folhas. O cobalto aplicado via foliar é absorvido, porém, não é translocado para outras partes da planta; portanto, a adubação foliar de cobalto não resolve o problema de deficiência.

A toxicidade de cobalto já foi observada em plântula de soja no início da germinação, quando uma dose muito grande de Co e Mo é aplicada junto às sementes. Os sintomas de toxicidade são manchas necróticas nos cotilédones e folhas com folíolos cloróticos. Este efeito do excesso de cobalto pode induzir à deficiência de ferro. O sintoma desaparece depois de alguns dias, principalmente com boas condições de umidade, com condições de rápido desenvolvimento das plantas.

• Alumínio

Embora não seja um elemento essencial ao desenvolvimento das plantas, o alumínio é importante na maioria dos solos ácidos devido ao seu efeito tóxico sobre as plantas. Os sintomas de toxicidade de alumínio nas folhas de soja lembram aqueles de

deficiência de fósforo: as plantas ficam pequenas, não há desenvolvimento normal, folhas menores com cor verde-escuro, amarelecimento e necrose nas pontas dos folíolos e atraso na maturação.

A toxicidade de alumínio em soja parece que também provoca deficiência induzida de cálcio ou reduzido transporte de cálcio dentro na planta, causando o curvamento e o enrolamento das folhas novas e o colapso dos pontos de crescimento e do pecíolo.

Raízes de soja desenvolvidas em solo com alto alumínio trocável são caracteristicamente curtas e frágeis. Ocorre o engrossamento das pontas das raízes e das raízes laterais, que podem adquirir cor marrom. Todo o sistema radicular fica na forma de um coral, com muitas raízes laterais curtas e grossas, mas com pequenas e finas ramificações.

PRÁTICAS PARA A CORREÇÃO E A MANUTENÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

• Cálculo da calagem pela saturação por bases do solo

O cálculo da necessidade de calcário (NC) é feito através da seguinte fórmula:

$$NC \text{ (t/ha)} = \frac{(V_2 - V_1) \cdot T}{100}$$

em que:

V_1 = valor da saturação por bases trocáveis do solo, em porcentagem, antes da correção; $V_1 = 100 S/T$, sendo $S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$;

V_2 = Valor da saturação por bases trocáveis que se deseja;

T = capacidade de troca de cátions; $T = S + (H + Al^{3+})$;

f = fator de correção do PRNT (poder relativo de neutralização total) do calcário; $f = 100/PRNT$.

Como o potássio normalmente é expresso em ppm nos boletins de análise do solo, há necessidade de transformá-lo em meq/100g pela fórmula:

$$\text{meq de K/100 g} = \text{ppm de K} \times 0,0026$$

Este método consiste na elevação da saturação por bases trocáveis para um valor percentual que proporcione o máximo rendimento econômico do uso de calcário.

Para os Estados do Paraná e de São Paulo, a recomendação da quantidade de calcário, em função da saturação por bases, deve ser quantificada para atingir 70%. Para a região da grande Dourados-MS, a recomendação deve ser feita para a saturação por bases atingir 60%. Nos demais Estados da Região Central, formados basicamente por solos sob vegetação de Cerrado, o valor adequado de saturação é de 50%. Deve-se sempre fazer a incorporação do calcário na maior profundidade possível.

• Qualidade do calcário e condições de uso

Para que a calagem atinja os objetivos de neutralização do alumínio trocável e/ou de elevação dos teores de cálcio e magnésio, algumas condições básicas devem ser observadas:

- o calcário deverá passar 100% em peneira com malha de 0,3 mm;

- o calcário deverá apresentar altos teores de cálcio e magnésio ($CaO + MgO > 38\%$), dando preferência ao uso de

calcário dolomítico ($> 12,0\%$ MgO) ou magnesianos (entre 5,0 e 12,0% MgO); no caso de haver interesse no uso de calcário calcítico, aplicar fontes de Mg para atender o suprimento do nutriente;

- a reação do calcário no solo se realiza, eficientemente, sob condições adequadas de umidade; recomenda-se a aplicação do calcário com antecedência mínima de 60 dias da semeadura, preferencialmente;

- a incorporação do calcário deve ser feita em toda a camada arável do solo, através da aração. Quando a aração não for possível no primeiro ano, devido ao grande volume de raízes ou outra razão, incorporar o calcário com grade no primeiro ano e fazer a aração no segundo ano.

• Correção da acidez subsuperficial

Os solos do Cerrado apresentam problemas de acidez subsuperficial, uma vez que a incorporação profunda do calcário nem sempre é possível, ao nível de lavoura. Assim, camadas mais profundas do solo (abaixo de 35 cm ou 40 cm) podem continuar com excesso de alumínio tóxico, mesmo quando tenha sido efetuada uma calagem considerada adequada. Esse problema, aliado à baixa capacidade de retenção de água desses solos, pode causar decréscimos na produtividade, principalmente nas regiões onde é mais freqüente a ocorrência de veranicos.

Uma forma de correção dessa acidez é o uso de maior quantidade de calcário, num prazo maior de tempo – quatro a oito anos.

Com o uso de gesso é possível diminuir a saturação de alumínio nessas camadas mais profundas, uma vez que o sulfato existente nesse material pode arrastar o cálcio para camadas abaixo de 40 cm. Desse modo, criam-se condições para o sistema radicular das plantas se aprofundar no solo, explorar melhor a disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, minimizar o efeito de veranicos, obtendo melhores índices de produtividade. Além disso, todo esse processo pode ser feito em um período de um a dois anos. Deve ficar claro, porém, que o gesso não neutraliza a acidez do solo, mas diminui a saturação por alumínio.

O gesso deve ser utilizado em áreas onde a análise de solo, na profundidade de 30 a 50 cm, apresentar a saturação por alumínio maior que 20% e/ou quando a saturação por cálcio for menor que 40% (cálculo feito com base na capacidade de troca de cátions efetiva). A dose de gesso agrícola (15% de S) a aplicar é de 700, 1.200, 2.200 e 3.200 kg/ha para solos de textura arenosa, média, argilosa e muito argilosa, respectivamente. O efeito residual destas dosagens é de, no mínimo, cinco anos.

Caso o gesso seja utilizado apenas como fonte de enxofre, a dosagem deve ser ao redor de 200 kg/ha/cultivo.

• Adubação fosfatada de correção e de manutenção

A recomendação da quantidade de nutrientes, principalmente em se tratando de adubação corretiva, é feita com base nos resultados da análise do solo.

Na região do Cerrado, o método utilizado pelos laboratórios para a extração de fósforo do solo é o Mehlich 1. Na Tabela 3 são apresentados os teores de P extraível, obtidos pelo método Mehlich I, e a correspondente interpretação, que varia em função dos teores de argila. Os níveis críticos de P correspondem a 3, 8, 14 e 18 ppm para os solos com teores de argila de 61% a 80%, 41% a 60%, 21% a 40% e menos de 20%, respectivamente. Em solos com menos de 15% de argila não se recomenda praticar agricultura intensiva,

devido serem solos facilmente sujeitos à erosão, quando ocorrem chuvas pesadas.

Tabela 3. Interpretação da análise de solo para recomendação de adubação fosfatada (fósforo extraído pelo método Mehlich 1).

Teor de argila (%)	Teor de P (ppm)			
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom
61 a 80	0 a 1,1	1,1 a 2,0	2,1 a 3,0	> 3,0
41 a 60	0 a 3,0	3,1 a 6,0	6,1 a 8,0	> 8,0
21 a 40	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 14,0	> 14,0
< 20	0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	> 18,0

Fonte: EMBRAPA-CPAC (SOUZA et al., 1987).

Duas proposições são apresentadas para a recomendação de adubação fosfatada corretiva: a correção do solo de uma só vez, com posterior manutenção do nível de fertilidade atingido, e a correção gradativa, através de aplicações anuais no sulco de semeadura (Tabela 4). No primeira caso, recomenda-se aplicar a adubação corretiva total a lanço e incorporar o adubo à camada arável, para corrigir um maior volume de solo, a fim de que as raízes das plantas absorvam água e nutrientes. Doses inferiores a 100 kg de P_2O_5 /ha, no entanto, devem ser aplicadas no sulco de semeadura, à semelhança da adubação corretiva gradual.

Tabela 4. Recomendação fosfatada corretiva, a lanço, e adubação fosfatada corretiva gradual, no sulco de semeadura, de acordo com a classe de disponibilidade de P e o teor de argila.

Teor de argila (%)	Adubação fosfatada (kg de P_2O_5 /ha) ¹			
	Corretiva total		Corretiva gradual	
	P muito baixo	P baixo ²	P muito baixo	P baixo ²
61 a 80	240	120	100	90
41 a 60	180	90	90	80
21 a 40	120	60	80	70
< 20	100	50	70	60

¹ Fósforo solúvel em citrato de amônio neutro mais água, para os fosfatos acidulados; solúvel em ácido cítrico 2% (relação 1:100), para termofosfatos e escórias.

² Classe de disponibilidade de P, ver Tabela 2.

Fonte: EMBRAPA-CPAC (SOUZA et al., 1987).

A adubação corretiva gradual pode ser utilizada quando não há a possibilidade de fazer a correção do solo de uma só vez. Essa prática consiste em aplicar, no sulco de semeadura, uma quantidade de P superior à indicada para a adubação de manutenção, acumulando, com o passar do tempo, o excedente e atingindo, após alguns anos, a disponibilidade de P desejada. Ao utilizar as doses de adubo fosfatado sugeridas na Tabela 4 é esperado que, num período máximo de seis anos, o solo apresente teores de P em torno do nível crítico.

A adubação de manutenção é indicada quando o nível de P no solo está classificado como médio ou bom (Tabela 3), a qual, para a cultura da soja, é de 60 kg de P_2O_5 /ha, para uma expectativa de produção de 3.000 kg/ha. Na maioria dos casos, para produtividade maiores, a adubação de manutenção deve ser proporcionalmente aumentada, ou seja, 20 kg de P_2O_5 /ha para cada tonelada de grãos/ha de expectativa de colheita.

As fontes de fósforo mais utilizadas são o superfosfato simples, o superfosfato triplo, os fosfatos naturais da Carolina do Norte e de Gafsa, e o termofosfato. De preferência, utilizar o superfosfato simples ou fórmulas menos concentradas, que contenham enxofre. Este, além de ser um nutriente essencial para a cultura da soja (para produzir três toneladas de grãos de soja são necessários

23 kg de enxofre), promove o carreamento de cálcio, magnésio e potássio para o subsolo, reduzindo a saturação de alumínio. Isto propicia condições para maior aprofundamento do sistema radicular, aumentando, conseqüentemente, o suprimento de água e nutrientes para as plantas.

A utilização de rochas fosfatadas brasileiras na adubação corretiva só é possível em áreas próximas às jazidas, combinando-a com a adubação de manutenção, usando-se fonte de P solúvel. Isto porque as rochas fosfatadas brasileiras têm solubilidade muito baixa e só apresentam efeitos semelhantes às solúveis quando aplicadas em quantidade duas vezes maior (P_2O_5 total) e após três anos da sua incorporação.

Outra fonte já disponível no mercado é o fosfato parcialmente acidulado. Possui eficiência ao redor de 60%, quando comparado com o superfosfato triplo. Portanto, a sua utilização é recomendada se o custo por unidade de P_2O_5 for, aproximadamente, 40% inferior ao das fontes solúveis (superfosfato triplo e superfosfato simples).

• Adubação potássica de correção e de manutenção

A recomendação para adubação corretiva com potássio, de acordo com a análise do solo, é apresentada na Tabela 5. Esta adubação deve ser feita a lanço, em solos com teor de argila acima de 20%. Em solos de textura arenosa (< 20% de argila), não se deve fazer adubação corretiva de potássio, devido às acentuadas perdas por lixiviação.

Tabela 5. Adubação corretiva de potássio para solos sob Cerrado com teor de argila de 20%, de acordo com dados de análise de solo.

Teores de K extraível (ppm)	Adubação corretiva recomendada (kg K_2O /ha)
0-25	100
26-50	50
> 50	0 ¹

¹ Estando o nível de K extraível acima do valor crítico (50 ppm), recomenda-se a adubação de manutenção de 25 kg de K_2O para cada tonelada de grão a ser produzida, quando o solo for de textura arenosa ou média. Em solos de textura argilosa a adubação de manutenção recomendada é de 20 kg de K_2O /tonelada de grão de expectativa.

Como a cultura da soja retira grande quantidade de K nos grãos (aproximadamente 20 kg de K_2O /t de grãos), fazer adubação de manutenção com 60 kg/ha de K_2O , se a expectativa de produção for de três toneladas de grãos/ha, independentemente da textura do solo.

A aplicação de adubo potássico (KCl) nos solos sob Cerrado deve ser feita preferencialmente a lanço, pois estes solos possuem baixa capacidade de retenção de cátions. A alta concentração, provocada por grandes quantidades de adubo (em torno de 100 kg/ha de K_2O), distribuídas em pequeno volume de solo, favorece as perdas por lixiviação.

• Adubação com micronutrientes

Para a prevenção da deficiência em micronutrientes em solos sob Cerrado, recomenda-se sua aplicação nas seguintes dosagens: Zn: 4 a 6 kg/ha; B: 0,5 a 1,0 kg/ha; Cu: 0,5 a 2,0 kg/ha; Mn: 2,5 a 6,0 kg/ha; Mo: 50 a 250 g/ha; Co: 50 a 250 g/ha.

As fontes podem ser solúveis ou insolúveis em água, desde que o produto satisfaça a dose indicada. Para reaplicação de qualquer um desses micronutrientes, utilizar a análise foliar como instrumento indicador. A análise foliar pode ser feita a cada dois anos. O efeito residual das dosagens indicadas atinge pelo menos um período de cinco anos.

PRAGAS: DIAGNÓSTICO E CONTROLE

A cultura da soja abriga um número elevado de espécies de insetos. Alguns causam sérios prejuízos à cultura e são considerados como pragas principais. Outros, porém, são considerados pragas secundárias, pois ocorrem em menor abundância e somente em condições especiais causam danos econômicos. Um terceiro grupo corresponde aos insetos benéficos que se alimentam dos insetos-pragas e, portanto, funcionam como agentes de controle natural.

1. PRAGAS PRINCIPAIS

1.1. Lagarta da soja - *Anticarsia gemmatalis* (Foto 19)

É o principal inseto desfolhador da soja. As lagartas são, geralmente, esverdeadas. No entanto, formas escuras, quase pretas, ocorrem quando altas populações estão presentes. Possuem listras laterais e dorsais, claras, no sentido longitudinal e apresentam quatro pares de patas abdominais, além de um par terminal. A lagarta é muito ativa e, quando perturbada, joga-se ao solo.

1.2. Percevejos - *Nezara viridula* (Foto 20), *Piezodorus guildinii* (Foto 21) e *Euschistus heros* (Foto 22)

São três os percevejos mais prejudiciais à cultura: o verde, o verde pequeno e o marrom. Aparecem a partir da floração, causando os maiores danos entre os estádios de desenvolvimento das vagens e final do enchimento dos grãos. Seus ataques podem causar considerável redução no rendimento e na qualidade da semente. São agentes transmissores de doenças fúngicas, como a mancha-fermento, causada por *Nematospora corilye* e podem retardar a maturação das plantas, causando o fenômeno da retenção foliar – “soja louca” – o qual dificulta a colheita.

2. PRAGAS SECUNDÁRIAS

2.1. Lagarta falsa medideira - *Chrysodeixis (Pseudoplusia) includens*

A lagarta é verde-claro, com listras longitudinais nas laterais e no dorso do corpo, apresentando dois pares de patas abdominais, além de um par terminal. Locomove-se “medindo palmas”, de modo semelhante às lagartas medeiras.

2.2. Bicudo-da-soja - *Sternechus subsignatus*

O adulto é um curculionídeo de aproximadamente 8 mm de comprimento, de coloração preta, com listras amarelas no dorso da cabeça e nas asas. Os danos são causados tanto pelos adultos, que raspam o caule e desfiam os tecidos, como pelas larvas, que broqueam o caule e provocam o surgimento de galha.

2.3. Broca das axilas - *Epinotia aporema*

Seu ataque é facilmente identificado: quando ataca os brotos forma um cartucho, unindo os folíolos com fios de seda, permanecendo no seu interior. Após atacar os brotos, a lagarta pode broquear várias partes da planta, cuja entrada geralmente está localizada nas axilas das folhas.

3. INIMIGOS NATURAIS

Os insetos-pragas da soja estão sujeitos ao ataque de um grande número de inimigos naturais que se encarregam de eliminar parte da sua população, exercendo, portanto, um controle natural sobre os mesmos. Alguns desses agentes são tão eficazes que, sob certas condições, mantêm populações de insetos-pragas abaixo do nível de dano econômico durante toda a safra, dispensando, assim,

a necessidade do controle químico. O complexo de inimigos naturais é diferente para as várias espécies de pragas, mas a sua conservação nas lavouras de soja é de fundamental importância para o estabelecimento de um sistema adequado de manejo de pragas.

Esses agentes benéficos podem ser agrupados em parasitóides, predadores e doenças. Os parasitóides são insetos que passam parte de sua vida dentro do corpo de outro inseto, matando-o no final desse processo. No parasitismo de lagartas destaca-se, especialmente, a ocorrência de espécies de himenópteros (*Microcharops bimaculata*, *Copidosoma truncatellus*) e dípteros (*Patelloa similis*, *Voria ruralis*). Em percevejos, o parasitismo é exercido principalmente pelo díptero *Eutrichopodopsis nitens* que ataca os adultos e por várias espécies de vespas que parasitam os ovos dos percevejos, sendo *Trissolcus basalus* (Foto 23) e *Telenomus podisi* as mais importantes. Os predadores são espécies entomófagas que consomem mais de uma presa para completarem o seu desenvolvimento. A ocorrência de predadores em campos de soja é bastante freqüente, incluindo, principalmente, insetos das ordens Hemiptera (*Tropiconabis* sp., *Geocoris* sp., *Podisus connexivus*) (Foto 24) e Coleoptera (*Calosoma granulatum*, *Callida* sp.), além de várias aranhas. As doenças de insetos desempenham papel destacado na regulação natural de populações de muitas pragas e podem ser ocasionadas por fungos, vírus ou bactérias. Na soja, as mais importantes para o grupo das lagartas desfolhadoras são a doença branca causada pelo fungo *Nomuraea rileyi* (Foto 25) e a doença preta causada pelo vírus *Baculovirus anticarsia* (Foto 26).

3. CONTROLE

Para o controle das principais pragas da soja recomenda-se a utilização do “Manejo de Pragas”, que visa um controle racional dos insetos-pragas, por meio da compatibilização de diferentes táticas disponíveis (GAZZONI et al., 1988). Para atender a tal objetivo é fator primordial conhecer as espécies de pragas, seus níveis de ataque e os danos já causados, com o que se pode tomar a decisão acertada quanto à necessidade de medidas de controle. Esta tecnologia consiste, basicamente, de inspeções regulares à lavoura, verificando o nível de ataque, com base na desfolha e no número e tamanho das pragas.

Para as pragas principais (lagartas desfolhadoras e percevejos), as amostragens devem ser realizadas com um pano-debatida, preferencialmente de cor branca, preso em duas varas, com um metro de comprimento, o qual deve ser estendido entre duas fileiras de soja. As plantas da área compreendida pelo pano devem ser sacudidas vigorosamente sobre ele, havendo, assim, a queda das pragas sobre o pano, as quais deverão ser contadas. Este procedimento deve ser repetido em vários pontos da lavoura, considerando como resultado final a média dos vários pontos amostrados. No caso de lavouras com espaçamento reduzido entre as linhas, usar o pano batendo apenas as plantas de uma fileira de soja. Recomenda-se vistoriar a lavoura pelo menos uma vez por semana, iniciando as amostragens no princípio do ataque das pragas, intensificando o processo ao aproximar-se o nível de ação. O controle das pragas deve ser efetuado somente quando for atingido o nível de dano econômico (Figura 1), a partir do qual essas pragas reduzem significativamente a produção.

Os inseticidas recomendados para o controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) são: *Baculovirus anticarsia*, *Ba-*

cillus thuringiensis, Carbaril, Diflubenzurom, Endossulfam, Permetrina SC, Profenofós, Tiodicarbe, Triclorfom e Triflumurom. Na escolha do produto considerar a sua toxicidade, os efeitos sobre os inimigos naturais e o custo por hectare (EMBRAPA, 1993). Para o controle da lagarta da soja dar preferência à utilização do vírus *Baculovirus anticarsia* (Foto 26) que pode, inclusive, ser usado em aplicação aérea. A dose de *B. anticarsia* é de 50 lagartas equivalentes por hectare, ou seja, 50 lagartas mortas pelo próprio vírus maceradas em um pouco d'água e aplicadas em um hectare, ou 20 gramas do produto formulado por hectare (MOSCARDI, 1983).

Os inseticidas recomendados para o controle de percevejos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros*) são: Carbaril, Endossulfam, Fenitrotiom, Fosfamídom, Metamidofós, Monocrotofós, Paratiom metílico e Triclorfom (EMBRAPA, 1993).

Para o controle dos percevejos pode ser utilizada a tecnologia do sal de cozinha (CORSO, 1991), que consiste em reduzir pela metade a dose dos produtos recomendados, misturando-os a 500 g de sal de cozinha para cada 100 litros de água colocados no tanque do pulverizador, em aplicação terrestre, ou utilizar a vespinha *Trissolcus basalís* (Foto 23) que parasita os ovos dos percevejos da soja reduzindo a população desses insetos sugadores (CORRÊA-FERREIRA, 1993). Utiliza-se a quantidade de 5.000 vespinhas/ha, liberadas no final do florescimento da soja, época em que os percevejos estão começando a chegar na lavoura e a depositar seus ovos. Entretanto, o uso desta tecnologia só é recomendado em áreas que também utilizam o controle biológico ou produtos altamente seletivos no controle das lagartas da soja, preservando, assim, toda a população de insetos benéficos presentes na lavoura.

Semeadura	Período vegetativo	Floração	Formação de vagens	Enchimento de vagens	Maturação	Colheita
30% de desfolha ou 40 lagartas/pano de batida*		15% de desfolha ou 40 lagartas/pano de batida*				
LAVOURAS PARA CONSUMO		‡	4 percevejos/pano de batida**			
LAVOURAS PARA SEMENTE		‡	2 percevejos/pano de batida**			
Broca das axilas: a partir de 25-30% de plantas com ponteiros atacados						

* Maiores de 1,5 cm; ** Maiores de 0,5 cm.

Figura 1. Níveis de ação de controle das principais pragas da soja.

DOENÇAS DA SOJA E SEU CONTROLE

1. DOENÇAS FÚNGICAS

Entre os principais fatores que limitam o rendimento da soja, as doenças são os mais importantes e de difícil controle. Cerca de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus afetam a cultura no Brasil. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo da condição climática de cada safra. Ao nível nacional, o valor das perdas anuais por doenças é estimada em cerca de US\$ 2 bilhões.

A maioria dos patógenos da soja é transmitida através das sementes, e o uso de sementes contaminadas, originadas de diferentes áreas de produção, tem sido importante causa de introdução e aumento de novas doenças ou de raças fisiológicas de patógenos. O uso de sementes saudáveis, ou o seu tratamento químico, evitaria a disseminação.

PRINCIPAIS DOENÇAS E MEDIDAS DE CONTROLE

O controle das doenças através de resistência genética é o modo mais eficaz e econômico, porém, para a maioria das doenças, não existem cultivares resistentes. A eliminação ou a manutenção das doenças, ao nível de dano econômico, depende do conhecimento das exigências específicas de cada uma delas e da integração de várias práticas culturais, onde se incluem: rotação/sucessão de culturas, tratamento químico da semente, resistência varietal, calagem e adubação equilibrada, população adequada e melhor época de semeadura, controle de plantas daninhas e, eventualmente, o tratamento químico da parte aérea.

1.1. Mancha “olho-de-rã” (*Cercospora sojina*) (Foto 27)

Já foi uma das mais sérias da cultura da soja e poderá voltar a causar grandes prejuízos se não houver diversificação genética das cultivares, principalmente no Cerrado, onde cerca de 60% é representada por uma cultivar, a “FT-Cristalina”. O fungo *C. sojina* ataca toda a parte aérea, porém, é mais visível nas folhas onde produz manchas circulares, medindo de 1 a 4 mm de diâmetro.

Controle: cultivares resistentes e tratamento químico da semente.

1.2. Doenças de final de ciclo: mancha parda (*Septoria glycines*) (Fotos 28 e 29) e crestamento foliar e mancha púrpura da semente (*Cercospora kikuchii*) (Fotos 30 e 31)

Tanto a mancha parda como o crestamento foliar de *Cercospora*/mancha púrpura da semente são de ocorrência generalizada, mas são mais perigosas nas regiões quentes e chuvosas do Cerrado. Seus efeitos são mais visíveis na fase de maturação e reduzem o rendimento por causarem desfolha prematura. Sob condições favoráveis, a redução da produtividade pode atingir a mais de 30%.

Controle: Rotação/sucessão de culturas, incorporação dos restos culturais, tratamento de semente e adubação equilibrada, com ênfase no potássio. O controle pode também ser obtido com uma ou duas aplicações preventivas de fungicidas, iniciando no estágio R5.5 (75% de vagem formada). A segunda deve ser feita 10-12 dias após a primeira (estádio R6). Os fungicidas e dosagens (i.a./ha) são: a) benomil (50PM) (500 g); b) benomil (50PM) +

mancozeb (80PM) (250g + 1.600 g); c) carbendazim (75PM) (250 g); d) fentin hidróxido de estanho (40F) (200 g); e) tiabendazol (40F) (400 g).

1.3. Cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum f. sp. meridionalis*/*Phomopsis phaseoli f. sp. meridionalis*) (Fotos 32, 33 e 34)

O fungo é disseminado por sementes contaminadas, multiplica-se nas primeiras plantas infectadas e, posteriormente, nos restos culturais. A ocorrência da doença depende da suscetibilidade da cultivar e de chuvas frequentes nos primeiros 40-50 após a emergência.

Controle: Uso de cultivar resistente. A atual falta de semente de cultivares resistentes exige a adoção de medidas capazes de reduzir o potencial de inóculo do patógeno e de melhorar as condições nutricionais das plantas. Assim, além de cultivar resistente, é essencial complementar com tratamento de semente, rotação/sucessão de culturas, incorporação dos restos culturais, semeadura tardia, população e espaçamento que evitem o estiolamento e o acamamento e adubação potássica equilibrada.

1.4. Antracnose (*Colletotrichum dematium var. truncata*) (Fotos 35 e 36)

A antracnose é uma das principais doenças do Cerrado. Pode causar perda total mas, com maior frequência, reduz o número de vagens e induz a planta à retenção foliar e haste verde. O sintoma na haste (Foto 36) é facilmente confundido com a fase inicial do cancro da haste (Foto 37).

Controle: Rotação/sucessão de culturas, maior espaçamento entre as linhas e população adequada, controle de plantas daninhas, tratamento da semente e manejo adequado do solo, com ênfase na adubação potássica.

1.5. Seca da haste e da vagem ou *Phomopsis* da semente (*Phomopsis sojae* e outras espécies) (Fotos 37 e 38)

É uma das doenças mais tradicionais da soja e, anualmente, junto com a antracnose, é responsável pelo descarte de grande número de lotes de sementes. Ocorre principalmente em anos chuvosos, causando morte prematura (Foto 37) ou apodrecimento das vagens e sementes quando ocorre retardamento de colheita por excesso de umidade (Foto 38).

Controle: Idem ao da antracnose.

1.6. Mancha alva e podridão da raiz (*Corynespora cassiicola*) (Fotos 39 e 40)

Presente em todas as regiões produtoras de soja, além de manchas foliares (Foto 39), o fungo causa podridão da raiz (Foto 40), forçando a planta à maturação antecipada. Aparentemente há variação de patogenicidade entre a *Corynespora cassiicola* que causa a mancha foliar e a podridão da raiz. Essa hipótese está sendo investigada.

Controle: A maioria das cultivares comerciais são tolerantes à mancha foliar, porém, não há informação detalhada sobre a reação à podridão da raiz. Como o fungo *C. cassiicola* possui uma

ampla gama de hospedeiros e sobrevive por muitos anos no solo, evitar a semeadura direta em monocultura, adotando-se a rotação/sucessão de culturas.

1.7. Podridão branca da haste ou podridão de *Sclerotinia* (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Foto 41)

Uma das mais antigas doenças da soja, a podridão de *Sclerotinia* continua causando perdas significativas na Região Sul e nas regiões altas do Cerrado. Além da redução do rendimento, a doença é importante por ocorrer nas principais regiões produtoras de semente.

Controle: Tratamento químico das sementes; aumentar o espaçamento (50-60 cm) e adequar a população para evitar acamamento; rotação/sucessão de soja com espécies resistentes como o milho, aveia branca ou trigo e eliminar as plantas daninhas. Evitar a sucessão da soja em áreas cultivadas com girassol, nabo e canola.

1.8. Podridão parda da haste (*Phialophora gregata*) (Foto 42)

A podridão parda da haste foi identificada pela primeira vez em Passo Fundo-RS e municípios vizinhos, em 1989/90 (COSTAMILAN et al., 1991). Desde então, tem causado sérios danos em diversos municípios do Planalto Central do Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.

Controle: Cultivares resistentes e rotação/sucessão com milho, sorgo, arroz, trigo, aveia preta e cevada. As cultivares mais resistentes no Rio Grande do Sul são: BR-16, Davis, EMBRAPA-1, EMBRAPA-4, EMBRAPA-19, Ivorá e OCEPAR-4=Iguaçu (COSTAMILAN & BONATO, 1993).

1.9. Podridão radicular vermelha ou síndrome da morte súbita-SDS (*Fusarium solani*) (Fotos 43 e 44)

Observada pela primeira vez em São Gotardo (MG) na safra 1981/82, na cultivar UFV-1, a podridão vermelha da raiz é hoje um problema nacional. Ocorre nas principais regiões produtoras de semente de Goiás, Minas Gerais, sul do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Além da soja, causa sérios prejuízos em feijão irrigado sob pivô central.

Controle: A semeadura direta e a monocultura da soja parecem favorecer a doença, porém, não se dispõe de dados experimentais mais concretos para uma recomendação de manejo. Entre as cultivares testadas, IAC-1 e IAC-4 foram resistentes.

2. DOENÇAS CAUSADAS POR NEMATÓIDES

2.1. Nematóides de galhas (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*) (Foto 45)

Os nematóides de galhas estão entre os maiores responsáveis por redução de rendimento em soja. A espécie mais predominante é a *M. javanica*.

Controle: O controle, através de resistência genética, apresenta possibilidades limitadas. A forma mais eficiente e duradoura de conviver com os nematóides de galhas é através da rotação/sucessão de culturas com espécies resistentes (algodão, milho, sorgo, aveia, trigo, etc.) e adubação verde com espécies de *Crotalaria* e mucuna preta (*Stylobium atterimum*).

2.2. Nematóide de cisto (*Heterodera glycines*) (Fotos 46, 47 e 48)

Distribuição geográfica: Identificado pela primeira vez no Brasil na safra 1991/92, o nematóide de cisto da soja expandiu-se de forma assustadora nas safras seguintes.

Importância econômica: Na safra 1991/92, a área afetada foi estimada em 10 mil hectares, com perda avaliada em US\$ 1 milhão. Na safra 1993/94, a área infestada foi estimada em cerca de 1 milhão de hectares e os prejuízos só não foram catastróficos devido à semeadura do milho.

Nos Estados Unidos, os níveis de danos econômicos são observados após seis a sete anos do início da infestação. No Brasil, são relatadas perdas totais em áreas de três a cinco anos de cultivo de soja. Geralmente, essas áreas apresentam forte infestação de plantas daninhas.

Sintoma: A presença do nematóide de cisto é caracterizada por reboleiras de plantas amareladas de diferentes tamanhos. As plantas infestadas podem morrer aos 30-40 dias da semeadura. Geralmente, o sintoma mais característico é o amarelecimento das folhas com acentuado sintoma de deficiência de manganês, acompanhado de nanismo das plantas, abortamento de flores e vagens. O sintoma de deficiência de manganês é mais visível nos solos sob cerrado, enquanto no latossolo roxo (Palmital, SP) a deficiência de potássio se acentua. As características mais distintas para diagnóstico do nematóide é a presença típica dos cistos (fêmeas) de coloração branca a amarela nas raízes e castanha no solo (Foto 48).

Controle: A primeira medida a ser adotada é a de evitar a dispersão do nematóide para novas áreas. As principais formas de disseminação para áreas indenes são: a) movimentação e transporte de solo infestado aderido a máquinas e implementos agrícolas, veículos e calçados; b) erosão eólica; c) erosão por água de chuva; d) sementes com partículas de solo contendo cistos; e) aves e animais silvestres; e f) transporte de soja não beneficiada, contendo torrões e resíduos contaminados, distribuídos por caminhões, ao longo das rodovias. A identificação do nematóide na fase inicial de infestação é fundamental para o controle.

Manejo integrado: A alternativa de controle mais viável e duradoura é o manejo integrado, cujo objetivo é a redução da população do nematóide a um nível de convivência através da combinação de diversas práticas agrônômicas: a) rotação/sucessão de culturas com hospedeiros não suscetíveis (algodão, amendoim, arroz, cana-de-açúcar, girassol, mandioca, milho, sorgo/aveia, cevada, trigo, milheto e pastagem); b) adubação verde (mucuna, *Crotalaria*); c) controle de plantas daninhas; e d) retardamento da semeadura de cultivares precoces.

Na maioria das regiões, a rotação com o milho é a opção econômica mais viável, porém, sua expansão já está apresentando sérios problemas de armazenamento e comercialização. As sucessões mais viáveis são as culturas de inverno ou de entressafra, com finalidades econômicas ou de cobertura, adubação verde ou complementação de pastagem, como o milheto, sorgo, aveia preta, a mucuna e espécies de *Crotalaria*. A principal limitação no uso dessas espécies é a pouca disponibilidade de semente, por falta de demanda e de estrutura de produção.

Observações preliminares em lavouras com altas populações de nematóides têm mostrado que apenas um ano de rotação com milho não é suficiente para reduzir os prejuízos ao nível de dano econômico. Portanto, é fundamental que a presença do nematóide seja detectada na fase inicial de infestação, para que um ano de rotação seja eficaz.

LITERATURA CONSULTADA E SUGERIDA

- CORRÊA-FERREIRA, B.S. **Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basalís* (Wollaston) no controle de percevejos da soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1993. 40p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 5)
- CORSO, I.C. **Uso de sal de cozinha na redução da dose de inseticida para controle de percevejos da soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1990. 7p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 45)
- COSTAMILAN, L.M. & BONATO, E.R. Desempenho de cultivares de soja em áreas com diferentes níveis de infestação de *Phialophora gregata*. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA DE SOJA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo. **Resultados de Pesquisa 1992-1993.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.107-10.
- COSTAMILAN, L.M.; BONATO, E.R.; REIS, E.M.; YORINORI, J.T. Brown stem rot, a new soybean disease in Rio Grande do Sul, Brazil. In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, 12., Rio de Janeiro, 1991. **Programs and Abstracts.** São Paulo: ANDEF, 1991. s/p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para cultura da soja no Paraná 1993/94.** Londrina: OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO, 1993a. 128p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 62)
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil - 1993/94.** Londrina, 1993b. 120p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 64)
- GAZZONI, D.L., OLIVEIRA, E.B. de, CORSO, I.C., CORRÊA-FERREIRA, B.S., VILLAS BÔAS, G.L., MOSCARDI, F.; PANIZZI, A.R. **Manejo de Pragas da Soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1988. 44p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 5)
- MASCARENHAS, H.A.A. Recomendação de adubação para a soja. In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: IAC, 1985. 107p. (IAC. Boletim Técnico, 100)
- MOSCARDI, F. **Utilização de *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1983. 21p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 23)
- SFREDO, G.J.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; BORKERT, C.M. **Soja, nutrição mineral, adubação e calagem.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1986. 51p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 64)
- SOUZA, D.M.G. de; MIRANDA, L.N. de; LOBATO, E. **Interpretação de análise de terra e recomendação de adubos fosfatados para as culturas anuais nos cerrados.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1987. 7p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 51)
- YORINORI, J.T. **Cancro da haste da soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1990. 8p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 44)
- YORINORI, J.T. Doenças da Soja no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL (ed.). **Soja no Brasil Central.** 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.301-63.
- YORINORI, J.T. Frogeye leaf spot of soybean (*Cercospora sojina* Hara). In: WORLD SOY-BEAN RESEARCH CONFERENCE, 4., Buenos Aires: Asociacion Argentina de la Soya, Vol. III, 1989. p.1275-83.

**TUDO VALE A PENA,
SE A ALMA NÃO É PEQUENA.**

Fernando Pessoa



Foto 1. Deficiência de nitrogênio.



Foto 3. Folha sem deficiência de fósforo (à esquerda) e com deficiência de fósforo (à direita).



Foto 5. À frente, parcela com deficiência de potássio. Ao fundo, parcela com 160 kg de K_2O /ha.



Foto 7. Colapso do pecíolo causado pela deficiência de cálcio.



Foto 2. À frente, deficiência de fósforo. Atrás, resposta ao fósforo aplicado (160 kg P_2O_5).



Foto 4. À direita, plantas com deficiência de fósforo (0 kg/ha de P_2O_5) e à esquerda com 300 kg/ha de P_2O_5 , em latossolo vermelho-amarelo de Balsama (solo de cerrado de 1º ano de cultivo).



Foto 6. Folha com sintoma de deficiência de potássio.



Foto 8. Deficiência de cálcio.



Foto 9. Folha com deficiência de magnésio: clorose internerval e nervuras de cor verde-pálido.



Foto 10. Folhas com deficiência de manganês: clorose internerval e nervuras de cor verde-escuro.



Foto 11. Vista de uma lavoura com deficiência de manganês induzida pelo excesso e má incorporação de calcário, em região de cerrado.



Foto 12. Toxidez de manganês em solos ácidos, de origem basáltica. O sintoma é um encarquilhamento com pontos marrons no limbo foliar.



Foto 13. Toxidez de manganês (detalhe do encarquilhamento dos folíolos).

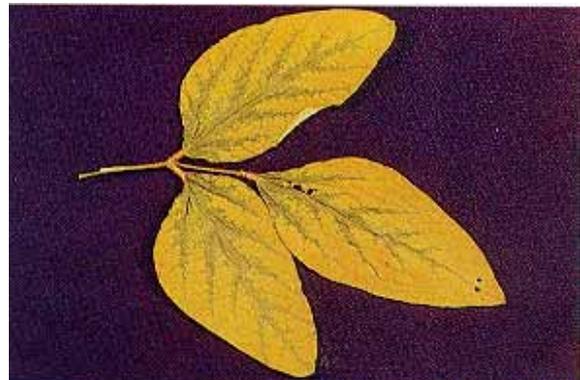


Foto 14. Folhas deficientes em zinco apresentam coloração amarelo-ouro entre as nervuras.



Foto 15. Folha com sintoma avançado de deficiência de zinco, com nervuras de coloração verde-escuro intenso.

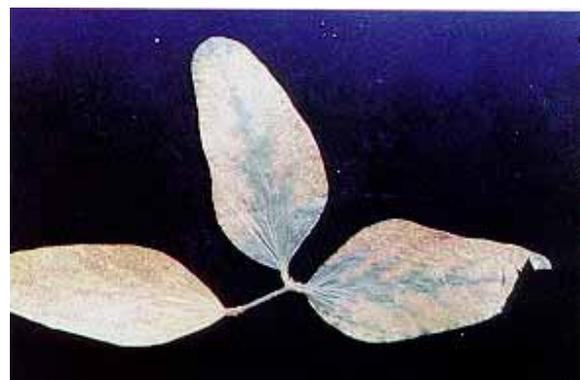


Foto 16. Deficiência de cobre em folha nova: necrose nas pontas e margens.



Foto 17. Sintomas de deficiência de nitrogênio induzida pela deficiência de molibdênio em solo ácido (à frente); ao fundo, acidez corrigida.

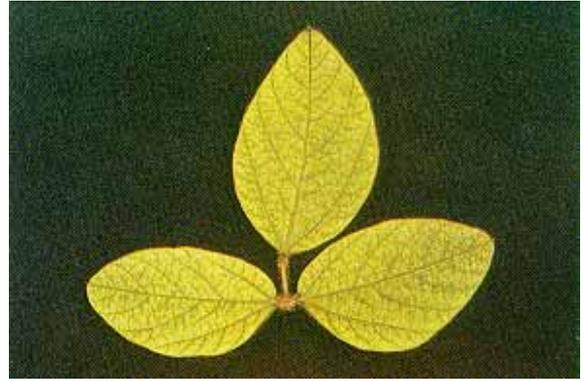


Foto 18. Folha com deficiência de ferro.



Foto 19. Lagarta da soja: *Anticarsia gemmatalis*.



Foto 20. Percevejo verde: *Nezara viridula*.



Foto 21. Percevejo verde pequeno: *Piezodorus guildinii*.



Foto 22. Percevejo marrom: *Euschistus heros*.



Foto 23. Vespa *Trissolcus basalís* parasitando ovos de percevejo.



Foto 24. *Podisus connexivus* predando uma lagarta.



Foto 25. Lagarta desfolhadora com doença branca provocada pelo fungo *Nomuraea rileyi*.



Foto 26. Lagarta desfolhadora com doença preta causada pelo vírus *Baculovirus anticarsia*.



Foto 27. Mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*).

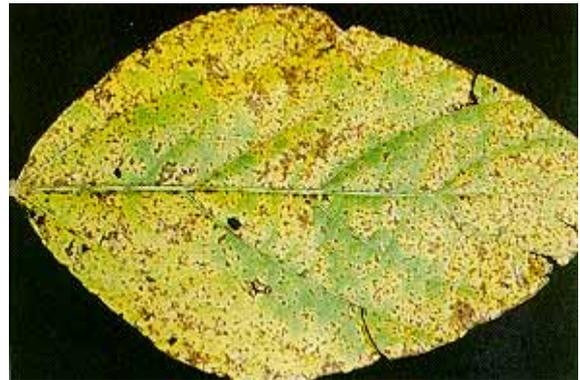


Foto 28. Mancha parda ou septoriose (*Septoria glycines*).



Foto 29. Desfolha por mancha parda (*Septoria glycines*).



Foto 30. Crestamento foliar de *Cercospora* (*C. kikuchii*).

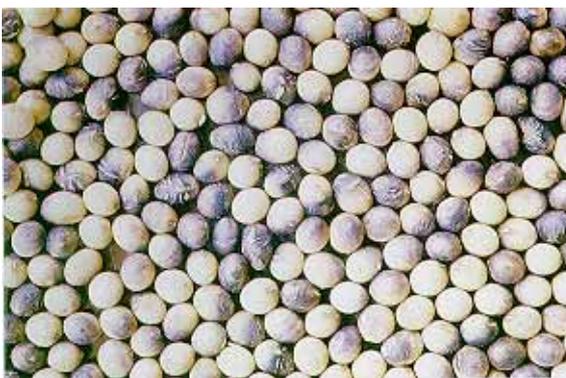


Foto 31. Mancha púrpura da semente (*Cercospora kikuchii*).



Foto 32. Cancro da haste: vários estádios de desenvolvimento (*Diaporthe p. f.sp. meridionalis*).



Foto 33. Cancro da haste: lesão inicial com necrose do lenho (*D. p. f.sp. meridionalis*).



Foto 34. Cancro da haste: necrose da medula (*D. p. f.sp. meridionalis*).



Foto 35. Antracnose: necrose e seca da vagem (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*).



Foto 36. Antracnose: necrose superficial na haste (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*).



Foto 37. Seca da haste e da vagem (*Phomopsis sojae*).



Foto 38. Seca da haste e da vagem: deterioração da vagem e semente (*Phomopsis sojae*).



Foto 39. Mancha alvo (*Corynespora cassiicola*).



Foto 40. Podridão radicular de *Corynespora* (*C. cassiicola*).



Foto 41. Podridão branca da haste (*Sclerotinia sclerotiorum*).



Foto 42. Podridão parda da haste (*Phialophora gregata*).



Foto 43. Podridão radicular vermelha (SDS), sintoma secundário de “folha carijó”: (*Fusarium solani*).



Foto 44. Podridão radicular vermelha (SDS): necrose vermelha na raiz (*Fusarium solani*).



Foto 45. Nematóide de galhas (*Meloidogyne spp.*).



Foto 46. Nematóide de cisto (*Heterodera glycines*): reboleira com plantas amarelas ou mortas aos 30-40 dias da semeadura.



Foto 47. Nematóide de cisto (*Heterodera glycines*): lavoura com sintoma de amarelecimento, nanismo e deficiência de manganês no estágio R6.



Foto 48. Nematóide de cisto (*Heterodera glycines*): cistos brancos nas raízes.