

REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA PROVOCADO PELO RODADO DO TRATOR DURANTE AS APLICAÇÕES DE AGROTÓXICOS

REDUCTION IN THE YIELD AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS CAUSED BY TRACTOR WHEEL PRESSURE DURING THE APPLICATION OF AGROCHEMICALS

Marcos Paulo Ludwig^{1*}; Orlando Antonio Lucca Filho²; Luiz Marcelo Costa Dutra³; Suemar Alexandre Gonçalves Avelar⁴; Suzana Ferreira da Rosa⁵; Lucio Zabot⁶

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos do amassamento das linhas de soja (*Glycine max* (L.) causado pelo rodado do trator durante as aplicações de agrotóxicos na produção e qualidade fisiológica de sementes, foi realizado um experimento no município de Jarí, RS, durante a safra 2006/2007. Foram coletadas cinco linhas localizadas em diferentes posições em relação ao rodado do trator. Após a colheita, as sementes foram levadas ao Laboratório Didático de Análise de Sementes na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Para detectar as possíveis mudanças na qualidade fisiológica e produção foram realizados os testes de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, tetrazólio, massa de 100 sementes e rendimento de sementes. Foi observado que o amassamento causado pelo rodado do trator reduz a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: agrotóxico, *Glycine max* (L.), qualidade de sementes, amassamento

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of crushed soybean (*Glycine max* (L.) rows caused by the tractor wheels during the application of pesticides on yield and seed physiological quality. The soybean cropping area was in Jari County, Rio Grande do Sul State, Brazil, in 2006/2007 growing season. Five rows of soybean plants were collected, in different positions according to the tractor wheels. Seed quality analysis was done in the Laboratory of Seeds Analysis of the Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel"/Universidade Federal de Pelotas. The physiological quality and yield of the seeds were evaluated by a germination test, first counting, accelerated aging, tetrazolium, weight of 100 seeds and yield. It was observed that the rows crushed by the tractor wheels reduced yield and seed physiological quality.

Key words: pesticide, *Glycine max* (L.), quality of seeds, crush

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo produtor mundial de soja, sendo que foram produzidos cerca de 52 milhões de toneladas de grãos em 2007 (IBGE, 2007). Atualmente são comercializados ao redor de 650 mil toneladas de sementes de soja, no entanto a demanda potencial é superior a um milhão de toneladas (ABRASEM, 2007).

O cultivo da soja exige manejo de plantas daninhas, insetos e doenças, que são geralmente realizados através de aplicações de produtos químicos, as quais, na maioria das vezes, são realizadas por via terrestre (trator + pulverizador). Em áreas de produção de sementes são realizadas, no mínimo, três aplicações de agrotóxicos (uma aplicação de herbicida, outra de inseticida e uma de fungicida + inseticida). Esta atividade causa amassamento das linhas devido ao deslocamento do trator sobre a cultura já estabelecida. Com o surgimento de novas pragas e doenças, como a ferrugem asiática (*Phakopsa pachyrhizi* H.) o número de aplicações tende a aumentar, conseqüentemente o amassamento causado pelo rodado do trator e rodado do pulverizador de arrasto durante essas aplicações, tende a ser acrescido.

Há estudos apontando que de 6% a 7%, das plantas de soja, pode ser esmagada pelos rodados havendo uma perda de 180kg ha⁻¹ de soja por hectare com aplicação terrestre (ÁGUAS CLARAS AVIAÇÃO AGRÍCOLA LTDA., 2007). No entanto, não existe na literatura trabalhos relacionando o amassamento com a qualidade de sementes.

A utilidade dos produtos fitossanitários é sempre lembrada nas discussões sobre a importância de se produzir sementes de alta qualidade. Porém, temas mencionados nestas ocasiões restringem-se ao tipo de produto e época de aplicação dos mesmos, desconsiderando os efeitos da forma de aplicados sobre a cultura.

Produtores insatisfeitos com os equipamentos convencionalmente utilizados para aplicação de agrotóxicos desenvolveram equipamentos de arrasto sobre a superfície do

^{1*} Eng. Agr., Mestrando Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes – Universidade Federal de Pelotas, Bolsista CAPES. E-mail: (plmarcos1@yahoo.com.br). Av. Jucelino K. Oliveira, 2985 - Bloco F, AP. 403, Centro, Pelotas-RS CEP: 96080-000

² Eng. Agr., Dr., Professor Associado, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas.

³ Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto, Tutor do Programa PET, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴ Eng. Agr., Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Bolsista, CAPES, Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Eng. Flor., Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Bolsista, CNPQ, Universidade Federal de Santa Maria.

⁶ Eng. Agr., M.Sc. Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Bolsista, CNPQ, Universidade Federal de Santa Maria.

(Recebido para publicação em 09/05/2008, aprovado em 07/04/2009)

solo ou das plantas com bicos acoplados a cabos de aço com até 100m de largura. O objetivo de construir este tipo de equipamento é de reduzir o esmagamento causado pelo trânsito de máquinas durante as aplicações (GASSEN e BORGES, 2006). Os mesmos autores também mencionam que há produtores que marcam o local de tráfego do equipamento de aplicação, durante a semeadura, com espaçamento maior ao normalmente utilizado, nestes locais o espaçamento é aumentado de 10 a 40 cm. Os agricultores também adotam passar o trator antecipadamente para marcar os locais em que o pulverizador irá passar, diminuindo com isso, o amassamento e o erro na faixa de aplicação dos produtos fitossanitários.

O uso de sementes com alta qualidade é ponto importante para que uma cultura expresse seu potencial e para a sua obtenção devem se observar inúmeros fatores. Segundo Martins & Carvalho (1994), destacam-se como fatores importantes para a redução da qualidade das sementes de soja as condições climáticas desfavoráveis durante a maturação e colheita; o manejo inadequado da colheita, com conseqüentes danos mecânicos; o armazenamento prolongado em condições desfavoráveis; a aplicação de produtos químicos, de forma e em doses nem sempre corretas; o ataque de percevejos e a atividade de microrganismos parasitas.

Levando-se em consideração as atuais exigências de mercado, os produtores de sementes necessitam ofertar, não apenas materiais que atendam ao padrão mínimo estabelecido pelas normas de produção de sementes, mas também disponibilizar para o consumidor um produto diferenciado, com a máxima qualidade possível. Dentro deste contexto, o amassamento causado pelo rodado do trator no momento da aplicação dos agrotóxicos pode constituir-se em fator limitante para a produção de sementes de alta qualidade, seja pelo esmagamento direto das plantas e/ou sementes, seja pela destruição de área foliar fotossinteticamente ativa, a qual também reduzirá a produtividade e a qualidade das sementes.

Neste sentido o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do amassamento causado pelo rodado do trator durante as aplicações dos produtos fitossanitários, na qualidade e na produtividade de sementes de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho teve como base uma lavoura comercial, localizada em uma propriedade rural no município de Jarí, Estado do Rio Grande do Sul, a uma altitude de 441m, latitude 29°17'29"S e longitude 54°13'26"W. Foi utilizado a cultivar de soja transgênica (*Roundup Ready*®) NUEVA MARIA 55 RR de ciclo precoce, na área experimental foram realizadas três aplicações de produtos fitossanitários. A primeira aplicação foi realizada com herbicida, quando as plantas estavam no estágio V4 (quarto nó; terceiro trifólio aberto), a segunda pulverização teve como objetivo controlar a lagarta da soja sendo realizada no estágio fenológico R1 (início da floração até 50% das plantas com uma flor). A última entrada na lavoura apresentou como objetivo a aplicação conjunta de fungicida e inseticida, sendo realizada no estágio R 5.2 (maioria das vagens com granação de 10%-25%). A escala fenológica para o acompanhamento foi a de Ritchie (1982).

Para estas aplicações foi utilizado um trator da marca FORD 6600, adaptado como pulverizador auto-propelido com pneus estreitos, com vão livre horizontal entre rodados de 1,85m e comprimento total de barra de 14 metros.

O delineamento estatístico utilizado foi Blocos ao Acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições, a área foi dividida em quatro blocos onde posteriormente o trator transitou, demarcando assim as linhas. As análises estatísticas foram realizadas através do pacote estatístico, SASM-Agri versão 3.2.4 (ALTHAUS *et al.*, 2001) e a comparação das médias pelo teste de Duncan a 5% probabilidade de erro.

Para verificar os efeitos do amassamento foram coletadas plantas no ponto de colheita de 5 linhas de soja com 4 m de comprimento e espaçadas 0,45 m entre si, localizadas em diferentes posições em relação ao rodado do trator (Figura 1). A primeira aplicação foi realizada no estágio fenológico V4 e as aplicações seguintes foram realizadas com a passagem do rodado nas mesmas linhas. As linhas 1 e 5 sofreram amassamento do rodado do trator, sendo a 1 totalmente amassada enquanto a linha 5 sofreu dano parcial (com 40 a 60% de amassamento das plantas). A linha 3 localizava-se entre os rodados, abaixo do chassi. A linha 6 encontrava-se a direita da linha 5 e a linha 19 estava localizada na extremidade da barra de pulverização (Figura 1). As coletas das linhas 1 e 5 objetivaram avaliar o efeito direto do amassamento causado pelo rodado do trator. Com a colheita da linha 3 buscou-se verificar o possível dano causado pelo chassi, e com a linha 6 procurou-se determinar o efeito do amassamento nas linhas ao lado. A coleta da linha 19 serviu como padrão de qualidade sem interferência mecânica do conjunto de aplicação.

Após a colheita das linhas as plantas foram trilhadas, em trilhadora estacionária, para a obtenção da produtividade de sementes e realização dos testes laboratoriais: teste de germinação; e de vigor: pelos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado; tetrazólio, e a massa de 100 sementes. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório Didático de Análise de Sementes na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Produtividade de sementes: durante a limpeza foram retiradas as sementes quebradas, chochas, pequenas, e com formato achatado, além das demais impurezas, como pedaços de caules, legumes e partículas de solo, que normalmente são eliminadas durante as operações normais de limpeza e classificação em escala comercial. Assim se obteve as sementes limpas, as quais foram pesadas, sendo o peso obtido em gramas, corrigida a umidade para 13% e transformado em kg ha⁻¹.

Teste de germinação: realizado segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992), por meio da semeadura de 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 50 sementes, em rolo de papel toalha germitest umedecido com água, levando ao germinador à temperatura de 25°C por oito dias, quando foi realizada a avaliação. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

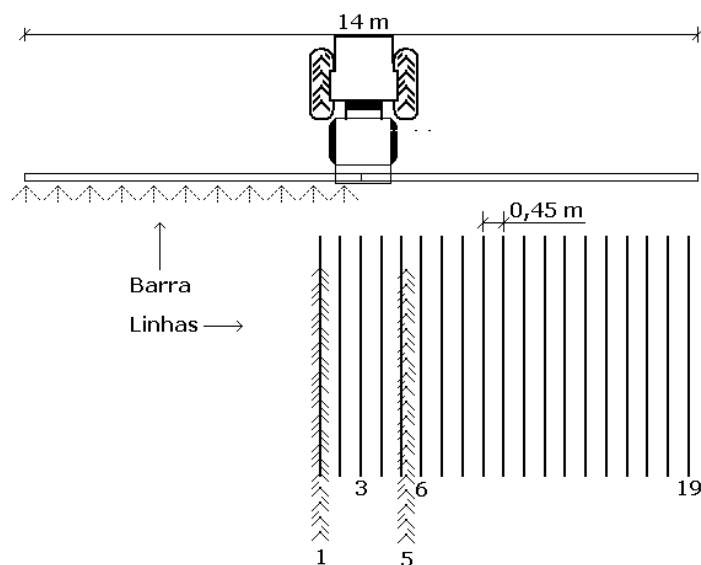


Figura 1 - Croqui demonstrativo das linhas coletadas em Jarí-RS, safra 2006-07

Testes de vigor

Primeira contagem: realizado conjuntamente ao teste de germinação, sendo a contagem das plântulas normais executada aos 5 dias após início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Envelhecimento acelerado: foram analisadas 200 sementes, divididas em quatro repetições de 50 sementes, utilizando o método de gerbox adaptado. As sementes foram espalhadas em camada única sobre uma tela suspensa dentro de caixas de gerbox, contendo 40 ml de água. Posteriormente essas caixas permaneceram em câmara BOD, a 41°C por 48h. Após este período as sementes foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação (BRASIL, 1992). Nas avaliações, foram computadas apenas as plântulas normais.

Tetrazólio: para o teste de tetrazólio foram utilizadas 100 sementes divididas em 2 repetições de 50 sementes, embebidas em papel toalha germitest umedecido com água por 16h a temperatura de 25°C. Posteriormente as sementes foram colocadas em recipientes para adição da solução de tetrazólio 0,075%, as mesmas permaneceram em solução por 180 minutos sob temperatura de 35 a 40°C, sendo posteriormente avaliados vigor e viabilidade das sementes, onde foram consideradas como vigorosas as sementes classificadas nas classes 1 a 3 e viáveis da 1 a 5, conforme metodologia de França Neto *et al.* (1998).

Massa de 100 sementes: para a avaliação da massa de 100 sementes foi realizada a pesagem de duas amostras de 100 sementes para cada repetição, que foram colocadas por 24 horas em estufa a 105°C. Em seguida, as amostras eram pesadas novamente e corrigidas para 13% de umidade.

Estimativa da área amassada e número de linhas que recebem produto com diferentes larguras de barra: Para o cálculo da relação foi tomado como base na Figura 1, onde a entrada do pulverizador na área amassa duas linhas (1 e 5) totalizando 0,9m (0,45m por linha). Desta forma foi

calculado o número de linhas que recebem o produto por passada nas diferentes larguras e posteriormente a % de amassamento ha⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados contidos na Tabela 1 indicam que a menor porcentagem de germinação foi observada na linha 1 (45%). É importante ressaltar que este valor é inferior ao mínimo exigido para a comercialização (80%). No entanto, as porcentagens de germinação obtidas nas linhas 6 e 19 foram maiores que 80%, demonstrando melhor qualidade fisiológica que a linha que sofreu esmagamento direto pelos rodados do trator. No teste de vigor, primeira contagem somente a linha 1 diferiu das linhas 6 e 19, porém no teste de envelhecimento acelerado as linhas 1 e 5 obtiveram os menores resultados. Os resultados do teste de envelhecimento acelerado para as sementes das linhas 1 e 5 demonstram que estas possuem baixo vigor, enquanto que as oriundas das outras linhas apresentam médio vigor. Considerando as informações de Tillmann *et al.* (2003), lotes de sementes com porcentagem no teste de envelhecimento acelerado entre 60 e 80% são considerados como de médio vigor e menor que 60% como de baixo vigor. A perda de qualidade observada nas sementes das linhas 1 e 5 evidenciam o efeito negativo causado pelo amassamento do rodado do trator durante as aplicações de produtos fitossanitários.

Os resultados da viabilidade obtidos com o Teste de Tetrazólio contidos na Tabela 1 indicam que as sementes de soja foram afetadas pelo tráfego do trator, seja através do amassamento das plantas pelo rodado ou pelo chassi. As linhas 1, 3 e 5 obtiveram os menores valores de viabilidade, sendo inferior a 80% que é o mínimo exigido para comercialização de sementes, o que também é confirmado no teste de germinação padrão. As sementes colhidas na linha 1, onde as plantas sofreram amassamento direto do rodado do trator, apresentaram o menor vigor enquanto as demais linhas, inclusive a linha 5 que sofreu amassamento parcial provocado pelo rodado do trator, não diferiram quanto ao vigor pelo teste de tetrazólio.

Tabela 1 - Resultados (%) do Teste de Germinação (TG), Primeira Contagem (PC), Envelhecimento Acelerado (EA), Viabilidade pelo Teste de Tetrazólio (Viab.) e Vigor pelo Teste de Tetrazólio (Vig.), de 5 linhas de soja colhidas em Jarí – RS, na safra 2006/07

| Linha | TG | PC | EA | Viab. | Vig. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 45 b | 38 b | 33 b | 71 b | 47 b |
| 3 | 76 a | 66 ab | 61 a | 74 b | 58 a |
| 5 | 71 ab | 60 ab | 37 b | 73 b | 56 a |
| 6 | 83 a | 70 a | 72 a | 82 a | 64 a |
| 19 | 81 a | 71 a | 70 a | 82 a | 66 a |
| Média | 71 | 61 | 55 | 77 | 58 |
| C.V. | 24,60 | 29,92 | 26,34 | 5,27 | 10,11 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram do teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

A produtividade de sementes (Tabela 2) também foi afetada pelo amassamento causado pelo rodado do trator durante as aplicações de produtos fitossanitários, uma vez que as menores produtividades foram observadas nas linhas 1 e 5, com 313 e 697kg ha⁻¹ respectivamente, inferiores a média de rendimento do experimento (1.004kg ha⁻¹). Os maiores rendimentos foram obtidos nas linhas 3, 6 e 19, no entanto o rendimento das linhas 3 e 19 não diferiram da linha 5,

possivelmente estes resultados estejam relacionados com o coeficiente de variação, pois a diferença de rendimento entre as linhas foi de 580kg ha⁻¹ (da linha 3 para a 5) e 483kg ha⁻¹ (da linha 19 para a 5).

A massa seca de 100 sementes (Tabela 2) não é afetada pelo amassamento das linhas, pois não foi constatada diferença entre as linhas que sofreram amassamento direto ou parcial.

Tabela 2 - Resultados da produtividade de Sementes (kg ha⁻¹) (P) e massa de 100 sementes (g) (MS), de 5 linhas de soja colhidas em Jarí – RS, na safra 2006/07

| Linha | P (kg ha ⁻¹) | MS (g) |
|-------|--------------------------|----------|
| 1 | 313 c | 11,33 b |
| 3 | 1.277 ab | 12,85 ab |
| 5 | 697 bc | 13,35 a |
| 6 | 1.554 a | 12,41 ab |
| 19 | 1.180 ab | 12,36 ab |
| Média | 1.004 | 12,44 |
| C.V. | 38,27 | 7,24 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram do teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Considerando os resultados obtidos, pode-se constatar a necessidade da adoção de práticas que visem reduzir os efeitos do amassamento. Dentre estas práticas poderiam estar incluídas a utilização de espaçamento diferenciado entre linhas, o qual permitiria passar o trator e/ou equipamento de aplicação de produtos sem danificar as plantas. Outro fator a ser considerado é a aplicação de produtos fitossanitários por via aérea, principalmente na última aplicação, pois parece ser

esta a que mais afeta a qualidade das sementes, uma vez que nesta época as mesmas já se encontram em pleno desenvolvimento nos legumes.

O uso de largura da barra de pulverização maior também reduz o amassamento, desta forma na Tabela 3 encontra-se uma simulação teórica entre a largura da barra de pulverização e a porcentagem da área amassada por hectare.

Tabela 3 - Relação entre largura da barra de pulverização (m), número de linhas que recebem produto e área amassada pelo rodado do trator (% ha⁻¹), por ocasião da realização de práticas culturais

| Largura da barra (m) | Número de linhas | Amassamento (% ha ⁻¹) |
|----------------------|------------------|-----------------------------------|
| 10 | 22,2 | 9,0 |
| 12 | 26,7 | 7,5 |
| 14 | 31,1 | 6,4 |
| 16 | 35,6 | 5,6 |

Com base nas produtividades (Tabela 2) e nas relações de amassamento (Tabela 3), fez o cálculo da estimativa de produção conforme a largura da barra de pulverização. Considerando a média das linhas amassadas 1 e 5 têm-se o rendimento médio de 505kg ha⁻¹ de sementes, já para as linhas sem amassamento direto 3, 6 e 19 foram colhidos, em média, 1.337kg ha⁻¹ de soja. Pode-se inferir, portanto, que com a utilização de um pulverizador de barras cuja largura da mesma seja de 10m, o rendimento médio da lavoura alcançaria 1.253kg ha⁻¹, ou seja, haveria uma redução estimada na produtividade de 84kg ha⁻¹, correspondendo a 6,3% de diminuição na produção de sementes. Simulando a utilização

de um pulverizador com barra de 16m, a produção estimada seria de 1.284kg ha⁻¹, 53kg ha⁻¹ de sementes a menos, que a sem amassamento, correspondendo a redução de 4,0% na produção de sementes. Destaca-se que a utilização de barras mais largas reduz o amassamento, o qual interfere, não apenas no rendimento, mas também na qualidade de sementes.

CONCLUSÃO

O amassamento das linhas pelo rodado do trator durante a aplicação de produtos fitossanitários compromete a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes de soja.

A massa seca de 100 sementes não é afetada pelo amassamento das plantas devido ao rodado do trator.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Agropecuária Becker por ceder a área para realização do experimento.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS CLARAS AVIAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. **Será que agora decola?** Disponível em: <http://www.aguasclarasaviacao.com.br/reportagem_02.htm>. Acesso em 09 jul. 2007.

ALTHAUS, R.A.; CANTERI, M.G.; GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott (SASM-Agri versão 3.2.4). In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., Ponta Grossa, 2001. **Anais...**, Ponta Grossa, p.280-281.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS (ABRASEM). Apoio a pesquisa e incentivo ao uso da tecnologia. **Anuário 2007**. Pelotas, 82p., 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992, 365p.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998, 72p.

GASSEN, D. N.; BORGES, L. D. **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br>>. Acesso em 27 mai. 2007.

IBGE - **Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 19 dez. 2007.

MARTINS, C. C.; CARVALHO, N. M. Fontes de deterioração na produção de sementes de soja e respectivas anormalidades nas plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.2, p.168-182, 1994.

RITCHIE, S.W. **How a soybean plant develops**. Iowa State: Univ. of Science and Technol. Coop. Ext. Serv., 1982, 20p. (Special Report, 53).

TILLMANN, M.A.A.; MELLO, V.C. de; ROTA, G.R.M. Análise de Sementes. In.: PESKE, S.T. *et al.* (Eds.) **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas, 2003, p.138-223.