



EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE RESÍDUOS DE PINUS CARIBAEA NA GERMINAÇÃO DE SOJA

Isabel Cristina Vinhal-Freitas¹, Sérgio Macedo Silva¹, Lilian Faria Melo²

¹ Universidade Federal de Uberlândia

² Universidade do Estado de Minas Gerais

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar efeitos alelopáticos de extratos aquosos de serapilheira parcialmente decomposta de *Pinus caribaea* na germinação de soja. As amostras de serapilheira foram coletadas na estação chuvosa do ano, no mês de março de 2009. Obteve-se um extrato aquoso da serapilheira nas concentrações de 5%, 7,5%, 10%, 15%, 25%. As avaliações foram realizadas a cada vinte e quatro horas, adotando-se como critério de emergência a exposição de qualquer parte da plântula na superfície do substrato. Calculou-se o tempo inicial (Ti), final (Tf) e médio (Tm) de germinação; o percentual de germinação (G); a velocidade de germinação (VG); a velocidade média de germinação (Vm) e o coeficiente de variação do tempo (CVt). Medidas de sincronia foram calculadas pela incerteza (I) e pelo índice de sincronização (Z). Para a análise estatística, foi aplicada a análise de variância (ANOVA) a 0,05 de significância. Os menores valores de Ti foram para os tratamentos controle e com 5% de concentração do extrato, sendo o maior valor para se iniciar a germinação para soja no tratamento com 10% de concentração do extrato. No controle, a frequência de germinação foi maior no primeiro e segundo dias de avaliação. Nos demais tratamentos, houve um pico de germinação no terceiro dia, com maior frequência observada no tratamento com 10%. A adição de extrato aquoso afetou a VG da soja, a qual foi maior no controle, diminuindo de acordo com o aumento das doses utilizadas. Entretanto, a soja foi pouco sensível aos efeitos alelopáticos do extrato aquoso de serapilheira de *Pinus caribaea* nas doses avaliadas.

Palavras-chave: alelopatia, germinação, serapilheira, pinus.

ABSTRACT

The objective was to identify allelopathic effects of aqueous extracts of partially litter of *Pinus caribaea* in the germination of soybean. Samples of litter were collected during the rainy season of the year in the month of March 2009 in Uberlândia, MG. The aqueous extract is composed of 250 g of litter and dilutions were made resulting in concentrations of 5%, 7.5%, 10%, 15%, 25%. The evaluations were performed every twenty-four hours, adopting it as a test of the emergency exposure of any part of seedlings on the surface of the substrate. We calculated the initial time (Ti), final (Tf) and medium (Tm) of germination, the percentage of germination (G), the speed of germination (VG), the average speed of germination (Vm) and the coefficient of variation time (CVT). Measures of synchrony were calculated by uncertainty (I) and the index of synchronization (Z). For the statistical analysis was applied to analysis of variance (ANOVA) and regression, the significance of 0.05. The lower values of Ti for the treatments were control and 5% concentration of the extract with the highest value for the start of germination for soybean in the treatment with 10% concentration of the extract. In controlling the frequency of germination was higher in the first and second days of assessment. In other treatments, there was a peak on the third day of germination, most frequently observed in treatment with 10%. The addition of aqueous extracts affected the germination rate of soybean, which was more in control, with consequent reduction in accordance with the increase of the doses used.

The soybean was a little sensitive to allelopathic effects of aqueous extract of *Pinus caribaea* litter at the doses evaluated.

Key words: allelopathy, germination, litter of pinu.

INTRODUÇÃO

O termo alelopatia foi criado por Molisch (1937) e significa do grego allelon = de um para outro, pathós = sofrer. O conceito descreve a influência de um indivíduo sobre o outro, seja prejudicando ou favorecendo o segundo, e sugere que o efeito é realizado por biomoléculas (denominadas aleloquímicos) produzidas por uma planta e lançadas no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substâncias gasosas volatilizadas no ar que cerca as plantas terrestres (RIZVI et al., 1992; FERREIRA, AQUILA, 2000).

Árvores de pinus podem produzir substâncias alelopáticas que em determinadas condições edafo-climáticas inibem o desenvolvimento de algumas espécies sensíveis de plantas (NISSANKA et al., 2005; AZEVEDO et al., 2007; FOEKEL, 2009).

Essas substâncias químicas pertencem a diferentes categorias de compostos, tais como fenóis, terpenos, alcalóides, poliacetilenos, ácidos graxos, peptídeos, entre outros. Estão presentes nas folhas, flores, frutos, gemas, raiz e casca de várias espécies, podendo ser inseridos no solo por lavagem, no caso das folhas; por exsudados ou pelo processo de decomposição desse material (ALVES et al., 2004; AZEVEDO et al., 2007).

Alves et al., 2004 relatam que as espécies mais sensíveis aos metabólitos secundários produzidos pelas plantas são *Lactuca sativa* (alface), *Lycopersicon esculentum* (tomate) e *Cucumis sativus* (pepino), consideradas plantas indicadoras de atividade alelopática.

De acordo com Sampietro (2003), as pesquisas relacionando a alelopatia com o controle de plantas daninhas em sistemas que utilizam vários resíduos vêm crescendo na agricultura e agroecologia, havendo resultados que apontam o potencial de diversas palhadas e restos de culturas, incluindo o efeito alelopático de serapilheira e acículas de *Pinus* (FOEKEL, 2009). Apesar disso, poucos são os estudos realizados sobre os efeitos alelopáticos da decomposição da serapilheira de *Pinus* sobre culturas subseqüentes ou em consórcio, o que é comum em sistemas silviculturais (COUTO

et al., 1982). A análise de índices de germinação e desenvolvimento de plantas é importante para fornecer informações importantes sobre o efeito alelopático (Ferreira & Borghetti, 2004).

O objetivo deste trabalho foi identificar efeitos alelopáticos de extratos aquosos de serapilheira parcialmente decomposta de *Pinus caribaea* na germinação de soja (*Glycine max*).

MATERIAL E MÉTODOS

O povoamento de *Pinus caribaea* vr. *Honduriensis* está localizado na Fazenda Floresta do Lobo, localizada a 18°58' de latitude S e 48°12' de longitude W. O clima local é do tipo Cwa, apresentando inverno seco e verão quente e chuvoso, segundo a classificação de Köppen (Embrapa, 1982). O povoamento florestal apresenta 32 anos de idade.

As amostras de serapilheira foram coletadas na estação chuvosa do ano, no mês de março de 2009. A serapilheira foi estratificada em duas partes, sendo a camada superficial, a qual era composta de acículas, ramos e frutos de *Pinus* recentemente depositadas, e a camada em estágio inicial de decomposição, que se encontrava entre o solo e a camada superficial. Para amostragem da serapilheira, utilizou-se um gabarito de 0,25 m². Foram obtidos cinco sub-amostras da camada sub-superficial (parcialmente decomposta) que, misturadas, constituíram-se uma amostra composta. O material foi armazenado em saco de papel e levado ao laboratório. As amostras de serapilheira foram secas, homogeneizadas e trituradas em fragmentos inferiores a 1 mm de comprimento.

Para a obtenção dos extratos, obedeceu-se à proporção de 250 g de material triturado para 1000 mL de água destilada (25% de concentração), o qual foi centrifugado a 5.000 g por cinco minutos. A partir desse extrato, diluições foram feitas com água destilada, obtendo-se as concentrações de 5,0%, 7,5%, 10%, 15%, 25%. O efeito destas cinco concentrações foi comparado com o controle, utilizando-se somente água

destilada (0%). A solução contendo 25% de concentração foi avaliada quimicamente conforme Tedesco et al (1995) (Tabela 1).

As sementes de soja (*Glycine max*) utilizadas foram da cultivar L8307RR. Nos bioensaios de germinação, foram utilizadas caixas gerbox forradas com papel de filtro, com 30 sementes por caixa. Foram colocados 10 mL de extrato nas concentrações referentes a cada tratamento no papel de filtro, e as caixas foram acondicionadas em câmara climatizada (estufa BOD) a 25 °C, na presença de luz (fotoperíodo de 12 horas). A contagem da germinação se realizou durante 6 dias a cada 24 horas. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram 2 mm de protrusão radicular (BRASIL, 2009).

O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições.

As avaliações foram realizadas a cada 24 horas, adotando-se como critério de emergência a exposição de qualquer parte da plântula na superfície do substrato. Calculou-se o tempo inicial (T_i), final (T_f) e médio (T_m) de germinação; o percentual de germinação (G); a velocidade de germinação (VG); a velocidade média de germinação (V_m) e o coeficiente de variação do tempo (CV_t). Medidas de sincronia foram calculadas pela incerteza (I) e pelo índice de sincronização (Z). Para a análise estatística, foi aplicada a análise de variância (ANOVA) e de regressão, a 0,05 de significância. Para a análise estatística dos dados foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk para a normalidade dos resíduos da ANOVA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O início da germinação (T_i) das sementes de soja ocorreu no primeiro dia após a montagem do experimento e prolongou-se por um período entre 1,25 e 4,5 dias (T_f). O tempo inicial (T_i) e o tempo final (T_f) apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2 e Figura 2). Os menores valores de T_i foram para os tratamentos controle e com 5% de concentração do extrato, sendo o maior valor para se iniciar a germinação para soja no tratamento com 10% de concentração do extrato de *Pinus* (Tabela 2). O tratamento que levou o menor tempo para a primeira (T_i) e a última germinação (T_f) foi o tratamento controle (Tabela 2). Dentro deste intervalo de tempo, o período em que houve maior frequência de germinação,

expresso pelo tempo médio (T_m), ocorreu entre 2,39 e 3,23 dias (Tabela 2).

Estudos recentes relatam que o extrato de folha de *Pinus* não promoveu redução significativa na germinação das sementes de alface, a qual é uma planta suscetível aos efeitos aleloquímicos (AZEVEDO et al., 2007, FERREIRA et al., 2007 e PINA et al., 2007). Os resultados mostraram que a soja também não foi suscetível. Independente do tratamento, as sementes apresentaram germinabilidade alta em todos os tratamentos, não apresentando diferenças significativas. Entretanto, no extrato com 25% de concentração foi observada menor porcentagem de germinação, o que pode ter sido influência do extrato de *Pinus* na maior concentração utilizada, a qual apresentava pH ácido, e alto teor de Fe e Mn (Tabela 1) e outros compostos que poderiam ter alterado a concentração iônica do meio (FERREIRA, BORGHETTI, 2004).

Os tratamentos também não apresentaram diferenças quanto à velocidade de germinação (Tabela 3). Esses valores indicam semelhança na qualidade fisiológica das sementes. Apesar disso, o maior valor de V_m foi encontrado no tratamento controle e o menor no tratamento 15%, o qual foi 1,42 vezes menor que o tratamento controle (Tabela 3).

A figura 1 mostra as curvas de regressão do tempo de germinação, e pode-se verificar que houve bom ajuste das equações ($R^2 > 70\%$).

Como demonstrado por Ferreira & Borghetti (2004), muitas vezes o efeito alelopático não se dá sobre a germinabilidade (percentual final de germinação), mas pode interferir sobre a velocidade da germinação. No experimento realizado neste trabalho, observa-se que houve influência do extrato com 15%, onde observa-se o maior tempo médio ($T_m = 3,23$ dias) (Figura 1) e a menor V_m e VG (Tabela 3).

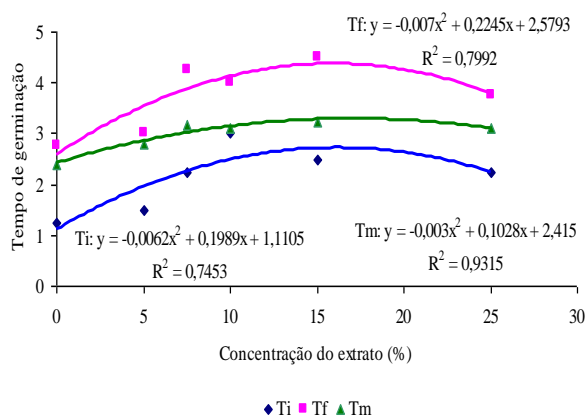


Figura 1. Análise de regressão do tempo de germinação (Ti: tempo inicial, Tf: tempo final, Tm: tempo médio) de sementes de soja submetidas a diferentes concentrações de extrato de Pinus.

No tratamento controle foi registrado o menor tempo médio ($T_m = 2,39$ dias), alta heterogeneidade ($CV_t = 23,92\%$), a maior velocidade média e maior velocidade de germinação ($V_m = 0,44$ dia⁻¹ e $VG = 14,37$ plântula dia⁻¹) (Tabela 3), a menor distribuição da germinação no tempo ($I = 1,08$ bits) e a baixa sincronia ($Z = 0,53$) de germinação (Tabela 4). O tratamento com 10% foi o que apresentou o menor CV_t (Tabela 2) e os menores valores de incerteza (I) e a maior sincronia de germinação (Z) (Tabela 4). Isso indica um espalhamento irregular da germinação no controle e maior homogeneidade no tratamento 10%.

Na figura 2, observa-se a frequência relativa de germinação de sementes de soja nos tratamentos utilizados. No controle, a frequência de germinação foi maior do que os demais no primeiro e segundo dias de germinação. Nos demais tratamentos, houve um pico de germinação no terceiro dia de avaliação, com maior frequência no tratamento com 10%.

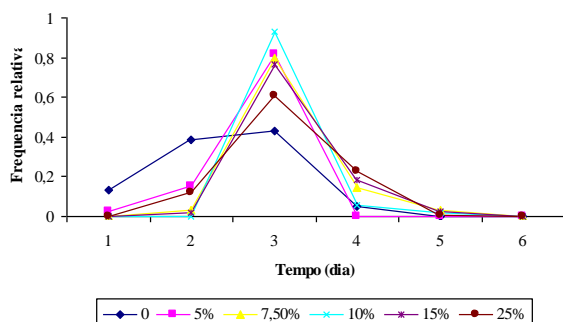


Figura 2. Frequência relativa de germinação de sementes de soja nas cinco concentrações de extrato de *Pinus caribaea*.

Para a maioria das variáveis analisadas os melhores resultados foram observados no tratamento controle. Os extratos de *Pinus* nas doses utilizadas não influenciaram na germinação de sementes de soja. Isso indica que a soja é uma espécie pouco sensível aos efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *Pinus caribaea* na germinação. Os resultados mostraram que mesmo com a maior concentração utilizada neste experimento (25%), provavelmente não houve efeito alelopático do extrato aquoso de serapilheira de *Pinus* na germinação. Mais estudos são necessários para que avalie possíveis efeitos alelopáticos na germinação (doses maiores) e desenvolvimento de plantas comercialmente importantes em sucessão a uma plantação florestal de *Pinus*.

De acordo com Ferreira & Borghetti (2004), a germinação é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento da plântula, como visto nos resultados apresentados. Assim, estudos posteriores visando à avaliação da normalidade das plântulas sob influência de alelopáticos provenientes de serapilheira de *Pinus* são de extrema importância.

CONCLUSÕES

Os menores valores de T_i foram para os tratamentos controle e com 5% de concentração do extrato, sendo o maior valor para se iniciar a germinação para soja no tratamento com 10% de concentração do extrato.

No controle, a frequência de germinação foi maior no primeiro e segundo dias de avaliação. Nos demais tratamentos, houve um pico de germinação no terceiro dia, com maior frequência observada no tratamento com 10%.

A adição de extrato aquoso afetou a velocidade de germinação da soja, a qual foi maior no controle, havendo conseqüente diminuição de acordo com o aumento das doses utilizadas.

Tabela 1. Caracterização química do extrato a 25% de concentração, de serapilheira do povoamento de *Pinus caribaea* vr. honduriensis.

Características avaliadas	Extrato 25% ⁽¹⁾
N (g kg ⁻¹)	0,016
P (g kg ⁻¹)	0,0002
K (g kg ⁻¹)	0,0004
Ca ²⁺ (g kg ⁻¹)	0,016
Mg ²⁺ (g kg ⁻¹)	0,00027
S (mg kg ⁻¹)	0,01
Zn (mg kg ⁻¹)	4,05
Fe (mg kg ⁻¹)	112,45
Mn (mg kg ⁻¹)	105,35
Cu (mg kg ⁻¹)	0,875
pH	3,9

⁽¹⁾ Extrato obtido com 250g de serapilheira para 1000 mL de água destilada.

Tabela 2. Medidas dos parâmetros de tempo relacionados à germinação de sementes de soja (*Glycine max*) submetidas a diferentes concentrações de extrato de serapilheira de *Pinus (Pinus caribaea* vr. honduriensis).

Tratamentos	Ti(dias)	Tf(dias)	Tm(dias)	CVt (%)
0 %	1,25 ± 0,50 a	2,75 ± 0,50 a	2,39 ± 0,63 a	23,92 ± 9,14 a
5,0 %	1,50 ± 0,58 ab	3,00 ± 0,00 ab	2,79 ± 0,13 a	15,45 ± 7,12 a
7,5 %	2,25 ± 0,50 abc	4,25 ± 0,96 bc	3,17 ± 0,27 a	14,21 ± 4,68 a
10 %	3,00 ± 0,00 c	4,00 ± 0,82 abc	3,09 ± 0,08 a	9,22 ± 6,52 a
15 %	2,50 ± 0,58 bc	4,50 ± 0,58 c	3,23 ± 0,19 a	14,93 ± 2,39 a
25 %	2,25 ± 0,50 abc	3,75 ± 0,95 abc	3,11 ± 0,54 a	12,84 ± 6,32 a
CV(%)	24,68	16,76	12,24	45,55
W(P)	0,8092 (0,0004)	0,8305 (0,0009)	0,8947 (0,0166)	0,9752 (0,7948)

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelos testes de Tukey a 0,05 de probabilidade; Ti: Tempo para a primeira germinação; Tf: Tempo para a última germinação; Tm: Tempo médio de germinação; CVt: Coeficiente de variação do tempo; CV (%): coeficiente de variação da ANOVA; W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk- os resíduos seguem distribuição normal (P > 0,05).

Tabela 3. Medidas dos parâmetros de germinação de sementes de soja (*Glycine max*) submetidas a diferentes concentrações de extrato de serapilheira de *Pinus (Pinus caribaea)*.

Tratamentos	G (%)	Vm (dia ⁻¹)	VG (plântulas dia ⁻¹)
0%	99,16 ± 1,66 a	0,4417 ± 0,1282 a	14,37 ± 4,71 b
5%	98,33 ± 1,92 a	0,3582 ± 0,017 a	11,08 ± 0,96 ab
7,5%	100,00 ± 0,00 a	0,3165 ± 0,0256 a	9,68 ± 0,72 a
10%	100,00 ± 0,00 a	0,3236 ± 0,0866 a	9,78 ± 0,19 ab
15%	98,33 ± 3,33 a	0,3109 ± 0,0183 a	9,36 ± 0,82 a
25%	95,00 ± 6,38 a	0,3283 ± 0,0532 a	9,48 ± 1,18 a
CV (%)	3,34	16,53	18,83
W (P)	0,5490 (0,0000)	0,7057 (0,0000)	0,6581 (0,0000)

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelos testes de Tukey a 0,05 de probabilidade; G: Porcentagem de germinação; Vm: Velocidade média de germinação; VG: Velocidade de germinação; CV (%): coeficiente de variação da ANOVA; W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk - os resíduos seguem distribuição normal (P > 0,05).

Tabela 4. Medidas dos parâmetros relacionados à germinação de sementes de soja (*Glycine max*) submetidas a diferentes concentrações de extrato de serapilheira de *Pinus (Pinus caribaea)*.

Tratamentos	I (bit)	Z
0%	1,0842 ± 0,4860 a	0,5331 ± 0,1969 a
5%	0,7054 ± 0,3653 a	0,7078 ± 0,1656 a
7,5%	0,7786 ± 0,3880 a	0,6879 ± 0,1810 a
10%	0,3625 ± 0,3327 a	0,8626 ± 0,1311 a
15%	0,7718 ± 0,1936 a	0,6755 ± 0,1437 a
25%	0,6415 ± 0,3340 a	0,7298 ± 0,1815 a
CV (%)	52,43	25,91
W (P)	0,9805 (0,9060)	0,9502 (0,2741)

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelos testes de Tukey a 0,05 de probabilidade; I: Incerteza; Z: Sincronia; CV (%): coeficiente de variação da ANOVA; W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk - os resíduos seguem distribuição normal (P > 0,05).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO, V.K.; BRAGA, T.V.S.; GOI, S.R. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* e *Pinus eliotti* sobre a germinação de *Lactuca Sativa* L. (alface). In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007, Caxambu. Anais... 2007.
2. BRASIL. Regras para análise de sementes. SNDA/DNDV/CLAV, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Brasília. 2009.
3. COUTO, L.; BARROS, N.F. & REZENDE, G.C. 1982. Interplanting soybean with eucalypt as a 2-tier agroforestry venture in southeastern Brasil. *Australian Forest Research*, v.12, p. 329-32, 1982.
4. EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS/EPAMIG/DRNR. 1982.
5. FERREIRA, M.,C.; SOUZA, J.R.P.; FARIA, T.J. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. *Ciência Agrotécnica*. v. 31, p.1054-1060, 2007.
6. FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Germinação do básico ao aplicado. *Artmed*. 2004, 323p.
7. FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. p.175-204, 2000.
8. FOEKEL, E. As Plantações Florestais de *Pinus* e a Alelopatia. 2009. Disponível em: <http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_13.html>. Acesso em 24 de junho de 2009.
9. NISSANKA, S.P.; MOHOTTI, K.M.; WIJETUNGA, A.S.T.B. Allelopathic influences of *Pinus caribaea* on vegetation regeneration and soil biodiversity. In: Fourth World Congress on Allelopathy, Austrália. Disponível em <<http://www.regional.org.au/au/allelopathy/>>. 2005. Acesso em 24 de junho de 2009.
10. PINA, G.O.; XAVIER, R.M.; CALDAS, S.C.O. BORGUETTI, F. Efeito alelopático dos extratos aquosos de *Eugenia dysenterica*, *Pinus elliottii* e *Solanum lycocarpum* bem como a junção de três extratos na germinação e crescimento de *Brachiaria decumbens*. In: XXVII ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS – ERBOT. 2007. Disponível em <<http://www.ceunes.ufes.br/erbot/trabalhosvisualizar.asp?cod=220>> Acesso em 30 de junho de 2009.
11. RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, U.K. & RIZVI, V. A discipline called allelopathy. In.: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, H. 1992. *Allelopathy: Basic and applied aspects*. London, Chapman & Hall, p.1-10. 1992.
12. RIZVI, S.J.H.; RIZVI, H. *Allelopathy: Basic and applied aspects*. London, Chapman & Hall, p.1-10, 1992.
13. SAMPIETRO, D.A. Alelopatía: concepto, características, metodología de estudio e importancia. 2003. Disponível em: <http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/pasturas %20artificiales/19-alelopatia.htm> Acesso em 30 de junho de 2009.
14. TEDESCO, M.J., BOHNEM, H., GIANELLO, C., BISSANI, C.A. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995,174 p.