

## Aplicação foliar de fertilizante orgânico mineral e soluções de ácido húmico em soja sob plantio direto

Ácidos húmicos são compostos orgânicos naturalmente encontrados em solos, sedimentos e na água e são resultantes da transformação de resíduos vegetais. Esses compostos ocorrem em todos os ecossistemas do planeta e são responsáveis por uma série de processos químicos e bioquímicos como a capacidade de retenção de nutrientes, a complexação e transporte de cátions e reações fisiológicas em microorganismos e plantas.

O emprego agrícola de produtos à base de ácidos húmicos como fertilizantes orgânicos, condicionadores de solo e estimuladores fisiológicos tem crescido bastante nas últimas décadas em todo o mundo e mais recentemente no Brasil. Existem hoje no mercado nacional uma série de produtos que contêm ácidos húmicos, extraídos de depósitos minerais (leonardita, lignita, etc), solos orgânicos (turfeiras) ou obtidos por humificação de resíduos vegetais.

A aplicação foliar destes produtos, embora seja prática bastante difundida entre produtores de hortaliças e fruteiras, em especial de uva e tomate, ainda é muito pouco estudada. Recentemente, a aplicação foliar de produtos à base de ácidos húmicos começou a ser utilizada na cultura da soja, verificando-se em alguns casos ganhos significativos de produtividade sem que, contudo, esses experimentos tenham sido conduzidos de forma científica e que permitisse uma análise estatística mais conclusiva dos resultados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de produto à base de ácido húmico e da fração isolada sobre a produtividade de soja (*Glycine max*) em sistema de plantio direto no Cerrado.

### Revisão Bibliográfica

Diversos experimentos têm comprovado o efeito positivo de ácidos húmicos sobre a fisiologia e sobre o crescimento de plantas (VAUGHAN; ORD, 1981; CHEN; AVIAD, 1990). Bottomley (1920) já demonstrou o efeito positivo de ácidos húmicos sobre o crescimento de raízes em plantio hidropônico.

A maioria dos experimentos para avaliação do efeito de ácidos húmicos sobre plantas foi conduzida em ambiente protegido ou em solução nutritiva. As doses utilizadas de substâncias húmicas que resultam em efeitos significativos variam de acordo com o tipo de substância húmica e o tipo de efeito sobre a planta (Quadro 1).

Alguns autores demonstraram que as substâncias húmicas apresentam efeito sobre a absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente devido a interações destes compostos com os sítios de absorção da membrana celular (LEE; BARTLETT, 1976; MARSCHNER et al, 1986). Chen e Schnitzer (1978) identificaram uma interação entre ácido húmicos e estruturas fosfo-lipídicas da membrana celular, agindo como carreadores de nutrientes. Neste caso o efeito dos ácidos húmicos se dá de forma passiva, sem a necessidade de entrada destes compostos na célula vegetal. Contudo, experimentos conduzidos por Vaughan e Ord (1981), utilizando compostos húmicos marcados com C<sup>14</sup>, demonstraram a absorção destes compostos pela célula vegetal.

Rio de Janeiro, RJ  
Dezembro, 2006

### Autores

Vinícius de Melo  
Benites

Pesquisador da  
Embrapa Solos. Rua  
Jardim Botânico,  
1024 Rio de Janeiro-  
RJ CEP 22460-000  
vinicius@cnpes.embrapa.br

José Carlos Polidoro

Pesquisador da  
Embrapa Solos.  
polidoro@cnpes.embrapa.br

Carlos César Menezes

Doutor em Fitotecnia,  
responsável pelo  
Centro Tecnológico da  
COMIGO, Anel Viário  
Paulo Campos, km 7,  
Rio Verde-GO. CEP  
75900-000

Marconi Betta

Estagiário. Estudante  
de Agronomia da  
Universidade de Rio  
Verde-GO

Essa evidência abre uma nova perspectiva em relação ao efeito de substâncias húmicas sobre plantas, mostrando que é possível uma ação direta destes compostos sobre mecanismos fisiológicos da planta.

**Quadro 1.** Concentração de substâncias húmicas que promoveram efeito positivo sobre plantas em experimentos conduzidos em ambiente controlado.

Faixa de concentração mg L <sup>-1</sup>	Fração Húmica	Critério de avaliação
0 - 100	Ácido húmico	Germinação de sementes
50 - 300	Ácidos húmicos e fúlvicos	Crescimento de raízes
0 - 500	Ácidos húmicos e fúlvicos	Desenvolvimento vegetativo

Adaptado de Chen e Aviad (1990).

A partir da década de 70, uma série de trabalhos passou a avaliar o efeito de substâncias húmicas sobre a atividade de enzimas vegetais. Mato et al. (1972) observaram a redução da atividade da enzima ácido indolacético oxidase (AIA-oxidase) devido à competição por substrato ou por alteração na conformação da proteína pelos ácidos húmicos adicionados ao meio, impedindo a degradação do AIA. Dessa forma, o ácido húmico causou um efeito hormonal indireto sem apresentar hormônios em sua composição. Mato et al. (1972) encontraram ainda que os extratos não fracionados foram mais efetivos que as frações isoladas de ácidos húmicos, sugerindo a atividade de compostos orgânicos de menor peso molecular associados aos ácidos húmicos.

No Brasil, são escassos os estudos acerca do efeito de substâncias húmicas sobre o crescimento de plantas. Façanha et al. (2002) em seu trabalho pioneiro, observaram o estímulo à atividade da H<sup>+</sup>-ATPase por ácidos húmicos adicionados à solução nutritiva aonde cresciam plântulas. Esse aumento na atividade enzimática causou o aumento da atividade da bomba de prótons e, conseqüentemente, acidificação do apoplasto, favorecendo o aumento da plasticidade e alongamento da parede celular e crescimento de raízes.

Entre os raros trabalhos encontrados na literatura mundial sobre experimentos com substâncias húmicas no campo, pode ser citado o trabalho de Brownell et al. (1987). Esses pesquisadores observaram que a aplicação de produto comercial em diferentes culturas demonstrou aumento significativo de produtividade. Em várias culturas foi observada indução à floração após aplicação foliar, sendo que os melhores resultados foram associados às áreas sob stress hídrico e nutricional.

## Material e Métodos

### Fontes de ácido húmico

Foram utilizadas duas fontes de ácidos húmicos, sendo uma comercial, extraída de turfa, e outra sintética, obtida a partir da oxidação química de carvão vegetal. O produto comercial utilizado, com a marca Vitaplus, é registrado no Ministério da Agricultura como fertilizante orgânico-mineral fluido e suas características químicas e físicas encontram-se no Quadro 2.

**Quadro 2.** Características químicas e físicas do fertilizante orgânico-mineral fluido Vitaplus<sup>1</sup>.

prof.	pH	densidade kg .dm <sup>-3</sup>	ST <sup>2</sup>	MO <sup>3</sup>	CO <sup>4</sup>	CT <sup>5</sup>	NT <sup>5</sup>	AH <sup>6</sup>	EHT <sup>7</sup>
média	5,2	1,12	462,4	378,6	58,8	116,4	116,3	17,5	20,4
desvio	4,9	0,02	44,0	31,9	4,3	7,1	11,4	2,3	2,6
CV %	4,9	2%	10%	8%	7%	6%	10%	13%	13%

1 - Dados obtidos a partir da análise de 20 lotes de produção amostrados entre 2004 e 2005, 2 - Sólidos totais, 3 - Matéria Orgânica por calcinação (LANARV, 1982), 4 - Carbono Orgânico por oxidação com dicromato (YEOMANS; BREMNER, 1987), 5 - Carbono e Nitrogênio totais por análise elementar, 6 e 7 - Teor de carbono na forma de Ácidos Húmicos e de Extrato Húmico Total (BENITES et al. 2003).

A partir do produto comercial, foi extraída a fração ácido húmico (AHVIT), conforme metodologia adaptada a partir do método utilizado pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (SWIFT, 1996). O produto comercial, após diluição de 1:50, foi centrifugado a 10.000 g (FCR<sub>média</sub>) por 15 min, para eliminação de argilas. O sobrenadante foi filtrado a vácuo, utilizando membrana de 0,45 mm. O filtrado foi acidificado até pH 2,0 pela adição de solução aquosa de HCl 10% (v/v), e descansou por 12 horas para a precipitação dos AH. Após a precipitação, o material foi centrifugado a 5.000 g por 5 minutos e o sobrenadante foi descartado. O precipitado foi ressolubilizado em NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, e repetiu-se o processo de precipitação e centrifugação, para a melhor purificação da amostra. Após a última centrifugação, o precipitado foi transferido para sacolas de celofane de aproximadamente 100 mL e submetidas à diálise com água deionizada, sendo a água trocada duas vezes ao dia, até a estabilização da solução de diálise a uma condutividade elétrica inferior a 1 mS. As amostras foram então congeladas e liofilizadas. Adicionalmente, foi utilizado um ácido húmico sintético produzido a partir de carvão vegetal (AHCV). O carvão vegetal obtido de eucalipto foi finamente moído e submetido a ataque ácido com ácido nítrico em ebulição sob refluxo. O material após a reação foi extraído com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e a fração ácido húmico foi separado do extrato por

decantação em meio ácido. Após a separação do ácido húmico, o mesmo foi purificado por diálise e posteriormente liofilizado (TROMPOWSKY et al. 2005).

### Experimento de campo

O experimento foi conduzido no Centro Tecnológico da COMIGO, no município de Rio Verde-GO, durante a safra 2005/2006. A área experimental apresenta um Latossolo Vermelho distrófico (Quadro 3) e foi anteriormente cultivada com milho e soja, no sistema de plantio direto por dois anos consecutivos.

**Quadro 3.** Características do Latossolo Vermelho distrófico do Centro Tecnológico da COMIGO, Rio Verde GO.

prof.	pH	MO g kg <sup>-1</sup>	P mg kg <sup>-1</sup>	Ca+Mg	K <sup>+</sup> cmol kg <sup>-1</sup>	Al <sup>3+</sup> cmol kg <sup>-1</sup>	CTC	areia	silte	argila
0-20	5,2	24,0	11,1	1,06	0,08	0,31	6,31	540	50	410
20-40	4,9	21,1	0,9	0,76	0,05	0,28	5,46	530	30	440
40-60	4,9	15,1	0,3	0,55	0,04	0,25	4,83	520	40	440

Observação: dados obtidos a partir da média de 64 pontos de amostragem.

Foi plantada a variedade de soja Monsoy 7878 sobre palhada de milheto, no dia 17/11/2005, utilizando-se uma adubação, no plantio, com 400 kg/ha da fórmula 2-20-18 + micro. Utilizou-se o espaçamento de 0,50 m entre linha e 15 plantas por metro, resultando em uma densidade 300.000 plantas por hectare (Figura 1). Os tratamentos fitossanitários foram conduzidos pelos técnicos da COMIGO, de forma homogênea dentro da área experimental, seguindo as recomendações do agrônomo responsável.



**Figura 1.** Vista parcial do experimento de aplicação foliar de ácidos húmicos em soja em sistema de plantio direto.

Em 14/12/2006, foram definidas as parcelas experimentais no campo, cada uma constituindo um quadrado de 5 x 5 metros, com 10 linhas de plantio e 5 metros cada linha. Foram montados três blocos casualizados, cada um contendo 15 tratamentos, em um delineamento experimental fatorial adicionado (4 x 3) + 1 + 1 + 1, sendo 4 doses (100, 200, 400, 800 mg C na forma de AH . L<sup>-1</sup>), três épocas de aplicação (V4, V7, pré-floração), além dos tratamentos testemunha e dois tratamentos adicionais com soluções de ácidos húmicos extraído do produto Vitaplus e sintetizado a partir de carvão. Utilizou-se, para todas aplicações, 150 L de calda por hectare (Figura 2).

Para definição da quantidade de Vitaplus a ser aplicada, visando a veiculação das doses de 100, 200, 400 e 800 mg carbono na forma de ácido húmico por litro de calda, considerou-se um conteúdo médio aproximado de 20 g de C na forma de substâncias húmicas por litro de produto comercial (Quadro 2), resultando em doses de 5, 10 20 e 40 mL de Vitaplus por litro de calda e 750, 1.500, 3.000 e 6.000 mL de Vitaplus por hectare, respectivamente. Para os ácidos húmicos isolados, foi utilizada uma única dose de 200 mg de carbono na forma de AH por litro de calda, correspondente a 667 mg de AHVIT por litro de calda (teor de C no AHVIT H ≈ 30%), e a 333 mg de AHCV por litro de calda (teor de C no AHCV H ≈ 60%).

Dessa forma foram definidos os seguintes tratamentos:

T1 = Testemunha sem aplicação

T2 = Vitaplus (5 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V4

T3 = Vitaplus (5 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V7

T4 = Vitaplus (5 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em pré floração

T5 = Vitaplus (10 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V4

T6 = Vitaplus (10 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V7

T7 = Vitaplus (10 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em pré floração

T8 = Vitaplus (20 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V4

T9 = Vitaplus (20 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V7

T10 = Vitaplus (20 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em pré floração

T11 = Vitaplus (40 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V4

T12 = Vitaplus (40 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V7

T13 = Vitaplus (40 mL . L<sup>-1</sup> calda) aplicado em pré floração

T14 = AH extraído do produto Vitaplus (667 mg L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V4

T15 = AH sintetizado de carvão vegetal (333 mg L<sup>-1</sup> calda) aplicado em V4

Nas pulverizações foi utilizado um pulverizador costal com pressurizador de CO<sub>2</sub>, a velocidade de 5,6 km/h e bico de pulverização cônico azul (magnum 110-3) (Figuras 2 e 3). Todas as aplicações foram realizadas durante o dia, e não houve precipitação até 24 horas após as aplicações (Quadro 4).



Figura 2. Aplicação foliar de Vitaplus em soja com pulverizador costal com pressurizador de CO<sub>2</sub>.

A soja foi colhida em 27/03/2006, coletando-se 4 linhas de 2 m no centro de cada parcela, totalizando uma área útil de 4 m<sup>2</sup>. A soja foi debulhada e limpa em trilhadeira acoplada ao trator, e os grãos foram pesados e a umidade corrigida para 14%. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa computacional SAEG.

**Quadro 4.** Época e condições ambientais no momento das pulverizações dos tratamentos com ácidos húmicos.

Idade fenológica	data	horário	Temperatura	Velocidade do vento	Umidade relativa
			°C	Km/h	%
V4	15/12/2005	8:30	23,0	5,0	87,0
V7	04/01/2006	9:00	21,0	12,5	96,0
Pré floração	12/01/2006	13:30	25,6	8,8	78,5



Figura 3. Detalhe do produto Vitaplus sobre a folha de soja logo após a pulverização.

## Resultados e discussão

A produtividade média da soja, considerando-se todos os tratamentos foi de 4.170 kg ha<sup>-1</sup>, superior à média regional para a região de Rio Verde-GO. A aplicação de Vitaplus, independente da época, causou efeito positivo e significativo ao nível de 1% de probabilidade sobre a produtividade da soja. Este efeito pode ser verificado pela significância do teste F no contraste entre o Fatorial versus a testemunha (Quadro 5).

**Quadro 5.** Análise de variância do experimento de aplicação foliar de ácidos húmicos.

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	1009,85	504,92	12,32 <sup>**</sup>
Tratamentos	14	1174,04	83,86	2,05 <sup>*</sup>
Fatorial	11	833,41	75,76	1,85 <sup>ns</sup>
Epoca	2	477,46	238,73	5,83 <sup>**</sup>
Dose	3	237,29	79,10	1,93 <sup>ns</sup>
dose*época	6	118,66	19,78	0,48 <sup>ns</sup>
Fatorial vs AH carvão	1	0,01	0,01	0,00 <sup>ns</sup>
Fatorial vs AH vitaplus	1	0,94	0,94	0,02 <sup>ns</sup>
Fatorial vs testemunha	1	339,68	339,68	8,29 <sup>**</sup>
Erro	28	1147,22	40,97	
Total	44			

ns, \*, \*\* - não significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade e de 1% de probabilidade, respectivamente.

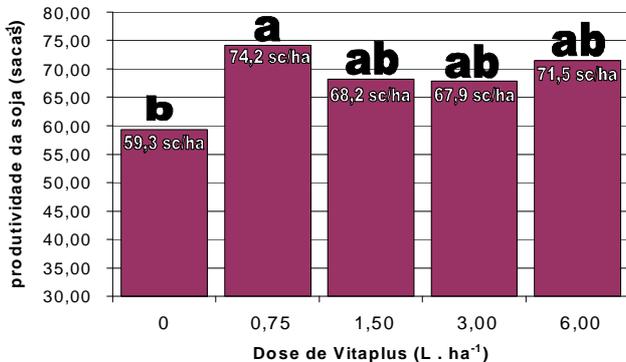
Enquanto a testemunha, sem aplicação foliar, apresentou produtividade média de 3.559 kg ha<sup>-1</sup>, alguns tratamentos com a aplicação de Vitaplus chegaram a produzir 4.608 kg ha<sup>-1</sup>, produtividade cerca de 30% superior à testemunha (Quadro 6).

**Quadro 6.** Valores médios de produtividade da soja nos diferentes tratamentos de aplicação foliar de ácidos húmicos.

Trat.	Produto	Época de aplicação Fase fenológica	Dose L . ha <sup>-1</sup>	Produtividade	
				Ton/ha	sc/ha <sup>3</sup>
1	Testemunha	-	-	3.559	59,3
2	Vitaplus	V4	0,75	4.608	76,8
3	Vitaplus	V4	1,50	4.254	70,9
4	Vitaplus	V4	3,00	4.478	74,6
5	Vitaplus	V4	6,00	4.343	72,4
6	Vitaplus	V7	0,75	3.952	65,9
7	Vitaplus	V7	1,50	3.975	66,2
8	Vitaplus	V7	3,00	4.497	74,9
9	Vitaplus	V7	6,00	3.650	60,8
10	Vitaplus	Pré floração	0,75	4.068	67,8
11	Vitaplus	Pré floração	1,50	4.468	74,5
12	Vitaplus	Pré floração	3,00	3.926	65,4
13	Vitaplus	Pré floração	6,00	4.468	74,5
14	AH Vitaplus	V7	100 <sup>1</sup>	4.138	69,0
15	AH Carvão	V7	50 <sup>2</sup>	4.169	69,5

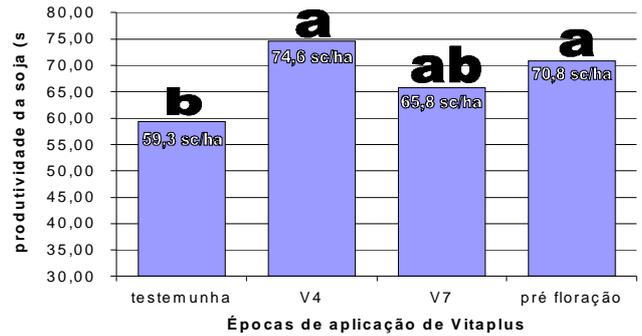
<sup>1</sup> correspondente à dose de AH contida em 1,5 L de Vitaplus; <sup>2</sup> correspondente à mesma quantidade de carbono do tratamento 14.

Apenas o efeito de época de aplicação do Vitaplus foi significativo, sendo que não se observou efeito significativo entre as doses testadas. Dessa forma, a menor dose (0,75 L ha<sup>-1</sup>) proporcionou estatisticamente o mesmo efeito das maiores doses, com um aumento de 25% na produtividade da soja em relação à testemunha (Figura 4).



**Figura 4.** Produtividade média de soja nos tratamentos com aplicação de Vitaplus em diferentes doses, em todas as épocas de aplicação (n = 9).

Quanto à época de aplicação, os resultados demonstraram que a aplicação em V4 proporcionou maior ganho de produtividade na soja, com valores, em média, 26% maiores em relação à testemunha, considerando todas as doses utilizadas (Figura 5). Contudo, não foi observada variação significativa estatisticamente entre as épocas de aplicação, o que sugere que a época de aplicação não influencia o efeito sobre a produtividade da soja dentro do intervalo avaliado.



**Figura 5.** Efeito da época de aplicação de Vitaplus sobre a produtividade de soja (n = 12).

Não foi observada diferença significativa entre as aplicações de ácidos húmicos isolados e o restante do fatorial (Quadro 4). Também não foi observada diferença significativa na produtividade de soja entre o tratamento com aplicação do AH isolado do produto Vitaplus e o tratamento com aplicação do produto comercial, na mesma época e dose (Quadro 5). Pode-se concluir que não há diferença entre o ácido húmico e o produto comercial, o que sugere que essa molécula de fato é um princípio ativo importante na composição do produto, e o efeito do produto está relacionado a sua presença. (fatorial – 69,5 sc ha<sup>-1</sup> e AHcarvão – 69,5 sc ha<sup>-1</sup> AHVitaplus - 69,0 sc ha<sup>-1</sup>).

## Conclusões

A aplicação de Vitaplus proporcionou aumento médio de 17% na produtividade de soja, significativo estatisticamente, embora o coeficiente de variação encontrado tenha sido superior ao coeficiente médio típico para experimentos na mesma condição.

A dose de 0,75 L/ha é recomendada para a maximização da resposta da soja ao ácido húmico, nas condições do estudo.

Não há diferença significativa entre o efeito do produto comercial e o ácido húmico isolado deste produto, o que sugere que o ácido húmico é, de fato, um princípio ativo causador do efeito na produtividade da soja.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos Rodrigo e Edmilson de Carvalho Alves, do Centro Tecnológico da COMIGO, pela condução do experimento e tratos culturais. Esse experimento foi conduzido com recursos do contrato de cooperação técnico-financeira celebrado entre a Embrapa Solos e a empresa DAG química.

## Referências Bibliográficas

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. **Fracionamento quantitativo de substâncias húmicas: um procedimento simplificado e de baixo custo.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 14 p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 8).

BOTTOMLEY, W. B. The effect of organic matter on the growth of various plants in culture solutions. **Annals of Botany**, London, v. 34, p. 353-365, 1920.

BROWNELL, J. R; NORDSTROM, G.; MARIHART, J.; JORGENSEN, G. Crop responses from two new Leonardite extracts. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 62, p.492-499, 1987.

CHEN, Y; AVIAD, T. Effects of humic substances on plant growth. In: MCCARTHY P.; CLAPP, C.E.; MALCOLM, R.L. & BLOOM, P.R., (Eds.) **Humic substances in soil and crop sciences: selected readings.** Madison: SSSA, 1990. p 161-186.

CHEN, Y.; SCHNITZER, M. The surface tension of aqueous solution of soil humic substances. **Soil Science**, Philadelphia, v. 125, p. 7-15, 1978.

FAÇANHA A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIPSEMA, J.; BRAZ-FILHO, R.; OLIVEIRA, M. A.; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa. Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

LANARV, Laboratório Nacional de Referência Vegetal. **Normas técnicas para fertilizantes orgânicos: manual de métodos.** Brasília, 1988. 45 p.

LEE, Y. S.; BARTLETT, R. J. Stimulation of plant growth by humic substances. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 40, p. 876-879, 1976.

MARSCHNER, H.; ROMHELD, V.; KISSEL, M. Different strategies of higher plants in mobilization and uptake of iron. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 9, p. 695-714, 1986.

MATO, M. C., OLMEDO, M. G.; MENDEZ, J. Inhibition of indolacetic acid oxidase by soil humic acids fractionated in Sephadex. **Soil Biology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 4, p. 469-473, 1972.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D.L. PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T., SUMNER, M.E. (Eds.). **Methods of soil analysis: part 3: chemical methods.** Madison: SSSA, 1996. p. 1011-1020.

TROMPOWSKY, P. M.; BENITES, V. de M.; MADARI, B. E.; PIMENTA, A. S.; HOCKADAY, W. C.; HATCHER, P. G. Characterization of humic like substances obtained by chemical oxidation of eucalyptus charcoal. **Organic Geochemistry**, Amsterdam, v. 36, n. 11, p. 1480-1489, 2005.

VAUGHAN, D.; ORD, B.G. Uptake and incorporation of C<sup>14</sup>-labelled soil organic matter by roots of *Pisum sativum* L. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 32, p. 679-687, 1976.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.19, p. 1467-1476, 1987.

### Circular Técnica, 35

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Solos**  
**Endereço:** Rua Jardim Botânico, 1024 - Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ.  
**Fone:** (21) 2179-4500  
**Fax:** (21) 2274-5291  
**E-mail:** sac@cnps.embrapa.br  
<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html>

1ª edição  
1ª impressão (2006): online

### Comitê de publicações

**Presidente:** Aluísio Granato de Andrade  
**Secretário-Executivo:** Antônio Ramalho Filho.  
**Membros:** Jacqueline S. Rezende Mattos, Marcelo Machado de Moraes, Marie Elisabeth C. Claessen, José Coelho de A. Filho, Paulo Emílio F. da Motta, Vinícius de Melo Benites, Rachel Bardy Prado, Maria de Lourdes Mendonça Santos, Pedro Luiz de Freitas.

### Expediente

**Supervisão editorial:** Jacqueline S. Rezende Mattos  
**Revisão de texto:** André Luiz da Silva Lopes  
**Revisão bibliográfica:** Marcelo M. de Moraes  
**Editoração eletrônica:** Pedro Coelho Mendes Jardim