

VI-167 - ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO LODO DE ETE PARA ADUBAÇÃO DE SOLOS DE ÁREAS DEGRADADAS, PARA FINS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Rafles Anselmo da Mata⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental. Mestrando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG.

Renato de Carli Almeida Couto

Engenheiro Ambiental. Pós-Graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela FUMEC.

Athos Moisés Lopes Silva

Engenheiro Ambiental. Pós-Graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UNILESTE.

Eliny Rodrigues Fonseca

Graduanda em Engenharia Ambiental pela FACCI/FUNCESI.

Endereço⁽¹⁾: Sítio Quenta-sol, Zonal Rural - Santa Maria de Itabira - MG - CEP: 35910-000 - Brasil - Tel.: (31) 8516-6016 - e-mail: rafles.mata@hotmail.com.

RESUMO

Este trabalho teve como proposta avaliar o potencial nutritivo do lodo gerado na estação de tratamento de esgoto, ETE/Laboreaux, aplicado como substrato nutritivo em um solo característico de áreas degradadas, para a promoção do desenvolvimento da *Crotalaria Juncea*, espécie vegetal utilizada para fins de recuperação. Esta pesquisa foi realizada no município de Itabira/MG, em uma região compreendida na bacia do rio Piracicaba e na sub-bacia do rio Santa Bárbara. O objeto de estudo desta pesquisa ocorreu em uma plataforma confeccionada por taboas de madeira montadas sobre um suporte de 0,80 e 0,95 metros de altura (parte frontal e fundo, respectivamente), com uma inclinação de 30%, sendo cada célula ou compartimento com as dimensões de 0,60 x 0,50 x 0,40cm (Comprimento/Largura/Profundidade). Ressalta-se que a parcela de solo, utilizada no preenchimento das células, fora extraído de uma área de pastagem com elevado grau de degradação, caracterizado pela baixa disponibilidade de nutrientes. Para se avaliar a aplicabilidade do lodo gerado na ETE/Laboreaux, foi acompanhado o desenvolvimento da *Crotalaria Juncea*, em termos de área foliar, altura da planta, diâmetro do caule, produção de biomassa e densidade de raízes. A cultura vegetal ainda foi submetida ao tratamento com adubação química convencional (NPK), a fim de se comparar o seu desenvolvimento com a aplicação do lodo. Para obtenção dos dados foram utilizados alguns equipamentos como: régua graduada, fita métrica, trena, paquímetro. Seguindo-se um roteiro de observação, a cada sete dias foram realizados todos os procedimentos de medições até o 40º dia, período em que a cultura apresentou floração e início da formação de vagens. Após esse período foi coletado todo o material e feito à estimativa da produção de biomassa. A cultura que melhor se desenvolveu foi conseqüentemente a que apresentou a melhor produção de biomassa e densidade de raízes. Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento da cultura, sob variadas condições de nutrição e/ou diferentes meios de tratamento, foi mais expressivo utilizando-se os componentes químicos (NPK). No entanto, foi possível notar significativos ganhos na cultura quando se compara o plantio com o lodo e as plantas sem nenhum tratamento. Ainda acredita-se que os ganhos proporcionados pela aplicação do lodo como substrato nutritivo ao solo, não seja somente pela função nutricional, mas também pela estruturação do solo, melhorando a sua capacidade de campo, bem como o favorecimento da microbiota solo, resultando na melhoria dos seus aspectos químicos, físicos e biológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de ETE, Recuperação de Áreas, Adubação química e orgânica.

INTRODUÇÃO

O cenário brasileiro aborda uma crescente preocupação com a questão da saúde pública para o qual tem-se desenvolvido diversos mecanismos que objetivam promover e melhorar as suas condições. A promoção da saúde pública abrange diversos aspectos ambientais, os quais estão intrinsecamente relacionados. Dentre os processos que vem sendo utilizados na atenuação dos efeitos ambientais e na melhoria da qualidade de vida se destacam: o tratamento de águas residuárias, esgoto doméstico e atividades que visam à remoção da carga orgânica contida nos efluentes.

O tratamento do esgoto doméstico se faz por meio de mecanismos físicos e biológicos, compreendido nas etapas de tratamento primário e secundário. O produto deste tratamento resulta um efluente de baixa carga orgânica, contribuindo para a assimilação do corpo d'água no qual é lançado. Como subproduto deste processo é gerado um considerável volume de biossólidos (lodo), que na maioria das vezes são destinados e/ou descartados em aterros sanitários.

Vislumbrando o potencial nutritivo que o lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto pode oferecer, adota-se como alternativa a utilização deste material como insumos agrícolas, de tal maneira a substituir e/ou minimizar a grande quantidade de fertilizantes químicos utilizados atualmente. O aproveitamento desse potencial visa à recomposição parcial das condições mínimas necessárias para o desenvolvimento de culturas em solos de áreas degradadas.

De acordo com Sperling (2001), os biossólidos contêm matéria orgânica, macro e micronutrientes que exercem um papel fundamental na manutenção da fertilidade do solo também provocando impacto direto no rendimento e desenvolvimento das plantas, sendo sua aplicação altamente favorável. Grande quantidade de matéria orgânica contida no biossólido pode aumentar o conteúdo de húmus, com isso melhora a capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo, aumentando a resistência dos agregados e diminuindo a erosão, facilitando a penetração das raízes e a vida microbiana. Além disso, atua como condicionador do solo, fornecendo nutrientes para as plantas. Para os organismos do solo a matéria orgânica melhora suas características químicas, biológicas e físicas que em geral contribui positivamente para o desenvolvimento da planta.

Existem diferenciadas técnicas para recuperação de áreas degradadas em termos de vegetação e nutrientes, dentre elas, a que mais se destaca, é a utilização da cobertura vegetal por meio de espécies de leguminosas, devido a sua característica de promover a fixação de nitrogênio ao solo e torná-lo assim disponível para a absorção por outras plantas, além de contribuir com a nutrição por compostos orgânicos, por meio de sua biomassa formada e disposta ao solo onde é cultivada. Existem ainda outros aspectos que viabilizam a utilização da espécie de leguminosas, o seu ciclo evolutivo, a conformação do seu sistema radicular que ajudam na estabilização de taludes, na diminuição do escoamento superficial, dentre outros, sendo caracterizado como adubação verde.

A *Crotalaria Juncea* normalmente é utilizada em grande escala pra cobertura do solo e adubação verde. Isso acontece por ser uma planta pouco exigente, além de apresentar melhoria na qualidade do solo, por seu grande potencial de fixação de nitrogênio e fácil modulação.

Desta forma, este estudo teve por objetivo avaliar o potencial nutritivo do lodo gerado na estação de tratamento de esgoto, ETE/Laboreaux, aplicado como substrato nutritivo em um solo característico de áreas degradadas, para a promoção do desenvolvimento da *Crotalaria Juncea*, espécie vegetal utilizada para fins de recuperação.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado no município de Itabira/MG, em uma região compreendida na bacia do rio Piracicaba e na sub-bacia do rio Santa Bárbara. Nesta área, o clima atuante é o mesmo do município de Itabira, o qual se caracteriza como tropical de altitude, sendo a temperatura média anual de 20,1°C, com médias mínimas de 15,9°C, e máximas de 26,5°C. A média pluviométrica anual é 1.372mm.

O objeto de estudo desta pesquisa ocorreu em uma plataforma confeccionada por taboas de madeira montadas sobre um suporte de 0,80 e 0,95 metros de altura (parte frontal e fundo, respectivamente), com uma inclinação de 30%, sendo cada célula ou compartimento com as dimensões de 0,60 x 0,50 x 0,40cm (Comprimento/Largura/Profundidade). A plataforma foi composta por 10 compartimentos organizados em duas seções, sendo 5 compartimentos por seção (figura 1). Este arranjo permitiu análise em quatro repetições e dois testes brancos. O experimento foi realizado em ambiente protegido, garantindo menor interferência de fatores externos, como a precipitação.



Figura1: Plataforma experimental - ambiente protegido.

Ressalta que a parcela de solo, utilizada no preenchimento das células, fora extraído de uma área de pastagem com elevado grau de degradação, caracterizada pela baixa disponibilidade de nutrientes e comprovada por meio de análise de investigação nutricional do solo, realizado no laboratório do Instituto Mineiro de Meio Ambiente-IMA. A condição do solo é certamente justificada pela constância de utilização do mesmo sem adequado manejo.

PLANO DE AMOSTRAGEM

Para se avaliar a aplicabilidade do lodo gerado na estação de tratamento (ETE/Laboreaux), foi acompanhado o desenvolvimento da *Crotalaria Juncea*, em termos de área foliar, altura da planta, diâmetro do caule, produção de biomassa e densidade de raízes, sendo a cultura vegetal submetida ao tratamento com o lodo da ETE e comparada ao desenvolvimento da cultura sob tratamento de adubação química convencional (NPK), mediante doses calculadas, segundo a disponibilidade nutricional do solo e a necessidade da planta. Também foi acompanhado o teste com o branco, ou seja, comparando os resultados obtidos para os dois tratamentos efetuados, com o resultado da cultura em solo sem nenhum tratamento, apenas mantendo o mesmo turno de rega para todas as culturas.

Para obtenção dos dados foram utilizados alguns equipamentos de auxílio como: régua graduada, fita métrica, trena, paquímetro. Seguindo-se um roteiro de observação, a cada sete dias foram realizados todos os procedimentos de medições até o 40º dia, período em que a cultura apresentou floração e início da formação de vagens. Após esse período foi coletado todo o material e feito à estimativa da produção de biomassa.

ALTURA DA PLANTA

A altura da planta cultivada foi acompanhada conforme o roteiro de observação estabelecido, aonde a cada sete dias foi realizada a medição da altura das plantas, com o auxílio da trena e da fita métrica, em todas as células e para todos os tipos de tratamentos utilizados. Os valores encontrados foram então arquivados para posterior compilação e análise.

DIAMETRO DO CAULE

O diâmetro do caule seguiu a mesma ótica da medição de altura das plantas, tomando-se a cada sete dias, com o auxílio do paquímetro, as dimensões de diâmetro alcançadas a cada fase de observação, sendo a medição do diâmetro realizada a uma altura aproximada de 3cm do solo.

DETERMINAÇÃO DE ÁREA FOLIAR

Na determinação da área foliar foi utilizado o método não destrutivo, que se baseia na utilização de equipamentos fotogramétricos, que registra a imagem por unidade de área e estima-se a área que representa a determinada porção analisada. Este método se faz mediante relações empíricas entre a área foliar e medições lineares feitas nas folhas.

Para a estimativa da área foliar individual da cultura utilizada no presente trabalho foi determinado à área de uma série de folhas de três classificações, folhas jovens, médias e maduras. Destas, obteve-se os valores médios de comprimento e largura referente a cada classe determinada, efetuando-se o cálculo da área por dimensões lineares. As mesmas folhas utilizadas para tal determinação foram submetidas ao processo de digitalização e cálculo de área por meio do software AutoCAD 2007 (figura 4), obtendo-se o valor correspondente com maior precisão. Com este processo determinou-se o fator de forma de ajuste para a determinação da área foliar, pelos métodos das dimensões lineares com o incremento do fator de forma determinado.

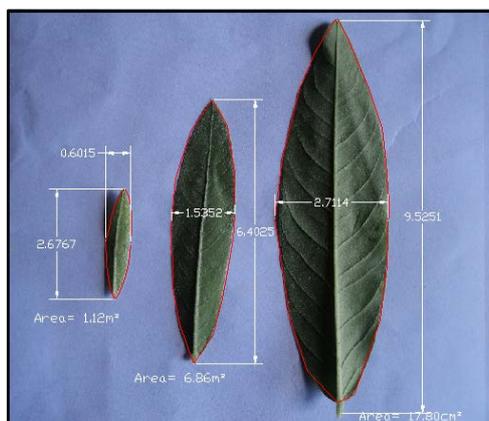


Figura 2: Imagem extraída do software utilizado para o dimensionamento da área foliar.

Após a obtenção das áreas, pelas dimensões lineares comparadas às áreas obtidas no aplicativo computacional, foi possível determinar o fator de forma, conforme apresentado na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Determinação do fator de forma para a folha da *Crotalaria Juncea*.

Classe	Área obtida pelo software	Área estimada por dimensões lineares			
		$C_{\text{médio}}$	$L_{\text{média}}$	Área	Fator de forma
Jovem	1,12	2,68	0,59	1,58	70,94
Média	6,86	6,40	1,50	9,60	71,46
Madura	17,8	9,53	2,72	25,92	68,67
				Fator médio	70,36

Nota-se também que o fator de forma determinado foi aproximado para as diferentes classes dos conjuntos de amostragem de folhas utilizadas, demonstrando que as mesmas não se diferem muito com relação a sua forma, mesmo estando em estágio diferente de evolução. Com isso, pôde-se aplicar um fator de forma único, obtido pela média dos valores encontrados para as três distintas classes (jovem = 0,71; média = 0,71 e madura = 0,68). Sendo assim, o valor médio do fator de forma que foi utilizado na determinação da área foliar da cultura analisada foi de 0,70.

DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA

Após iniciar o processo de maturação da cultura utilizada, foi coletada e estimada a biomassa verde produzida por área, mediante a pesagem do material correspondente a cada célula e por tipo de tratamento utilizado.

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE RAÍZES

Para a determinação da densidade de raízes foi utilizado o método de escavação, aonde as raízes foram extraídas e lavadas, e após a secagem da mesma em estufa a 65°C, por aproximadamente 72 horas, foi realizada a pesagem do material referente a cada célula, obtendo-se o valor encontrado por unidade de área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento das plantas compreendeu-se a partir da inter-relação solo/planta e água/planta. Isto se denota pela intrínseca relação existente entre todos os processos de nutrição e hidratação da planta, sendo

proveniente do solo, da água e dos nutrientes. A água atua fazendo mais que a função de nutrição e manutenção das atividades fisiológicas. Ela se caracteriza como um meio de transporte, pelo qual há a movimentação dos elétrons dos nutrientes, os quais compreendem e integram a composição e formação das plantas.

A altura das plantas, diâmetro do caule, o desenvolvimento das folhas, bem como a biomassa produzida e a densidade de raízes, avaliados em conjunto, expressam o desenvolvimento geral da *Crotalaria Juncea* sob as diferentes condições de nutrição em um solo característico de área degradada, colaborando assim na avaliação da aplicabilidade do lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) para a nutrição da cultura no processo de recuperação de áreas.

Observou-se que, em relação à adubação química, o tratamento com o lodo da ETE apresentou um desenvolvimento inferior na cultura em todos os aspectos, principalmente em termos de altura e área foliar das plantas (figura 3).

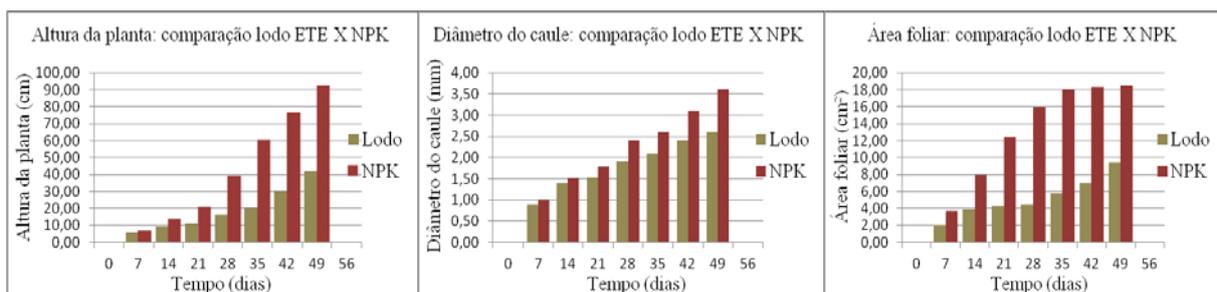


Figura 3: Desenvolvimento da cultura submetida a tratamentos químicos (NPK) e lodo de ETE.

O resultado obtido pode ser explicado pelo fato dos solos, aonde foi realizada a correção das características químicas, apresentarem grande potencial agricultável, o que possibilita cultivos tecnificados com alta produtividade, garantindo bom desenvolvimento para as plantas cultivadas.

Visivelmente se nota que o tratamento com adubo químico (NPK) revelou-se ser de maior eficiência do que a aplicação do lodo, apesar de que a cultura submetida ao tratamento com o lodo apresentou-se mais vigorosa no seu aspecto visual, ou seja, a cultura que tinha como tratamento a aplicação do lodo apresentou-se com a coloração verde em tonalidade mais forte do que com o tratamento químico.

Acredita-se que a cultura submetida ao tratamento químico tenha apresentado resultados mais satisfatórios pelo fato da formulação de NPK utilizada ser calculada de maneira a suprir essencialmente a necessidade de uma determinada cultura, associado ainda com a facilidade de assimilação dos nutrientes ofertados, promovendo um menor tempo de resposta da cultura para o tratamento em questão.

Ao avaliar a cultura submetida ao tratamento com a aplicação do lodo de ETE, em relação à parcela sem tratamento (figura 4), é possível entender o efeito provocado quando nitidamente percebeu-se que a cultura sob tratamento de lodo apresentou altos valores no desenvolvimento da altura, do diâmetro do caule e na área foliar da planta.

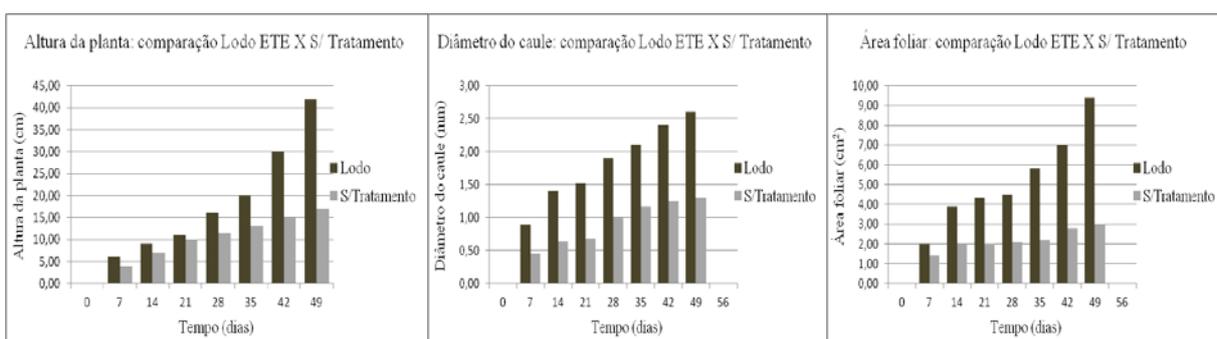


Figura 4: Desenvolvimento da cultura submetida a tratamentos com lodo de ETE e s/ Tratamento.

Assim, acredita-se que o lodo de ETE possa realmente contribuir para o aspecto nutricional das plantas, bem como proporcionar o desenvolvimento geral das culturas, promovendo também melhorias na estruturação do solo, partindo do pressuposto de que o lodo oferece não somente nutrientes ao solo, mas também melhora sua estruturação e circulação de água e ar no solo.

Analogamente ao desenvolvimento em termos de altura, diâmetro e área foliar da cultura, para os diversos meios de cultura, percebe-se que a biomassa produzida espelha a mesma situação, bem como a densidade de raízes (figura 5).

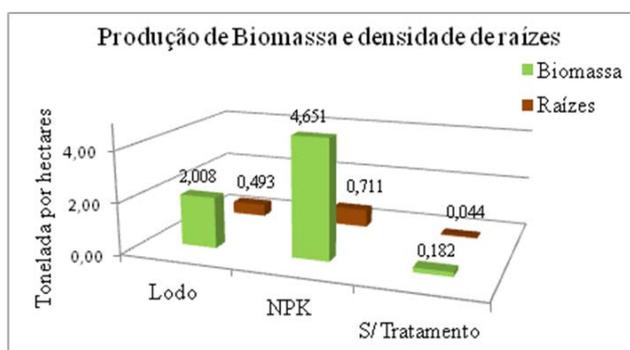


Figura 5: Produção de biomassa e densidade de raízes encontradas.

A cultura que melhor se desenvolveu nos termos dos parâmetros supracitados foi consequentemente a que apresentou a melhor produção de biomassa e densidade de raízes. Acredita-se que o desenvolvimento das raízes é fator determinante para a evolução das plantas de modo geral.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento da *Crotalaria Juncea* em um solo característico de área degradada, sob diferentes condições de nutrição e/ou diferentes meios de tratamento, revelou que embora o lodo de ETE tenha um bom potencial de nutrição, os componentes químicos (NPK) ainda apresentam mais vantagens na promoção do desenvolvimento geral das plantas. Haja vista que, suas formulações são empregadas segundo a carência do solo e a necessidade nutricional da cultura. E ainda, nas formulações do tipo NPK, os nutrientes são disponibilizados de uma maneira mais direta à planta, tendo, portanto, rápida assimilação pelo sistema radicular da mesma, consequentemente atingindo um menor tempo de resposta das culturas.

Já as adubações baseadas em componentes orgânicos, como o lodo de ETE, os nutrientes serão disponibilizados após o tempo de ação da decomposição da matéria, refletindo em um maior tempo para assimilação da cultura. Ainda assim, é possível notar significativos ganhos na cultura, quando se compara o plantio com o lodo e as plantas sem nenhum tratamento.

Sendo assim, acredita-se que os ganhos proporcionados pela aplicação do lodo como substrato nutritivo ao solo, não seja somente pela função nutricional, mas também pela estruturação do solo, melhorando a sua capacidade de campo, bem como o favorecimento da microbiota do solo, resultando na melhoria dos seus aspectos químicos, físicos e biológicos.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio e incentivo realizado pela FAPEMIG, na participação deste evento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCANTARA, F. A.; et al. Adubação verde na recuperação de fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 35, n. 2, p. 277-288. Brasília: 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n2/6873.pdf>>. Acesso em: 5 de março de 2012.
2. COSTA, A. N.; et al. Utilização agrícola do lodo de ETE anaeróbia como fonte de matéria orgânica e nutrientes no mamoeiro. 2006. XI congresso de brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Disponível em: <<http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/aresidua/brasil/ii-179.pdf>>. Acesso em: 10 de março 2012.
3. KLAR, A. E.. A água no sistema solo-planta-atmosfera. 2 ed. São Paulo: Nobel, 1984. (Revisada em 1988).
4. LOPES, C. M.; et al. Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta Jean. Publicado pela revista ciências téc. Vitiv, 2004.
5. MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C.. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.
6. MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P.. O uso agrícola do bio sólido e as propriedades do solo - *in* Bio sólidos na Agricultura. 1ª edição São Paulo: SABESP, 2001. 468p.
7. QUADROS, D. G.. Sistema radicular de plantas forrageiras - a parte esquecida das pastagens. 2003. Disponível em: <http://www.neppa.uneb.br/textos/nutricao/sistema_radicular_forrageiras.doc>. Acesso em: 02 de março de 2012.
8. SPERLING, M. v.; GONÇALVES, R. F.. Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. v. 2. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. Belo Horizonte: 2001. 484 p.
9. VEGA, F. V. A.; et al. Lodo de esgoto e sistema radicular da pupunheira. *Revista Brasileira de Ciências do solo*. v. 29. n.2. Viçosa: maio/abril, 2005. Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/agrofito/agrofito-vega-et-al_2005.pdf>. Acesso em: 12 de março de 2012.