

Caracterização Nutricional de Branquilha (*Sebastiania Commersoniana* Baillon Smith & Downs - Euphorbiaceae), Cultivado em Solo Contaminado por Petróleo.

TIBES-RODRIGUES, TÂNIA¹, WISNIEWSKI, CELINA², DEDECEK, RENATO³

RESUMO - O estudo foi desenvolvido um ano após o vazamento de petróleo na Refinaria Presidente Getúlio Vargas (PR) às margens do rio Iguaçu, Região Metropolitana de Curitiba - PR com o objetivo de avaliar o efeito da contaminação do solo no teor de macro, micronutrientes e Al de mudas de branquilha, espécie nativa da região e utilizada para recuperação de áreas degradadas. Mudas foram plantadas à campo em solo contaminado, não-contaminado e biorremediado e em casa de vegetação em solo contaminado, não-contaminado, com e sem adubação. Folhas e caules foram analisadas após 15 meses no campo e 11 meses em casa de vegetação. A contaminação parece ter causado uma redução do teor de K e um aumento de Mg e Fe das folhas. Nos caules foram observadas reduções significativas nos teores de Ca, Fe e Al, no tratamento com solo contaminado. No experimento em casa de vegetação, a adição de adubo dificultou a análise dos resultados. No solo contaminado as folhas apresentaram menores teores de Mg. Os teores de Mn e Zn, foram maiores no solo contaminado sem adubação. Nos caules os teores de N foram maiores no solo contaminado adubado, os de Fe no solo contaminado com e sem adubação e para os teores de Mn e Al foi difícil estabelecer um padrão. Os resultados observados podem também estar relacionados ao efeito da grande variabilidade nas características morfológicas, químicas e físicas dos solos do complexo ambiente de várzea estudado.

Introdução

Num meio poroso como o solo, a forma de interação do petróleo bruto com os minerais de argila, a matéria orgânica, a água e os microorganismos responsáveis pela bioconversão dos compostos originais é bastante complexa. A intensidade dos processos pode variar

com heterogeneidade da rocha, velocidade do fluxo subterrâneo, espessura da zona não saturada, conteúdo de matéria orgânica, mineralogia das argilas, estrutura do solo, porosidade e permeabilidade [1]. A maneira como esses processos afetam a disponibilidade de nutrientes para as plantas é pouco conhecida.

O branquilha (*Sebastiania commersoniana* Baillon) espécie típica das matas ciliares no domínio da Floresta Ombrófila Mista tem sido indicada para recomposição de áreas degradadas ao longo das margens de rios e reservatórios, devido à preferência por solos hidromórficos e rusticidade [2]. Por isso foi escolhida para ser utilizada no experimento que avaliou os impactos da contaminação do solo por petróleo no crescimento e no desenvolvimento de sete espécies arbóreas nativas da região de influência do vazamento[3].

Este trabalho teve como objetivo avaliar o possível efeito de tal contaminação no teor de macro e micronutrientes e Al das folhas e caules de mudas de branquilha cultivadas em solo contaminado com petróleo, (a campo e casa de vegetação) com adição ou não de fertilizante comercial, e em solo submetido ao processo de biorremediação (incorporação de calcário calcítico e microorganismos decompositores de hidrocarbonetos).

Palavras-Chave: *Sebastiania commersoniana*; poluição por petróleo; avaliação nutricional.

Material e métodos

A.. descrição da área e dos experimentos:

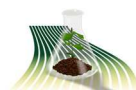
A fase de campo foi conduzido na área da REPAR - Refinaria Presidente Getúlio Vargas município de Araucária (25° 35' 12" S e 49° 20' 45" W), onde ocorreu derramamento de petróleo do tipo Cusiana, (Tab.1), em julho de 2000.

¹ O primeiro autor é Biólogo, doutora em Ciências Florestais. Rua dos Funcionários, 1540, Cabral 80035-050. Curitiba, PR

² O segundo autor é Professor Associado do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Curso de Agronomia, Universidade Federal do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, 80035-050, Curitiba, PR. cewisni@ufpr.br (apresentador do trabalho)

³ O terceiro autor é Engenheiro Agrônomo, Doutor, pesquisador do CNPF-EMBRAPA. Estrada da Ribeira, km 111 Caixa Postal 319, Colombo, PR, 83411-000

Apoio financeiro: Petrobrás e Capes.



O experimento seguiu um delineamento em blocos ao acaso (porque foram plantadas mudas de outras espécies além da avaliada no presente trabalho, que corresponderam aos diferentes tratamentos), onde os blocos foram os solos contaminado (2C), não-contaminado (2NC) e biorremediado (B1). Em cada parcela foram plantadas aleatoriamente 12 mudas de branquilha com cinco meses de idade correspondendo às repetições, as quais foram agrupadas em três amostras compostas de folhas e caules para a análise química.

O solo das áreas 2C e 2NC foi classificado como uma associação de Neossolo Flúvico Ta Eutrófico mesoeutrófico A moderado textura média fase relevo plano raso vegetação floresta subtropical higrófila de várzea e campo subtropical higrófilo de várzea moderadamente a bem drenado + Gleissolo Háplico ta Eutrófico Típico mesoeutrófico A proeminente textura argilosa fase relevo plano vegetação floresta subtropical higrófila de várzea mal drenado [4]. (Tabela 2).

O experimento em casa de vegetação foi realizado no Departamento de Botânica da UFPR. Solo de 0-20cm (Tabela 3) foi coletado para montagem de 4 tratamentos e 8 repetições (vasos com uma planta): contaminado (C); não-contaminado (NC); contaminado adubado (CA) e não-contaminado adubado (NCA). O solo foi acondicionado em sacos plásticos de 5 litros onde foram plantadas mudas com 4 meses de idade. A adubação consistiu da adição de 0,416 g de cloreto de potássio; 4,16g de MAP ($\text{NH}_4 \text{ H}_2 \text{ PO}_4$ na proporção 1:1) para cada 40 Kg de solo.

B. Determinação dos teores de macro, micronutrientes e Al das folhas e caules.

As amostras foram secas em estufa a 60°C até peso constante, moídas em moinhos tipo Wiley e MR 340, digeridas em mufla (via seca) a 500°C e solubilizadas com HCl, de acordo com Hildebrand [5]. A determinação dos teores N, P, K, Ca e Mg, Fe, Mn, Zn e Al, segundo Sarruge e Haag [6] foi efetuada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CNPF-EMBRAPA, e no Laboratório de Biogeoquímica e Nutrição de Plantas do DSEA - UFPR.

A análise da variância seguiu um delineamento em blocos casualizados com três repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A. Experimento de campo

A grande diferença na concentração de alguns elementos como por exemplo K, Ca e P no solo contaminado (Tab.2) comparando-se os experimentos de campo e de casa de vegetação se deve provavelmente à grande variabilidade nas características morfológicas dos solos da planície

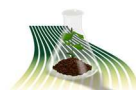
aluvial. Os maiores teores de P, Ca, Mg, Fe, Mn e os menores teores de N no solo contaminado poderiam ser um indicativo de condições de maior hidromorfia, ou de aporte de sedimentos trazidos pelo rio, no caso dos Neossolos flúvicos. A textura, a mineralogia, o teor de matéria orgânica e o grau de hidromorfia do solo afetam o transporte e a formação da fase adsorvida/dissolvida do óleo em relação aos sólidos do solo. Pouco se conhece da interação dos hidrocarbonetos com os cátions adsorvidos aos colóides do solo nesse processo de adsorção/dissolução.

Os teores médios dos nutrientes analisados nas folhasestão na Tabela 4. As mudas do solo contaminado apresentaram menores teores de P e maiores teores de Mg e Fe. Diferenças entre os outros elementos não foram estatisticamente significativas, embora observe-se uma tendência de redução nos teores de K, Ca, e Al nas folhas do solo contaminado. Os teores de N das folhas tanto no solo contaminado como no não contaminado e de P para o solo contaminado são relativamente superiores aos encontrados por Souza [4] na mesma área, o que poderia ser atribuída a pouca idade das plantas. Algumas dessas diferenças, como no caso do K, poderiam ser atribuídas à diferenças já existentes na disponibilidade do elemento no solo, enquanto que outras, como no caso do Mg, parecem estar mais relacionadas à contaminação uma vez que os teores deste elemento no solo contaminado são muito maiores do que no solo não contaminado. (Tab. 2). Não se pode desconsiderar no entanto, o possível efeito da variação da hidromorfia no aumento da concentração do Mg, Mn e Fe dos solos.

Os teores de nutrientes nos caules foram menores que os foliares (Tab. 4). Teores médios de Ca, Mg, Fe, Mn e Al diferiram estatisticamente entre os tratamentos, sem no entanto apresentar um padrão consistente. O maior teor de Ca foi encontrado nos caules das plantas da área biorremediada, que recebeu adição de calcário como parte do processo de remediação, o que resultou num teor mais alto deste elemento no solo (Tab.2). Para os demais elementos nem sempre foi observada uma correlação com a disponibilidade dos mesmos no solo.

B. Experimento em casa de vegetação:

Os resultados das análises químicas das folhas das plantas em casa de vegetação são apresentados na Tabela 6, mostrando que somente os teores médios de Mg, Mn e Zn diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Os maiores teores de Mg foram registrados nas folhas do solo não contaminado com e sem adubação. O menor teor foi encontrado nas plantas do solo contaminado em adubação. O maior teor de Mn foi encontrado nas plantas do tratamento contaminado não adubado O solo com menor teor de Mn (NC) resultou em plantas com maiores teores foliares do elemento. O teor de Mn no solo por sua vez pode estar relacionado a variação no pH pois os menores teores correspondem aos tratamentos onde o pH foi mais alto (NC e NCA). A maior concentração de Zn foi observada nas plantas do tratamento contaminado sem adubo (C). O solo deste tratamento foi o que apresentou os



maiores teores do elemento.(Tab. 2)

Os resultados das análises dos caules estão na tabela 7. Os teores de todos os elementos com exceção do K do tratamento CA e do Al dos tratamentos C e NCA, foram menores do que os teores foliares. Os teores médios de N, Fe, Mn, Zn e Al diferiram estatisticamente entre os tratamentos, com os maiores valores correspondendo ao solo contaminado, com ou sem adubação com exceção do Al, cujos teores apresentaram uma grande variação entre os tratamentos sendo o maior observado nos caules das plantas do tratamento não contaminado e adubado.

Teores de nutrientes de espécies nativas, em outras partes de plantas que não as folhas são pouco conhecidos, o que limita a discussão dos resultados observados. Também não ficou clara nenhuma relação dos resultados com os tratamentos.

Os resultados do experimento do campo mostraram uma maior variação nos teores dos elementos comparativamente à casa de vegetação em função da impossibilidade do controle das variações ambientais, principalmente no que diz respeito às condições de hidromorfia dos solos, além do estresse da contaminação e da competição pela luminosidade, já que o espaço disponível para o plantio das mudas era restrito, em função do tamanho da área contaminada.

Conclusões

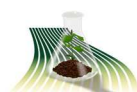
No experimento de campo, as folhas das plantas crescendo no solo contaminado apresentaram menores teores de K e maiores teores de Mg e Fe. Os caules apresentaram os menores teores de Ca, Mg, Fe, Mn e Al e os maiores teores de Mn no solo contaminado em relação ao não contaminado.

No experimento em casa de vegetação os efeitos da adubação dificultaram a compreensão dos resultados observados em relação à contaminação tanto para folhas quanto para os caules. As folhas das plantas crescendo no solo contaminado apresentaram menores teores de Mg comparativamente a todos os outros tratamentos. Os teores de Mn e Zn, foram maiores no solo contaminado porém, as diferenças entre os demais tratamentos não apresentaram um padrão consistente de variação. Os caules das plantas no solo contaminado com e sem adubação apresentaram maiores teores de Fe comparativamente ao solo não contaminado.

Considerando a complexidade edáfica do ambiente de várzea, os resultados parecem estar mais relacionados à diferença na disponibilidade dos elementos no solo do que ao vazamento do petróleo, embora pouco se conheça sobre os efeitos do óleo nas características químicas do solo.

Referências

- [1] AZAMBUJA, E; CANCELIER, D.B; NANNI, A. 2006. *Contaminação de solos por LNAPL: discussão sobre diagnóstico e remediação*. Homepage: <http://azambuja.com.br/acervo/geosul2000.pdf>.
- [2] LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- [3] BONA, C., SANTOS, O. G. *Adaptações fisiológicas de espécies vegetais crescendo em solo contaminado com petróleo*. Curitiba: FUNPAR - UFPR, 2003. Relatório Técnico.
- [4] SOUZA, S. L. de. *Revegetação de área de biorremediação contaminada por resíduos oleosos de petróleo*. Curitiba, 1999. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- [5] HILDEBRAND, C., HILDEBRAND, E. *Manual de análises químicas de solo e plantas*. Curitiba: UFPR (mimeografado), 1976/1977. 255 p.
- [6] SARRUGE, J.R.; HAAG, H. P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.
- [7] PETROBRÁS. *Caracterização física e química preliminar do óleo derramado na REPAR em julho de 2000*. Curitiba, 2003. 2p. Relatório Técnico.



XXXI
CONGRESSO
BRASILEIRO
DE CIÊNCIA
DO SOLO

CONQUISTAS
& DESAFIOS
da Ciência do
Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS

Tabela 1. Teor de elementos químicos no petróleo derramado na área da REPAR onde foi conduzido o experimento.

Elementos (mg kg ⁻¹)											
Pb	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	Vn	Ba	Ca	P	Si	Cl
<10	<2	<1	3	3	<2	5	<5	9	<15	<100	103

Fonte: Petrobrás [7]

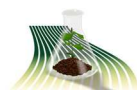
Tabela 2. Características químicas do solo nas áreas 2C (contaminada), 2NC (não contaminada) e B1 (biorremediada) na profundidade de 0 a 20 cm.

	pH	Al	K	Ca	Mg	CTC	Fe	Mn	Cu	P	C org.
	CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³			mg kg ⁻¹			mg dm ⁻³		g kg ⁻¹	
2C	4,4	2	0,14	2,9	2,7	19,8	703	284	2,4	2,4	38,9
2NC	4,1	6,5	0,19	1,5	0,9	21,6	110	4	1,4	2,0	38,9
B1	6,4	0	0,22	16,8	2,2	22,9	10	74	0,2	1,9	29,3

Tabela 3. Características químicas do solo do experimento em casa de vegetação, após a adubação para os tratamentos contaminado (C), não contaminado (NC), contaminado adubado (CA) e não contaminado adubado (NCA).

	pH	Al	K	Ca	Mg	CTC	P	C org	Fe	Mn	Cu	Zn
	CaCl ₂	c.mol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³			g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹			
C	4,5	1,2	0,28	6,6	5,6	23,2	6,5	38,3	164	253	3	30
NC	5,4	0	0,21	7,7	6,2	19,1	4,6	27,5	115	20	2	15
CA	4,4	2,9	0,32	7,2	4,8	25,4	7,0	34,1	197	221	3	23
NCA	4,9	0,4	0,33	8,5	5,9	22,5	10,1	22,0	212	83	2	5

Tabela 4. Análise nutricional das folhas de *S. commersoniana* do experimento de campo nas áreas 2C (contaminada) e 2NC (não contaminada).



XXXI
CONGRESSO
BRASILEIRO
DE CIÊNCIA
DO SOLO

CONQUISTAS
& DESAFIOS
da Ciência do
Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Al
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
2C	21,7 a	0,9 a	5,2 b	9,3 a	2,5 a	185 a	260 a	25 a	208 a
2NC	21,6 a	1,7 a	6,6 a	10,6 a	1,9 b	77 b	177 a	21 a	237 a
CV (%)	9,1	53,4	7,9	14,9	7,2	26,4	38,0	31,7	2,1

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Análise nutricional dos caules de *S. commersoniana* em experimento de campo nas áreas 2C (contaminada) e 2NC (não contaminada) e B1 (biorremediada).

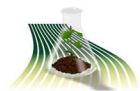
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Al
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
2C	6,5 a	2,9 a	5,3 a	3,7 b	0,71ab	72 b	138 a	15 a	92 b
2NC	6,8 a	5,9 a	4,5 a	5,4 a	0,86 a	178 a	141 a	23 a	358 a
B1	6,5 a	3,7 a	4,6 a	5,6 a	0,58 b	111 ab	24 b	15 a	328 a
CV (%)	9,4	33,6	12,2	12,6	13,1	30,0	14,1	18,5	26,2

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Análise nutricional das folhas de *S. commersoniana* do experimento em casa de vegetação para os tratamentos contaminado (C), não contaminado (NC), contaminado adubado (CA) e não contaminado adubado (NCA).

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Al
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
C	22,4 a	19,7 a	8,8 a	15,5 a	1,7 b	523 a	1126 a	551 a	439 a
NC	22,8 a	19,0 a	9,0 a	16,6 a	2,4 ab	538 a	1153 a	386 ab	405 a
CA	20,3 a	17,4 a	9,8 a	14,8 a	2,3 ab	477 a	890 ab	336 b	295 a
NCA	20,7 a	16,9 a	8,7 a	17,2 a	2,9 a	433 a	785 b	398 ab	367 a
CV (%)	8,2	10,6	9,1	7,3	11,7	14,0	12,9	17,7	15,4

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



XXXI
CONGRESSO
BRASILEIRO
DE CIÊNCIA
DO SOLO

CONQUISTAS
& DESAFIOS
da Ciência do
Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS