

Influência da Aplicação de Resíduo de Perfuração de Poços de Petróleo no Desenvolvimento de Cevada (*Hordeum vulgare*).

Jair do Nascimento Guedes^(1, 7); Juliana Costa Villa^(2, 7); Davi Alves Lopes^(3, 7); Adriana França Figueira^(4, 7); Marcio Osvaldo Lima Magalhães^(5, 7); Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho^(6, 7).

⁽¹⁾ Doutorando do Curso de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do solo, jgrural@yahoo.com.br; ^(2,3) Discente do Curso de Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq; ⁽⁴⁾ Engenheira Agrônoma do Instituto de Agronomia-Departamento de solos; ⁽⁵⁾ Doutor em Ciência do solo, Laboratório de Química e Poluição dos Solos; ⁽⁶⁾ Professor Titular da UFRRJ; ⁽⁷⁾ Departamento de solos do Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro -UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000.

APOIO: CPGA-CS/UFRRJ

RESUMO: Em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, solos contaminados por metais pesados precisam ser remediados. Este é um dos maiores problemas, visto que cascalho gerado durante a perfuração de poços de petróleo, por exemplo, pode atuar como agente poluidor do solo, devido à presença de diferentes substâncias em sua composição. Dentre elas o excesso de sais de sódio resultando na expansão de áreas degradadas por salinidade e sodicidade. Diante disso, foi montado um experimento em casa de vegetação utilizando plantas halófitas, espécie de cevada. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de plantas de cevada (*Hordeum vulgare*) em resíduo proveniente de poço de perfuração de petróleo. O delineamento foi casualizado com 3 diferentes proporções do resíduo + areia lavada, 3 repetições e 3 testemunhas. Os resultados demonstraram que apesar da espécie ser tolerante à salinidade, o aumento da dose influenciou negativamente no desenvolvimento das plantas.

Palavras-Chave: Fitoextração, sais solúveis, cascalho de perfuração.

INTRODUÇÃO

O aumento da produção nas indústrias acarretou em uma acentuada degradação do meio ambiente por deposição inadequada de resíduos, muitas vezes contaminados por metais pesados, oriundos de fontes poluidoras que não fazem o tratamento adequado dos mesmos.

As indústrias de petróleo, por exemplo, durante sua exploração e também no consumo dos materiais explorados tem causado grandes impactos ambientais que atuam negativamente sobre a qualidade do solo, da água subterrânea e superficial, do ar e cadeia alimentar, fazendo com que a prevenção da poluição e limpeza de áreas contaminadas seja uma prioridade ambiental. Com isso as atividades petrolíferas vêm sendo conduzidas em condições cada vez mais

restritivas do ponto de vista ambiental e não tem medido esforços para a prevenção dos danos ambientais em todas as suas operações, gerando uma grande demanda comercial e ambiental para a remediação de áreas contaminadas com poluentes.

Diante desse quadro, alguns estudos têm sido realizados na tentativa de conhecer a dinâmica dos contaminantes presentes em resíduos de poços de perfuração de petróleo, visando solucionar eventuais problemas pela disposição inadequada no solo (Lima, 2011; Magalhães et al., 2011). Outros estudos também têm apresentado bons resultados com a utilização de resíduos na agricultura, disponibilizando nutrientes e melhorando as propriedades físico químicas (Cabral et al., 2008; Oliveira et al.; 2008, Chiba et al., 2008a), em contra partida, outros autores mostraram que se suprimidos os problemas com os possíveis contaminantes, seu uso no solo poder ter um efeito condicionador (Zonta et al., 2005). E além do mais, pesquisas realizadas com o uso de diferentes espécies tiveram respostas fitorremediadoras positivas na contribuição do tratamento de sedimentos e solos contaminados Reichenauer & Germida (2008), resultando na degradação de hidrocarbonetos de petróleo em 62% e 68% após um ano de cultivo Hutchinson et al. (2001).

Os cascalhos de perfuração têm apresentado problemas de excesso de sais e quando dispostos no solo sem prévio tratamento podem contribuir para a expansão alarmante de áreas de solos degradados por salinidade e sodicidade. Com isso, a fitoextração de sais solúveis utilizando plantas halófitas é uma alternativa de baixo custo para recuperação de solos salinos, além de não ser agressivos ao ambiente.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o desenvolvimento de plantas de cevada (*Hordeum vulgare*) em substrato contaminado (resíduo de perfuração de poços de petróleo) que foram submetidos por 360 dias sob duas condições de oxirredução e após lavagem. E

verificar o potencial de bioacumulação de metais pela planta e se há tolerância da espécie pelo sódio remanescente no resíduo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica - RJ.

A espécie de cevada (*Hordeum vulgare*) foi utilizada para o plantio nos resíduos que foram submetidos por 360 dias sob duas condições de oxirredução e após lavagem durante o procedimento de lixiviação que antecedeu ao plantio. No entanto, como o resíduo possui características físicas desfavoráveis para o bom desenvolvimento radicular das plantas, por apresentar uma permeabilidade muito baixa e conseqüentemente baixa porosidade, foi então empregado diferentes proporções de areia lavada ao resíduo. Sendo 3 proporções: 7,5% resíduo + 92,7% areia lavada; 15,0% resíduo + 85% areia lavada; 30,0% resíduo + 70,0% areia lavada, sendo respectivamente consideradas como doses 1, 2 e 3. Dessa forma, o delineamento experimental foi casualizado com um resíduo proveniente do processo de perfuração de um poço de petróleo, coletado no secador (um dos aparelhos utilizado na recuperação do fluido), 3 doses do resíduo, 3 repetições + testemunha, totalizando 12 unidades experimentais.

Cada unidade experimental foi composta por um volume total de 3 kg de substrato (dose do resíduo + areia lavada). Sendo que as doses de resíduos e volume de areia lavada seguiram como descrito na tabela 1.

Tabela 1. Descrição das doses do resíduo de perfuração e quantidade de areia lavada usada no experimento.

	Dose 1	Dose 2	Dose 3
Resíduo (kg)	0,225	0,450	0,900
	(7,5%)	(15%)	(30%)
Areia lavada (kg)	2,775	2,550	2,100
	(92,5%)	(85%)	(70%)
Total do substrato (kg)	3,00	3,00	3,00
	(100%)	(100%)	(100%)

Foi realizada a semeadura em areia lavada e após 7 dias as sementes foram germinadas em condições de fitotrón com temperatura e umidade controlados. Em seguida, as plântulas passaram a receber solução nutritiva de Hoagland ½ força iônica (Tabela 2). Dessa forma, as plântulas se estabeleceram e foram aclimatadas em casa de

vegetação para posterior replantio nas unidades experimentais.

Tabela 2. Composição da solução de Hoagland utilizada.

Fonte	Quant. (g/100L)	Composição Micros, percentuais (%)	
MgSO ₄	12,2	Fe EDTA	7,26
NH ₄ NO ₃	8,0	Cu EDTA	1,82
K ₂ SO ₄	8,7	Zn EDTA	0,73
CaSO ₄	13,6	Mn EDTA	1,82
K ₂ HPO ₄	3,42	B	1,82
*Micros	1,25	Mo	0,36
		Ni	0,34

*All Plant Conplant

As plantas foram conduzidas durante 20 dias pós-replanteio e em seguida foi efetuado o desbaste nos vasos deixando 4 plantas por vaso. Durante o desenvolvimento das plantas observou-se também que em sua maioria apresentavam sintomas de amarelecimento. Com isso, foram realizadas duas aplicações de nitrogênio na forma de uréia (50ml de solução por vaso), referente a 30 kg N/ha e as plantas responderam de forma positiva quanto a deficiência de nitrogênio que apresentava.

A colheita das plantas foi realizada 50 dias após o plantio, ou seja, antes do ciclo vegetativo da cultivar. A precocidade da colheita ocorreu pelo motivo da grande perda de biomassa vegetal devido à senescência das folhas. Após a colheita, as plantas foram separadas em parte aérea e raízes, lavadas em água corrente e posteriormente com água destilada. Em seguida, foram secadas em estufa de circulação de ar forçada com temperatura entre 60-65°C até atingirem peso constante.

Posteriormente, a massa seca da parte aérea e raízes foram pesadas e em seguida as mesmas foram trituradas e preparadas para digestão com solução nitroperclórica, conforme preconizado por Tedesco et al., (1995). Em seguida, foram filtradas e nos extratos obtidos foram determinados os teores de sódio. Com base nas concentrações e produção de massa seca foram calculadas as quantidades acumuladas dos elementos analisados.

Foram efetuadas as seguintes análises estatísticas: Teste de Lilliefors para verificação da normalidade, Teste de Cochran e Bartlett para verificar a homogeneidade das variâncias feitas por meio do Programa Estatístico SAEG Versão 9.0 (Fundação Arthur Bernardes na UFV, Viçosa - MG). E para a análise de variância e comparação dos dados utilizando-se teste de médias Tukey ao

nível de 5% de probabilidade, realizada pelo programa estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação de produção de matéria seca, concentração e acúmulo de sódio nas diferentes partes da planta (parte aérea e raiz), com as doses do resíduo está representada na Tabela 4.

Observa-se que produção de matéria seca apresentada na Tabela 4 demonstra que, de modo geral, houve efeito negativo com o aumento da aplicação da dose de resíduo, reduzindo drasticamente a biomassa da parte aérea e apresentando um efeito significativo das doses em relação à testemunha. Este fato, provavelmente está associado à presença de sais de sódio no resíduo que foi translocado para a parte aérea das plantas de cevada. Também avaliando os resultados de concentração de sódio nas folhas de cevada, verificou-se que houve um incremento da concentração de sódio nas folhas de cevada com o aumento da dose do resíduo, no entanto, não houve diferença significativa entre as maiores doses. O aumento da concentração de sódio nas folhas está diretamente relacionado com as elevadas concentrações de sais de sódio que estão presente na composição dos fluidos de perfuração de poços de petróleo que refletem nos teores totais de sódio encontrado no resíduo (Tabela 3). Por outro lado, quando se trabalha com acúmulo (Tabela 4), verifica-se que o acúmulo de sódio é diretamente proporcional a sua concentração nas folhas e inversamente a produção de matéria seca. Sendo que o incremento do resíduo ao substrato final pode ter contribuído para o baixo desenvolvimento das plantas de cevada. Resultados similares foram encontrados por Holanda et al. (2010), onde verificaram que o excesso de sais solúveis e/ou sódio trocável, dificulta a absorção de água pelas plantas, induz à toxicidade de íons específicos principalmente, sódio e cloreto, causa desequilíbrio nutricional e impede a infiltração de água no solo, provocando redução do crescimento e diminuição do rendimento das culturas.

Avaliando a raízes, constatou se que à medida que foi aumentando as concentrações de sódio no substrato, as quantidades observadas nas raízes também foram aumentando, Tabela 4. Verificou-se que as concentrações de sódio nas raízes e nas maiores doses do resíduo aumentaram significativamente em relação à testemunha, devido ao aporte de sais de sódio presente na composição do resíduo de perfuração. Também se observou que houve um

acúmulo de sódio e consequente redução da produção de massa seca de raízes com o incremento da dose do resíduo. Estes resultados ainda podem ser comprovados quando se visualiza o estado de desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas sob estas condições de estresse salino, Figura 1.

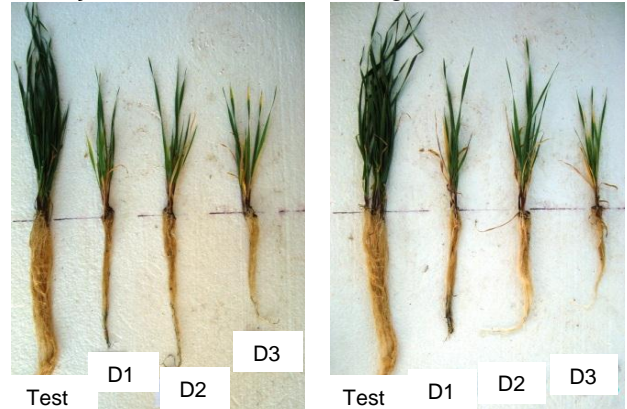


FIGURA 1. COMPORTAMENTO DAS PLANTAS DE CEVADA CULTIVADAS EM SUBSTRATOS DE RESÍDUOS DE POÇOS DE PERFURAÇÃO DE PETRÓLEO.

CONCLUSÕES

As elevadas concentrações de sais de sódio influenciaram negativamente no desenvolvimento normal das plantas de cevada, apesar de sua capacidade tolerante;

O aumento das doses de resíduo por unidade experimental contribuiu para a redução da matéria seca nas raízes e parte aérea.

AGRADECIMENTOS

Laboratório de Química e Poluição de solos – UFRRJ, FAPERJ, FAPUR e CAPES.

REFERÊNCIAS

CABRAL, F.; RIBEIRO, H.M.; HILÁRIO, L.; MACHADO L.; VASCONCELOS, E. Use of pulp mill inorganic wastes as alternative liming materials. *Bioresource Technology*, v. 99, p. 8294–8298. 2008.

CHIBA, M. K.; MATTIAZZO, M.E.; OLIVEIRA, F.C. Cultivo de cana-de-açúcar em Argissolo tratado com lodo de esgoto. I - Disponibilidade de nitrogênio no solo e componentes de produção. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32 p. 643-652, 2008.

MAGALHÃES, M. O. L.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; ZONTA, E.; LIMA, L. S.; PAIVA, F. S. D. Mobilidade de Bário em Solo Tratado com Sulfato de Bário Sob Condição de Oxidação e Redução. *Química Nova*, v. 34, p. 1544-1549. 2011.

OLIVEIRA, D.Q.L de.; CARVALHO, K.T.G.; BASTOS, A.R.R.; ALVES DE OLIVEIRA, L.C.; MELO MARQUES, J.G.S.; NASCIMENTO, R.S.M.P. Utilização de resíduos

da indústria de couro como fonte nitrogenada para o capim-elefante. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 417-424, 2008.

ISO 11466 International Standard: Soil quality-Extraction of trace elements soluble in aqua regia, 1995, 24p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solos. 2ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1997, 214p.

HOLANDA, J. S. de; AMORIM, J. R. A. de; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para

irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal/CNPq, p. 41-60, cap. 4, 2010.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p

LIMA, E. S. A. Dinâmica do bário em solos que receberam baritina. 2011. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Tabela 3. Caracterização química (teores trocáveis) do resíduo secador pós-lavagem e teores totais de sódio.

Resíduo*	pH _{água}	Ca	Mg	Al	Na	P	K	Zn	Fe	Cu	Mn	Na
		----- Cmolc.dm ⁻³ -----							mg.kg ⁻¹	-----		
	9,6	4,0	1,8	0,0	7,412	1	226	1,2	111,7	0,6	113,6	16202

*Mistura de três colunas de repetição

Tabela 4. Concentração de sódio (mg kg⁻¹), acúmulo de metais (mg) e produção de matéria seca (g) nas raízes e parte aérea das plantas de cevada, nas diferentes doses do resíduo + areia lavada.

	Parte Aérea			Raízes		
	[Na]	ACUM	PMS	[Na]	ACUM	PMS
Testemunha	253 C	0,50 B	1,941 A	280 C	1,12 A	3,553 A
Dose 1	11192 B	2,75 AB	0,253 B	2225 B	0,85 A	0,412 B
Dose 2	20383 AB	6,39 A	0,297 B	4405 A	1,41 A	0,313 B
Dose 3	22294 A	5,49 A	0,240 B	3897 AB	0,78 A	0,193 B
CV	14,51	20,57	26,29	15,29	61,09	7,80

Letras maiúsculas na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Testemunha- areia lavada; Dose 1=7,5% resíduo + 92,7% areia lavada; Dose 2= 15,0% resíduo + 85% areia lavada;

Dose 3 = 30,0% resíduo + 70,0% areia lavada.

[Na] – Concentração de sódio; ACUM – Acúmulo de metais; PMS – Peso de matéria seca.