

DESEMPENHO DE MUDAS *CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES* (VETIVER) EM SUBSTRATO DE ESTÉRIL E DE REJEITO DA MINERAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO

Igor Fernandes de Abreu (*), Giovane César Pereira Discacciati, Gleicia Miranda Paulino, Marcos Antônio Gomes, Murilo Freitas de Santi

* Universidade Estado de Minas Gerais/unidade de Engenharia (UEMG/FaEnge) - igordeabreu@outlook.com

RESUMO

O Vetiver é uma gramínea que tem sido indicada para recuperar áreas degradadas e controlar erosão. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de mudas de vetiver em substratos contendo rejeito ou estéril de minério de ferro, submetidos à ausência e presença de adubação orgânica (AO), à aplicação de 03 formulações de NPK (4 14 8; 10 10 10; 8 28 16) e sem NPK. O Delineamento Experimental foi em Blocos Inteiramente Casualizados, com 05 repetições. Três meses após início do experimento foram realizadas medições da parte aérea (altura, massa fresca e seca) e do sistema radicular (comprimento, volume, massa fresca e seca). Foi utilizado o Teste T de Student, a 5% de probabilidade, para comparação de médias. As mudas cultivadas em substratos com estéril e sem AO (com ou sem NPK) apresentaram maiores valores de massa seca (raiz), em comparação às cultivadas com AO. Não houve diferença no desenvolvimento das mudas com e sem AO no substrato, com a mesma formulação de NPK. Já as mudas cultivadas em substratos com rejeito e AO (com ou sem NPK) apresentam maiores valores de altura e massa fresca (parte aérea) e comprimento da raiz, em comparação às cultivadas sem AO. Ainda com relação às mudas cultivadas em substrato contendo rejeito, foi comparado o desenvolvimento das mudas cultivadas em substratos com e sem AO, com mesma formulação de NPK. Foi observado que as mudas em substratos com 4 14 8 e AO apresentaram maiores valores de altura, massa fresca e massa seca (parte aérea) e comprimento da raiz. As cultivadas em substrato com 10 10 10 e AO apresentaram maiores valores para massa fresca (parte aérea), quando às cultivadas sem AO. Não foram observadas diferenças no desenvolvimento das mudas cultivadas em substratos com e sem AO, e com a formulação 8 28 16. As mudas cultivadas em substratos com rejeito e AO, mas sem NPK, apresentaram maiores valores de altura e massa seca (parte aérea) e comprimento da raiz, em comparação às cultivadas sem AO no substrato.

PALAVRAS-CHAVE: Vetiver, resíduos de mineração, mudas, estéril e rejeito.

INTRODUÇÃO

O processo de extração de recursos minerais da crosta gera basicamente um concentrado (minério), estéril e rejeito. Os dois últimos devem ser dispostos em uma área de forma controlada e/ou reaproveitados, minimizando assim os impactos gerados ao meio ambiente. O estéril, na maior parte das vezes, é disposto em forma de pilhas, que quando finalizadas, são revestidas por gramíneas, leguminosas ou biomantas, que auxiliam na estabilização da massa disposta, reduzindo a chance de erosão, etc. Já o rejeito é comumente disposto em barragens, denominadas barragens de rejeito.

A utilização de resíduos (estéril e rejeito) para a produção de mudas está diretamente relacionada com sua composição química, esta sendo resultantes de diversos processos envolvidos na extração e beneficiamento de minérios.

A *Chrysopogonzizanioides* (recente classificação para o vetiver) é uma gramínea, de origem indiana, muito utilizada na conservação de solos, recuperação de áreas degradadas e controle de erosão, possui características físico-químicas notáveis, como a presença de sílica em suas estrutura, tolerância a valores extremos de pH e de temperatura, não se autopropaga, e é eficiente no controle de erosão por reter sedimentos e diminuir a energia potencial de escoamento superficial da água (*runoff*) (Pereira, 2006).

Quanto à utilização, há diversas aplicações efetivas em sistemas de controles de erosão, barreiras para retenção de sedimentos, estabilização de taludes, podendo também ser utilizada juntamente com outras espécies vegetais (Deflor, 2006; Araújo et al., 2011; Torção et al. 2011).

Há alguns estudos sobre o uso e aplicação desta espécie em projetos de bioengenharia, a qual é uma técnica que conjuga o uso de elementos inertes e vivos em obras de proteção e recuperação do solo (Pereira, 2001). Há relatos da efetividade da aplicação do vetiver na estabilização de estradas, em estudos de resistência ao cisalhamento, apontando aumento na coesão aparente nos solos (Deflor, 2006).

Apesar do vetiver ser uma gramínea perene, que vem sendo muito utilizada na recuperação de áreas degradadas, ainda há poucas informações sobre seu estabelecimento e eficiência na recuperação de ambientes degradados pela atividade de mineração. Sendo, portanto, interessante testar o crescimento e desenvolvimento das mudas em substrato contendo resíduos de mineração, como os obtidos em pilha de estéril ou de rejeito.

OBJETIVO

O Trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de mudas de vetiver, através da reprodução de touceiras, em substrato contendo estéril ou rejeito proveniente da mineração de minério de ferro, submetido à ausência e presença de adubação orgânica e a aplicação de 03 formulações de adubação química com NPK (4 14 8; 10 10 10; 8 28 16) e sem aplicação de NPK, através da avaliação da parte aérea e do sistema radicular das mudas.

METODOLOGIA

A execução do projeto se deu inicialmente através da obtenção de 300 kg de estéril e rejeito de mineração de minério de ferro, cedidos pela gerência responsável pela Mina de Água Limpa, mina de minério de ferro pertencente à Vale S/A, localizada no município de Rio Piracicaba, MG e a obtenção de touceiras de vetiver, que foram doadas pela empresa Deflor Bioengenharia Ltda.

Foi coletada uma amostra de cada resíduo de mineração, que foi enviada ao Laboratório de Solos da Universidade Federal de Viçosa, para análise química, para fins de correção do pH.

Foram produzidos 8 tipos de substratos contendo rejeito e 8 tipos de substratos contendo estéril de minério de ferro para receberem os perfilhos, levando-se em consideração a ausência e presença de adubação orgânica, a aplicação de diferentes formulações de NPK (4 14 8; 10 10 10; 8 28 16) e sem aplicação de NPK. As mudas foram produzidas em sacos plásticos de 2,5 kg. Cada saco plástico recebeu 1,25 litro do resíduo, 1,25 litro de adubo orgânico (esterco bovino curtido), quando usado, e 125g de adubação química com NPK, quando usado. A Tabela 1 mostra os diferentes tipos de substratos testados (tratamentos).

Tabela 1. Composição dos substratos testados (Tratamento) no experimento

Resíduo de Mineração	Adubação Orgânica (AO)	Adubação química	Tratamento
Estéril	Com AO*	NPK (4 14 8)	1
		NPK (10 10 10)	2
		NPK (8 28 16)	3
		Sem NPK	4
	Sem AO	NPK (4 14 8)	5
		NPK (10 10 10)	6
		NPK (8 28 16)	7
		Sem NPK	8 (testemunha)
Rejeito	Com AO	NPK (4 14 8)	1
		NPK (10 10 10)	2
		NPK (8 28 16)	3
		Sem NPK	4
	Sem AO	NPK (4 14 8)	5
		NPK (10 10 10)	6
		NPK (8 28 16)	7
		Sem NPK	8 (testemunha)

O experimento foi conduzido numa área previamente preparada para a produção das mudas dentro das dependências da faculdade de Engenharia da UEMG (Figura 1). O método de produção das mudas utilizado foi o da individualização dos perfilhos da touceira de vetiver, baseado em Torrão et al (2011). O Delineamento Experimental utilizado foi o de Blocos Inteiramente Casualizados, com cinco repetições (5 mudas) para cada tratamento. Assim o experimento consistiu na produção de 80 mudas.



Figura 1:

Área do experimento dentro das dependências da FaEng

Os perfilhos da touceira do vetiver foram plantados em 11 de dezembro de 2013 e foram submetidos a um corte da parte aérea para padronização, deixando uma altura padrão de 30 cm em relação ao substrato (Figura 2).



Figura 2: Touceiras de vetiver e mudas em substrato com poda em 30 cm de parte aérea, no início do experimento.

Aos três meses após o início do experimento, em março de 2014, as mudas apresentavam um crescimento aéreo e radicular efetivo, como mostra a Figura 3. Nesta ocasião foram então realizadas as medições da parte aérea e do sistema radicular. Para a avaliação da parte aérea foi realizado o corte das mudas no limite do substrato. Para a avaliação do sistema radicular foi retirado o substrato para a exposição das raízes que foram posteriormente lavadas. Foram medidos o comprimento e a massa fresca da parte aérea de cada muda. Também foram medidos o comprimento, o volume

ocupado pelas raízes e a massa fresca do sistema radicular de cada muda. Após as medições, a parte aérea e o sistema radicular de cada muda foram acondicionadas em sacos de papel, separadamente, e levadas à estufa de circulação forçada de ar, à 65°C, até a obtenção de peso constante. Após secagem, os sacos foram pesados para a obtenção da massa seca da parte aérea e do sistema radicular. Desta forma, o desenvolvimento das mudas foi avaliado sob 7 características distintas.



Figura 3: Evolução do crescimento das mudas de vetiver ao longo de três meses.

Visando identificar se existem diferenças no desenvolvimento destas mudas sob diferentes composições no substrato, realizamos o Teste T de Student de comparação de médias, utilizando o software SPSS. O intervalo de confiança do teste foi definido para 5%. Desta forma, o crescimento das mudas que foram cultivadas no substrato contendo estéril e adubação orgânica foi comparado com o crescimento daquelas que foram cultivadas no substrato contendo estéril e sem adubação orgânica na composição, independente da presença de NPK nestes substratos. Além disso, o crescimento das mudas cultivadas em substrato contendo estéril, adubação orgânica e mesma formulação de NPK (4 14 8; 10 10 10; 8 28 16) foi comparado com o crescimento daquelas que foram cultivadas sob as mesmas condições de substrato, mas sem adubação orgânica na formulação. Também foi comparado o desenvolvimento das plantas cultivadas em substrato com adubação orgânica e sem adubação orgânica, ambos com estéril e sem NPK na composição.

As mesmas comparações foram realizadas entre as mudas que foram cultivadas em substrato contendo rejeito, com e sem adubação orgânica, sob as mesmas formulações de NPK, bem como na ausência destas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química não mostraram necessidade de correção do pH nos substratos. As mudas cultivadas em substratos contendo estéril e sem adubação orgânica (independente da presença de NPK nestes substratos) apresentaram valores mais elevados para a massa seca (raiz), em comparação às que foram cultivadas com adubação orgânica (Tabela 2). Não foram identificadas, do ponto de vista estatístico, diferenças no desenvolvimento das mudas com e sem adubação orgânica no substrato, contendo a mesma formulação de NPK nos mesmos.

Tabela 2. Valores das variáveis analisadas para substrato contendo estéril de mineração de ferro, na presença e ausência de adubação orgânica (AO), e com aplicação de três formulações de NPK e sem aplicação de NPK

Substrato			Variáveis						
			Parte aérea			Raiz			
Resíduo	NPK	Trat	Altura cm	Massa Fresca g	Massa Seca	Comprimento cm	Volume cm ³	Massa fresca g	Massa Seca
Estéril com AO	4 14 8	1	147,20a	40,40 ^a	9,80a	35,60a	30,40a	22,20a	4,40a
	10 10 10	2	110,40a	35,20 ^a	6,60a	31,00a	20,80a	15,40a	3,78a
	8 28 16	3	92,50a	23,00a	6,23a	26,00a	20,00a	19,33a	4,00a
	Sem NPK	4	104,40a	36,40 ^a	7,40a	32,00a	18,40a	14,40a	2,18a
	Média do grupo com MO			113,62a	33,75^a	7,50a	31,15a	22,40a	17,83a
Estéril sem AO	4 14 8	5	122,20a	34,00a	9,60a	29,80a	20,80a	26,00a	6,00a
	10 10 10	6	118,40a	39,40 ^a	10,40a	33,00a	30,40a	28,80a	5,80a
	8 28 16	7	146,20a	48,00a	13,60a	31,60a	30,40a	28,40a	6,40a
	Sem NPK	8	109,40a	16,00a	5,40a	33,60a	17,60a	16,20a	5,00a
	Média do grupo sem MO			124,05a	34,35^a	9,75a	32,00a	24,80a	24,85^a

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T de Student, 5% de probabilidade, para comparação de grupo com AO e sem AO, e para comparação de mesma formulação de NPK com e sem AO.

As mudas cultivadas em substratos contendo rejeito e com adubação orgânica (independente da presença do NPK na composição) apresentam valores mais elevados para a altura da parte aérea e massa fresca (parte aérea), e comprimento da raiz, em comparação às mudas cultivadas sem adubação orgânica (Tabela 3).

Tabela 3. Valores das variáveis analisadas para substrato contendo rejeito de mineração de ferro, na presença e ausência de adubação orgânica (AO), e com aplicação de três formulações de NPK e sem aplicação de NPK

Substrato			Variáveis						
			Parte aérea			Raiz			
Resíduo	NPK	Trat	Altura Cm	Massa Fresca g	Massa Seca	Comprimento cm	Volume cm ³	Massa fresca G	Massa Seca
Rejeito com AO	4 14 8	1	149,80 ^a	52,00a	16,60a	39,60a	25,60a	24,20a	6,00a
	10 10 10	2	140,50a	46,25 ^a	12,50a	30,60a	17,12a	16,20a	2,50a
	8 28 16	3	126,80a	40,80 ^a	9,80a	37,60a	27,20a	19,00a	3,20a
	Sem NPK	4	146,60a	43,20 ^a	10,60a	34,80a	12,80a	14,80a	3,40a
	Média grupo com MO			140,92a	45,56^a	12,37a	35,65a	20,68^a	18,55a
Rejeito sem AO	4 14 8	5	97,00b	17,80b	4,60b	32,00b	16,00a	15,40a	4,40a
	10 10 10	6	92,00a	12,80b	3,80a	22,60a	16,00a	15,20a	4,60a
	8 28 16	7	128,33a	32,00a	7,67a	33,67a	18,67a	19,00a	5,67a
	Sem NPK	8	94,20b	18,80 ^a	4,00b	23,80b	14,40a	12,00a	4,40a
	Média grupo sem MO			102,88b	20,35b	5,02a	28,02b	16,27^a	15,40a

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T de Student, 5% de probabilidade, para comparação de grupo com AO e sem AO, e para comparação de mesma formulação de NPK com e sem AO.

Ainda com relação às mudas cultivadas em substrato contendo rejeito (Tabela 3), foram comparadas as características de desenvolvimento das plantas que foram cultivadas em substratos com e sem adubação orgânica, com mesma formulação de NPK. Observamos que as mudas cultivadas em substratos contendo a formulação 4 14 8 de NPK e adubação orgânica apresentaram valores mais elevados para altura do colmo, massa fresca e massa seca (parte aérea) e comprimento da raiz. As que foram cultivadas em substrato contendo a formulação 10 10 10 de NPK no substrato e adubação orgânica apresentaram valores mais elevados para massa fresca (parte aérea), quando comparadas com as mudas que foram cultivadas sem adubação orgânica no substrato. Não foram observadas diferenças no desenvolvimento das mudas que foram cultivadas em substratos com e sem adubação orgânica, contendo a formulação 8 28 16.

As mudas cultivadas em substratos contendo rejeito e adubação orgânica, mas sem NPK, apresentaram valores mais elevados para a altura da parte aérea, massa seca (parte aérea) e comprimento da raiz, em comparação às mudas que foram cultivadas sem adubação orgânica no substrato.

CONCLUSÕES

No geral, as mudas de vetiver apresentaram bom desempenho nos dois resíduos de mineração testado.

O uso de adubação orgânica e NPK não influenciaram no desempenho das mudas cultivadas em substrato contendo estéril. Por outro lado, as mudas cultivadas no substrato contendo rejeito com adubação orgânica apresentaram valores mais elevados para a maioria das variáveis analisadas em comparação às cultivadas no substrato sem adubação orgânica;

As mudas cultivadas nos substratos contendo rejeito, com adubação orgânica e que receberam aplicação de NPK, nas formulações 4 14 8 e 10 10 10, apresentaram valores mais elevados para algumas das variáveis analisadas em comparação às cultivadas no substrato sem adubação orgânica;

O uso de adubação orgânica no substrato contendo rejeito favoreceu o crescimento das mudas para as variáveis altura e massa seca da parte aérea e comprimento da raiz, e a ausência de NPK não influenciou neste substrato, em comparação ao sem adubação orgânica.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de pesquisa. À UEMG, Vale S/A e Deflor Bioengenharia pelo apoio logístico para a execução do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araújo, G.H.S; Almeida, J.R.; Guerra, A.J.T. Gestão Ambiental de Áreas Degradadas. 7ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 332p.
2. Deflor bioengenharia. Uso do vetiver na estabilização de taludes e encostas. Boletim Técnico, Ano 01- n.º 003 - Setembro 2006. Disponível em <http://www.deflor.com.br/portugues/pdf/boletim3.pdf> (acesso em 30/04/2014).
3. Pereira, A. R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. 2ª edição. Belo Horizonte: Editora Fapi, 2006. 237p.
4. Pereira, A.R. Controle e recuperação de processos erosivos com técnicas de bioengenharia. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia (GO), 2001.
5. Torrão, R. B. de A.; Aquino, A. M. de; Silva, M.; Assis, R. L. de; Henriques, A. Cultivo de vetiver para controle de erosão. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011 6 p. (Embrapa Agrobiologia. Circular técnica, 31). Disponível em <<http://www.cnpab.embrapa.br/system/files/downloads/CIT031.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2013.