



JOSEPH ROBERT FERNANDES FRAGA

**SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAPIM
VETIVER EM RAÍZES NUAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPOS
DE TRANSPORTE**

**INCONFIDENTES – MG
2015**

JOSEPH ROBERT FERNANDES FRAGA

**SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE
CAPIM VETIVER EM RAÍZES NUAS SUBMETIDAS A DIFERENTES
TEMPOS DE TRANSPORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof^ª. DSc. Lilian Vilela Andrade Pinto

**INCONFIDENTES – MG
2015**

JOSEPH ROBERT FERNANDES FRAGA

**SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE
CAPIM VETIVER EM RAÍZES NUAS SUBMETIDAS A DIFERENTES
TEMPOS DE TRANSPORTE**

Data de aprovação: 17 de novembro, 2015

**Orientadora: Prof^a. DSc. Lilian Vilela Andrade Pinto
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

**Coorientador: Msc. Michender Werrison Motta Pereira
UNICAMP- Campinas**

**Prof. PhD. Cristina Aparício
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

Agradecimentos

Agradeço primeiramente á Deus pela vida e pela natureza perfeita e sustentável, a qual o homem vem estudando e modificando a seu gosto. Ao meu pai Roberto Carlos Fraga pelo Apoio moral e técnico, a Ligia cócó (minha namorada e fiel companheira) por me apoiar nos momentos mais difíceis e me dar forças para formar, ao Niko (meu cãopanhiaero de todos os momentos) aos meus amigos: Rafael Xavier, Michender, Letícia , Valéria (segunda dama), Forte (Maria baixinha). A melhor orientadora do IFSULDEMINAS Lillian V.A. Pinto por todo apoio, ajuda, e dedicação ao mais complexo orientando. Ao Michender novamente por todo apoio e ajuda, e professora Cristina Aparício por sua sensatez e lucidez no auxílio da apresentação do TCC.

RESUMO

O Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) é uma gramínea que apresenta alta tolerância a variados tipos de ambientes (alagados, contaminados com metal pesado, solos pobres), sendo utilizado em grande escala para projetos de bioengenharia, alimentação animal, paisagismo, óleo essencial, remediação de solos e águas contaminadas, entre outros. Assim, a produção de mudas da gramínea vetiver é uma alternativa de negócio, no entanto, os fornecedores de mudas de raiz nua tem pouco conhecimento da capacidade de sobrevivência destas à transportes longos e demorados, sendo necessário ampliar estudos mais focados na área. Essa informação é importante porque muitas vezes a chegada das mudas até o local do plantio é de poucos dias a até mais de uma semana, dependendo do tipo de distribuição (correio ou carro) e da distância. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de sobrevivência, altura, massa seca da parte aérea e número de novos perfilhos de mudas de vetiver em raízes nuas após serem mantidas embaladas com sacos plásticos submetidas a tempos variados de transporte. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 21 tratamentos (dias de transporte simulado das mudas embaladas até o plantio das mesmas) e 16 repetições (mudas de vetiver em raízes nuas). As 16 mudas referentes a cada tratamento foram imediatamente após a subdivisão das touceiras embaladas juntas em sacos plásticos tendo como cuidado principal a eliminação máxima possível de ar e umidade. Considerando os tempos de cada tratamento, as mudas foram plantadas em solo de talude com inclinação aproximada de 30°, em espaçamento (entre plantas x entre linhas) de 0,20 m x 1,0 m. As plantas foram irrigadas diariamente a partir de sistema de irrigação de gotejamento semi-automatizado. A taxa de sobrevivência das mudas no campo, o número de novos perfilhos de cada planta e a massa seca da parte aérea (MSPA) foram avaliados aos 120 dias após o plantio. A altura das plantas foi avaliada aos 60 e 120 dias após o plantio. Os dados foram organizados e apresentados em gráficos, para melhor visualização comparativa dos resultados. Os dados de altura das plantas foram submetidos à análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado e as médias avaliadas pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade usando o programa Sisvar. O tempo de transporte (0 a 20 dias) das mudas de vetiver em raízes nuas não influenciou a taxa de sobrevivência das mudas e seu desenvolvimento (altura, massa seca da parte aérea e número de novos perfilhos). A sobrevivência das mudas de vetiver em raízes nuas foi superior que 75% em todos os tempos de transportes que foram submetidas e permaneceram embaladas (0 a 20 dias), com média geral de sobrevivência igual a 92%.

PALAVRAS CHAVE: Vetiver, gramíneas, sobrevivência no transporte, meio ambiente.

ABSTRACT

Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) is a grass that has a high tolerance to different types of environments (wetlands, contaminated with heavy metal, poor soils) and is used in large-scale bioengineering projects, feed, landscaping, essential oil, soil remediation and contaminated water, among others. Thus, the production of vetiver grass cuttings is a business alternative, however, providers of bare-root seedlings have little knowledge of the survival capacity of these long and time-consuming to transport, it is necessary to further enlarge studies focused on the area. This information is important because often the arrival of seedlings to the planting site is a few days to over a week depending on the type of delivery (mail or sprocket) and the distance. Therefore, the aim of this study was to evaluate the survival rate, height, dry matter of shoots and number of new tillers of vetiver seedlings in bare roots after being held packed with plastic bags subjected to varying times of transport. The experimental design was completely randomized with 21 treatments (day simulated transport of seedlings Packed to the planting thereof) and 16 repetitions (vetiver seedlings in bare roots). The 16 seedlings for each treatment were immediately after the subdivision of the packed clumps together in plastic bags with the primary care the maximum possible elimination of air and moisture. Considering the time of each treatment, the seedlings were planted in soil embankment with an approximate inclination of 30° in spacing (between plants between rows x) of 0.20 mx 1.0 m. The plants were irrigated daily from semi-automated drip irrigation system. The survival rate of seedlings in the field, the number of new tillers of each plant and the dry matter of the aerial part (MSPA) were evaluated at 120 days after planting. The height of the plants was evaluated at 60 and 120 days after planting. The data were organized and presented in graphs, for better comparative visualization of the results. The height data of the plants were subjected to analysis of variance following the completely randomized design and the means were evaluated by the Scott-Knott test at 5% probability using the Sisvar program. The shipping time (0-20 days) of vetiver seedlings in bare roots did not influence the survival rate of seedlings and development (height, dry matter of shoots and number of new tillers). The survival of vetiver seedlings in bare roots was higher than 75% in all transport times that were submitted and remained packed (0-20 days), with overall median survival of 92%.

KeyWords: Vetiver grass, survival in the transport, environment.

SUMÁRIO

1.0. INTRODUÇÃO	8
2.0. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1. VETIVER	9
2.2. APLICAÇÕES DO VETIVER.....	10
2.3. POTENCIAL PARA PROTEÇÃO DE ENCONTAS.....	12
2.4. BENEFÍCIOS DO VETIVER.....	12
2.5. CASOS DE SUCESSO	13
2.6. PRODUÇÃO DE MUDAS.....	13
2.7. COMERCIALIZAÇÃO DE MUDAS.....	14
3.0. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	14
3.2. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO.....	15
3.3. DELINIAMENTO EXPERIMENTAL.....	15
3.4. OBTENÇÃO DE MUDAS.....	16
3.5. EMBALAGEM.....	17
3.6. PLANTIO E IRRIGAÇÃO.....	17
3.7. AVALIAÇÕES.....	18
4.0. RESULTADOS	20
5.0. CONCLUSÃO	24
6.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

O capim vetiver é uma gramínea originária da Ásia Tropical (Índia, Sri Lanka e Malásia) que desenvolve touceiras à uma altura de 1,50 a 2,20m, além de possuir um enraizamento muito intenso e bastante profundo, chegando a 5 m em solos férteis. Por isso, possui grande valor como planta pioneira para a reabilitação de solo e estabilização de áreas, apresentado elevado poder de contenção do solo (CASTRO, 2007).

Em função disto e ainda por se tratar de uma planta não invasora, o capim Vetiver vem sendo amplamente utilizado para auxiliar no controle de erosão, conservação de solos e água em áreas com poucos recursos, especialmente nos países em desenvolvimento. Com isso vem se obtendo muitos resultados positivos, o que propiciou desde o início da década de 90 que essa gramínea se tornasse uma importante ferramenta na gestão ambiental de áreas degradadas, na estabilização de taludes, na proteção de cursos d'água (CASTRO, 2007), na conservação de solos agrícolas, na reabilitação de solos salinos e contaminados, como barreira efetiva para controle de erosão e sedimentos, e mais recentemente no tratamento da água (TRUONG & HART, 2001).

Em razão da deficiência de produção de mudas e do pouco conhecimento das técnicas de produção, acondicionamento e transporte de mudas de vetiver, seu uso ainda é muito restrito, sendo necessário ampliar estudos nesta área.

Destaca-se que os custos para transportes das mudas tornam-se elevados a partir do momento em que torna-se necessário o envio junto as raízes das mudas, uma quantidade significativa de substrato e umidade para garantia da qualidade das mesmas. Isso por que muitas vezes o cálculo do frete é calculado em função do peso que o mesmo apresenta.

Sendo assim, esta pesquisa se insere no contexto da importância de se estudar sistemas de produção e plantio de mudas de vetiver, principalmente analisando a capacidade de rebrota das mesmas após os estresses que sofrerão ao ser transportadas embaladas em sacos plásticos.

Contudo, a presente pesquisa teve como objetivo geral analisar a sobrevivência e desenvolvimento de mudas de vetiver em raízes nuas submetidas a diferentes tempos de transporte, e especificamente avaliar a taxa de sobrevivência após 120 dias de plantio, avaliar altura das plantas aos 60 e 120 dias após plantio, avaliar massa seca da parte aérea das mudas aos 120 dias após plantio e avaliar a quantidade de perfilhos a 120 dias após o plantio.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Capim vetiver

Segundo Barros (2008) apud Souza (2012) o Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) foi recentemente classificado como *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty, sendo uma planta perene, cespitosa, ereta, cresce até atingir cerca de 1,50 a 2,20m de altura, pertencente à família Poaceae. Também é conhecido como capim-vetiver, capim-verde, capim-de-cheiro, grama-das-índias, falso-patchuli e raiz-de-cheiro, e suas raízes podem ser classificados como pregos ou grampos biológicos atingindo até 5 metros de profundidade (CASTRO, 2007).

As espécies *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty Syn. *Vetiveriazizanioides* (L), que são promovidas em quase 100 países para aplicações sistema vetiver, se originam no sul da Índia, são estéreis, não invasivas, propagadas por subdivisões de moitas ou touceiras. Geralmente a multiplicação em viveiros de plantas de raízes nuas (raízes descobertas) é o método mais utilizado.

O sistema radicular do capim vetiver se destaca pela profundidade que pode atingir até 5 metros e pela capacidade de agregar o solo, que pode inclusive transpor camadas com impedimentos rochosos. Funcionando como "pregos" no solo e retendo até os mais finos sedimentos, criando uma barreira natural ao escoamento superficial da água. Como a raiz cresce para baixo, há redução da velocidade de enxurradas e aumento da capacidade de infiltração da água no solo. Além disso, o extenso alcance das raízes confere à planta capacidade de resistência à seca prolongada e de recuperação após situações de estresse, como queimadas, pastoreio intensivo e alagamentos. Também é comprovada a tolerância ao ataque de pragas e doenças (HENRIQUES, 2009).

Segundo Pereira (2006), o capim vetiver apresenta rápido crescimento em altura e diâmetro. Este bom crescimento se deve principalmente a capacidade da planta em aproveitar

melhor o nitrogênio do solo. A montante das barreiras de vetiver forma uma camada de sedimentos geralmente de alta fertilidade. Conforme aumenta a espessura dos sedimentos, há um incremento de fertilidade e umidade do substrato, formando-se terraços naturais. Portanto, quanto mais alta for a camada de sedimentos retidos, mais alta será também as barreiras de vetiver (MADRUGA & SALOMÃO, 2005).

É uma gramínea perene de fácil rebrota e muito tolerante aos intempéries dos ambientes externos comparado a outras espécies de gramíneas. Segundo Pereira (2006), o vetiver possui resistência e rusticidade não encontrados juntos em outra planta, conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1. Rusticidade, resistência as características do capim vetiver (Fonte: Pereira, 2006 /Adaptado)

Tipo de solo	Qualquer tipo de solo
Temperatura	-9 a 50 °C
Índice de chuva/Ano	300 a 3.000mm
Consortiação	Com leguminosas
Adução	Fosfato no plantio
Profundidade no plantio	5 a 10 cm
Hábito de crescimento	Touceiras
Tolerância	Secas-fogo-gelada-alagamento
Utilização	Controle erosões/retenção sedimentos
Biomassa	40t/há

Ampla capacidade de adaptação do capim vetiver pode ser observada na tabela 2.

Tabela 2. Capacidade de adaptação do capim vetiver (Fonte: Truong et al.; 2008/ Adaptado).

Condições adversas do solo	Austrália	Outras regiões
Acidez (ph)	3.3-9.5	4.2-12.5 (alto nível de solubilidade)
Salinidade (50% redução produtividade)	17.5 mScm ¹	
Salinidade (sobreviveram)	47.5 mScm ¹	
Nível de alumínio(sat %)	68%- 87 %	
Níveis de manganês	>578 mgKg ¹	
Sodicidade	48%(troca de nitrogênio)	
Manganês	2400 mgKg ¹	
Fertilizante	N e P (300 Kg/há DP)	N e P (esterco de gado)
Metais pesados		
Arsênico	100-250 mgKg ¹	
Cádmio	20 mgKg ¹	

Cobre	35-50 mgKg ¹	
Cromo	200 - mgKg ¹	
Níquel	50-100 mgKg ¹	
Mercúrio	>6 mgKg ¹	
Chumbo	>1500 mgKg ¹	
Selênio	>74 mgKg ¹	
Zinco	>750 mgKg ¹	
Clima		
Precipitação anual	450-4000	250-5000
Geadas	-11 °C	-22 °C
Onda de calor	45 °C	55 °C
Seca (sem chuva eficaz)	15 meses	
Probabilidade	Vacas leiteiras, gado, cavalos, coelhos e ovelhas	Vacas leiteiras, caprinos, ovinos, suínos e carpas
Valor nutricional		
Nitrogênio	1.1 %	Proteína bruta 3.3 %
Fósforo	0.17 %	Gordura bruta 0.4 %
Potássio	2.2 %	Fibras bruta 7.1 %

2.2. Aplicações do vetiver

O vetiver tem múltiplas aplicações a favor do ambiente: controla a erosão, é um filtro biológico, contribui para a recarga de aquíferos, permitindo recuperar zonas marginais ou degradadas, etc. Segundo Pereira (2006), o vetiver é amplamente utilizado em obras civis como estradas e ferrovias.

As folhas do vetiver podem ser utilizadas como cobertura morta para minimizar o efeito erosivo provocado pelas águas da chuva, pois diminuem as variações de temperatura no solo, conservam a umidade e controlam plantas indesejáveis. As folhas e as raízes do vetiver misturadas agem no solo como repelente a diversas pragas. Esse material tem longa duração podendo ser aplicado em diversas atividades no cultivo de culturas perenes e de horticulturas. Diversos experimentos demonstram que o vetiver possui substâncias que agem contra diversas pragas, sendo, por isso, considerado um inseticida natural (PEREIRA, 2006).

2.3. Potencial para proteção de encostas

As gramíneas podem ser descritas como espécies que apresentam um crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade do substrato e aproveitam cerca de 80% do nitrogênio incorporado ao solo pelas leguminosas acelerando ainda mais seu crescimento. O seu perfilhamento contribui para a sustentabilidade do sistema através do fornecimento de matéria orgânica (BOTELHO & DAVIDE, 2002).

O uso de espécies como o capim vetiver desempenha um papel fundamental na recuperação da cobertura vegetal de solos deteriorados, pois melhora as propriedades físicas do solo oferecendo suporte mecânico para o sistema, desta forma, é altamente recomendado para a utilização em estabilização de encostas (PEREIRA, 2006). No Brasil, o Vetiver é indicado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em sua “Norma 074/2006 – ES” para ser utilizado no tratamento ambiental de taludes e encostas. Da mesma forma a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) recomenda o uso do Vetiver como uma técnica de baixo custo para ser utilizado no controle de voçorocas em áreas rurais (EMBRAPA, 2006).

As barreiras formadas pelo vetiver reduzem a velocidade de escoamento da água na superfície do terreno e suas raízes, resistentes e profundas, ajudam na estabilização do solo, prevenindo deslizamentos cujos planos de instabilidade sejam inferiores a dois metros. Segundo Hengchaovanich (1998), barreiras de vetiver não são impermeáveis, ao contrário reduzem a velocidade do escoamento, filtrando e regulando a passagem de água, evitando a formação de sulcos, ravinas e voçorocas com consequente diminuição na perda de solos e assoreamento de drenagens.

2.4 Benefícios do vetiver

A grande vantagem do vetiver sobre medidas de engenharia convencional é o seu baixo custo e longevidade. Em projetos de estabilização de encostas e medidas de engenharia, significam grande variação no preço final do projeto. De acordo com Xie (1997) e Xia et al. (1999) o custo de projetos para estabilização de encostas, a aplicação de soluções de engenharia tradicionais representa 85-90% do preço final do projeto. Braken e Truong (2001) ressaltam que, o custo máximo de práticas vegetativas é de apenas 30% do custo das soluções de engenharia tradicionais.

Sob o ponto de vista ecológico e ambiental, o vetiver é viável, pois não é uma planta invasora, não se reproduz por sementes, estolões ou rizomas, mas somente por subdivisão de touceiras. A esterilidade das sementes, combinada com um sistema radicular não invasor, faz do vetiver uma das plantas mais seguras do mundo, por ocasião de sua introdução em novos habitats e condições de cultivo (MADRUGA & SALOMÃO, 2005).

2.5. Casos de sucesso

A tecnologia do capim vetiver chegou ao Brasil em agosto de 1996, por intermédio dos CIERs - Centros Integrados de Educação Rural, com a implantação de pequenos viveiros para a multiplicação das plantas. Desde então casos de sucesso com a planta são cada vez mais comuns, como o caso do Sr. João Henrique nos municípios de Itaipáva - Petrópolis/RJ - que relata sobre uma encosta ao lado de sua propriedade que apresentou intenso processo erosivo, decorrente as fortes chuvas de 2008, chegando inclusive a ameaçar sua casa que se encontra logo abaixo. A encosta, com área de 1800 m² e altura de mais de 70 metros foi diagnosticada, por alguns especialistas como caso perdido. Assim iniciaram-se os trabalhos de plantio com capim vetiver, mais de 9 mil mudas foram plantadas e hoje, após 2 anos, toda área está bem estabilizada e com boa segurança (HENRIQUES, 2009).

Outros trabalhos existem no Brasil com aplicação do capim vetiver, especialmente na Região Nordeste, relacionados a proteção de taludes em estradas e cultivo para produção de perfumaria.

2.6. Produção de mudas

Por ser uma gramínea com sementes estéreis, a propagação do capim vetiver ocorre através de ramificações de suas raízes a partir de uma touceira mãe, portanto, a forma mais eficaz de se produzir mudas está na escolha de uma touceira madura sendo realizado o desmembramento de suas raízes unidas ao caule e parte superior da planta.

2.7. Comercialização de mudas

As mudas podem ser vendidas com raiz nua, sem a necessidade de serem transplantadas para sacos plásticos, porém o valor de mercado é menor, chegando à metade do preço quando comparadas às mudas em sacos plásticos. Segundo Andrade e Chaves (2013), os preços das mudas variam de R\$0,70 a R\$2,00, de acordo com a quantidade negociada, a localização geográfica do produtor e o tipo de muda (raiz nua ou em saco plástico).

No Brasil a distribuição e comércio de produtos está atrelado aos sistemas de transporte e fretes, no entanto o tipo de frete e tipo de serviço varia em função do que se deseja enviar e do que se deseja receber. Ainda assim existem inúmeras formas de se enviar algum produto, seja por meio de transportadoras independentes, ou por meio dos Correios.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área

O estudo foi desenvolvido em um talude de 21 m de comprimento por 3,2m de altura e declividade aproximada de 30° localizado próximo ao CPA (Figura 1A) na fazenda-escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, na cidade de Inconfidentes/MG.

O talude foi construído a partir de obras de terraceamento e nivelamento (Figura 1B) oriundo das atividades de expansão de infraestrutura do IFSULDEMINAS. No início do projeto foi necessário realizar um aplainamento de sua superfície (uniformização de todo talude), com auxílio de enxadões e enxadas.

O clima da região, segundo a classificação de KOËPPEN é do tipo tropical úmido, com duas estações definidas: chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), apresentando médias anuais de 1.800mm e 19°C de precipitação e temperatura, respectivamente.

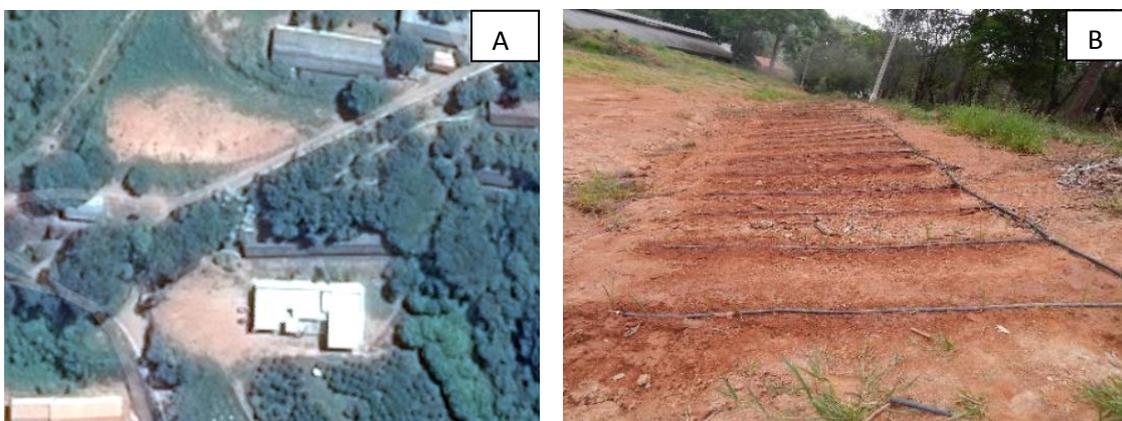


Figura 1. A) Imagem de satélite da área do experimento mostrando a área do talude (fonte: Google Maps ,2014); B) Imagem do talude do experimento, Inconfidentes/MG.

3.2. Análise química do solo

A análise química do solo do talude indicou pH ácido (5,38), mas próximo ao intervalo considerado ideal para o crescimento de plantas (5,5 a 6,5). Análise indicou ainda baixos teores de matéria orgânica ($0,17 \text{ dag dm}^{-3}$) e macronutrientes como o fósforo ($11,38 \text{ mg/dm}^3$), potássio ($19,5 \text{ mg/dm}^3$), Cálcio ($0,67 \text{ Cmol/dm}^3$) e Magnésio ($0,10 \text{ Cmol/dm}^3$).

3.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 21 tratamentos e 16 repetições (mudas de vetiver em raízes nuas). Os tratamentos correspondem ao tempo em dias de transporte (simulado, ou seja, as mudas não foram transportadas realmente, mas foram mantidas embaladas até o momento do plantio). São eles: d0 (plantio imediato); d1 (plantio 1 dia após a retirada das mudas e embalagem); ... até d20 (plantio 20 dias após a retirada das mudas e embalagem).

Considerando os tempos de cada tratamento, as mudas foram plantadas em solo de talude com inclinação aproximada de 30° , em espaçamento (entre plantas x entre linhas) de $0,20 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$.

3.4. Obtenção das mudas

As mudas foram obtidas de matrizes de qualidade, sendo que foram selecionadas touceiras jovens de no máximo 1 ano de plantio, situadas na parte inferior da fruticultura da escola fazenda do IFSULDEMINAS campus Inconfidentes.

Foram retiradas as touceiras com ajuda de um enxadão de forma a preservar suas raízes e brotos, na área periférica das touceiras. Após este processo, o solo das raízes foi retirado com cuidado e as mudas levadas ao laboratório de manejo de bacias hidrográficas localizado no Centro de Procedimentos Ambientais onde foram desmembradas (Figura 2A), retirando uma parte do caule juntamente com filamentos de raízes para preservar ao máximo toda a raiz das mudas. As mudas foram padronizadas, de modo que a parte vegetativa ficou com 15 cm de comprimento e suas raízes com no máximo 5 cm de comprimento (Figura 2B). Ainda, foi retirada toda umidade no exterior das mudas conforme mostra a figura 2C.



Figura 2. A) Desmembramento e separação das mudas da touceira; B) Muda pronta para embalagem; C) Retirada de umidade remanescente após lavagem das mudas.

3.5. Embalagem

As mudas de cada tratamento foram separadas (16 unidades amostrais de cada dia de plantio) (Figura 3A) armazenadas em sacos transparentes tendo como cuidado principal a eliminação máxima possível de ar e umidade (Figura 3B). Posteriormente os 20 sacos transparentes, referentes aos tratamentos D1 ao D20 foram colocados dentro de um saco de lixo preto, para simulação de penumbra, como ocorre nos fretes comuns de cargas (Figura 3C).



Figura 3. Pacote de 16 mudas de vetiver em raízes nuas padronizadas para a pesquisa (A), embaladas em sacos transparentes separadas por dia (tratamento) (B) e embaladas em sacos de lixo preto de modo a simular a situação de penumbra observada no transporte (C).

3.6. Plantio e irrigação

As mudas foram retiradas dos sacos transparentes e colocadas em um balde com água para uma breve reidratação por um período de 20 minutos (Figura 4A) até o local do experimento, sendo plantadas diariamente, respeitando os espaçamentos.

As mudas de vetiver foram plantadas com auxílio de uma cavadeira e mini enxadão perfurando o solo a 20 cm de profundidade por 15 cm de diâmetro (Figura 4B), sendo plantadas 16 unidades por dia com distância entre as plantas de 0,20 m e entre linhas de plantio de 1 m. Cada tratamento consistiu de 16 plantas na vertical do talude.

As plantas foram irrigadas diariamente a partir de um sistema de irrigação de gotejamento semi-automatizado. Para isso, foi construído um sistema de irrigação por gotejamento simples (Figura 4C), semiautomático, onde as mangueiras apresentavam orifícios gotejadores espaçados de 0,20m, servindo de referência para as covas das mudas que foram plantadas. Diariamente o sistema foi acionado de forma manual, onde um timer bloqueador de fluxo de água acoplado a mangueira principal era acionado por 30 minutos, e ao término do tempo fechava automaticamente (Figura 4D). Todo o sistema de irrigação instalado e em operação é apresentado na figura 4E.

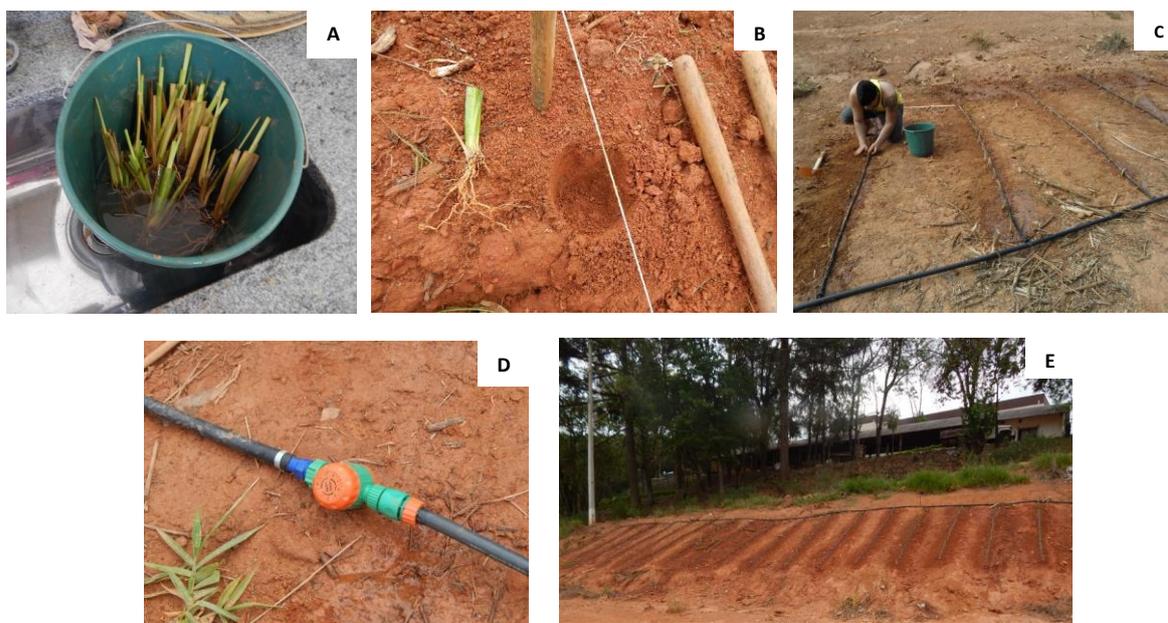


Figura 4. A) Mudanças em processo de espera para plantio sendo reidratadas; B) Cova para plantio da muda; C) Instalação do sistema de irrigação; D) temporizador semi-automático de fluxo hidráulico; E) Sistema de irrigação instalado e operando.

3.7. Avaliações

A taxa de sobrevivência das mudas no campo, o número de novos perfilhos de cada planta e a massa seca da parte aérea (MSPA) foram avaliados aos 120 dias após o plantio.

A taxa de sobrevivência constitui-se da proporção relativa de mudas brotadas e em desenvolvimento no campo em relação ao número total de mudas (16) plantadas de cada tratamento.

O número de novos perfilhos foi mensurado visualmente, a partir da contagem simples dos novos talos e/ou brotos de vetiver presentes na muda originalmente plantada (Figura 5A), assim sendo, o perfilho inicial (muda) não foi considerado na contagem.

Para a quantificação da MSPA as mudas foram cortadas rente ao solo, o caule e as folhas coletados colocados em sacos de papel de pão (Figura 5B) e colocados para secar em uma estufa com circulação de ar a 65°C por 72 horas.

A altura das plantas foi avaliada aos 60 e 120 dias após o plantio, com auxílio de uma fita métrica (Figura 5C).



Figura 5. Parte aérea das mudas de vetiver: A) Separação dos perfilhos; B) Parte aérea das plantas em sacos de papel para determinação da massa seca; C Medição da altura aos 120 dias.

3.8. Organização dos dados e análise estatística

As informações de taxa de sobrevivência e número de novos perfilhos foram organizados e apresentados em gráficos, para melhor visualização comparativa dos resultados. Os dados de altura das plantas foram submetidos à análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado e as médias avaliadas pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade usando o programa Sisvar 4.3 (FURTADO, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação da sobrevivência das mudas no campo após serem submetidas aos tratamentos variou de 75% (D12 e D18) a 100% (D0, 2, 8, 10, 17 e 19) de sucesso (Figura 6A), sem um padrão de variação notável em função do tempo, fato caracterizado pela constatação que o tratamento que apresentou a menor taxa de sobrevivência foi o D12 e D18 com 75% de sobrevivência.

Entretanto, esperava-se que a taxa de sobrevivência fosse decrescente em função do aumento do tempo, o que não ocorreu. Por isso, não foi possível definir um tempo máximo que as mudas de vetiver em raízes nuas pudessem permanecer embaladas em transporte ou aguardando o plantio. Ao todo, das 336 mudas plantadas, 309 sobreviveram (92%).

Com relação ao número médio de novos perfilhos por planta, obteve-se 0,94 (D12) a 3,13 (D17) aos 120 dias de desenvolvimento do capim vetiver (Figura 6B). Também não foi observada uma relação entre o desenvolvimento de novos perfilhos do vetiver e os tratamentos, de forma a interpretar-se que os diferentes tempos de transporte estudados não influenciou o desenvolvimento das plantas (perfilhamento aleatório ou influenciado por variáveis desconhecidas no âmbito da pesquisa).

Ao todo foram identificados os desenvolvimentos de 526 novos perfilhos, produzindo uma média de 1,56 perfilhos por muda, o que demonstra que o capim vetiver estava se desenvolvendo e multiplicando-se. Segundo Santos et al. (2014), os perfilhos tem papel fundamental na proteção de encostas, uma vez que o vetiver tem sua reprodução somente por desmembramento de touceiras originadas de perfilhos.

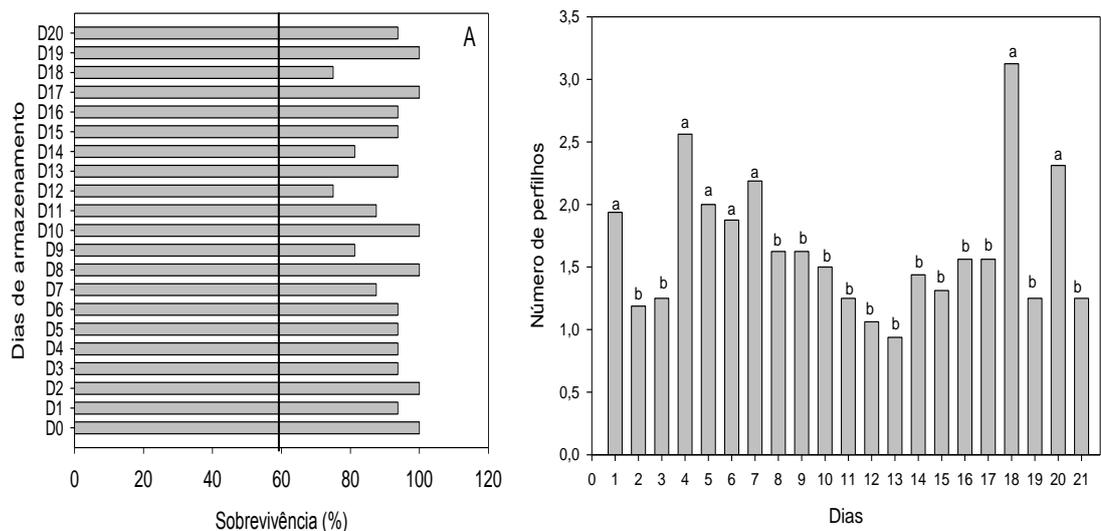


Figura 6. Taxa de sobrevivência, em % (A) e número médio de perfilhos (B) das mudas de vetiver aos 120 dias nos diferentes tempos de transporte avaliados, Inconfidentes/MG, 2015.

O desenvolvimento das plantas (altura) em função dos diferentes tempos de transporte das mudas de vetiver pode ser visto na figura 9. Aos 60 dias (Figura 7A) os maiores valores médios de altura de plantas ocorreram quando as mudas ficaram embaladas por 17 dias (79,12 cm) e 19 dias (76,7 cm). Já os menores valores observados ocorreram para os tratamentos onde as mudas foram embaladas por 0 dia (33,12 cm), 1 dia (26,7 cm), 2 dias (22,5 cm), 3 dias (34,37 cm), 7 dias (29,06 cm), 9 dias (35,31 cm), 11 dias (33,06 cm), 12 dias (29,06 cm) e 18 dias (36,87 cm). Estes resultados revelam que os períodos de tempo em que as mudas permaneceram embaladas não foram suficientes para comprometer o desenvolvimento em altura do vetiver aos 60 dias, visto que tecnicamente era esperado melhor desenvolvimento no dia 0 (zero), visto que as plantas sequer foram embaladas, sendo plantadas imediatamente após o desmembramento das touceiras e umedecimento das raízes das mudas e os piores resultados eram esperados para os tratamentos onde as mudas ficaram por mais tempo embaladas.

Aos 120 dias de desenvolvimento do vetiver (Figura 7B) os maiores resultados de altura média de plantas foram observados nas condições em que as mudas ficaram embaladas por 17 dias (99,84 cm), 19 dias (91,73 cm), 5 dias (88,05 cm), 0 dia (86,86 cm) e 6 dias (84,26 cm), e já as menores alturas foram observadas nos tempos 12 dias (41,57 cm), 11 dias (43,10 cm), 9 dias (55,06 cm), 18 dias (56,57 cm), 14 dias (59,16 cm), 1 dia (60,34 cm) e 10 dias (60,48 cm).

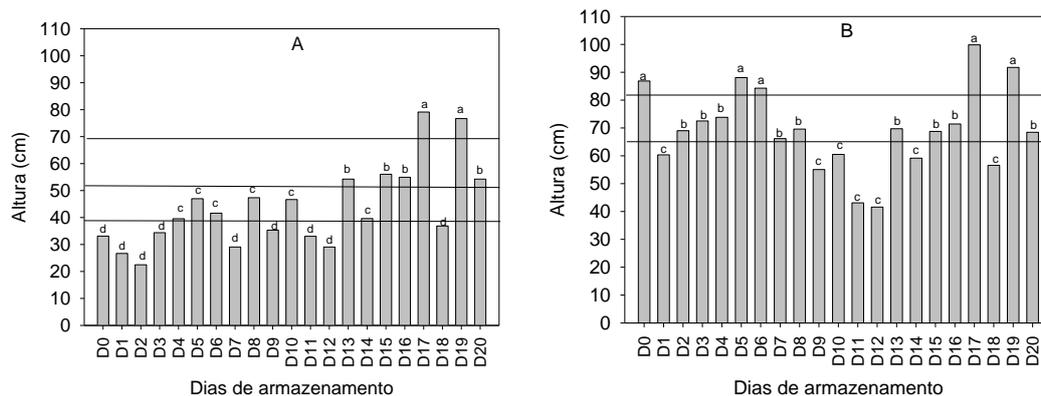


Figura 7. Altura média (cm) das mudas de vetiver nos diferentes tempos de transporte avaliados, aos 60 dias (A) e aos 120 dias (B) após o plantio, Inconfidentes/MG, 2015.

A falta de tendência de melhor desenvolvimento em altura nos menores ou maiores períodos em que as mudas ficaram armazenadas reforça a afirmação anterior de que os tempos em que as mudas permaneceram embaladas não foram suficientes para comprometer o desenvolvimento em altura do vetiver. A variabilidade em altura observada é aleatória, podendo ser explicada por elementos alheios a esta pesquisa, como o próprio padrão de desenvolvimento do vetiver. Estudos anteriores realizados no Brasil já identificaram elevados coeficientes de variação para os atributos altura de plantas e número de perfilhos do vetiver como o de Costa et al. (2013), o qual buscou a avaliação do perfilhamento de touceiras de capim vetiver após períodos de poda.

Avaliando as figuras 7A e 7B observa-se que as mudas atingiram um crescimento no período de 60 a 120 dias após o plantio de até 262%, como pode ser observado em D0 (0 dias). A altura média do vetiver considerando todos os tratamentos aos 120 dias após o plantio foi de 69 cm. Andrade et al. (2011) avaliando a altura de plantas de vetiver (não irrigadas) plantadas em solo de talude similar, verificaram que foram obtidos aos 150 dias após o plantio (30 dias a mais de desenvolvimento das plantas) valores de altura iguais a 50 cm para mudas de vetiver em raízes nuas plantadas imediatamente após o desmembramento das touceiras (similar ao D0 deste trabalho) e 57 cm para mudas produzidas em saquinhos de polietileno. Contudo, observa-se que as mudas de vetiver embaladas para transporte por até 20 dias não foram influenciadas quanto a altura das plantas (desenvolvimento).

Quanto a massa seca média da parte aérea das mudas de vetiver foi observado maior produção quando as mudas foram armazenadas por 17 dias (11,5 g), seguido pelos períodos

de armazenamento de 5 e 19 dias (7 g), 3 dias (6,7 g), 6 dias (6,5 g), 7 dias (5,6 g) e 0 dia (5,4 g) (Figura 8).

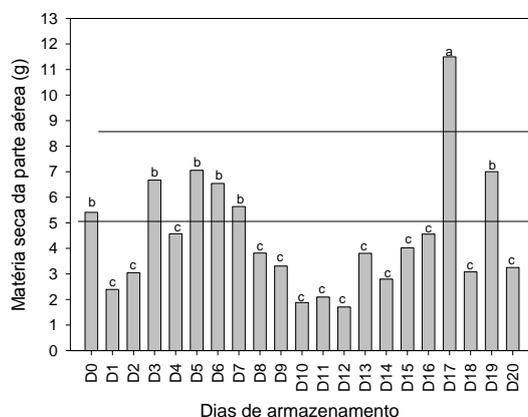


Figura 8. Massa seca da parte aérea (g) das mudas de vetiver aos 120 dias do plantio nos diferentes tempos de simulação de transporte avaliados, Inconfidentes/MG, 2015.

Esses resultados revelam que a massa seca das mudas de vetiver não apresentaram um padrão de variação notável em função do tempo podendo-se inferir que as mudas de vetiver resistem as condições de embalagem/armazenamento pelo período de tempo avaliado, ou seja, de até 20 dias.

Assim, recomenda-se que pesquisas sejam realizadas avaliando período de tempo de armazenamento maiores.

5. CONCLUSÃO

O tempo de transporte (0 a 20 dias) das mudas de vetiver em raízes nuas não influenciou a taxa de sobrevivência das mudas e seu desenvolvimento (altura, massa seca da parte aérea e número de novos perfilhos).

A sobrevivência das mudas de vetiver em raízes nuas foi superior que 75% em todos os tempos de transportes que foram submetidas e permaneceram embaladas (0 a 20 dias), com média geral de sobrevivência igual a 92%.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE ,A. G.; CHAVES, T. A. **Capim Vetiver (Vetiveria zizanioides): Produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas.** Niterói: Programa Rio Rural, 2013. (Manual Técnico).

ANDRADE, L. L.; PINTO, L. V.; PEREIRA, M. W. M.; SOUZA, R. X. **Avaliação da sobrevivência do capim vetiver (Vetiveria zizanioides) em raízes nuas e produzidas em saquinhos de polietileno plantadas em diferentes espaçamentos.** Agroeambiental, v.3, n.2, p.57-64, 2011.

BARROS, G. C. **Estudo fitoquímico e avaliações da toxicidade aguda e atividades biológicas da raiz do Vetiver (Vetiveria zizanioides L. Nash).** 2008.100p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. **Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares.** In: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2002. p. 123-145.

BRACKEN, N.; TRUONG, P.N.; **Application of Vetiver Grass Technology in the stabilization of road infrastructure in the wet tropical region of Australia.** 2001

ANDRADE ,A. G.; CHAVES, T. A. **Capim Vetiver (Vetiveria zizanioides): Produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas.** Niterói: Programa Rio Rural **Manual Técnico**, 2013.

COELHO, E.F.; FILHO, M. A. C.; OLIVEIRA, S. L. **Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água**. *Bahia Agríc.*, v.7, n.1, set. 2005.

CASTRO, P. T. C. **Cobertura vegetal e indicadores microbiológicos de solo em talude regetado**. 2008. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007. 39p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERREIRA, D.F.; **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.255-258

FURTADO, D. **Sistema de análise de variância: Sisvar 4.1**. Lavras: UFLA/CAPES, 2000.

HENGCHAOVANICH, D.; **Grama Vetiver para estabilização de encostas e controle da erosão, com especial referência para aplicações em engenharia**. Tailândia, 1998. (Boletim Técnico).

HENRIQUES, A. C. **Vetiver como alternativa contra erosão do solo**. Emater, Caxambú/MG. 2009. Acesso em: mar. 2011. Disponível em: www.portalruralsft.com/manejoExibe.asp.

MADRUGA, E. L.; SALOMÃO, X. T. **Uso do capim vetiver (sistema vetiver) na estabilização de taludes de rodovias, proteção de drenagens e de áreas marginais**. UFMT, Departamento de Engenharia Civil, 2005.

PEREIRA, A. R. **Uso do vetiver na estabilização de taludes e encostas**. *Deflor Bioengenharia*, ano 1 n.03, Set., 2006. (Boletim técnico).

SANTOS, R.R. ;FILHO ,H.L.S. ;CARNEIRO W.J.O. . **Uso do vetiver chrysopogon zizanioides (L.) na estabilização de taludes e encostas na região metropolitana da cidade de Salvador – BA.** in XIII SEPA - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, UNIFACS, 2014. Acessado em <<http://www.revistas.unifacs.br/index.php/sepa>>, 2015.

SOUZA. R X. **Resposta de diferentes espaçamentos do capim vetiver (chrysopogon zizanioides (linnaeus) roberty) na proteção de encosta.** TCC (Tecnologia em Gestão Ambiental) IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, Inconfidentes 2012. disponível em <http://media.wix.com/ugd/83418a_4f6de1bb8a0e40a0946d400ec8045089.pdf> 2014.

TRUONG, P.N. HART, B. **Sistema Vetiver para tratamento de águas residuais. Boletim Técnico No. 2001 / 2.** Rede Vetiver para as Orlas do Pacífico. Royal Projetos Administrativos de Desenvolvimento, Bangkok, Tailândia., 2001.

TRUONG, P. N.; VAN, T. V., PINNER, E. **Sistema de aplicação vetiver: Manual de referência técnica.** ed. 02, Vietnam, 2008. 116p.

XIA, H. P. Ao, H. X.; LIU, S. Z.; HE, D. Q. **Tecnologia de bio-engenharia para aplicação (utilização) da grama (capim) vetiver para a prevenção de derrapagens no Sul da China.** Seminário Internacional de Vetiver, Fuzhou, China. 1999.

XIE. **Vetiver para a estabilização da rodovia no Condado (Comarca) de Jian Yang: Demonstração e Extensão.** Procedimentos Abstratos. Seminário Internacional de Vetiver, Fuzhou, China. 1997.