



DAMIANY DOS SANTOS MANOEL

**EFEITOS DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO E
INTERVALOS DE CORTE NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DA
GRAMÍNEA VETIVER (*CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES* (L.) ROBERTY)**

INCONFIDENTES/MG

2014

DAMIANY DOS SANTOS MANOEL

**EFEITOS DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO E
INTERVALOS DE CORTE NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DA
GRAMÍNEA VETIVER (*CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES (L.) ROBERTY*)**

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.

Orientadora: Dsc. Lilian Vilela Andrade Pinto

INCONFIDENTES - MG

2014

DAMIANY DOS SANTOS MANOEL

**EFEITOS DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO E
INTERVALOS DE CORTE NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DA
GRAMÍNEA VETIVER (*CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES* (L.) ROBERTY)**

Data da aprovação: 03 de novembro de 2014

**Orientadora: Prof.^a Dsc. Lilian Vilela Andrade Pinto
IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes**

**Membro 1: Prof.^o Dsc. Éder Clementino dos Santos
IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes**

**Membro: Prof.^o Dsc. Jamil de Moraes Pereira
IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, por todos os momentos vividos, bons e ruins, pelo aprendizado que me proporcionaste. A intercessão de Nossa Senhora Aparecida, que me deu coragem e fé para prosseguir.

Aos meus abençoados pais, Maria Vicentina dos Santos Manoel e Celso Manoel, por me apoiarem em todas as minhas decisões e fazerem de tudo para me ver sempre feliz e realizada. Amo muito vocês dois, obrigada por tudo!

A minha família toda por sempre estarem ao meu lado, mesmo na distância. Agradeço por todo o incentivo e carinho.

As minhas amigas, que fizeram desses três anos e meio os melhores da minha vida. Por aceitarem participar da minha família e por tornarem mais leve esse tempo de faculdade. Marcilene Pereira (Mah), Natália Goulart (Goulart), Raíssa Cecília (Museu), Jislaine Mendes (Jih), Olivânia Almeida (Tia), Aline Mendes (Pititinha) e Gabriela Néri (Gabi) obrigada por todos os momentos vividos e por todo o apoio de sempre.

A minha grande Mestre Lilian por sempre me ajudar, incentivar, cobrar e orientar em toda a execução do nosso projeto. Gratidão por todo o carinho despendido a mim.

Ao professor Éder (bicho de biscoito, alma sebosa) por todo incentivo, conselhos, sugestões e pelo empréstimo das balanças utilizadas durante a execução do projeto.

Ao professor Jamil por aceitar participar da banca.

Ao Rafael Xavier e Michender Pereira por me auxiliarem durante a construção do trabalho, com seus conhecimentos e sugestões.

A todos meus colegas de classe, 6º GA, turma do 2º semestre de 2011 pelo convívio diário e grande aprendizado, em especial a Marielle Belchior e Joseph Fraga pela ajuda durante os cortes do vetiver.

Aos servidores do IF por toda ajuda na execução do trabalho em campo.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de iniciação científica, PIBIC e ao IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes pelo empréstimo de equipamentos complementares.

RESUMO

A gramínea vetiver é utilizada para a proteção de encostas contra erosão, artesanatos, extração de óleo essencial e também para a alimentação animal, após seu corte. Este trabalho teve como objetivo verificar a influência dos espaçamentos de plantio e dos intervalos de corte na produção de Matéria Seca (MS) do vetiver. Os intervalos de corte avaliados foram 11, 4 e 2 meses de desenvolvimento vegetativo. O trabalho foi realizado na Fazenda-Escola do IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes – MG, em uma encosta experimental com declividade média de 30° e rampa de 6 m, com 9 diferentes espaçamentos e 3 repetições. O intervalo de corte de 11 meses apresentou efeito significativo sob a produção de biomassa. Os valores médios de produção de MS do período de 11 meses foi estatisticamente superior aos valores obtidos aos 4 e 2 meses. A produtividade de MS em $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ da gramínea vetiver aos 11 meses de desenvolvimento vegetativo foi influenciada pelos espaçamentos de plantio. Assim, recomendam-se os espaçamentos de plantio de 1,0 m x 0,15m e 2,0m x 0,15m, pois apresentaram maior produção de MS por área. A densidade de plantas influenciou estatisticamente na produção de MS por planta no período de 4 meses. O espaçamento de plantio recomendado para obtenção de maior produção de MS por planta e redução de custos com relação a área utilizada e produção de mudas é 1,5 m x 0,45 m, quando o corte for aos 4 meses.

Palavras-chave: capim vetiver, biomassa, densidade de plantas.

ABSTRACT

The vetiver grass is used for slope protection against erosion, crafts, essential oil extraction and also for animal feed after their cut. This study aimed to verify the influence of planting spacings and cutting intervals in the production of vetiver's Dry Matter (DM). The cutting intervals evaluated were 11, 4 and 2 months of vegetative growth. The study was conducted at the Farm School IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes - MG, in an experimental hillside with an average slope of 30 and 6 m ramp with 9 different spacings and 3 repetitions. The cutting interval of 11 months had a significant effect on biomass production. Mean values for DM production of the period of 11 months was statistically superior to the values obtained at 4 and 2 months. The DM production in $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ of vetiver grass to 11 months of vegetative growth was influenced by planting spacings. Thus, we recommend the planting spacings of 1,0 m x 2,0 m and 0,15 m x 0,15 m since produced more DM per area. The plant density influenced statistically in DM production per plant within 4 months. The planting space recommended for obtaining higher DM yield per plant and reduced costs with respect to area and production of seedlings used is 1,5 m x 0,45 m, when the cut happen in 4 months.

Keywords: Vetiver grass, biomass, plant density.

SUMÁRIO

RESUMO	II
ABSTRACT	III
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Vetiver (<i>Chrysopogon zizanioides</i> (L.) Roberty).....	3
2.2. Usos do capim vetiver.....	4
2.3. Produção de Matéria Seca (MS) de gramíneas em diferentes intervalos de corte.....	4
2.4. Formas de utilização da Matéria Seca da Gramínea vetiver.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. Local do Experimento e caracterização climática	7
3.2. Delineamento Experimental	8
3.3. Plantio das Mudas	9
3.4. Determinação da Matéria Seca (MS).....	9
3.4.1. Intervalos de corte	12
3.5 Análises estatísticas	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1. Efeito do intervalo de corte na produtividade de Matéria Seca.....	14
4.2. Efeito dos diferentes espaçamentos de plantio na produtividade de matéria seca por área.....	16
4.3. Produção de matéria seca por planta.....	18
4.4. Análise de regressão e correlação linear da MS em função da densidade de plantas....	19
5. CONCLUSÕES	22
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	23

1. INTRODUÇÃO

A produção da gramínea vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) se sobressai em relação a outras gramíneas como a braquiária (*Brachiaria spp*) e capim gordura (*Melinas minutiflora*) devido à sua maior rusticidade e, portanto, maior tolerância à alterações ambientais, tais como: temperatura, precipitação, luminosidade, condições físico-químicas e biológicas de solo (Pereira, 2006). O plantio relativamente simples atrelado a sua condição de planta não invasora torna a gramínea ideal e versátil, para utilização na proteção de taludes/encostas e em áreas agrícolas contra a erosão dos solos (Pereira, 2006), extração de óleos essenciais, confecção de artesanatos (Castro e Ramos, 2002) e também para alimentação animal (Truong et al., 2008).

Segundo Euclides (2001) citado por Silva (2009) a composição genética da planta decide seu potencial de produtividade, no entanto, o manejo é o responsável pela sua expressão. Dentre as ações de manejo que interferem na produtividade, destacam-se o espaçamento de plantio e o intervalo de corte, fontes de variação aqui estudadas. Nesse sentido, mudanças no espaçamento de plantio e intervalos de corte pode alterar significativamente a produção de biomassa do capim vetiver.

A Matéria Seca (MS), resultado do acúmulo de biomassa, é obtida pela remoção de água do material, e pode ser usada como parâmetro para aferir a produtividade das gramíneas.

A determinação do espaçamento e intervalos de corte mais adequados para uma maior produção de biomassa do capim vetiver pode reduzir os custos de produção com mão de obra e quantidade de mudas quando da sua utilização na reestruturação de pastagens degradadas.

Neste aspecto, o objetivo geral do trabalho foi quantificar a biomassa da gramínea vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) plantada em diferentes espaçamentos e com distintos intervalos de corte.

Os objetivos específicos foram: i) avaliar se os diferentes intervalos de corte da gramínea vetiver exercem influência na sua produção de matéria seca; ii) avaliar se os diferentes espaçamentos de plantio da gramínea vetiver exercem influência na sua produção de matéria seca por hectare e por planta; iii) identificar o melhor espaçamento de plantio do vetiver para produção de matéria seca por hectare e por planta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty)

O vetiver é uma planta perene, cespitosa, ereta com 1,50-2,00 m de altura. A gramínea também é conhecida também como capim-vetiver, capim-verde, capim-de-cheiro, grama-das-índias, falso-patchuli e raiz-de-cheiro (Corrêia, 1984 citado por Barros et al., 2009). Possui numerosas raízes, de cor parda escura, fortes, longas e aromáticas. Suas folhas são estreitas e longas, fortes, eretas, porém com a extremidade dobrada, não aromática, mais escura que o colmo, com margens ásperas e cortantes, com lígula curta e escariosa (Castro e Ramos, 2002).

A gramínea vetiver apresenta tolerância à variações climáticas, tais como secas prolongadas, inundações, submersões, temperaturas extremas que variam de - 15°C a 55°C, geadas, salinidade do solo e apresenta capacidade para voltar a crescer rapidamente após queimadas (Truong et. al, 2008).

O vetiver apresenta boa eficiência na absorção de Nitrogênio e Fósforo do solo, possui ampla tolerância a acidez e alcalinidade do solo, assim como grande presença de magnésio e metais pesados como As, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, Se e Zn (Truong et. al, 2008). Essas características confere a planta melhor capacidade competitiva e adaptativa.

De acordo com Madruga e Salomão (2005) citado por Pereira (2006) o vetiver é uma planta não invasora, pois sua reprodução é realizada por mudas e não por sementes, estalões ou rizomas. A esterilidade de suas sementes e seu sistema radicular não invasor torna o vetiver uma das gramíneas mais seguras do mundo.

2.2. Usos do capim vetiver

A gramínea vetiver apresenta elevado potencial no controle de erosão e estabilidade de encostas. Segundo Pereira (2006) o sistema radicular do vetiver se destaca comparado a diversas plantas, especialmente pela força e vigor de suas raízes, facilitando sua penetração nos solos e melhorando sua estrutura.

O vetiver utilizado na proteção de encostas reduz o escoamento superficial, a turbidez da água escoada, melhora sua infiltração no solo, além de reduzir a perda de solo por erosão hídrica e auxiliar na descompactação do solo (Souza, 2012).

Almeida (2011) verificou que a gramínea vetiver pode ser utilizada em programas de fitorremediação, podendo ser aplicada como polimento no tratamento de efluentes maximizando a eficiência do processo.

A parte aérea (folhas e colmos) pode ser utilizada em artesanatos, na fabricação de esteiras, divisórias, como cobertura de construções rurais rústicas e para a cobertura do solo, como palhada (Castro e Ramos, 2002). O Vetiver maduro pode ser usado em vasos de plantas ou paisagismo em jardins e outros espaços públicos abertos, como lagos e parques (Truong et al., 2008).

As raízes do vetiver são utilizadas para a produção de óleo essencial. De acordo com Castro e Ramos (2002) o rendimento em óleo essencial nas raízes de vetiver varia entre 2 e 3% nas raízes secas e armazenadas. Os autores salientam ainda que esse óleo é extremamente viscoso e apresenta uma densidade de 1015 a 1095.

2.3. Produção de Matéria Seca (MS) de gramíneas em diferentes intervalos de corte

O potencial genético para a produção de forragem de alta qualidade em uma espécie forrageira pode ser comprometido pelas condições ambientais, pois as condições que resultam em acréscimo na produção de matéria seca, revertem em redução no valor nutritivo (Van Soest, 1994 citado por Reis et al., 2001). Os fatores abióticos e bióticos, ou seja, o pastejo, as pragas e as doenças, aplicação de fertilizantes e queimadas possuem implicação sobre a produção e qualidade da forragem (Reis et al., 2001).

Segundo McKenzie et al. (2002) citado por Pereira et al. (2006) solo e clima, tem grande influência sobre o crescimento, desenvolvimento e a produtividade de plantas

forrageiras. Essa característica torna necessário desenvolver técnicas de manejo que ajudam a garantir a produtividade das pastagens.

As alterações significativas que acontecem na composição química das plantas forrageiras são aquelas que seguem sua maturação. Assim, a medida que a planta envelhece os componentes potencialmente digestíveis tendem a diminuir e o teor de fibras aumentam. Nesse sentido, a frequência de cortes das plantas forrageiras está diretamente ligada ao rendimento e qualidade da forragem, ou seja, o aumento dos intervalos de cortes, normalmente, ocasiona acréscimo na produção de MS (Queiroz Filho et al., 2000).

Espécies forrageiras, tais como Capim-elefante (Queiroz Filho et al., 2000), *Brachiaria decumbens* e capim-marandu (Crispim e Branco, 2002), capim-Kikuyu e capim-Rhodes (Truong et al., 2008) são muito utilizados no Brasil, os quais auxiliam na produção de MS.

A *Brachiaria brizantha* c.v. Marandu e *Brachiaria decumbens* c.v. Basilisk são as mais utilizadas no Brasil, devido a sua elevada produção de MS e alto valor nutricional, com produção de 18 t/MS/ha/ano e 10 a 15 t/MS/ha/ano (Crispim e Branco, 2002).

O efeito de diferentes idades de corte sobre o rendimento de MS vem sendo observado por Queiroz Filho et al. (2000) e Costa et al. (2007) com finalidade de garantir a melhor destinação a essa MS, seja através da avaliação voltada à nutrição e alimentação animal ou para a produção de artesanatos e utilização para cobertura de instalações rurais.

Queiroz Filho et al. (2000) trabalhando com o capim elefante cultivar roxo, notaram que o aumento do intervalo de corte melhora a produção de MS. Aos 60 dias de desenvolvimento vegetativo a produção de MS foi de 25,7 t/MS/ha/ano e aos 100 dias apresentou-se 30,9 t/MS/ha/ano.

Comparando os teores de MS nos diferentes intervalos de corte, Costa et al. (2007) verificaram que o avanço da idade das plantas aumentou o teor de MS da *Brachiaria brizantha*. Os teores de MS variaram entre 16,0% e 26,6% analisados entre 15 e 60 dias de crescimento vegetativo da gramínea.

2.4. Formas de utilização da Matéria Seca da Gramínea vetiver

A parte aérea do vetiver (folhas e colmo) pode ter variados usos, podendo ser utilizada para fins sociais, ambientais e econômicos. O desenvolvimento de comunidades

pode ser estimulado pelo aumento de renda gerado na fabricação de subprodutos, tais como artesanatos, utilizando-se palha das folhas da gramínea e bagaço (Truong et al., 2008).

As folhas da gramínea possuem elevados teores de sílica, garantindo assim grande resistência mecânica, o que é ótimo para trabalhos artesanais (Torrão, et al. 2007). Cestas, tapetes e persianas são exemplos de produtos derivados da MS do vetiver (Pereira, 2006).

No Senegal a palha de vetiver é utilizada na fabricação de tijolos de barro, os quais apresentam resistência a rachaduras e baixa condutividade térmica, o que torna o ambiente mais agradável e eficiente no controle da temperatura. A produção de cordas e cabos é outra utilidade, pois são mais flexíveis e resistentes, comparados com o da bananeira (Truong et al., 2008).

Há também a possibilidade de consórcio do vetiver com outras espécies de interesse econômico em sistemas agrícolas ou mesmo na recuperação de áreas degradadas. De acordo com Chomchalow e Nanakorn (2003) a palha do vetiver pode ser utilizada como cobertura vegetal mantendo as plantas daninhas sob controle e ajudar na dispersão de alguns insetos maléficos. Neste sentido, Torrão et al. (2007) destacam que o vetiver também irá auxiliar na produção de biomassa, na conservação da umidade do solo e na ciclagem de nutrientes do sistema, protegendo e contribuindo com o desenvolvimento da cultura principal.

Conforme Truong et al. (2008), quando cortadas em intervalos entre um e três meses, as folhas de vetiver são mais nutritivas e palatáveis, podendo ser destinadas a alimentação animal. Essas folhas são consideradas saborosas forragens (palatabilidade) muito apreciadas por bovinos, cabras e ovelhas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do Experimento e caracterização climática

O experimento foi desenvolvido município de Inconfidentes – MG, na Fazenda-Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Câmpus Inconfidentes, em uma encosta experimental com declividade média de 30° e rampa de 6 m.

O apresenta altitude média de 855 m e posição geográfica de 22° 19' 00'' de latitude S e 46° 19' 40'' longitude W. O clima da região, segundo a classificação de Koëppen é do tipo tropical úmido com duas estações bem definidas: chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), com médias anuais de 1.800 mm de precipitação e 19°C de temperatura. Abaixo segue os dados de precipitação mensal (Figura 1), na cidade de Inconfidentes, nos anos 2012 e 2013.

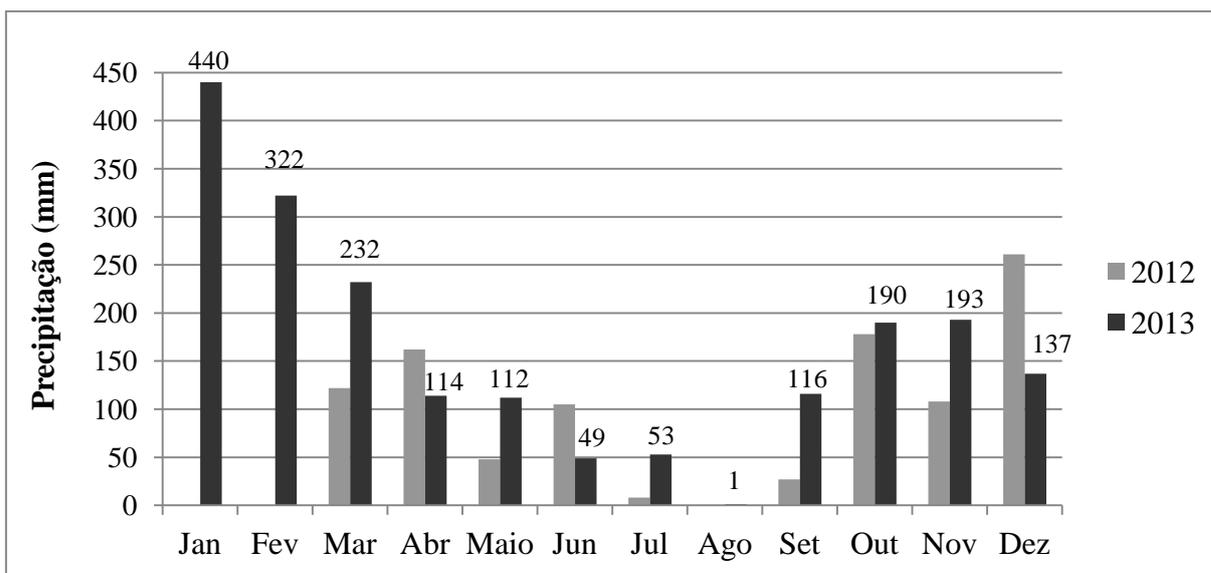


Figura 01: Caracterização climática do local de estudo (Fonte: IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes).

3.2. Delineamento Experimental

Para avaliar o efeito do espaçamento de plantio da gramínea vetiver na produção de matéria seca foi utilizado o delineamento estatístico em blocos casualizados, com 9 tratamentos e 3 blocos/repetições. Os tratamentos foram constituídos de 9 espaçamentos de plantio do capim vetiver, conforme tabela 1.

Tabela 1: Espaçamentos de plantio (Tratamentos) estudados.

Espaçamentos	Entre Linhas (m)	Entre plantas (m)
1,0 x 0,15	1,0	0,15
1,0 x 0,30	1,0	0,30
1,0 x 0,45	1,0	0,45
1,5 x 0,15	1,5	0,15
1,5 x 0,30	1,5	0,30
1,5 x 0,45	1,5	0,45
2,0 x 0,15	2,0	0,15
2,0 x 0,30	2,0	0,30
2,0 x 0,45	2,0	0,45

Cada parcela experimental possui 6 m de comprimento e 2,5 m de largura, com bordaduras de 0,5 m nas laterais esquerda e direita, totalizando uma área útil de 9 m² (Figura 02).

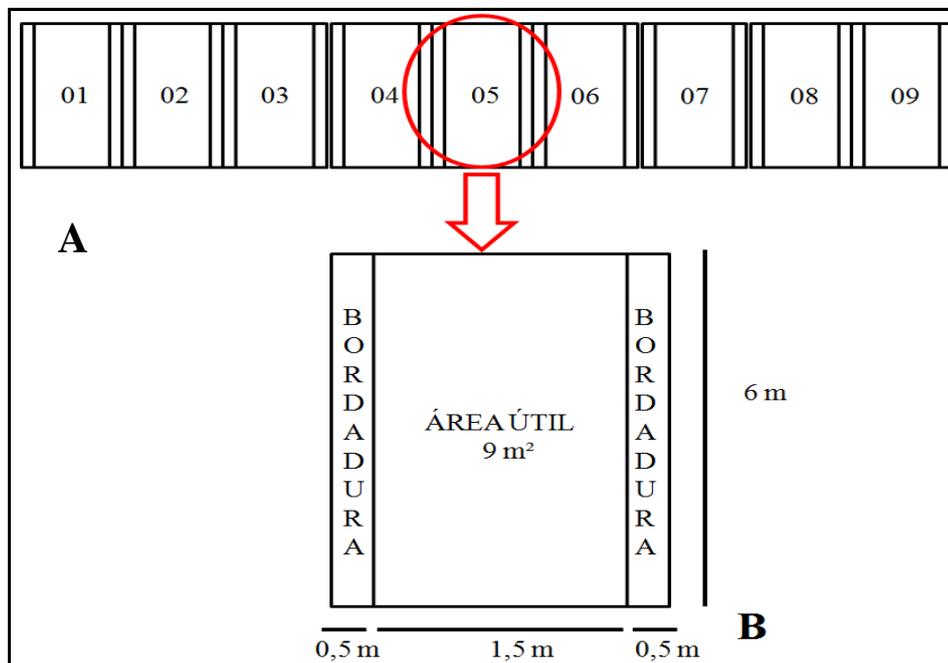


Figura 02: Croqui de um bloco do experimento: A) Bloco com as 9 parcelas dos diferentes espaçamentos. B) Parcela de 2,5m x 6,0m (15m²), bordadura de 0,5 m nas laterais e área útil de 9m² (Fonte: Andrade, 2011).

3.3. Plantio das Mudanças

As mudas foram desenvolvidas em saquinhos de polietileno de 5,5 x 19 cm, empregando-se substrato na proporção de 1/3 de esterco bovino e 2/3 de terra de subsolo peneirada. As mudas permaneceram no viveiro de mudas do IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes por 90 dias. O plantio das mudas na área experimental foi em março de 2010. Foi realizada capina manual sempre que necessário para manter controladas as plantas invasoras e permitir o bom desenvolvimento do vetiver. Destaca-se que os trabalhos de Andrade (2011), Cobra (2011), Souza (2012) e Costa (2013) foram desenvolvidos na mesma área.

3.4. Determinação da Matéria Seca (MS)

Para determinar a produtividade de Matéria Seca da gramínea vetiver foi realizado o corte da parte aérea das plantas (folhas e colmos) a 15 cm do solo, em toda a área útil das

parcelas, utilizando uma roçadeira mecânica (Figura 03). Para facilitar a coleta dos dados, as parcelas de cada tratamento foram demarcadas com linhas de barbante (Figura 04).



Figura 03. Corte da gramínea vetiver com auxílio de roçadeira mecânica (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 04. Área útil dos tratamentos demarcados com barbante (Fonte: Arquivo Pessoal).

O material vegetativo obtido do corte das plantas, em cada parcela, foi colocado em sacos de r fia (Figura 05) e pesado para obten o da mat ria  mida (MUT).



Figura 05. Material vegetativo coletado ap s o corte, devidamente armazenado em sacos de r fia para posterior pesagem (Fonte: Arquivo Pessoal).

Em seguida foram coletados aleatoriamente 10 perf lhos por parcela, cortados em partes menores. Estas amostras foram colocadas em sacos de papel e pesadas (Figura 06) para obten o do peso  mido da amostra (MUa).



Figura 06. Amostras de perf lhos de vetiver e pesagem (Fonte: Arquivo Pessoal).

A matéria seca das amostras (MSa) foi determinada em estufa com circulação de ar a 65° C até peso constante (Figura 07).



Figura 07. Secagem das amostras em estufa e pesagem para obtenção da MSa (Fonte: Arquivo Pessoal).

A produção de MS em cada parcela foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$MS = \left(\frac{MUt \times MSa}{MUa} \right) \times F$$

Onde:

MS = Produtividade de Matéria Seca (t ha⁻¹)

MUt = Matéria Úmida de 9 m² (t)

MUa = Matéria Úmida da Amostra (t)

MSa = Matéria Seca da Amostra (t)

F = Fator de correção da área (10.000 m² / 9 m² = 1,1111 x 10³)

3.4.1. Intervalos de corte

Para avaliar o efeito dos intervalos de corte na produtividade de MS foram utilizados três diferentes intervalos de corte, 11, 4 e 2 meses, representados pelos 2º, 3º e 4º cortes realizados na área experimental. O primeiro corte foi realizado em maio de 2012

representando 26 meses de desenvolvimento vegetativo da gramínea vetiver (Tabela 02).

Tabela 02: Intervalos de corte da gramínea vetiver.

Cortes	Data (Mês/Ano)	Tempo de desenvolvimento da parte vegetativa (meses)	Meses de desenvolvimento após o plantio (*)
1°	Maio/2012	26	26
2°	Abr/2013	11	37
3°	Ago/2013	4	41
4°	Out/2013	2	43

(*) Plantio realizado em março de 2010.

3.5 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram processados e submetidos à análise de variância (ANAVA) seguindo o delineamento em blocos ao acaso e as médias comparadas pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade usando o programa SISVAR (Ferreira, 2008). Foram realizadas as seguintes avaliações: i) comparação da produtividade de biomassa entre os intervalos de corte; ii) comparação da biomassa entre os espaçamentos de plantio em cada intervalo de corte; iii) comparação da biomassa de cada espaçamentos de plantio entre os intervalos de corte.

Realizou-se ainda análises de regressão e correlação linear utilizando o programa Assistat 7.7. A correlação de Pearson foi avaliada entre a densidade de plantas e os intervalos de corte. A classificação utilizada para correlação foi: < 0,39, fraca; 0,4 a 0,69, moderada; e $\geq 0,70$, forte, seguindo orientações de Gomes et al. (2009) e Souza et al. (2012) e para avaliar a significância da correlação foi aplicado o teste de Studen (*t*) a 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito do intervalo de corte na produtividade de Matéria Seca

Os intervalos de corte promoveram efeito significativo sobre a produtividade de biomassa da gramínea vetiver. A Matéria Seca (MS) produzida pelo período de 11 meses foi estatisticamente superior aos períodos de 4 e 2 meses, sendo que os dois últimos períodos citados foram estatisticamente iguais para este atributo (Figura 08).

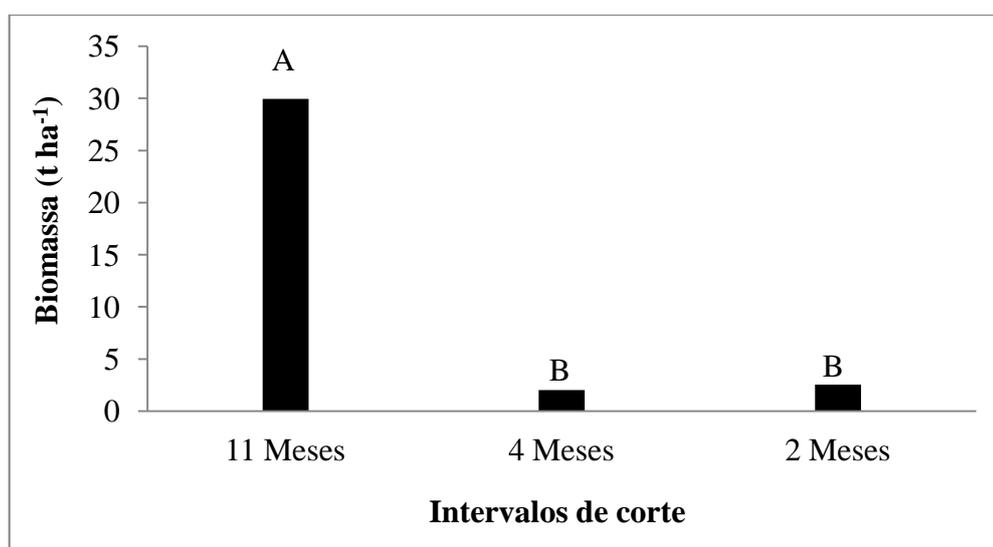


Figura 08. Média dos valores de MS da gramínea vetiver produzidos nos diferentes intervalos de corte. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A produtividade de MS obtida aos 4 e 2 meses de desenvolvimento do vetiver correspondeu a 7% e 9%, respectivamente, daquela verificada aos 11 meses.

A tendência de aumento verificada para a produtividade de MS, com o aumento do intervalo de corte, concorda com os resultados observados por Queiroz Filho et al. (2000), trabalhando com o capim-elefante cultivar roxo, sendo de 25,7 t ha⁻¹ aos 60 dias e de 30,9 t ha⁻¹ aos 100 dias. Costa et al. (2007), trabalhando com a *Brachiaria brizantha* encontraram 16 e 26% de MS aos 15 e 60 dias, respectivamente.

Em dados obtidos por Acunha e Coelho (1997), o capim-elefante-anão apresentou maior produtividade de massa seca aos 140 dias de intervalo de cortes (8.267 kg ha⁻¹), quando comparada com a produtividade aos 28 dias de intervalo de cortes (1.210 kg ha⁻¹).

Aos 120 dias a produtividade média de MS do vetiver foi de 2.020 kg ha⁻¹, o que representa 24% do total obtido por Acunha e Coelho (1997) para capim-elefante-anão trabalhando com período de corte de 140 dias.

Os valores médios de produtividade de MS do período de 4 meses foi ligeiramente inferior aos valores de 2 meses. Esse resultado discorda da literatura citada, que relata aumento da MS em períodos de corte maiores. Uma possível explicação para essa redução pode ser a baixa quantidade de precipitação durante o período em que a gramínea ficou em campo por 4 meses.

Quando comparado os valores totais de precipitação do período de corte de 4 meses (entre abril a agosto de 2013) com o período de corte de 2 meses (setembro e outubro de 2013) nota-se que durante o período de corte de 2 meses houve maior precipitação (306 mm) em relação ao período de 4 meses (215 mm) (Figura 01). Maior presença de água disponível para as plantas facilita o crescimento da mesma, assim o intervalo de corte que teve maiores índices pluviométricos favoreceu o desenvolvimento da gramínea.

A alta produtividade de matéria seca da gramínea observada no período de 11 meses em todos os espaçamentos de plantio (Tabela 03), pode ser utilizada como cobertura vegetal, que de acordo com Chomchalow e Nanakorn (2003), a palha do vetiver mantém as plantas daninhas sob controle e ajudam a repelir alguns insetos maléficis. Outros usos seriam em trabalhos artesanais (Torrão et al., 2007), produção de cordas e cabos (Truong et al., 2008), alimentação animal (Truong et al., 2008) e fabricação de tijolos de barro (Truong et al., 2008).

4.2. Efeito dos diferentes espaçamentos de plantio na produtividade de matéria seca por área

Os espaçamentos de plantio no período de 11 meses influenciaram a produção de matéria seca da gramínea vetiver por hectare (Figura 09 e Tabela 3). Já nos períodos de 4 e 2 meses os espaçamentos utilizados não influenciaram estatisticamente nos resultados obtidos (Tabela 03).

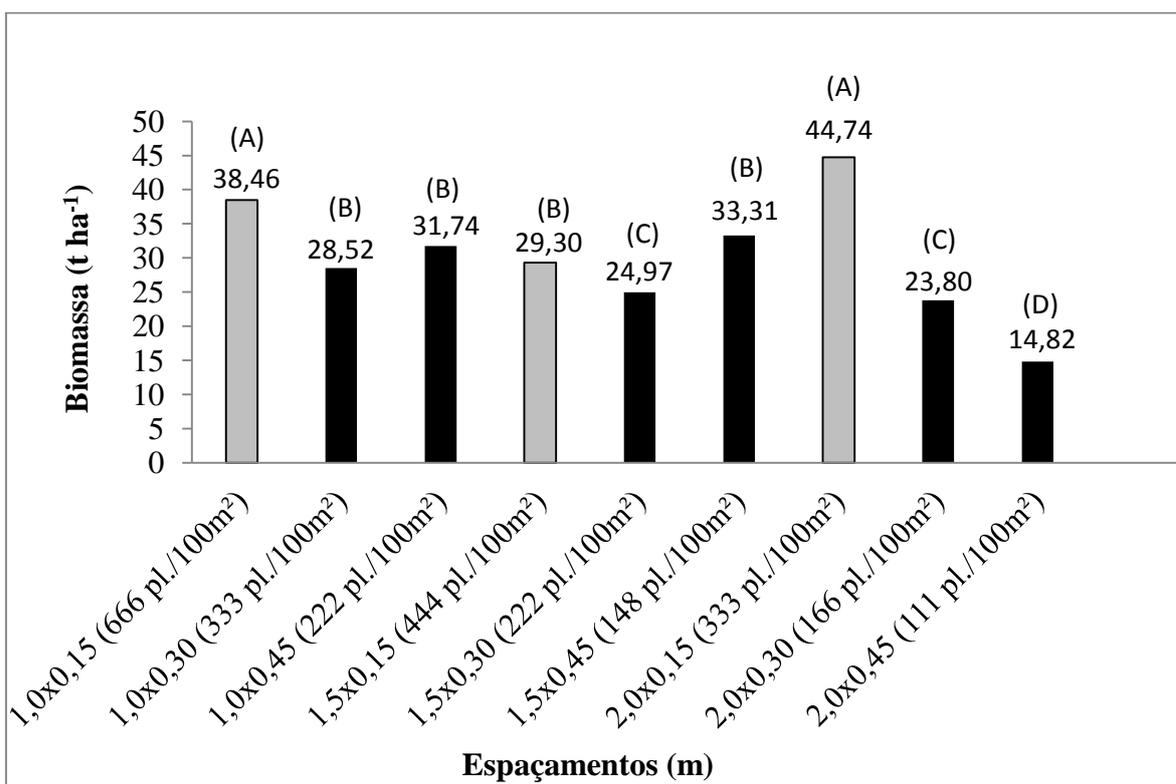


Figura 09. Influência dos espaçamentos de plantio na produtividade de MS da gramínea vetiver aos 11 meses de desenvolvimento da parte vegetativa, com ênfase no espaçamento 0,15 m entre linhas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 03. Produtividade de matéria seca da gramínea vetiver em diferentes espaçamentos de plantio e intervalo de corte.

ESPAÇAMENTO (m)	Número de plantas por 100 m ²	BIOMASSA (t ha ⁻¹)		
		após 11 meses	após 4 meses	após 2 meses
1,0x0,15	666	38,46 A	2,60 A	3,09 A
1,0x0,30	333	28,52 B	2,45 A	3,72 A
1,0x0,45	222	31,74 B	1,47 A	2,47 A
1,5x0,15	444	29,30 B	2,40 A	2,63 A
1,5x0,30	222	24,97 C	2,12 A	2,70 A
1,5x0,45	148	33,31 B	2,01 A	2,68 A
2,0x0,15	333	44,74 A	2,72 A	2,76 A
2,0x0,30	166	23,80 C	1,42 A	1,60 A
2,0x0,45	111	14,82 D	0,98 A	1,26 A
Média	-	29,96 A	2,02 B	2,55 B

Letras comparam na coluna a produtividade de biomassa da gramínea vetiver plantada em diferentes espaçamentos dentro de cada intervalo de corte pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

Os espaçamentos 1,0 m x 0,15 m e 2,0 m x 0,15 m foram os que apresentaram melhores produtividades de MS nos períodos de 11 meses (38,46 t ha⁻¹ e 44,74 t ha⁻¹) e 4 meses (2,60 t ha⁻¹ e 2,72 t ha⁻¹). Já para o período de 2 meses os espaçamentos com maiores produtividades foram 1,0 m x 0,15 m e 1,0 m x 0,30 m (3,09 t ha⁻¹ e 3,72 t ha⁻¹, respectivamente).

Esses dados podem ser explicados por Costa (2013) que verificou que os espaçamentos de plantio do vetiver apresentaram diferenças estatísticas significativas na altura média observada das plantas aos 120 dias após o primeiro corte. Segundo a autora, os menores espaçamentos entre plantas na linha de plantio favoreceram o desenvolvimento da altura, fato esse explicado pela maior competição por luz.

Desta forma, os melhores espaçamentos para a produção de biomassa da gramínea vetiver são 1,0 m x 0,15 m e 2,0 m x 0,15 m, pois propiciaram maiores valores de MS nos intervalos de corte avaliados.

4.3. Produção de matéria seca por planta

Os valores de MS por planta diferiram estatisticamente aos 11 meses em todos os espaçamentos estudados, evidenciando o efeito desse intervalo de corte. Nos períodos de 4 e 2 meses não foram observadas diferenças significativa para produção de MS por planta em todos os espaçamentos testados. A média da biomassa por planta simplifica esta análise, tendo sido de 1,22 Kg de MS no intervalo de corte de 11 meses, diferindo estatisticamente dos valores observados nos outros intervalos de corte, que são estatisticamente iguais entre si (4 meses com produção média por planta de 0,08 Kg de MS e 2 meses com 0,10 Kg de MS). Estes dados reforçam os resultados apresentados na figura 08 para a produção por área.

O teste de média de Scott-knott ao nível de 5 % de significância indica que a densidade de plantas influencia a produção de MS por planta havendo uma tendência de ser maior onde os espaçamentos são maiores (Tabela 04). Diferente da produção de MS por área, onde a maior produtividade foi obtida nos espaçamentos menores, com maior adensamento de plantas.

Tabela 04. Valores de biomassa por planta em diferentes espaçamentos de plantio e intervalo de corte.

ESPAÇAMENTOS (m)	Número de plantas por 100 m ²	BIOMASSA/PLANTA (kg)		
		após 11 meses	após 4 meses	após 2 meses
1,0x0,15	666	0,58 Ac	0,04 Ba	0,05 Ba
1,0x0,30	333	0,86 Ac	0,07 Ba	0,11 Ba
1,0x0,45	222	1,43 Ab	0,07 Ba	0,11 Ba
1,5x0,15	444	0,66 Ac	0,05 Ba	0,06 Ba
1,5x0,30	222	1,12 Ab	0,10 Ba	0,12 Ba
1,5x0,45	148	2,25 Aa	0,14 Ba	0,18 Ba
2,0x0,15	333	1,34 Ab	0,08 Ba	0,08 Ba
2,0x0,30	166	1,43 Ab	0,09 Ba	0,10 Ba
2,0x0,45	111	1,33 Ab	0,09 Ba	0,11 Ba
Média	-	1,22 A	0,08 B	0,10 B

Letras maiúsculas comparam na linha a produção de biomassa por planta da gramínea vetiver plantadas nos diferentes espaçamentos entre os intervalos de corte e letras minúsculas comparam na coluna a produção de biomassa por planta da gramínea vetiver plantadas em diferentes espaçamentos dentro de cada intervalo de corte pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

A maior produção de MS por planta foi observada no espaçamento 1,5m x 0,45m (148 plantas em 100 m²) em todos os intervalos de corte avaliados, 11 meses (2,25 kg), 4meses (0,14 kg) e 2 meses (0,18 kg) conforme está apresentado na Tabela 04. De acordo com Costa (2013), a utilização desse espaçamento favorece o desenvolvimento da gramínea vetiver em altura e auxilia no aumento do número de perfilhos, fato que garante maior produção de mudas e conseqüente incremento na produção de MS. Portanto, o espaçamento de plantio recomendado para obtenção de maior produção de MS por planta é 1,5 m x 0,45 m.

Foi observada ainda diferença estatística entre a produção de MS por planta nos espaçamentos de plantio 1,0 m x 0,30 m e 2,0 m x 0,15 m, os quais possuem 333 plantas por 100 m². Os espaçamentos 1,0 m x 0,45 m e 1,5 m x 0,30 m, com 222 plantas por 100 m², também tiveram diferença nos valores de MS, porém não foi observada diferença estatística entre eles (p<0,05). Estes resultados evidenciam a influência dos espaçamentos de plantio e a importância da utilização correta dos mesmos.

4.4. Análise de regressão e correlação linear da MS em função da densidade de plantas

Os dados obtidos das análises de correlação linear entre as variáveis “densidade de plantas” e “produtividade de matéria seca por hectare” em diferentes intervalos de corte estão representados na tabela 05.

Tabela 05. Correlação entre a densidade de plantas e intervalo de corte.

Correlação	Coefficiente correlação (r)	Signif.
Densidade de plantas x 11 meses	0,5674	Ns
Densidade de plantas x 4 meses	0,7310	*
Densidade de plantas x 2 meses	0,5828	Ns

Ns: não significativo

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t

A variável densidade de plantas apresentou correlação linear moderada com a produtividade de MS por hectare, conforme valores de correlação estabelecidos por Gomes et al. (2009) e Souza et al. (2012), nos intervalos de corte de 11 e 2 meses, apresentando coeficiente de correlação de 0,5674 e 0,5828, respectivamente (Tabela 05). O aumento da

densidade de plantas não influenciou diretamente na produção de MS nesses períodos de corte, fato observado pelos baixos coeficientes de determinação apresentados nos gráficos de regressão linear, figura 10 (A) e 10 (C).

No período de corte de 4 meses o coeficiente de correlação foi de 0,7310 (Tabela 05), podendo-se dizer portanto que houve forte correlação linear, seguindo os valores de correlação determinados por Gomes et al., 2009 e Souza et al., 2012, para as variáveis densidade de plantas e produtividade de MS por hectare. O gráfico de regressão linear, demonstrado na Figura 10 (B) evidencia que 53,43% da variabilidade da produtividade de MS pode ser explicada pela densidade de plantas. Sendo assim, se o corte for realizado aos 4 meses os espaçamentos com maior densidade de plantas (1,0x0,15 m, 1,0x0,30 m, 1,5x0,15 m e 2,0x0,15 m) são os mais indicados.

Um fato relevante considerado na implantação de uma pastagem ou na recuperação de uma área degradada é o custo. Desta maneira, dos espaçamentos mais indicados para produtividade de MS por hectare (1,0x0,15 m, 1,0x0,30 m, 1,5x0,15 m e 2,0x0,15 m), os espaçamentos que despenderam de menor quantidade de mudas, insumos e mão de obra para implantação são os de 1,0x0,30 m e 2,0x0,15 m.

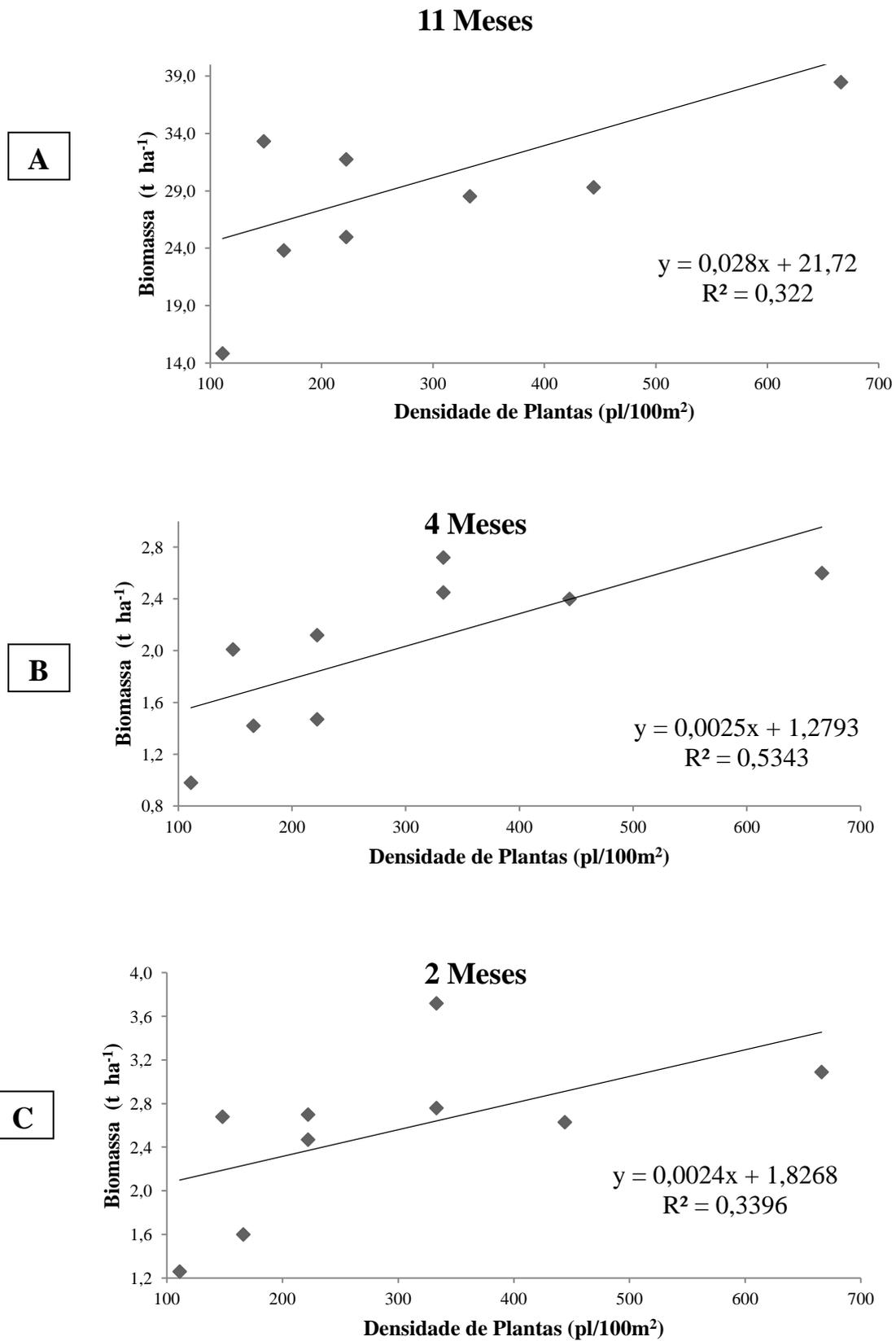


Figura 10. Relação entre produtividade de Matéria Seca (t ha⁻¹) e densidade de plantas sob os intervalos de corte 11 meses de desenvolvimento vegetativo (A), 4 meses de desenvolvimento vegetativo (B) e 2 meses de desenvolvimento vegetativo (C).

5. CONCLUSÕES

Os intervalos de corte influenciaram na produtividade de matéria seca. A produtividade média de matéria seca do vetiver com corte aos 11 meses é maior que as obtidas aos 4 e 2 meses.

A produtividade de matéria seca ($t\ ha^{-1}$) da gramínea vetiver aos 11 meses de desenvolvimento vegetativo foi influenciada pelos espaçamentos de plantio. Nesse intervalo de corte recomendam-se os espaçamentos 1,0 m x 0,15m e 2,0m x 0,15m, pois apresentaram maior produção de MS por área.

A densidade de plantas influenciou estatisticamente na produção de MS por planta aos 4 meses de desenvolvimento. O espaçamento de plantio recomendado para obtenção de maior produção de MS por planta aos 4 meses e redução de custos com relação a área utilizada e produção de mudas é 1,5 m x 0,45 m.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ACUNHA, J. B. V.; COELHO, R. W. Efeito da altura e intervalo de corte do capim-elefante-anão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 117-122, 1997.

ALMEIDA, E. A. P. **Avaliação do potencial da espécie *vetiveria zizanioides* na fitorremediação de metais-traço presentes em ambientes aquáticos**. 2011. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais.

ANDRADE, L. L. **Avaliação da sobrevivência e do desenvolvimento de mudas de capim vetiver (*vetiveria zizanioides*) em raízes nuas e produzidas em saquinhos de polietileno plantadas em diferentes espaçamentos**. 2011. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Inconfidentes.

BARROS, G. C.; TRESVENZOL, L. M. F.; CUNHA, L. C.; FERRI, P. H., PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Composição química, atividade antibacteriana e avaliação da toxicidade aguda de *vetiveria zizanioides* L. Nash (Poaceae). **Latin American Journal of Pharmacy**, v.28, n. 4, p. 531-537, 2009.

CASTRO, L. O.; RAMOS, R. L. D. Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais: *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. , capim-cidrô, *Cymbopogon martinii* (Rox.) J.F. Watson, palma-rosa, *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, citronela, *Elyonurus candidus*

(Trin.) Hack. , capim-limão, *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, vetiver. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 31 p. (Boletim FEPAGRO, 11).

CHOMCHALOW, N.; NANAKORN, W. **Uses and Utilization of Vetiver**. Tailândia, 2003.

COBRA, R. L. **Efeito de diferentes espaçamentos do capim veiver (*vetiveria zizanioides* (Linnaeus) Nash) na resistência a penetração do solo**. 2011. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Inconfidentes.

COSTA, D. M. **Influência dos espaçamentos de plantio da gramínea vetiver (*Chrysopogon Zizanioides* (L.) Robery) no número de perfilhos e na altura após sucessivas podas**. 2013. 47p. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Inconfidentes.

COSTA, K. A.P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; NEVES, B. P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F. M. T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, 2007.

CRISPIM, S. M. A.; BRANCO, O. D. **Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS**. Pantanal: CPAP-EMBRAPA, 2002. 27p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

FERREIRA, D. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

GOMES, A. P.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; CAMARGOS, S. L.; SCARAMUZZA, J. F.; SILVA, R. C. B. Uso de variáveis dendrométricas na estimativa de serrapilheira em área de floresta secundária inicial e floresta madura. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 7, n.1, p. 13-21, 2009.

PEREIRA, A. R. **O uso do Vetiver na estabilização de taludes e encostas**. Boletim Técnico nº3. Deflor Bioengenharia, ano 1, n. 3, 2006.

PEREIRA, O. G.; GOBBI, K. F.; PEREIRA, D. H.; RIBEIRO, K. G. Conservação de forragens como opção para o manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO ANUAL DA SBZ, 43, **Anais...**, João Pessoa, 2006.

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de Matéria Seca e Qualidade do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) Cultivar Roxo em Diferentes Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p.69-74, 2000.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S.. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, **Anais...**, Maringá, 2001.

SILVA, M. W. R. **Características estruturais, produtivas e bromatológicas das gramíneas tifton 85, marandu e tanzânia submetidas à irrigação**. Itapetinga/ Bahia, 2009. 55p. Dissertação (Mestrado em zootecnia, concentração em produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

SOUZA, R. X. **Resposta de diferentes espaçamentos do capim vetiver (*Chrysopogon Zizanioides* (L.) Robery) na proteção de encosta**. 2012. 61p. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Inconfidentes.

SOUZA, V. F.; HATT, S.; PARRELLA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Estimativas de Correlações fenotípicas entre parâmetros agroindustriais do sorgo Sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, **Anais...**, Águas de Lindóia, 2012.

TORRÃO, R. B. A.; AQUINO, A. M.; SILVA, M.; ASSIS, R. L.; HENRIQUES, A. C. **O cultivo do vetiver *Chrysopogon zizanioides* (L.) Robery para a estabilização do solo e o controle da erosão**. 2007. Disponível em < http://www.vetiver.org/BRZ_vet_apps.pdf > Acesso: 30/09/2014.

TRUONG, P.; VAN, T. V., PINNER, E. **Sistema de aplicação vetiver: Manual de referência técnica**. 2ª ed. Vietnam, 2008. 116p.