



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

LEONARDO OLIVEIRA SANTOS MEDEIROS

**DESENVOLVIMENTO DO CAPIM VETIVER CULTIVADO EM DIFERENTES
AMBIENTES E ADUBADO COM ESTERCO BOVINO**

**Sumé, PB
2017**

LEONARDO OLIVEIRA SANTOS MEDEIROS

**DESENVOLVIMENTO DO CAPIM VETIVER CULTIVADO EM DIFERENTES
AMBIENTES E ADUBADO COM ESTERCO BOVINO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande – UFCG no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento - UATEC, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Joelma Sales dos Santos

**Sumé, PB
2017**

M488d Medeiros, Leonardo Oliveira Santos.

Desenvolvimento do capim vetiver cultivado em diferentes ambientes e adubado com esterco bovino. / Leonardo Oliveira Santos Medeiros. - Sumé - PB: [s.n], 2016.

37 f.

Orientador^a: Prof^a. Dr^a. Joelma Sales dos Santos.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.

1. Biosistemas. 2. Capim. 3. Adubação orgânica. I. Título.

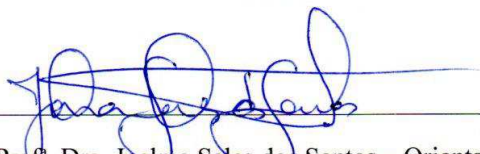
CDU: 633.2 (043.1)

LEONARDO OLIVEIRA SANTOS MEDEIROS

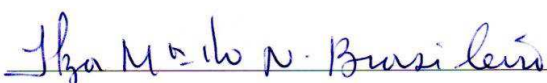
**DESENVOLVIMENTO DO CAPIM VETIVER CULTIVADO EM DIFERENTES
AMBIENTES E ADUBADO COM ESTERCO BOVINO**

APROVADA EM: 21 de Junho de 2017

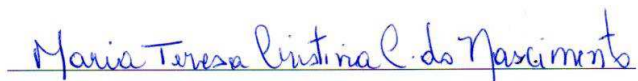
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Joelma Sales dos Santos – Orientadora



Prof.^a Dra. Ilza M. do Nascimento Brasileiro - Examinadora Interna



Me. Maria Teresa Cristina Coelho do Nascimento - Examinadora Externa

**Sumé, PB
2017**

A Deus.

*A toda minha família, em especial aos meus pais
Neumaci Oliveira Silva dos Santos Medeiros e Lúcio
Morais de Medeiros.*

*Aos meus amigos que me acompanharam e sempre
estiveram ao meu lado me apoiando.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos em minha vida, me permitindo estudar e conhecer pessoas maravilhosas durante esta trajetória. A fé me fez chegar até o final desta etapa.

Aos meus pais, Neumaci e Lúcio, pelos sacrifícios para financiar meus estudos, pela paciência e amor. Meu diploma é para vocês e por vocês.

Ao meu pai, em especial, por se dedicar comigo em todas as fases do trabalho de conclusão de curso, desde a implantação do projeto à coleta de dados, por suas idéias e todo apoio, por me mostrar que sim era possível vencer na vida.

A toda minha família, minhas irmãs Mirla, Lícia e Mirelle por terem me apoiado e torcido pela minha vitória. A minha namorada, que mesmo à distancia, transmitiu força, carinho e companheirismo. Tenho muito orgulho de tê-las comigo.

A direção do CETEP-Irecê, em especial Carlos Nei, pela atenção e paciência, por conceder, sem medir esforços, os laboratórios para implantação do experimento.

A toda equipe da COFPISNE Sustentável, por todo aprendizado durante o período de estágio e pelo excelente ambiente de trabalho.

A minha professora e orientadora, Joelma Sales, pelos ensinamentos transmitidos em suas aulas, pela dedicação e pela enorme paciência. O meu projeto de graduação só acrescentou na minha formação. Obrigado pelo apoio para que esta pesquisa fosse concluída.

A Universidade Federal de Campina, em especial ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido onde tive a oportunidade de cursar a Engenharia de Biosistemas com ensino de qualidade e que me capacitou para a vida pessoal e profissional.

Ao Laboratório de Qualidade de Água do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, por ter disponibilizado os reagentes para que parte dessa pesquisa pudesse ser realizada.

Aos participantes da banca de defesa, professora Dra. Ilza Brasileiro e Me. Maria Teresa Cristina, meu sincero obrigado.

Aos meus amigos de turma, irmãos de coração para toda vida, Fabiano Araújo, Eliton Sancler e Renato França, pela irmandade, por estarem comigo em todos os momentos e por todas as resenhas. Estarão eternamente em meu coração.

Agradeço a todos que me ajudaram nos estudos, que me incentivaram a nunca desistir de uma matéria ou de uma prova, por todas as caronas e pela companhia durante todos os períodos. Vocês fazem parte da minha história, e as histórias duram para sempre.

Enfim, a todos que oraram e colaboraram para que eu concluísse a minha graduação.

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de plantas de capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) cultivadas em colunas de PVC e adubadas com doses de esterco bovino sob condições diferentes de ambiente. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 5 x 2, com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais, e constituídos por cinco níveis de adubação orgânica utilizando esterco bovino (0, 10, 20, 30 e 40%) e dois tipos de ambientes (livre e protegido com tela de sombreamento de 80% de abertura). Foram realizadas avaliações referentes a altura de planta e número de brotos aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante, e ao final do experimento as plantas foram separadas para determinação da produção de massa verde e massa seca da parte aérea e de raiz, e comprimento de raiz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e para comparação entre médias foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade e de regressão. Os resultados obtidos permitiram constatar que a ausência de esterco bovino contribuiu para o maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de capim vetiver. A dose de 10% de esterco bovino proporcionou maior número de brotos, massa verde da parte aérea, massa verde de raiz e massa seca de raiz. O ambiente livre proporcionou o maior desenvolvimento das plantas de capim vetiver.

Palavras-chave: *Chrysopogon zizanioides*. Adubação orgânica. Ambiente protegido.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the development of vetiver grass plants (*Chrysopogon zizanioides*) cultivated in PVC columns and fertilized with bovine manure under different environment conditions. The treatments were distributed in a completely randomized design, in a 5 x 2 factorial scheme, with three replications, totaling 30 experimental units, and consisting of five levels of organic fertilization using bovine manure (0, 10, 20, 30 and 40%), and two kinds of environments (free and protected with 80% opening shading screen). Plant height and number of sprouts were evaluated at 15, 30, 45 and 60 days after transplanting, and at the end of the experiment the plants were separated to determine the production of green mass and dry mass of shoot and root parts, and root length. The collected data was submitted to analysis of variance by the F test, and for comparison between means was used the Tukey test, from 5% probability and regression. The results showed that the absence of bovine manure contributed to the greater development of the vetiver grass root system. The 10% dose of bovine manure provided higher number of sprouts, shoot green mass, root green mass and root dry mass. The free environment provided a greater development of vetiver grass plants.

Keywords: *Chrysopogon zizanioides*. Organic fertilization. Protected environment.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Implantação do experimento em ambiente livre (A) e ambiente protegido (B). | 23 |
| Figura 2. Leitura da parte aérea em ambiente livre | 24 |
| Figura 3. Contagem final de brotos em ambiente livre | 25 |
| Figura 4. Retirada das raízes dos canos PVC (A) e leitura do comprimento de raiz (B). | 26 |
| Figura 5. Separação de massa verde da parte aérea (A) e raiz (B). | 26 |
| Figura 6. Secagem do capim vetiver em estufa automatizada a 65° C. | 27 |
| Figura 7. Pesagem da massa seca da parte aérea (A) e de raiz (B). | 27 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Características, rusticidade e resistência do capim vetiver..... | 17 |
| Tabela 2. Qualidade da água utilizada nas irrigações das unidades experimentais..... | 24 |
| Tabela 3. Análise de variância das alturas de plantas de capim vetiver, para os 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio, adubadas com doses de esterco bovino em ambiente protegido e livre..... | 29 |
| Tabela 4. Análise de variância do número de brotos de plantas de capim vetiver, para os 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio, adubadas com doses de esterco bovino em ambiente protegido e livre..... | 31 |
| Tabela 5. Análise de variância da massa verde da parte aérea (MVPA), massa verde de raiz (MVR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e comprimento de raiz (CR) das plantas de capim vetiver, adubadas com doses de esterco bovino em ambiente protegido e livre..... | 33 |
| Tabela 6. Desdobramento da interação entre os fatores tipo de ambiente x doses de esterco para as variáveis: massa verde da parte aérea (MVPA), massa verde de raiz (MVR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) das plantas de capim vetiver, adubadas com doses de esterco bovino em ambiente protegido e livre. | 34 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|--|
| CDSA | Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido |
| CETEP | Centro Técnico de Educação e Profissional |
| COFISNE | Comitê de Fomento dos Parques Industriais do Semiárido do Nordeste |
| CR | Comprimento de Raiz |
| DAT | Dias Após o Transplântio |
| DSDN | Dia Sim Dia Não |
| MSPA | Matéria Seca da Parte Aérea |
| MSR | Matéria Seca de Raiz |
| MVPA | Matéria Verde da Parte Aérea |
| MVR | Matéria Verde de Raiz |
| UATEC | Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento |
| UFCG | Universidade Federal de Campina Grande |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | OBJETIVOS | 16 |
| 2.2 | OBJETIVO GERAL | 16 |
| 2.3 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 16 |
| 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 17 |
| 3.1 | CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO CAPIM VETIVER | 17 |
| 3.2 | CAPIM VETIVER NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS | 18 |
| 3.3 | ADUBAÇÃO ORGÂNICA E CARACTERIZAÇÃO DO ESTERCO BOVINO | 19 |
| 3.4 | PRODUÇÃO DE MUDAS | 20 |
| 3.5 | CULTIVO EM AMBIENTE PROTEGIDO | 20 |
| 3.5.1 | Luminosidade como fonte de energia | 21 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 4.1 | LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL | 22 |
| 4.2 | SOLO UTILIZADO E ADUBAÇÃO | 22 |
| 4.3 | TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 22 |
| 4.4 | CULTURA UTILIZADA | 22 |
| 4.5 | IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO | 22 |
| 4.6 | TRATOS CULTURAIS | 23 |
| 4.7 | IRRIGAÇÃO | 23 |
| 4.8 | PARÂMETROS AVALIADOS | 24 |
| 4.8.1 | Altura da parte aérea do capim vetiver | 24 |
| 4.8.2 | Número de brotos do capim vetiver | 25 |
| 4.8.3 | Comprimento de raiz | 25 |
| 4.8.4 | Produção de massa | 26 |
| 4.8.4.1 | Massa verde da parte aérea e de raiz | 26 |
| 4.8.4.2 | Massa seca da parte aérea e de raiz | 27 |
| 4.9 | ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS | 28 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 5.1 | CRESCIMENTO EM ALTURA | 29 |
| 5.2 | NÚMERO DE BROTOS | 30 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3 PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E SECA (PARTE AÉREA E RAIZ) E COMPRIMENTO DE RAIZ..... | 32 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 35 |
| REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 36 |

1 INTRODUÇÃO

A erosão hídrica tem sido uma das principais causas de danos a áreas agrícolas, assim como às estradas, oleodutos e gasodutos, além de outras infraestruturas. Efeitos causados, principalmente, pela falta de cobertura do solo, proporcionando o carregamento de sedimentos originados das mais diversas atividades antrópicas, podendo causar poluição dos córregos, rios e reservatórios (PEREIRA, 2006).

A falta de estabilização em áreas ao redor de estradas, taludes e lagoas podem contribuir para falhas estruturais e perdas valiosas de infraestrutura, incluindo residências familiares, e em alguns casos ocorrendo também perdas de vidas humanas. No controle de todos esses processos degradantes, tem-se comprovado a eficácia do capim vetiver como barreiras vivas, como sendo uma prática bem mais econômica quando comparada a diversas outras utilizadas pela engenharia na recuperação e conservação de solos e águas (PEREIRA, 2006).

Nesse sentido é perceptível o interesse em torno do capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) associado, principalmente, aos seus diversos usos, dentre eles a extração de um óleo essencial de importância econômica produzido por suas raízes, como também, devido a sua perfilhação abundante, raízes numerosas e longas e propagação vegetativa. O seu uso, de forma segura, tem possibilitado a recuperação de áreas degradadas e o tratamento de águas contaminadas (ARRIGONI-BLANK et al., 2013).

A demanda crescente por mudas, das mais variadas espécies, mostra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que aperfeiçoem a produção com baixo custo, com qualidade morfofisiológica e sanidade capaz de atender aos objetivos dos plantios (JOSÉ et al., 2005). Mudas plantadas diretamente em campo têm maior porcentagem de mortalidade em comparação com o plantio de mudas produzidas em viveiros, conforme observado por Pinto et al., (2010).

Vários fatores influenciam na qualidade das mudas, dentre eles a escolha do substrato, a adubação, de preferência de fácil acesso aos produtores, as condições climáticas do ambiente de produção. Uma vez que a eficiência do crescimento pode ser relacionada à habilidade de adaptação das mudas às condições luminosas do ambiente, sendo o crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com baixa ou alta luminosidade atribuído à capacidade da espécie ajustar rapidamente seu modelo de alocação de biomassa e comportamento fisiológico (LIMA et al., 2004).

Com a elevação do preço dos fertilizantes minerais nos últimos anos a procura por fontes alternativas de nutrientes tem aumentado (VIDIGAL et al., 2010). O uso de adubos orgânicos melhora a agregação do solo, especialmente porque influencia na infiltração do solo e na capacidade de retenção de água, bem como na drenagem, aeração, temperatura e penetração de raízes (OLIVEIRA et al., 2009). Dentre os adubos orgânicos, o mais conhecido e utilizado é o esterco, oriundo dos excrementos sólidos e líquidos dos animais e, eventualmente pode estar misturado com restos vegetais (NUNES, 2017). O uso de esterco bovino como adubo orgânico, possibilita um aumento considerável de matéria orgânica, além melhorar as características químico-físicas do solo (SOUMARE et al., 2003). Desta forma, sua utilização é uma solução amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, tais como N, P e K nos solos da região semiárida (MENEZES e SILVA, 2008), aumentada pelo custo mínimo para o agricultor, além da disponibilidade.

O sombreamento artificial é estratégia utilizada para minimizar a incidência de raios solares ou melhorar a qualidade deles, pois atingem diretamente as plantas, tornando possível assim, observar como funcionam os mecanismos de adaptações das plantas às adversidades (BEZERRA et al., 2005).

Ante o exposto, a premissa básica deste trabalho é se o cultivo do capim vetiver adubado com esterco bovino em diferentes condições de ambiente poderá contribuir para o desenvolvimento de plantas com maior sistema radicular.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento de plantas de capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) cultivadas em colunas de PVC e adubadas com doses de esterco bovino sob condições diferentes de ambiente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar a dose de esterco bovino que contribua para o maior desenvolvimento radicular do capim vetiver.
- b) Avaliar as características dos componentes de crescimento, produção de massa e números de brotos das plantas de capim vetiver cultivado em solo adubado com diferentes doses de esterco bovino.
- c) Comparar o desenvolvimento do capim vetiver quando cultivado em ambiente livre e coberto com tela de sombreamento de 80% de abertura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO CAPIM VETIVER

O capim vetiver é uma planta herbácea, ereta, pertencente ao grupo das gramíneas (*Poaceae*) do tipo C4, portanto se desenvolve melhor em plena exposição solar, alcançando uma altura que varia de 1,5 a 2 m, com folhas de 2 cm de largura na base, terminando em pontas pontiagudas. Por meio de testes de DNA, tem-se comprovado que a maioria dos cultivos de *Chrysopogon zizanioides*, distribuídos entre mais de 120 países tropicais e subtropicais, são estéreis, apesar de apresentarem uma inflorescência de coloração avermelhada bastante atraente (PEREIRA, 2006).

Possuindo ampla faixa de adaptação às mais diversas condições ambientais, o capim vetiver pode sobreviver em solos áridos ou com alta umidade. É considerada uma planta xerófita e hidrófita. O vetiver pode vegetar em solos extremamente ácidos e básicos com pH que variam de 3,5 até 9,6, e altos níveis de saturação de alumínio de até 68%, desde que preencham os níveis adequados de nitrogênio e fósforo. Pode vegetar em solos leves, como os da beira de rios, até os bastantes argilosos, como os vertissolos que são frequentes nas savanas inundáveis (PEREIRA, 2006).

O capim vetiver possui inúmeras características de resistência e rusticidade não encontrados juntos em outra planta, Tabela 1.

Tabela 1. Características, rusticidade e resistência do capim vetiver.

| VETIVER (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) | |
|---|---|
| Tipos de Solo | Qualquer tipo de solo |
| Temperatura | -9 a 50° C |
| Índice de chuva/ano | 300 a 3.000mm |
| ConSORCIAÇÃO | Com leguminosas |
| Adubação | Fosfatada no plantio |
| Profundidade de plantio | 5,0 a 10,0 cm |
| Hábito de crescimento | Touceiras |
| Tolerância | Secas - fogo - geada - alagamento |
| Utilização | Controle de erosão / Retenção de sedimentos |
| Biomassa | 40 t/ha |
| Semeadura | Curvas de nível, em linha |
| Tempo de formação | 60 a 90 dias |

(Fonte: Pereira, 2006)

A função primordial dessa planta na agricultura é conservar os solos e águas, formando linhas localizadas que são barreiras vivas permeáveis controlando o efeito da erosão promovido pela ação das águas. Perpendiculares à direção dos ventos, controlam a erosão eólica, desde que devidamente espaçadas. Dependendo do grau de proteção às culturas, protege contra os processos erosivos, ajudando a reter mais a umidade no solo, promovendo a infiltração da água e reduzindo a evaporação promovida pelos ventos (PEREIRA, 2006).

3.2 CAPIM VETIVER NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

O capim vetiver pode ser usado para estabilizar rodovia, protegendo taludes de cortes e de aterros, encostas naturais e drenagem. A manutenção de rodovias é cara e, em geral, frequente. A aplicação do capim vetiver tem uma relação benefício/custo positiva, sendo uma solução duradoura. As barreiras formadas pelo vetiver controlam 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 (MADRUGA, et al., 2005).

As folhas do capim 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 herbicida natural (PEREIRA, 2006).

Segundo Pereira (2006), a falta de estabilização em áreas ao redor de estradas, taludes e lagoas podem contribuir para falhas estruturais e perdas valiosas de infraestrutura, incluindo residências familiares, e em alguns casos ocorrendo também perdas de vidas humanas. No controle de todos esses processos degradantes, tem-se comprovado a eficácia do vetiver como barreiras vivas. É uma prática bem mais econômica quando comparada a diversas outras utilizadas pela engenharia na recuperação e conservação de solos e águas.

As barreiras de vetiver não são impermeáveis, reduzem a velocidade do escoamento, filtrando e regulando a passagem de água, evitando a formação de sulcos, ravinas e boçorocas com conseqüente perda de solos e assoreamento de drenagens (MADRUGA et al., 2005).

3.3 ADUBAÇÃO ORGÂNICA E CARACTERIZAÇÃO DO ESTERCO BOVINO

Atualmente, a preocupação com a degradação ambiental renovou o interesse pelo uso da matéria orgânica, buscando atender os princípios da agricultura sustentável (SILVA et al., 2004).

Os adubos orgânicos, entretanto, não valem apenas pelos nutrientes que contém, mas também por seus efeitos benéficos nos solos. A matéria orgânica funciona como fonte de energia para microorganismos úteis, melhora a estrutura e o arejamento, a capacidade de armazenar umidade. Tem efeito regulador na temperatura do solo. Retarda a fixação do fósforo e, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC), ajuda a segurar potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes em formas disponíveis para as raízes, protegendo-as de lavagem ou lixiviação pela água das chuvas ou de irrigação (MALAVOLTA et al., 2002).

Segundo Malavolta et al. (2002), o esterco de curral, também chamado de estrume de curral, é o mais tradicional dos adubos orgânicos. É usado em países de agricultura mais evoluída e mais produtiva como também em regiões menos desenvolvidas e em desenvolvimento. A sua composição química varia com a espécie animal, o regime e a natureza das camas empregadas.

Atualmente, o uso do esterco de gado, assim como outras fontes de matéria orgânica, vem sendo muito utilizado pelos seus diversos benefícios ao solo, influenciando as suas propriedades físicas, químicas e biológicas (STEVENSON, 1994).

O esterco bovino aumenta a capacidade de troca catiônica e também a capacidade de retenção de água, como a porosidade do solo e a agregação do substrato. A eficiência do esterco depende do grau de decomposição, da origem do material, os teores de elementos essenciais às plantas e da dosagem empregada (SILVA et al., 2005). A utilização do esterco como adubação também proporciona uma redução dos custos de produção pelo menor uso de adubos e fertilizantes químicos nos plantios e conseqüentemente dá um destino ao grande volume de excremento produzido em várias propriedades rurais (LEKASIA et al., 2002).

Permitiu-se desta forma a melhoria de certas propriedades do solo, tais como: aumento da atividade biológica do solo, favorecendo a ciclagem de nutrientes; o controle de pragas e doenças; a retenção de água; evitando deficiências nutricionais ao longo do seu ciclo (SILVA et al., 2003).

3.4 PRODUÇÃO DE MUDAS

Segundo Troung et al. (2008), dividir brotos de capim vetiver a partir de uma touceira mãe exige cuidados, de modo que cada muda inclua pelo menos dois ou três brotos e uma parte da coroa. Após a separação, as mudas devem ser cortadas a 20 cm. A muda da raiz nua resultante pode ser mergulhada em vários tratamentos, incluindo hormônios de enraizamento, esterco de animais, lama de argila, ou simplesmente piscinas de água rasa, até aparecer novas raízes. Para um crescimento mais rápido as mudas devem ser mantidas em condições úmidas (molhadas) e ensolaradas até o transplante, e plantadas em um bom berçário.

Há quatro formas comuns de propagar o capim vetiver: (1) Separando mudas maduras das touceiras de vetiver ou plantas-mãe, que produzem mudas de raízes nuas (despidas) para o plantio imediato ou propagação em sacos de polietileno; (2) Usando várias partes de uma planta vetiver mãe; (3) Multiplicação de brotos in vitro ou micro propagação para a propagação em grande escala e; (4) Cultura de tecidos, utilizando uma pequena parte da planta para a propagação em larga escala (TRUONG et al., 2008).

3.5 CULTIVO EM AMBIENTE PROTEGIDO

O cultivo em ambiente protegido no Brasil não é muito recente, há registros de trabalhos no término dos anos 60. Entretanto, somente no fim dos anos 80 e, principalmente, no começo da década de 90 é que esta técnica de produção passou a ser amplamente utilizada (GRANDE et al., 2003).

O cultivo protegido se caracteriza pela construção de uma estrutura, para proteger as plantas contra os agentes meteorológicos e que permita a passagem da luz, já que essa é essencial a realização da fotossíntese. Este é um sistema de produção agrícola especializado, que possibilita certo controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica. Além do controle parcial das condições edafoclimáticas, o ambiente protegido permite a realização de cultivos em épocas que normalmente não seriam escolhidas para a produção a céu aberto, (PURQUERIO e TIVELLI, 2006).

O clima é fundamental para o desenvolvimento de plantas, os fatores climáticos como temperatura e luminosidade podem interferir de forma benéfica ou maléfica no desenvolvimento da planta, sendo assim, controlar esses fatores é de suma importância e o

uso do ambiente protegido vem somar a essa busca por melhores resultados (SANTOS et al., 2009).

3.5.1 Luminosidade como fonte de energia

Toda a vida na terra é sustentada pela energia radiante oriunda do sol, a qual as espécies convertem em energia química pelo complexo processo da fotossíntese. Segundo Castro & Garcia (1996, p.167, apud OKAFOR e DeDATTA, 1976; HARPER, 1977; e RANSOM e OELKE, 1982) consideram a luz como um dos componentes mais importantes para a sobrevivência das plantas e também como o principal fator limitante à produção das culturas.

A luz, fonte primária de energia relacionada à fotossíntese e a fenômenos morfogênicos, é um dos principais fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento vegetal. Todas as plantas têm habilidade para modificar o seu modelo de desenvolvimento em resposta ao ambiente luminoso (HOLT, 1995).

A luminosidade é um dos fatores limitantes para o desenvolvimento das plantas, pois as condições edafoclimáticas do ambiente refletem-se no crescimento e nas diferentes formas de adaptações (ANDRADE et al., 2004).

O sombreamento artificial é uma estratégia utilizada para minimizar a incidência de raios solares ou melhorar a qualidade deles, pois atingem diretamente as plantas, tornando possível assim, observar como funcionam os mecanismos de adaptações das plantas às adversidades (BEZERRA et al., 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a abril de 2017, na área experimental pertencente ao Centro Territorial de Educação Profissional (CETEP), localizado no município de Irecê, BA, sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude 11° 18' 15" S e longitude 41° 51' 21" W e altitude de 768 metros. A região apresenta clima semiárido, com média de temperatura máxima anual de 26,9°C mínima de 17,7°C, com pluviosidade média de 582 mm anuais. A análise de água foi realizada no Laboratório de Qualidade de Água no

4.2 SOLO UTILIZADO E ADUBAÇÃO

O solo utilizado para preenchimento das unidades experimentais foi areia lavada e secada ao ar por um período de 48 horas, espalhada em lona preta para melhor absorção de calor e esterilização natural. Foi utilizado como adubação orgânica o esterco bovino curtido.

4.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos por cinco níveis de adubação com esterco bovino (0, 10, 20, 30 e 40%) e dois tipos de ambientes (livre e protegido com tela de sombreamento de 80% de abertura).

4.4 CULTURA UTILIZADA

A cultura utilizada foi o capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) é bastante conhecido como estabilizador do solo e com capacidade para controlar a erosão, de fácil adaptação a solo e a clima, o que possibilita seu desenvolvimento em condições onde poucas plantas sobreviveriam.

4.5 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

Cada unidade experimental se constituiu de cano PVC cortado com o comprimento de um metro, diâmetro de 0,1 m e volume de 0,0078 m³.

Na parte inferior de cada unidade foram colocados sacos de polietileno com capacidade para 1 kg e afixado ao PVC com fita adesiva. Para a sustentação das unidades

experimentais no solo, na vertical, utilizou-se ripa de madeira, fixada por arame nas extremidades do cano.

A coluna de PVC foi preenchida de acordo com os tratamentos (solo + esterco bovino) e em seguida foram irrigados até a capacidade de campo, transplantando as mudas do capim vetiver no dia seguinte, as mudas utilizadas foram obtidas pela subdivisão de touceiras, Figura 1.

O transplântio das mudas foi realizado no dia 01 de março de 2017, colocando uma muda por unidade experimental.

Figura 1. Implantação do experimento em ambiente livre (A) e ambiente protegido (B).



Fonte: Próprio autor

4.6 TRATOS CULTURAIS

Não houve a necessidade de manejo de pragas e doenças, apenas o controle manual de plantas daninhas visando permitir o adequado crescimento e desenvolvimento das plantas de capim.

4.7 IRRIGAÇÃO

A irrigação foi realizada de forma manual, diariamente, durante os primeiros 15 dias para uma melhor fixação das mudas, e a partir do 15º dia iniciou com um turno de rega a cada dois dias até o fim do experimento. A quantidade de água utilizada por turno de rega foi de

0,5L para cada unidade experimental. A água utilizada nas irrigações foi proveniente de um poço artesiano localizado no CETEP do município de Irecê, BA, Tabela 2.

Tabela 2. Qualidade da água utilizada nas irrigações das unidades experimentais.

| Parâmetros | Valores |
|---|---------|
| Alcalinidade Total (mg L ⁻¹) | 1122 |
| Alcalinidade de Carbonato (mg L ⁻¹) | 0,0 |
| Alcalinidade de Bicarbonato (mg L ⁻¹) | 1122 |
| Condutividade Elétrica (uS cm ⁻¹) | 1,47 |
| Cloretos (mg L ⁻¹) | 184,34 |
| Cálcio (mg L ⁻¹) | 515,00 |
| Magnésio (mg L ⁻¹) | 222,50 |
| Ferro (mg L ⁻¹) | 0,0 |
| Nitrato (mg L ⁻¹) | 30,86 |
| Nitrito (mg L ⁻¹) | 0,02 |
| pH | 7,53 |
| Sólidos Totais Dissolvidos (mg L ⁻¹) | 766,10 |

Fonte: Próprio autor

4.8 PARÂMETROS AVALIADOS

4.8.1 Altura da parte aérea do capim vetiver

A leitura de altura da parte aérea da planta foi realizada aos 15, 30, 45, 60 dias após o transplante (DAT). As medidas foram realizadas utilizando uma fita métrica graduada em cm, a partir do solo até a folha mais expandida, Figura 2.

Figura 2. Leitura da parte aérea em ambiente livre



Fonte: Próprio autor

4.8.2 Número de brotos do capim vetiver

Iniciou-se a contagem de brotos emitidos a partir da primeira avaliação aos 15 DAT, seguindo com avaliações quinzenais até aos 60 DAT, totalizando quatro análises, Figura 3.

Figura 3. Contagem final de brotos em ambiente livre

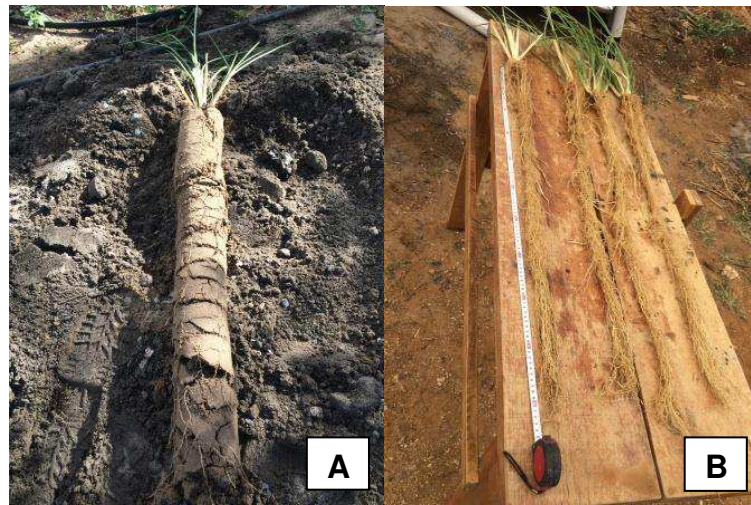


Fonte: Próprio autor

4.8.3 Comprimento de raiz

A leitura da parte radicular foi realizada na ocasião final do experimento. Após os 60 dias de avaliação as plantas foram retiradas das unidades de cano PVC e em seguida foi realizada a lavagem de toda a parte radicular, retirando todo acúmulo de solo para não influenciar na pesagem posteriormente. O comprimento de raiz foi avaliado com fita métrica graduada em cm, Figura 4.

Figura 4. Retirada das raízes dos canos PVC (A) e leitura do comprimento de raiz (B).



Fonte: Próprio autor

4.8.4 Produção de massa

A determinação de massa verde e seca foi realizada na ocasião do final do cultivo do capim, a pesagem foi realizada no laboratório de beneficiamento do CETEP-Irecê, utilizando balança semi-analítica, em seguida a massa foi colocada dentro de sacos de papel devidamente identificados na estufa de ar, Figuras 5, 6 e 7.

4.8.4.1 Massa verde da parte aérea e de raiz

Foi obtida após a pesagem da planta e raiz, de imediato à parte destrutiva. Foram utilizadas todas as unidades experimentais.

Figura 5. Separação de massa verde da parte aérea (A) e raiz (B).



Fonte: Próprio autor

4.8.4.2 Massa seca da parte aérea e de raiz

Foi obtida após a secagem de ambas em estufa com circulação de ar, a temperatura de 65° C, até atingir peso constante, concluindo o processo em 72 horas (ANDRADE et al., 2004). Foram utilizadas todas as unidades experimentais (Figuras 6 e 7).

Figura 6. Secagem do capim vetiver em estufa automatizada a 65° C.



Fonte: Próprio autor

Figura 7. Pesagem da massa seca da parte aérea (A) e de raiz (B).



Fonte: Próprio autor

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A avaliação estatística dos dados foi realizada no software Assistat 7.7 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2016), e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F. Para a comparação entre médias foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade e de regressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CRESCIMENTO EM ALTURA

Para altura de planta do capim vetiver, *C. zizanioides*, observou-se efeito significativo a 5% de probabilidade para as doses de esterco aos 15 dias após o transplântio (DAT) e aos 30, 45 e 60 DAT para os tipos de ambiente a 1% de probabilidade. Efeito significativo da interação foi constatado, apenas, aos 60 DAT a 5% de probabilidade, Tabela 3.

Tabela 3. Análise de variância das alturas de plantas de capim vetiver, para os 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio, adubadas com doses de esterco bovino em ambiente protegido e livre.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|----------------------|----|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 15 dias | 30 dias | 45 dias | 60 dias |
| Doses de esterco (A) | 4 | 119,59883* | 58,02967 ^{ns} | 86,62450 ^{ns} | 191,53117 ^{ns} |
| Tipo de Ambiente (B) | 1 | 11,78133 ^{ns} | 6426,96033** | 9777,68533** | 10990,18800** |
| A x B | 4 | 44,21717 ^{ns} | 258,95533 ^{ns} | 372,66450 ^{ns} | 645,64050* |
| Resíduo | 20 | 28,53667 | 138,16967 | 189,94133 | 167,77100 |
| Total | 29 | | | | |
| CV (%) | | 41,65 | 25,79 | 21,87 | 18,08 |

| Doses de esterco (%) | Médias de Altura (cm) | | | |
|----------------------|-----------------------|---------|---------|---------|
| | 15 dias | 30 dias | 45 dias | 60 dias |
| 0 | 16,92 a | 45,68 a | 60,85 a | 73,48 a |
| 10 | 17,28 a | 47,20 a | 65,32 a | 71,23 a |
| 20 | 7,20 b | 47,40 a | 67,97 a | 77,82 a |
| 30 | 9,47 ab | 40,17 a | 58,20 a | 62,50 a |
| 40 | 13,27 ab | 47,43 a | 62,77 a | 73,20 a |

| Tipo de Ambiente | | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Ambiente protegido | 13,45 a | 60,21 a | 81,07 a | 90,79 a |
| Ambiente livre | 12,20 a | 30,94 b | 44,97 b | 52,51 b |

*, ** e ns: Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL: Grau de liberdade e CV: coeficiente de variação.

FONTE: Próprio autor

Para as doses de esterco bovino, observou-se que não houve diferença significativa de altura a partir dos 30 DAT. Aos 15 DAT, a dose de 10% obteve maior média, quando comparadas com as demais. Aos 30 DAT a dose de 40% obteve maior média em altura, porém não apresentou diferença significativa entre às outras doses. Quando aos 45 DAT, a dose de 20% apresentou maior média, mas não diferiu significativamente das demais doses. Aos 60 DAT, mesmo não apresentando diferença significativa a dose de 20% de esterco bovino foi a que proporcionou maior crescimento para as plantas de capim.

Somente a partir dos 30 DAT percebeu-se crescimento em altura de forma regular, comportamento provavelmente devido à taxa mais lenta, no início do ciclo, de mineralização dos compostos orgânicos em comparação com os fertilizantes minerais, onde sua aplicação ao solo garante às culturas disponibilização mais constante de nutrientes ao longo do ciclo. No entanto, os valores finais não apresentaram efeitos significativos, constatando-se que a aplicação de esterco bovino não influencia no crescimento em altura do capim vetiver, nas condições da pesquisa. Segundo Pereira (2006), o capim vetiver tem um baixo custo de implantação e manutenção, não necessitando de adubação, dada sua rusticidade e tolerância à seca, ao fogo e ao alagamento.

Quanto aos ambientes, o protegido favoreceu o crescimento em altura, não apresentando efeito significativo aos 15 DAT, mas superando o ambiente livre em 94,6; 80,3 e 72,9% para os 30, 45 e 60 DAT, respectivamente. O maior crescimento em altura se deu no ambiente protegido, 90,79 cm, aos 60 DAT, ao passo que, em condições de completa exposição à radiação solar obteve menor resultado, 52,51cm. Uma vez que o maior crescimento em altura não necessariamente representa um maior desenvolvimento da planta, provavelmente, o maior crescimento observado no ambiente protegido pode ser devido à ocorrência de estiolamento.

Dan et al. (2010), Martuscello et al. (2009) e Santos (2009), demonstraram comportamento semelhante ao avaliarem influência do sombreamento sobre o desenvolvimento de plantas, constataram que o ambiente sombreado proporcionou maior altura de plantas. Segundo Souza et al. (2007), o cultivo de várias espécies de gramíneas forrageiras sob diferentes níveis de redução da intensidade luminosa resultou em plantas mais altas e com colmos mais longos, o que seria uma compensação pela redução da luminosidade.

5.2 NÚMERO DE BROTOS

Para números de brotos do capim vetiver observou-se efeito significativo das doses de esterco bovino aos 30, 45 e 60 DAT e em relação aos tipos de ambiente um efeito significativo a 1% de probabilidade para todos os períodos de avaliação. Não se constatou efeito significativo da interação entre as variantes doses de esterco e tipo de ambiente, Tabela 4.

Para as doses de esterco, observou-se que aos 15 DAT a dose de 40% alcançou maior resultado, com 1,0 brotos por planta, mas não apresentando efeito significativo, provavelmente devido ainda a ocorrência do processo de fixação da planta ao solo e substrato.

Aos 30 DAT observa-se que o número de broto permaneceu estável para todas as doses com exceção da dose de 20% que aumentou para 0,83. Aos 45 DAT verificou-se que o surgimento de brotos foi mais significativo quando comparadas as leituras anteriores, as doses de 10 e 40% foram superiores, se diferindo significativamente das demais doses. Aos 60 DAT o maior número de brotos seguiu a mesma tendência observada na leitura anterior (45 DAT), nas doses de 10 e 40%, obtendo média de 6,0 brotos por planta, não diferenciando significativamente das doses 0 e 30%. Portanto, constata-se que a aplicação de esterco bovino como adubação influencia no surgimento de brotos do capim vetiver, nas condições da pesquisa. Junior e Monteiro (2003) verificaram aumento quadrático do número de brotos do capim Mombaça com o aumento de doses de nitrogênio.

Tabela 4. Análise de variância do número de brotos de plantas de capim vetiver, para os 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante, adubadas com doses de esterco bovino em ambiente protegido e livre.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| | | 15 dias | 30 dias | 45 dias | 60 dias |
| Doses de esterco (A) | 4 | 0,36667 ^{ns} | 0,41667 [*] | 3,21667 ^{**} | 13,58333 [*] |
| Tipo de Ambiente (B) | 1 | 1,63333 ^{**} | 2,13333 ^{**} | 70,53333 ^{**} | 145,20000 ^{**} |
| A x B | 4 | 0,30000 ^{ns} | 0,21667 ^{ns} | 1,11667 ^{ns} | 1,28333 ^{ns} |
| Resíduo | 20 | 0,13333 | 0,10000 | 0,70000 | 3,60000 |
| Total | 29 | | | | |
| CV (%) | | 57,66 | 47,43 | 36,91 | 40,66 |
| Doses de esterco (%) | Médias de brotos | | | | |
| | 15 dias | 30 dias | 45 dias | 60 dias | |
| 0 | 0,33 b | 0,33 b | 1,17 b | 5,00 ab | |
| 10 | 0,67 ab | 0,67 ab | 3,00 a | 6,00 a | |
| 20 | 0,67 ab | 0,83 ab | 2,00 ab | 2,50 b | |
| 30 | 0,50 ab | 0,50 ab | 2,33 ab | 3,83 ab | |
| 40 | 1,00 a | 1,00 a | 2,83 a | 6,00 a | |
| Tipo de Ambiente | | | | | |
| Ambiente protegido | 0,40 b | 0,40 b | 0,73 b | 2,47 b | |
| Ambiente livre | 0,87 a | 0,93 a | 3,80 a | 6,87 a | |

*, ** e ns: Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL: Grau de liberdade e CV: coeficiente de variação.

FONTE: Próprio autor

Quanto aos ambientes, o livre favoreceu o surgimento de brotos, superando o ambiente protegido em 117,5; 132,5; 420,55 e 178,14% para os 15, 30, 45 e 60 DAT, respectivamente. Verificou-se 6,87, número de brotos por unidade experimental, aos 60 DAT em ambiente livre, resultado superior ao ambiente protegido, que foi de 2,47 por unidade experimental;

provavelmente devido a uma maior absorção da radiação solar, fator essencial para o aumento de produção e surgimento de brotos na maioria das culturas.

Abraão et al. (2015), Santos (2009), Carvalho et al. (1995) e Martuscello et al. (2009), observando o comportamento do número de brotos de gramíneas forrageiras em ambiente livre e com sombreamento, obtiveram resultados semelhantes, verificando o aumento do nível de sombreamento reduziu linearmente o número de brotos por planta. Segundo Andrade et al. (2004), a luminosidade é um dos fatores limitantes para o desenvolvimento das plantas, pois as condições edafoclimáticas do ambiente refletem-se no crescimento e nas diferentes formas de adaptações.

5.3 PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E SECA (PARTE AÉREA E RAIZ) E COMPRIMENTO DE RAIZ

Para doses de esterco bovino observou-se efeito significativo para massa verde de raiz (MVR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e comprimento de raiz (CR), apenas a variável massa verde da parte aérea (MVPA) não apresentou significância. Quanto aos tipos de ambiente verificou-se efeito significativo para todas as variáveis avaliadas a 1% de probabilidade. Quanto a interação (doses de esterco x tipo de ambiente) não foi constatado efeito significativo, apenas, para o comprimento de raiz das plantas de capim, Tabela 5.

Para as doses de esterco bovino, observou-se que os maiores valores de MVPA e MVR foram observados quando se aplicou 10% de esterco, com médias de 26,70 e 17,80g, respectivamente. O mesmo observou-se para os menores valores das variáveis supracitadas, onde a dose de 30% proporcionou as médias 15,70 e 9,17g, respectivamente. Quanto a MSPA, observou-se que o maior resultado foi obtido para o tratamento sem esterco bovino, com 5,05g e menor valor quando se aplicou o tratamento de 20%, 2,72g, no entanto, as doses não se diferiram estatisticamente entre si. Já para a MSR, verificou-se maior resultado quando a dose utilizada foi de 10% e menor para 30%, contudo, mesma tendência observada para a MVR. Blank et al. (2005), obtiveram melhores resultados em massa seca com aplicação de esterco de galinha como adubo.

Para comprimento de raiz (CR), observou-se resultado gradativo, com maior altura para a ausência de esterco bovino onde se diferiu significativamente das demais doses; as doses de 10, 20 e 30% não apresentaram diferenças significantes.

Tabela 5. Análise de variância da massa verde da parte aérea (MVPA), massa verde de raiz (MVR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e comprimento de raiz (CR) das plantas de capim vetiver, adubadas com doses de esterco bovino em ambiente protegido e livre.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | |
|----------------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | MVPA | MVR | MSPA | MSR | CR |
| Doses de esterco (A) | 4 | 97,27800 ^{ns} | 78,22033 ^{**} | 8,96935 [*] | 12,97200 [*] | 2749,62367 ^{**} |
| Tipo de Ambiente (B) | 1 | 2360,3070 ^{**} | 2789,81633 ^{**} | 268,74147 ^{**} | 400,40533 ^{**} | 3958,30533 ^{**} |
| A x B | 4 | 237,87367 ^{**} | 85,37967 ^{**} | 11,43072 [*] | 20,44367 ^{**} | 331,65700 ^{ns} |
| Resíduo | 20 | 34,38767 | 14,04567 | 2,90940 | 3,29433 | 168,42033 |
| Total | 29 | | | | | |
| CV (%) | | 28,04 | 29,75 | 47,64 | 27,31 | 28,59 |
| Doses de esterco (%) | Médias (g) | | | | | |
| | MVPA | MVR | MSPA | MSR | CR (cm) | |
| 0 | 19,33 ab | 14,77 ab | 5,05 a | 6,53 ab | 79,93 a | |
| 10 | 26,70 a | 17,80 a | 4,72 a | 8,52 a | 50,92 b | |
| 20 | 20,63 ab | 11,27 b | 2,72 a | 7,28 ab | 38,78 bc | |
| 30 | 15,70 b | 9,17 b | 2,35 a | 4,48 b | 28,80 bc | |
| 40 | 22,18 ab | 9,93 b | 3,07 a | 6,42 ab | 28,45 c | |
| Tipo de Ambiente | | | | | | |
| Ambiente protegido | 12,04 b | 2,95 b | 0,59 b | 2,99 b | 33,90 b | |
| Ambiente livre | 29,78 a | 22,24 a | 6,57 a | 10,30 a | 56,87 a | |

*, ** e ns: Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL: Grau de liberdade e CV: coeficiente de variação.

FONTE: Próprio autor

Quanto aos ambientes todos os parâmetros avaliados (MVPA, MVR, MSPA, MSR e CR) foram favorecidos, positivamente, pelo ambiente sem cobertura. Diante dos resultados o capim vetiver demonstra uma melhor adaptação para ambientes abertos com luminosidade disponível, provavelmente devido a sua rusticidade, tornando-se um fator favorável economicamente para o produtor. Junior e Sousa (2012) observaram que a produção de matéria seca tende a diminuir conforme o aumento do nível de sombreamento aumenta. Peres (2005) relata que a menor quantidade de acúmulo de massa seca nas raízes em condições de baixa luminosidade pode ser justificada pela alocação de fotoassimilados para o crescimento do caule. Martuscello et al. (2009), observaram que houve considerável redução no crescimento de raízes ao aumento do nível de sombreamento.

Em relação ao desdobramento das variedades dentro de cada ambiente (Tabela 6), pode-se notar que houve diferença significativa para todas as variáveis em relação a todas as doses de esterco bovino utilizadas nos tratamentos.

Na Tabela 6, para MVPA em ambiente protegido, observa-se que D3 apresentou maior média e menor em D1 que se diferenciou significativamente das demais doses; em ambiente livre D2 apresentou maior resultado, apresentando diferenças significantes às demais doses, e menor valor para D4 que não diferenciou significativamente de D3. A MVR em ambiente

protegido, as médias das doses não apresentam diferenças significantes entre si; em ambiente livre as médias de D1 e D2, assim como as médias de D3, D4 e D5 não apresentaram diferenças significantes. Quanto a MSPA em ambiente protegido, às médias das doses não apresentaram diferenças significativas entre si, já em ambiente livre D1 apresentou a maior produção média de massa, D3 não diferiu de D4, estatisticamente.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre os fatores tipo de ambiente x doses de esterco para as variáveis: massa verde da parte aérea (MVPA), massa verde de raiz (MVR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) das plantas de capim vetiver, adubadas com doses de esterco bovino em ambiente protegido e livre.

| Ambiente | Doses | | | | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | D1(0%) | D2(10%) | D3(20%) | D4(30%) | D5(40%) |
| MVPA | | | | | |
| Ambiente Protegido | 3,27 bB | 11,53 abB | 18,33 aA | 10,37 abB | 16,70 abB |
| Ambiente Livre | 35,40 abA | 41,93 aA | 22,93 bcA | 21,03 cA | 27,67 abcA |
| MVR | | | | | |
| Ambiente Protegido | 1,60 aB | 3,50 aB | 3,83 aB | 2,27 aB | 3,57 aB |
| Ambiente Livre | 27,93 aA | 32,10 aA | 18,70 bA | 16,07 bA | 16,40 bA |
| MSPA | | | | | |
| Ambiente Protegido | 0,27 aB | 0,57 aB | 0,87 aB | 0,53 aB | 0,70 aB |
| Ambiente Livre | 9,83 aA | 8,87 abA | 4,57 cA | 4,17 cA | 5,43 bcA |
| MSR | | | | | |
| Ambiente Protegido | 0,93 aB | 2,80 aB | 4,97 aB | 2,50 aB | 3,77 aB |
| Ambiente Livre | 12,13 abA | 14,23 aA | 9,60 bcA | 6,47 cA | 9,07 bcA |

Médias seguidas de mesma letra minúsculas não diferem significativamente entre linhas (vertical) e letras maiúsculas entre colunas (horizontal).

FONTE: Próprio autor

E para MSR em ambiente protegido, D3 apresentou maior média, contudo, as médias das doses não apresentaram diferenças significantes entre si; em ambiente livre, D2 apresentou maior média, diferindo significativamente das outras doses; não houve diferença significativa entre D3 e D5, sendo D4 o menor resultado. No entanto, nota-se que os resultados em ambiente livre foram significativos, superando o ambiente protegido em todos os parâmetros avaliados para as condições da pesquisa.

6 CONCLUSÃO

A ausência de esterco bovino contribuiu para o maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de capim vetiver.

A dose de 10% de esterco bovino proporcionou maior número de brotos, massa verde da parte aérea, massa verde de raiz e massa seca de raiz.

O ambiente livre proporcionou o maior desenvolvimento das plantas de capim vetiver.

REFERÊNCIA

- ABRAÃO, N. S.; REIS, F. Y.; JULIANI, M. S.; PINTO, L. V., & PEREIRA, M. W. (2015). **Desenvolvimento do capim vetiver em solos de classe textural argilosa e arenosa**. pp. 1-9.
- ANDRADE, C. M. S. de.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C., & VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.3, p.263-270, mar. 2004.
- ARRIGONI-BLANK, M. de. F.; BLANK, A. F.; SANTOS, T. C. .Produção de mudas de vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) com uso de diferentes substratos. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 597-604, Maio/Junho 2013.
- BEZERRA NETO, F., ROCHA, R.H.C., ROCHA, R.C.C., NEGREIROS, M.Z., LEITÃO, M.M.V.B.R., NUNES, G.H.S. & ESPÍNOLA SOBRINHO, J. 2005. Produtividade de alfaca em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, 23(2): 189-192.
- BLANK, A. F.; SILVA, P de A.; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; SILVA-MANN, R. & BARRETO, M. C. de V. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. *Genovese*. **Revista Ciência Agronômica**, Vol. 36, nº 2, maio - ago., 2005: 175 -180.
- CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. C. Crescimento Inicial de Cinco Gramíneas Tropicais em um Sub-Bosque de Angico Vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.), **Pasturas Tropicais**, v. 17, n. 1, 1995.
- CASTRO, C. R. T de.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n.1, p. 167-174. 1996.
- DAN, H. A.; CARRIJO, M. S.; CARNEIRO, D. F.; COSTA, K. A. de P.; SILVA, A. G. Desempenho de plantas sorgo granífero sobre condições de sombreamento. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 675-679, 2010.
- GRANDE, L.; LUZ, J. M. Q.; MELO, B.; LANA, R. M. Q.; CARVALHO, J. O. M. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 241-244, 2003.
- HOLT, J.S. 1995. Plant response to light: a potencial tool for weed management. **Weed Science**, 43: 474-482.
- JOSÉ, A. C.; VIDE, A. C. da; OLIVEIRA, S. L. de. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, abr/jun. 2005.
- JUNIOR, J. L. e MONTEIRO, F. A. Perfilhamento, área foliar e sistema radicular do capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1068-1075, 2003.

JUNIOR, R. G. C. e SOUSA, L. F. **Produtividade, estrutura e morfogênese da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes níveis de sombreamento artificial com dois níveis de adubação.** Seminário de Iniciação Científica, Palmas, 2012.

LEKASIA, J. K.; TANNERB, C. S.; KIMANIA, K.; HARRIS, P. J. C. **Quality of cattle fertilizer in district of Maragua, Quênia central: effect of administration practices and development of simple methods of evaluation.** Kenya Institute of Agricultural Research, P. O. Box 57811, Nairobi, Kenya, Institute of Research of International Cattle, P. O. Box 30709, Nairobi, Kenya, HDRA, Ryton Organic Gardens, Coventry CV8 3LG, United Kingdom, 2002.

LIMA, J. D.; SILVA, M. da S. e.; MORAES, W. da S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (*Leguminosae, Caesalpinioideae*). **Acta Amazonica**, 2004.

MADRUGA, E. L.; SCHELLE, E. L.; SALOMÃO, F. 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.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F., & ALCARDE, J. C. (2002). **Adubos & Adubações: Adubos minerais e orgânicos, interpretação da análise de solo e prática da adubação.** São Paulo: Nobel.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. Produção de Gramíneas do Gênero *Brachiaria* sob Níveis de Sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 251-258, 2008.

NUNES, J. L. da S. **Adubação orgânica.** 2017. Net. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/FertilizantesOrganicos.aspx>. Acesso em: 01 de junho de 2017.

OLIVEIRA, A. N. P. de; OLIVEIRA, A. P. de; LEONARDO, F. de A. P.; CRUZ, I. da S.; SILVA, D. F. da. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 100-102, 2009.

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

PERES, C. A. Why we need megareserves in Amazonian forests. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 728-733, 2005.

PINTO, L. V. A.; PEREIRA, M. W. M.; SOUZA, R. X. de; PEREIRA, A. J.; COBRA, R. L. **Sobrevivência de mudas de capim vetiver (*Vetiveria zizanioides*) em raízes nuas e produzidas em saquinhos de polietileno plantadas em diferentes espaçamentos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, Bauru. Anais eletrônicos... Bauru: IBEAS, 2010.

- PURQUERO L. F. V., & TIVELLI S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. **Informações Tecnológicas**, 2006. Pesquisadores do Instituto Agrônomo (IAC). Centro de Horticultura, CP 28, 13001-970, Campinas, SP.
- SANTOS, C. G. (2009). Avaliação de Gramíneas Forrageiras Tropicais em Diferentes Níveis de Sombreamento. **Revista Científica de Produção Animal**. v. 16, n.1, p.68-78.
- SANTOS, L. L., JUNIOR, S. S., & NUNES, M. C. (2009). Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1 p. 83-93.
- SILVA, F. A. S.; e AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016. DOI:10.5897/AJAR2016.11522
- SILVA, J.; LIMA, S. P.; OLIVEIRA, M.; SILVA B. M. K. 2004. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira** 22:326-331.
- SILVA, M. N. B. da.; BELTRÃO, N. E. de M., & CARDOSO, D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Jun 2005, vol. 9, no. 2, p.222-228. ISSN 1415-4366.
- SILVA, P. A.; BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F. & BARRETO, M. C. V. 2003. Efeito da adubação orgânica e mineral na produção de biomassa e óleo essencial do Capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf]. **Revista Ciência Agronômica** 34:5-9.
- SOUMARE, M.; TACK, F. M. G.; VERLOO, M. G. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. **Bioresource Technology**, v. 86, n. 1, p. 15-20, 2003.
- SOUZA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e Valor Nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um Sistema Silvopastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry Genesis, composition, reactions**. New York, John Wiley, 496p, 1994.
- TRUONG, P.; PINNERS, E.; VAN, T. T. (eds.). 2008. **Aplicações do sistema vetiver manual técnico de referência: Segunda Edição** (a cores). Publicado pela Rede Internacional de Vetiver Capa por Lily Grimshaw.
- VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMAI, M. A. N.; PEDROSAI, M. W.; SANTOS, M. R. dos. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2010.
- VIEIRA, M. C.; HEREDIA, Z. N. A.; RAMOS, M. B. M. Produção de biomassa de *Mentha x villosa* Huds e *Mentha cf. longifolia*, em função de cama-de-aviário semidecomposta e de épocas de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 4, n. 2, p. 25-29, 2002.