

Desenvolvimento do capim vetiver cultivado em diferentes ambientes e adubado com esterco bovino

Leonardo Oliveira Santos Medeiros^[1], Maria Teresa Cristina Coelho do Nascimento^[2], Joelma Sales dos Santos^[3], Ilza Maria do Nascimento Brasileiro^[4], Carlos Alberto Vieira de Azevedo^[5]

[1] leonardo_engenharia@hotmail.com. Faculdade Metropolitana/Pós-Graduação em Gestão do Agronegócio. [2] teresacristina.eng@gmail.com. Universidade Federal de Campina Grande/Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. [3] joelma_salles@yahoo.com.br. Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. [4] ilzabras@ufcg.edu.br. Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. [5] cvieiradeazevedo@gmail.com. Universidade Federal de Campina Grande/Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento do capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) cultivado em colunas de PVC e adubado com diferentes níveis de esterco bovino sob condições de ambiente distintas. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco níveis de esterco bovino (0%, 10%, 20%, 30% e 40%) e dois tipos de ambiente (ambiente livre e ambiente protegido com tela de sombreamento de 80% de abertura), totalizando 30 unidades experimentais. Foram realizadas avaliações referentes à altura de planta e ao número de brotos aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio (DAT). Aos 60 DAT, no final do experimento, as plantas foram separadas para determinação do comprimento da raiz e da produção de massa verde e seca da parte aérea e da raiz. Os resultados obtidos permitiram constatar que a ausência de esterco bovino contribuiu para o maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de capim vetiver. O nível de 10% de esterco bovino proporcionou maior número de brotos e acréscimo na massa verde da parte aérea e nas massas verde e seca da raiz. O ambiente livre proporcionou o maior desenvolvimento das plantas de capim vetiver.

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

ABSTRACT

*The objective of this work was to evaluate the development of vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) cultivated in PVC columns and fertilized with bovine manure levels under different ambient conditions. The experiment was installed in a completely randomized design, with three replications, in a factorial scheme 5 x 2 being five levels of bovine manure (0%, 10%, 20%, 30% and 40%) and two types of environments (free and protected environment with 80% opening shade), totalizing 30 experimental units. Evaluations were carried out regarding plant height and number of shoots to 15, 30, 45 and 60 days after transplanting (DAT). At 60 DAT at the end of the experiment, the plants were separated to determine the root length and the production of green and dry mass of the aerial part and the root. The results obtained showed that the absence of bovine manure contributed to the greater development of the root system of vetiver grass plants. The 10% level of bovine manure provided a greater number of sprouts and increase in the green mass of the aerial part and green dry mass of the root. The free environment provided the greatest development of vetiver grass plants.*

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

1 Introdução

A falta de estabilização de solos em áreas em torno de estradas, taludes e lagoas pode contribuir para falhas estruturais e perdas valiosas de infraestrutura, incluindo residências familiares, ocorrendo também, em alguns casos, perda de vidas humanas. No controle de todos esses processos degradantes, tem-se comprovado a eficácia do capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) como cobertura da superfície, sendo essa uma prática viável e bem mais econômica quando comparada a diversas outras utilizadas pela engenharia na recuperação e conservação de solos (VIEIRA *et al.*, 2016).

Nesse sentido, é perceptível o interesse em torno do capim vetiver, associado principalmente aos seus diversos usos, entre eles a extração de um óleo essencial de importância econômica produzido por suas raízes, como também à sua perfilhação abundante, às raízes numerosas e longas e à sua propagação vegetativa, cujo uso possibilita a recuperação de áreas degradadas e o tratamento de águas contaminadas (ARRIGONI-BLANK; BLANK; SANTOS, 2013).

Vários fatores influenciam a qualidade das mudas, entre eles a escolha do substrato – uma adubação preferencialmente de fácil acesso aos produtores – e as condições climáticas do ambiente de produção. A eficiência do crescimento pode ser relacionada à habilidade de adaptação das mudas às condições luminosas do ambiente, sendo o desenvolvimento de alguns indivíduos satisfatório em ambientes com baixa ou alta luminosidade, o que é atribuído à capacidade da espécie de ajustar rapidamente seu modelo de alocação de biomassa e comportamento fisiológico (LIMA *et al.*, 2008).

Com a elevação do preço dos fertilizantes minerais nos últimos anos, a procura por fontes alternativas de nutrientes tem aumentado (VIDIGAL *et al.*, 2010). Como opção, o uso de adubos orgânicos melhora a agregação do solo, especialmente porque influencia sua capacidade de retenção de água e a infiltração, bem como a drenagem, aeração, temperatura e penetração de raízes (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Entre os adubos orgânicos, o mais conhecido e utilizado é o esterco, oriundo dos excrementos sólidos e líquidos

dos animais, podendo eventualmente estar misturado com restos vegetais (NUNES, 2016). O uso de esterco bovino como adubo orgânico possibilita um aumento considerável de macro e micronutrientes no solo, fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das plantas (GONÇALVES *et al.*, 2014). Além disso, a utilização de recursos naturais e das atividades biológicas na adubação, sob o paradigma orgânico, mantém e melhora a fertilidade do solo (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014).

O sombreamento artificial é uma estratégia utilizada para minimizar a incidência de raios solares que atingem diretamente as plantas ou melhorar a qualidade deles, tornando possível, assim, observar como funcionam os mecanismos de adaptação e as características das plantas frente às adversidades, bem como fazer inferências sobre condições de manejo (BEZERRA NETO *et al.*, 2005; GAZOLLA-NETO *et al.*, 2013).

O capim vetiver é de fácil adaptação e pode ser utilizado no controle de sedimentos, na fitorremediação, na estabilização de encostas e no tratamento de água. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desenvolvimento do capim vetiver adubado com diferentes níveis de esterco bovino em dois tipos de ambiente.

2 Método da pesquisa

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 e mínima de 17,7 °C, com pluviosidade média de 582 mm anuais.

O solo utilizado para preenchimento das unidades experimentais foi areia lavada e seca ao ar por um período de 48 horas, espalhada em lona preta para melhor absorção de calor e esterilização natural; suas características encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química da amostra de areia lavada utilizada no preenchimento das unidades experimentais

CE	pH	H	CTC	Sat. bases	N total	P	C	MO
(dS m-1)		(cmolc dm-3)		(%)	g kg-1	(mg dm-3)	----- (g kg-1) -----	
0,09	8,21	0,34	4,70	93,10	0,31	78,51	2,71	4,62

Fonte: Dados da pesquisa

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, sendo os tratamentos constituídos por cinco níveis de adubação com esterco bovino (0%, 10%, 20%, 30% e 40%) e dois tipos de ambiente (ambiente livre e ambiente protegido com tela de sombreamento de 80% de abertura,

com 0,5 m nas laterais e 1,5 m de altura), com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais. O esterco bovino foi coletado em propriedades rurais da região, deixado em repouso por 30 dias e, em seguida, encaminhado ao laboratório onde foi analisado quimicamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Análise química do esterco bovino utilizado na adubação das mudas do capim vetiver

N	Umidade	MO	P2O5	K2O	Ca	Mg	S	Na	pH	C/N
----- (%) -----						----- (mg kg-1) -----				
1,30	41	47	1,57	1,71	1,52	0,51	0,22	ausente	7,8	19:01

Fonte: Dados da pesquisa

A cultura utilizada foi o capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty), bastante conhecido como estabilizador do solo e com capacidade para controlar a erosão, de fácil adaptação ao solo e ao clima, o que possibilita seu desenvolvimento em condições nas quais poucas plantas sobreviveriam. O transplântio das mudas foi realizado no dia 1 de março de 2017, colocando uma muda por unidade experimental, composta por um cano PVC cortado, com 1 m de comprimento, 0,1 m de diâmetro e volume de 0,0078 m³.

Na parte inferior de cada unidade experimental, foram colocados saquinhos de polietileno com capacidade para 1 kg, afixados ao PVC com fita adesiva. Para a sustentação do 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), que, em seguida, foram irrigados até a capacidade de campo; as mudas do capim vetiver foram transplantadas no dia seguinte, tendo sido obtidas pela subdivisão de touceiras.

A irrigação foi realizada de forma manual, diariamente, durante os primeiros 15 dias para uma melhor fixação das mudas; a partir do 15º dia, iniciou-se um turno de rega a cada dois dias até o final do experimento. A água utilizada nas irrigações foi proveniente de um poço artesiano do CETEP, cujas características químicas estão expressas na Tabela 3.

Tabela 3 – Características químicas da água utilizada na irrigação

pH	CE	AT	Cl-	Ca	Mg	Fe	NO3-	NO2-	TDS
	uS cm-1	----- (mg L-1) -----							
7,53	1,47	1122	184,34	515,00	222,50	ausente	30,86	0,02	766,1

Fonte: Dados da pesquisa

Iniciou-se a contagem de brotos emitidos a partir da primeira avaliação, aos 15 dias após o transplântio (DAT), seguindo com avaliações quinzenais até os 60 DAT, totalizando quatro avaliações. A leitura da altura da parte aérea também foi realizada quinzenalmente, utilizando-se uma fita métrica graduada, a partir do solo até a folha mais expandida. No final do experimento,

aos 60 DAT, as plantas foram retiradas das unidades experimentais, após o amolecimento do solo com água de irrigação; em seguida, foi realizada a lavagem de toda a parte radicular, retirando-se todo acúmulo de solo para não influenciar a pesagem posteriormente. O comprimento de raiz foi medido com fita métrica graduada em milímetros. A determinação de

massa verde e seca foi realizada no laboratório de beneficiamento do CETEP, utilizando-se balança semianalítica. Logo após a pesagem da parte aérea e da raiz, o material foi colocado em sacos de papel devidamente identificados, encaminhados em seguida a estufa com circulação forçada de ar, em temperatura de 65 °C, até atingir peso constante, sendo o processo concluído em 72 horas (ANDRADE *et al.*, 2004).

A avaliação estatística dos dados foi realizada no *software* SISVAR (FERREIRA, 2011), e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para a comparação entre médias dos dois tipos de ambiente, foi utilizado o teste de Tukey ($p < 0,05$), e

os níveis de esterco bovino foram submetidos ao teste de regressão.

3 Resultados e discussão

Para a altura de planta do capim vetiver, observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) em função do esterco bovino aos 15, 30 e 60 dias após o transplante (DAT), e aos 30, 45 e 60 DAT, houve efeito significativo ($p < 0,01$) em função do tipo de ambiente. Em relação à interação dos dois tratamentos, níveis de esterco e ambiente, houve diferenças significativas ($p < 0,05$; $p < 0,01$) aos 30 e 60 DAT, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Análise de variância das alturas das plantas do capim vetiver, para os 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante, em função dos níveis de esterco bovino e do tipo de ambiente

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
Níveis de esterco (A)	4	90,7505*	180,3555*	183,6141ns	290,2191*
Tipo de ambiente (B)	1	39,2163ns	7603,3920**	11252,0333**	9110,6613**
A x B	4	37,2605ns	193,6878*	379,0341ns	850,3838**
Resíduo	20	24,1616	58,9006	138,1960	79,7056
Total	29				
IV (%)		21,26	9,45	10,54	7,37
Níveis de esterco (%)		Médias de Altura (cm)			
0,0		16,91	45,66	60,85	73,48
10,0		17,28	55,61	71,88	62,66
20,0		8,11	45,11	67,96	77,81
30,0		11,13	40,63	58,20	62,50
40,0		13,26	47,43	62,76	73,20
Tipo de ambiente					
Ambiente protegido		14,48 a	62,81 a	83,70 a	87,36 a
Ambiente livre		12,20 a	30,97 b	44,96 b	52,52 b

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

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme se observa na Tabela 4, aos 15, 30 e 45 DAT, com o nível de 10% de esterco bovino, obteve-se maior média de altura do capim vetiver, quando comparado com os demais níveis. Aos 60 DAT, o nível de 20% de esterco promoveu maior média em altura de planta dessa cultura. Esses resultados ocorreram provavelmente devido à taxa mais lenta de mineralização dos compostos orgânicos no início do ciclo da cultura, pois sua aplicação no solo garante às culturas uma disponibilização mais constante de nutrientes ao longo do ciclo, diferentemente do que ocorre com os fertilizantes minerais. No entanto, segundo Marques *et al.* (2014), o capim vetiver

pode ser utilizado em programas de recuperação de áreas sem nenhum trato cultural, pois é uma espécie bastante tolerante às condições de baixa disponibilidade de nutrientes e de água, podendo apresentar sobrevivência e crescimento significativo em condições extremas.

Quanto aos dois tipos de ambiente, o caracterizado como protegido favoreceu o crescimento em altura do capim e, mesmo não apresentando efeito significativo aos 15 DAT, superou o ambiente livre em 94,6%, 80,3% e 72,9% para os 30, 45 e 60 DAT, respectivamente. O maior crescimento em altura de planta se deu no ambiente protegido, 87,36 cm aos 60 DAT, ao passo

que, em condições de completa exposição à radiação solar, houve menor resultado de altura, 12,20 cm aos 15 DAT. Contudo, maior crescimento em altura não necessariamente representa maior desenvolvimento da planta; provavelmente, o maior crescimento observado no ambiente protegido pode se dever à ocorrência de estiolamento. Alguns autores, como Dan *et al.* (2010) e Martuscello *et al.* (2009), demonstraram comportamento semelhante ao avaliarem influência do

sombreamento sobre o desenvolvimento de plantas, constatando que o ambiente sombreado proporcionou maior altura de plantas. Já a radiação solar excessiva, segundo Gazolla-Neto *et al.* (2013), pode prejudicar o crescimento das plantas por dois principais fatores – a influência negativa da fotossíntese e o aumento da taxa respiratória –, reduzindo, assim, a fotossíntese líquida e a produção de massa vegetal.

Tabela 5 – Análise de variância do número de brotos das plantas do capim vetiver, para os 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante, em função dos níveis de esterco bovino e dos tipos de ambientes

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
Níveis de esterco (A)	4	0,3666ns	0,4166*	3,2166**	13,5833*
Tipo de ambiente (B)	1	1,6333**	2,1333**	70,5333**	145,2000**
A x B	4	0,3000ns	0,2166ns	1,1166ns	1,2833ns
Resíduo	20	0,1333	0,1000	0,7000	3,6000
Total	29				
IV (%)		33,29	27,38	21,30	23,47
Níveis de esterco (%)		Médias de Brotos			
0,0		0,33	0,33	1,16	5,00
10,0		0,66	0,66	3,00	6,00
20,0		0,66	0,83	2,00	2,50
30,0		0,50	0,50	2,33	3,83
40,0		1,00	1,00	2,83	6,00
Tipo de ambiente					
Ambiente protegido		0,40 b	0,40 b	0,73 b	2,46 b
Ambiente livre		0,86 a	0,93 a	3,80 a	6,86 a

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

Fonte: Dados da pesquisa

Para o número de brotos do capim vetiver, observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) dos níveis de esterco bovino aos 30 e 60 DAT e $p < 0,01$ aos 45 DAT. Em relação aos tipos de ambiente, houve efeito significativo ($p < 0,01$) para todos os períodos de avaliação. Porém, não se constatou efeito significativo da interação entre os tratamentos níveis de esterco e ambiente (Tabela 5).

Para os níveis de esterco, observou-se que, aos 15 DAT, mesmo não havendo efeito significativo, provavelmente devido ao tempo necessário para a ocorrência do processo de fixação da planta e interação do substrato com o solo, o nível de 40% alcançou maior resultado, com 1,0 broto por planta. Aos 30 DAT, observa-se que o número de brotos permaneceu praticamente estável para todos os níveis de esterco; apenas o nível de 20% apresentou

aumento de 0,66 para 0,83 brotos, aos 15 e aos 30 DAT, respectivamente. Aos 45 DAT, verificou-se que o surgimento de brotos foi mais significativo; os níveis de 10% e de 40% foram superiores, diferindo significativamente dos demais níveis nesse período de avaliação. Aos 60 DAT, o maior número de brotos seguiu a mesma tendência observada na leitura anterior (45 DAT): nos níveis de 10% e 40%, obteve-se média de 6,0 brotos por planta, diferenciando-se significativamente dos níveis 0%, 20% e 30% de esterco bovino.

Portanto, constata-se que a aplicação de esterco bovino como adubação orgânica influenciou o surgimento de brotos do capim vetiver, nas condições da presente pesquisa. A não significância dos resultados obtidos para o número de brotos em função dos níveis de esterco bovino, aos 15 DAT, pode

ter ocorrido devido ao fato de a aplicação de esterco ter sido realizada apenas no início do experimento, de acordo com cada tratamento, e o transplante ter sido feito logo em seguida, não havendo tempo para o esterco ser curtido. Além disso, a irrigação também pode ter contribuído para que os nutrientes aplicados via adubação orgânica tenham sido perdidos por lixiviação. No entanto, é importante ressaltar que o nível de 40% de esterco obteve maior média de brotos por planta em todas as leituras, indicando que quantidades elevadas de esterco contribuem no surgimento de brotos do capim vetiver. De acordo com Oliveira *et al.* (2015), a incorporação de esterco em solos eleva os teores de matéria orgânica, promove maior capacidade de armazenamento e disponibilidade de água para a cultura e melhora a aeração do solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas.

Quanto ao tipo de ambiente, o ambiente livre favoreceu o surgimento de brotos, superando o ambiente protegido em 117,5%, 132,5%, 420,55% e 178,14% nos 15, 30, 45 e 60 DAT, respectivamente. Verificou-se 6,87 brotos por unidade experimental aos 60 DAT em ambiente livre, resultado superior ao do ambiente protegido, que foi de 2,47 por unidade experimental. Provavelmente essa diferença ocorreu devido a uma maior absorção da radiação solar no

ambiente livre, fator essencial tanto para o aumento de produção quanto para o surgimento de brotos na maioria das culturas. Abraão *et al.* (2015) e Martuscello *et al.* (2009), observando o comportamento do número de brotos de gramíneas forrageiras em ambiente livre e em ambiente com sombreamento, obtiveram resultados semelhantes, verificando que, ao aumentar o nível de sombreamento, reduziu-se linearmente o número de brotos por planta. Contudo, 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 adaptação daquelas.

Para os níveis de esterco bovino, foi observado efeito significativo ($p < 0,01$) na massa verde da parte aérea e da raiz e no comprimento da raiz, e significância ($p < 0,05$) na massa seca da parte aérea e da raiz. Quanto ao tipo de ambiente, verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) para todas as variáveis avaliadas. Quanto à interação (níveis de esterco x tipo de ambiente), houve efeito significativo ($p < 0,01$) em todas as variáveis, exceto no comprimento de raiz do vetiver, que não apresentou diferenças significativas (Tabela 6).

Tabela 6 – 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 cultivadas, em função de níveis de esterco bovino e de tipos de ambiente

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		MVPA	MVR	MSPA	MSR	CR
Níveis de esterco (A)	4	109,3488**	78,5488**	5,2392*	7,2005*	3564,7196**
Tipo de ambiente (B)	1	2855,7763**	2795,6053**	331,1369**	421,8750**	3269,8080**
A x B	4	216,6921**	85,9111**	6,9752**	19,4575**	61,3263ns
Resíduo	20	14,3196	13,8796	1,2138	1,6293	63,9683
Total	29					
IV (%)		10,23	17,06	16,26	10,92	9,65
Níveis de esterco (%)		Médias (g)				
0,0		18,21	14,81	5,05	6,53	88,65
10,0		28,20	17,80	4,71	8,51	50,91
20,0		20,63	11,26	3,68	6,73	38,78
30,0		17,48	9,16	3,03	5,51	32,23
40,0		22,18	9,98	3,06	6,41	28,45
Tipo de ambiente						
Ambiente protegido		11,58 b	2,95 b	0,58 b	2,99 b	37,36 b
Ambiente livre		31,10 a	22,26 a	7,23 a	10,49 a	58,24 a

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

Fonte: Dados da pesquisa

Os maiores valores de MVPA e MVR foram observados quando se aplicou o nível de 10% de esterco bovino, com médias de 28,20 g e 17,80 g, respectivamente. O mesmo observou-se para os menores valores das variáveis supracitadas, para as quais o nível de 30% de esterco proporcionou médias de 17,48 g e 9,16 g, respectivamente. Quanto à MSPA, observou-se que o resultado superior foi obtido para o tratamento sem esterco bovino, com 5,05 g, e o valor inferior, de 3,03 g, quando se aplicou o tratamento de 30% de esterco. Já para a MSR, verificou-se maior valor quando o nível de esterco utilizado foi de 10% e menor valor para o nível de 30%. Peixoto Filho *et al.* (2013) observaram maiores produções em função de doses de esterco bovino a partir do segundo cultivo, provavelmente devido à mineralização lenta da matéria orgânica. Já Marques *et al.* (2014), analisando a produção de biomassa do capim vetiver em touceiras, após sete meses do início do experimento, sem a aplicação de fertilizantes e sem irrigação, em ambiente livre, obtiveram médias de 18,48 g e 8,43 g para a biomassa seca da parte aérea e da raiz, respectivamente.

Para comprimento de raiz (CR), foi observado resultado gradativo, com superioridade para a ausência de esterco bovino, com média igual a 88,65 cm, diferindo significativamente dos demais níveis. De acordo com Santos, Souza Filho e Carneiro (2014), o capim vetiver possui um sistema radicular bastante

resistente, profundo e vertical, o que lhe confere a característica de barreiras vivas filtrantes e adaptáveis em todos os tipos de terrenos. Já Ramos *et al.* (2017) dizem que a raiz do capim vetiver precisa de espaço para se desenvolver, podendo atingir até 6,0 m de profundidade.

Quanto aos tipos de ambientes, todos os parâmetros avaliados (MVPA, MVR, MSPA, MSR e CR) foram favorecidos positivamente pelo ambiente livre. Dessa forma, o capim vetiver demonstra uma melhor adaptação para ambientes abertos com luminosidade disponível, provavelmente devido a sua rusticidade, o que consiste em um fator favorável economicamente para o produtor. Chaves e Andrade (2013) afirmam que, devido ao fato de o capim vetiver ser uma planta C4, seu maior desenvolvimento ocorre em condições de máxima exposição solar, e ele muitas vezes não resiste ao excesso de sombreamento. Martuscello *et al.* (2009) observaram que houve considerável redução no crescimento de raízes do capim vetiver em função do aumento do nível de sombreamento. Portanto, o capim vetiver é capaz de produzir elevados valores de massa aérea e radicular quando cultivado em locais com alta luminosidade.

Na Tabela 7 apresenta-se o desdobramento da interação dos tratamentos significativos (AP aos 30 e 60 DAT, MVPA, MVR, MSPA e MSR) de ambiente dentro de cada nível de esterco bovino.

Tabela 7 – Desdobramento da interação entre os fatores tipo de ambiente e níveis de esterco bovino para as variáveis altura de planta (AP aos 30 e 60 DAT), massa verde da parte aérea e da raiz (MVPA, MVR) e massa seca da parte aérea e da raiz (MSPA, MSR) das plantas de capim vetiver

Tipo de Ambiente	Níveis de esterco bovino (%)				
	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
Altura de planta (30 DAT)					
Protegido	53,46 a	68,13 a	64,30 a	58,83 a	69,33 a
Livre	37,86 b	43,10 b	25,93 b	22,43 b	25,53 b
Altura de planta (60 DAT)					
Protegido	84,03 a	68,70 a	101,10 a	74,33 a	108,63 a
Livre	62,93 b	56,63 b	54,53 b	50,66 b	37,76 b
Massa verde da parte aérea (MVPA)					
Protegido	1,03 b	14,53 b	18,33 b	7,33 b	16,70 b
Livre	35,40 a	41,86 a	22,93 a	27,63 a	27,66 a
Massa verde da raiz (MVR)					
Protegido	1,60 b	3,50 b	3,83 b	2,26 b	3,56 b
Livre	28,03 a	32,10 a	18,70 a	16,06 a	16,40 a
Massa seca da parte aérea (MSPA)					
Protegido	0,27 b	0,56 b	0,86 b	0,53 b	0,70 b
Livre	9,83 a	8,86 a	6,50 a	5,53 a	5,43 a
Massa seca da raiz (MSR)					
Protegido	0,93 b	2,80 b	4,96 b	2,50 b	3,76 b
Livre	12,13 a	14,23 a	8,50 a	8,53 a	9,06 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa

A altura de planta aos 30 e 60 DAT em ambiente protegido apresentou valores superiores em função do nível de 40% de esterco bovino. Já em ambiente livre, a AP aos 30 DAT apresentou maiores resultados com o nível de 10% de esterco, e aos 60 DAT com o nível de 0% desse adubo orgânico.

Observa-se que, para MVPA em ambiente protegido, o nível de 20% de esterco bovino apresentou maior média, enquanto a ausência de esterco bovino promoveu menor resultado, diferenciando-se significativamente dos demais níveis. Já em ambiente livre, o nível de 10% de esterco apresentou maior resultado, revelando diferenças significantes em relação aos demais níveis, e valores inferiores para os níveis de 20%, 30% e 40%. Semelhantemente, a MVR em ambiente protegido apresentou resultados inferiores na ausência de esterco, enquanto, em ambiente livre, os melhores valores foram observados ao nível de 10% de esterco. O mesmo foi verificado para MSPA e MSR em ambiente protegido, e para a MSR em ambiente livre. Já a MSPA em ambiente livre apresentou valores superiores em função da ausência de esterco bovino.

4 Conclusão

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

Níveis baixos de esterco bovino proporcionam maior número de brotos e produção de massa verde e seca do capim vetiver.

As plantas de capim vetiver cultivadas em ambiente livre apresentam melhor desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ABRAÃO, N. S.; REIS, F. Y. S.; JULIANI, M. S.; PINTO, L. V. A.; PEREIRA, M. W. M. Desenvolvimento do capim vetiver em solos de classe textural argilosa e arenosa. *In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS*, 12., 2015, Poços de Caldas. **Anais** [...]. Poços de Caldas: IFSULDEMINAS, 2015. p. 1-9.
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v39n3/a09v39n3.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.
- ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; SANTOS, T. C. Produção de mudas de vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) com uso de diferentes substratos. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 597-604, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14081>. Acesso em: 15 mar. 2017.
- BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R. C. C.; NEGREIROS, M. Z.; ROCHA, R. H. C.; QUEIROGA, R. C. F. Produtividade de alfaca em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 189-192, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hb/v23n2/25050.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- CHAVES, T. A.; ANDRADE, A. G. Capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*): Produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas. Niterói: Programa Rio Rural, 2013. (Manual Técnico, 39). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/981190/1/39capimvetiver1.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- DAN, H. A.; CARRIJO, M. S.; CARNEIRO, D. F.; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G. Desempenho de plantas sorgo granífero sobre condições de sombreamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 675-679, 2010. DOI: 10.4025/actasciagron.v32i4.5508. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/asagr/v32n4/a15v32n4.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2017.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2017.
- GAZOLLA-NETO, A.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T.; OLSEN, D.; VILLELA, F. A. Ação de níveis de luminosidade sobre o crescimento de plantas de maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 1, p. 88-92, 2013. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2403>. Acesso em: 4 abr. 2017.
- GONÇALVES, E. O.; PETRI, G. M.; CALDEIRA, M. V. W.; DALMASO, T. T.; SILVA, A. G. Crescimento de Mudas de *Ateleia glazioviana* em Substratos Contendo Diferentes Materiais Orgânicos. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 339-348, 2014. DOI: 10.1590/2179-8087.029213. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/floram/v21n3/aop_floram_029213.pdf. Acesso em: 25 mai. 2017.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008. DOI: 10.1590/S0044-59672008000100002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aa/v38n1/v38n1a02.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2016.

MARQUES, T. E. D.; BAËTA, H. E.; LEITE, M. G. P.; MARTINS, S. V.; KOZOVITS, A. R. Crescimento de espécies nativas de Cerrado e de *Vetiveria zizanioides* em processos de revegetação de voçorocas. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 4, p. 843-856, 2014. DOI: 10.1590/1980-509820142404005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cflo/v24n4/0103-9954-cflo-24-04-00843.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2017.

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. DOI: 10.1590/S1516-35982009000700004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n7/v38n7a04.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2017.

NUNES, J. L. S. Adubação orgânica. **Agrolink**, 12 set. 2016. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/FertilizantesOrganicos.aspx>. Acesso em: 1 jun. 2017.

OLIVEIRA, A. N. P.; OLIVEIRA, A. P.; LEONARDO, F. A. P.; CRUZ, I. S.; SILVA, D. F. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 100-102, 2009. DOI: 10.1590/S0102-05362009000100020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hb/v27n1/20.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2016.

OLIVEIRA, F. S.; FARIAS, O. R.; NOBRE, R. G.; FERREIRA, I. B.; FIGUEIREDO, L. C.; OLIVEIRA, F. C. Produção de mudas de mamoeiro "Formosa" com diferentes doses de esterco ovino. **Revista de Ciências Agrárias – Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 1, p. 52-57, 2015. DOI: 10.4322/rca.1731. Disponível em: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.1731>. Acesso em: 18 nov. 2016.

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 419-424, 2013. DOI: 10.1590/S1415-43662013000400010.

Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n4/a10v17n4.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2016.

RAMOS, N. F. S.; BORGES, A. C.; GONÇALVES, G. C.; MATOS, A. T. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em sistemas alagados construídos, com *Chrysopogon zizanioides* e *Polygonum punctatum* cultivadas em leito de argila expandida. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 123-132, 2017. DOI: 10.1590/s1413-4152201687067. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n1/1809-4457-esa-S1413_4152201687067.pdf. Acesso em: 12 set. 2016.

SANTOS, R. R. A.; SOUZA FILHO, H. L.; CARNEIRO, W. J. O. Uso do vetiver *Chrysopogon zizanioides* (L.) na estabilização de taludes e encostas na Região Metropolitana da Cidade de Salvador – BA. In: SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PRODUÇÃO ACADÊMICA, 13., 2014, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: UNIFACS, 2014.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, supl., p. 829-837, 2014. DOI: 10.1590/0034-737x201461000008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rceres/v61s0/08.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2010. DOI: 10.1590/S0102-05362010000200005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hb/v28n2/a05v28n2.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2017.

VIEIRA, C. L.; GOULART, A. G.; SILVA, T. M.; VERDUM, R. Emprego do capim vetiver para o controle da erosão e cobertura do solo nos areais do sudoeste do estado do RS, Brasil. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE, 5., 2016, Três Rios, RJ. **Anais [...]**. Três Rios: UFRRJ, 2016.