

Morfologia, composição de nutrientes minerais e produção de biomassa de capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Robert) em diferentes populações

*Morphology, composition of mineral nutrients and biomass production of vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Robert) in different populations*

Jaídsom Gonçalves da Rocha¹, Fábio Cunha Coelho², Silvio de Jesus Freitas³, Gabriela Carvalho de Souza Santos⁴

RESUMO

O estudo teve o objetivo de avaliar as características morfológicas, os teores de nutrientes e a produção de biomassa do capim-vetiver cultivado com diferentes populações. A pesquisa consistiu de um experimento de campo com capim-vetiver em diferentes populações de plantas (1, 2, 3 e 4 plantas por metro,) de 1,0 m. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e avaliou a morfologia, produção de biomassa. O aumento da população de plantas diminui o número de perfilhos e o comprimento da circunferência da touceira, enquanto a produtividade de biomassa fresca e seca, os teores de N, P e K nas folhas e seu fornecimento não são afetados pela população de plantio entre 1 e 4 plantas m⁻¹. Contudo, as populações de 1 ou 2 plantas m⁻¹ são as mais eficientes, pois demandam menos mudas e trabalho.

Palavras-chave: Adubação verde. Sustentabilidade. Cultivo alternativo.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the morphological characteristics, nutrient content and biomass production of vetiver grass cultivated in different populations. The research consisted of a field experiment with vetiver grass in different plant populations (1, 2, 3 and 4 plants per meter) of 1.0 m. A randomized block design with four replications was used and morphology and biomass production were evaluated. The increase in plant population decreases the number of profiles and the length of the clump conditions, while fresh and dry biomass productivity, N, P and K contents in leaves and their supply are not affected by the planting population between 1 and 4 plants m⁻¹. However, population of 1 or 2 plants m⁻¹ are the most efficient, as they require less seedlings and work.

Keywords: Green adubation. Sustainability. Alternative cultivation.

¹ D.Sc. Fitotecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

E-mail: jaidsongr@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0000-0002-9933-526X>.

² D.Sc. Fitotecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

<https://orcid.org/0000-0002-7037-8864>

³ D.Sc. Fitotecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

<https://orcid.org/0000-0001-5064-9674>

⁴ Engenheira Agrônoma. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

<https://orcid.org/0000-0001-7792-6600>

1. INTRODUÇÃO

O vetiver [*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, syn. *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty)], também conhecido popularmente como capim-vetiver, capim-cheiroso, grama-cheirosa ou falso-pachuli, é uma gramínea de raízes aromáticas, sendo mais conhecida por suas propriedades medicinais (Arrigoni-Blank et al., 2013; Shabbir et al., 2019; Jha et al., 2024). Possui hábito perene, formando touceiras (Singh et al., 2024). As folhas são finas e rígidas, e as raízes são volumosas e muito ramificadas e podem chegar até 5,0 metros de profundidade. As plantas florescem e produzem sementes, porém, estéreis (Mickovski et al., 2005).

O vetiver é uma gramínea do tipo C4 e tem melhor crescimento quando exposta a condições de maior intensidade de luz solar, alcançando alturas que podem variar de 1,5 a 2 metros. É um capim que já vem sendo utilizado pelos indianos e parte da Ásia há, aproximadamente, 3.000 anos. É utilizado como matéria-prima para produção de perfumes, medicamentos, repelentes de insetos, além de ser utilizado no controle de erosão (Pereira, 2006; Chen et al., 2024).

O vetiver também é utilizado na recuperação e estabilização de encostas, sendo a idade das plantas um fator determinante na redução da resistência à penetração em diferentes profundidades do solo (Cobra et al., 2012). Contudo, o capim-vetiver pode ser usado para controle de erosão, cobertura do solo, alimentação animal (boa palatabilidade e teores de proteínas brutas), artesanatos, como fibra para confecção de paredes de barro e cobertura de telhado em substituição ao Sapê (*Imperata brasiliensis* Trin.) (Viera et al., 2018). Além disto, é considerado como com alto potencial para remoção e degradação de matéria orgânica provinda dos tratamentos de esgoto doméstico nos chamados “Wetlands” (Oliveira et al., 2018).

Outros potenciais do capim-vetiver estão relacionados à sua grande capacidade de resistência a mudanças climáticas, ao fogo, às doenças e pragas. Segundo Jain et al. (1982), o vetiver possui ação de repelência natural de insetos. Segundo Brandt et al. (2006); Danh et al. (2009); Das et al. (2010); Datta et al. (2011, 2013); Roongtanakiat e Akharawutchayanon (2017) e; Anning e Akoto (2018), o capim-vetiver tem grande potencial de fitorremediação de metais pesados do solo, pois, são absorvidos pelas plantas de vetiver que, assim, descontaminam o solo e melhoram a qualidade do ambiente. Desta forma, segundo Banerjee et al. (2019), o vetiver é uma planta que vem atraindo atenção global, pois, além de uma série de aplicações no meio ambiente, é capaz de ser aplicado no

processo de desintoxicação de águas e solos contaminados por resíduos a base de ferro, mangânes, zinco e cromo.

Avaliações das populações de capim-vetiver para produção de biomassa e de seus teores de nutrientes são importantes para se obter informações sobre o potencial de utilização desta gramínea como cobertura do solo ou na adubação verde. Assim, as informações obtidas auxiliarão nas tomadas de decisão para o estabelecimento de bases ecológicas para cultivos agrícolas. O objetivo do estudo foi avaliar as características morfológicas, a composição de macronutrientes minerais primários e a produção de biomassa do capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) cultivado com diferentes populações de plantio.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado em uma área de 750 m², em Campos dos Goytacazes, RJ, (21°51'S e 41°16'O), no período de 18 de novembro de 2016 a 19 dezembro de 2017. O solo da área experimental era um Cambissolo háplico, cujas características na profundidade de 0 a 20 cm foram: pH= 7,0; P = 560 mg dm⁻³; K = 549 mg dm⁻³; Ca = 12,0 cmolc dm⁻³; Mg = 2,2 cmolc dm⁻³; H+Al = 1,3 cmolc dm⁻³; Na = 2,8 cmolc dm⁻³; C = 2,8 %; MO= 48,4 g dm³; SB= 18,2 cmolc dm⁻³; T= 18,4 cmolc dm⁻³; t= 18,4 cmolc dm⁻³; V= 93,3 %; Fe= 29,7 mg dm⁻³; Cu= 2,6 mg dm⁻³; Zn= 13,5 mg dm⁻³; Mn=61,1 mg dm⁻³). Ao longo da realização do experimento, a precipitação total foi de 1210,5 mm (Figura 1). No histórico da área prevaleceu o pousio por, aproximadamente, 10 anos (anterior ao vetiver).

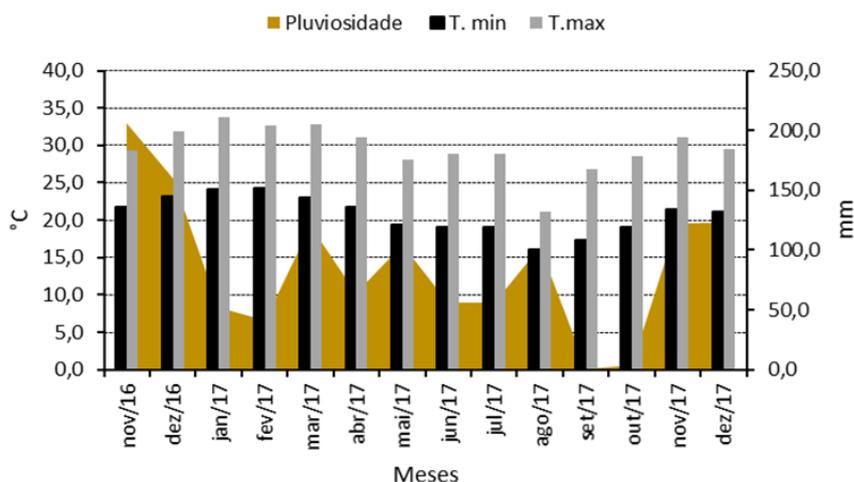


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas (°C), precipitação (mm), durante o desenvolvimento do experimento, Campos dos Goytacazes - RJ (novembro de 2016 a dezembro de 2017). Fonte: INMET, 2018.

O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas no tempo em que as parcelas constaram de épocas de corte do capim-vetiver (aos 11 e 12 meses após o plantio) e as subparcelas por populações nas linhas de cultivo de vetiver (1; 2; 3; e 4 mudas por metro linear), que corresponderam a 10.000, 20.000, 30.000 e 40.000 plantas por hectare, respectivamente. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições.

Cada unidade experimental (U.E.) foi constituída por três linhas de capim-vetiver com 5,0 m de comprimento, espaçados a 1,0 m. Sendo assim, a área de cada U.E foi de 15 m². A área útil de cada U.E foi correspondente à linha central (5 m²).

As mudas de capim-vetiver foram transplantadas por propagação vegetativa, e foram plantadas dia 18 de novembro de 2016, sendo obtidas no IFES – Santa Teresa/ES. Na área de plantio foram feitas a aração e gradagem, além da adubação orgânica nas plantas utilizando esterco bovino (ph= 6,8; N=15 g/kg; P205=11,62 g/kg; k2O=10,29 g/kg; 9,44 g/kg; Mg=5,62 g/kg; C=206,4 g/kg; U=32,11%; Fe=163,89 mg/kg; Cu=42 mg/kg; Zn= 144 mg/kg; Mn= 598 mg/kg), a uma quantidade de 1,35 Mg ha⁻¹. Aos 11 e 12 meses após o plantio do capim-vetiver foram realizados cortes da parte aérea a altura de aproximadamente 10 cm do solo. Os cortes foram realizados com roçadeira manual motorizada e o material cortado, após pesado, foi depositado sobre o solo de forma uniforme, nas respectivas unidades experimentais.

O experimento foi conduzido utilizando sistema de irrigação por aspersão com lâmina de 19 mm por aplicação, duas vezes por semana.

Análise morfológica: aos 11 meses após o plantio das mudas do capim-vetiver, imediatamente antes do corte da parte aérea das plantas, fez-se a análise morfológica do mesmo. Para essa análise foi utilizada uma trena métrica. Foi feita avaliação de todas as plantas de vetiver de cada área útil (linha central de cada unidade experimental). Assim, avaliou-se: a) circunferência das touceiras (aproximadamente 20 cm da superfície do solo); b) altura das plantas (aproximadamente até as últimas seis folhas de maior comprimento); c) número de perfilhos (contagem direta); d) número de inflorescências (pendões individualizados).

Produção de biomassa: a parte aérea do capim-vetiver (folhas e colmos), das linhas centrais das unidades experimentais, foi cortada aos 11 e 12 meses após o plantio. O material cortado foi pesado em balança digital para estimar a massa fresca por hectare. Logo após, foram retiradas as amostras e levadas para secagem em estufa com circulação

forçada de ar à temperatura de 70°C, por 72 horas. Estas amostras foram pesadas antes e após a secagem.

Macronutrientes minerais primários: foram determinados os teores de N, P e K da parte aérea do capim-vetiver. As amostras de matéria seca foram moídas em moinho de facas do tipo Wiley, abertura da peneira de 20 “mesh” e armazenadas em frascos herméticos fechados. Fez-se inicialmente a digestão sulfúrica. Foram retirados 0,1g da amostra vegetal. Para determinação de nitrogênio utilizou-se o “Método de Nessler” (Reagente A - Reagente de Nessler / Reagente B - tartarato de sódio), enquanto, para o fósforo utilizou-se o reagente A (Molibdato de Amônio) / reagente B (Vitamina C a 0,8%). Fazendo-se as leituras em um espectrofotômetro (Specord 210, Analytik Jena). Para determinação do potássio foi utilizado o fotômetro de chamas. Foi realizada a análise de variância F em nível de 1 e 5% de probabilidade. Em caso de efeito significativo para a densidade de plantas por metro realizou-se a análise de regressão. As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa estatístico Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG (2007).

3. RESULTADOS

A altura das plantas do capim-vetiver, não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$), nas populações de plantas. Assim, a média foi de 103,02 cm e 1,22 (Tabela 1).

Tabela 1. Altura, circunferência da touceira e quantidade de perfilhos considerando a população de plantas do capim-vetiver.

| População (pl/m) | Altura | | |
|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|
| | ns (cm) | Circunferência * (cm) | Perfilhos * (cm) |
| 1 | 100,98 | 26,32 | 94,84 |
| 2 | 104,03 | 23,32 | 70,06 |
| 3 | 105,33 | 20,35 | 55,38 |
| 4 | 101,74 | 17,90 | 44,00 |
| | 103,02 | 21,97 | 66,07 |
| CV % | 9,8 | 17,2 | 23,7 |

ns, e * = não significativo e significativo em 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Contudo, ocorreu efeito significativo ($P<0,05$) população sobre a circunferência das plantas de vetiver. A maior circunferência das plantas ocorreu na população de 1 planta m⁻¹, enquanto, a menor ocorreu com 4 plantas m⁻¹ (Figura 2). As circunferências das plantas

de vetiver na população de 1; 2 e 3 plantas m⁻¹ foram, aproximadamente 47%, 30% e 14% a mais que a circunferência das plantas na população de 4 plantas m⁻¹, respectivamente.

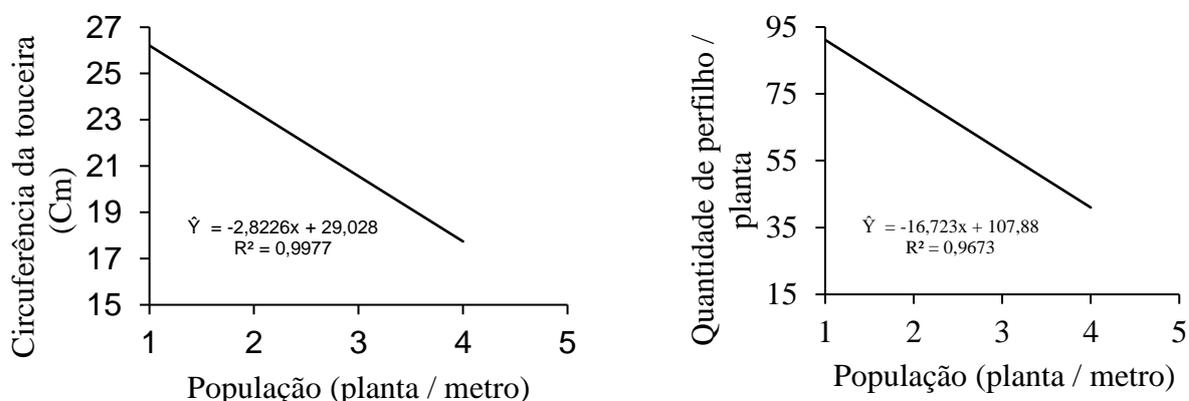


Figura 2. Circunferência da touceira e quantidade de perfilhos considerando a população de plantas do capim-vetiver.

Ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) da população de plantio sobre o número de perfilhos por planta de vetiver. O maior foi com 1 planta m⁻¹, enquanto, o menor ocorreu com 4 plantas m⁻¹ (Figura 2). O número de perfilhos por planta de vetiver na população de 1; 2 e 3 plantas m⁻¹ foi, aproximadamente, 2,2; 1,6 e 1,3 vezes maior que na densidade de 4 plantas m⁻¹, respectivamente.

Produtividade de biomassa e Macronutrientes minerais primários: a produtividade de massa fresca do capim-vetiver não apresentou efeito significativo das populações de plantas e da interação com os cortes ($P > 0,05$). Entretanto, para os cortes ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) em que, em média, o primeiro corte resultou em aproximadamente 11 Mg ha⁻¹ a mais de massa fresca de vetiver que o segundo corte (Tabela 2).

De forma semelhante à massa fresca, a massa seca da parte aérea do capim-vetiver não apresentou efeito significativo das populações de plantas e da interação ($P > 0,05$). No entanto, para os cortes ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) em que, o primeiro corte resultou em aproximadamente 4 Mg ha⁻¹ a mais de massa seca de vetiver que o segundo corte (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade de massa fresca e seca (kg ha⁻¹), considerando cortes e populações de plantas do capim-vetiver

| Cortes | População de vetiver (plantas m ⁻¹) | | | | Média |
|--|---|---|---|---|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Massa fresca (kg ha⁻¹) | | | | | |

| | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1º | 14008,0 | 16361,0 | 15146,5 | 11306,0 | 14205,4A |
| 2º | 2800,0 | 2916,0 | 4029,0 | 3818,0 | 3390,7B |
| Total | 16808,0 | 19277,0 | 19175,5 | 15124,0 | |
| C.V. (%) | 45, 20 | | | | |
| Massa seca (kg ha⁻¹) | | | | | |
| 1º | 5457,8 | 5848,1 | 5512,6 | 4174,4 | 5248,0A |
| 2º | 1242,3 | 1100,12 | 823,76 | 750,72 | 979,2 B |
| Total | 6700,1 | 6948,22 | 6336,4 | 4925,12 | |
| C.V. (%) | 44, 29 | | | | |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F em 5% de probabilidade.

Para massa fresca o crescimento ocorre até o ponto de máximo estimado de 2 plantas por metro de vetiver, com aproximadamente 10 Mg ha⁻¹ e decresceu até a densidade de 4 plantas. Enquanto para a massa seca, o crescimento até o ponto de máximo de 1,78 plantas por metro de vetiver com 2,88 Mg ha⁻¹ e decréscimo até 4 plantas (Figura 3).

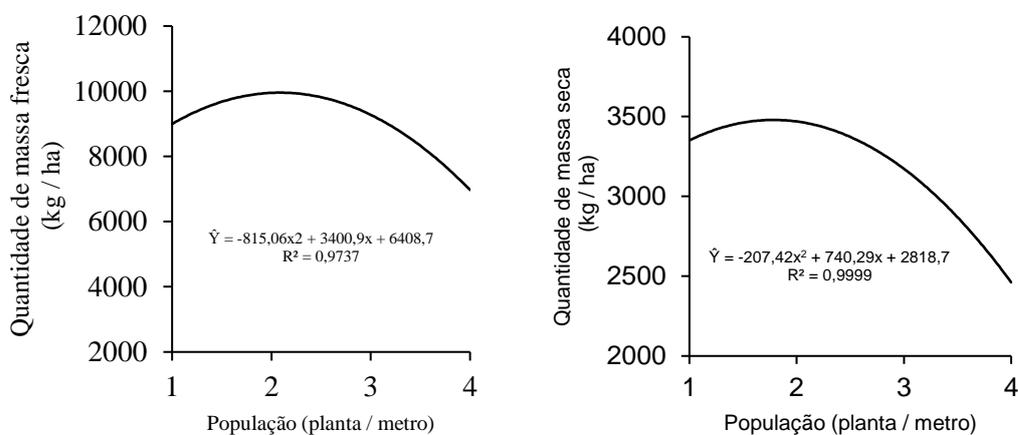


Figura 3. Produtividade de massa fresca e seca (kg ha⁻¹), considerando cortes e população de plantas do capim-vetiver

O teor de nitrogênio na massa seca da parte aérea do capim-vetiver apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) dos cortes, não ocorrendo efeito ($P > 0,05$) de densidades e da interação (Tabela 3). Em média o teor de N foi duas vezes maior no segundo corte. Por outro lado, os teores de fósforo e potássio na massa seca da parte aérea do capim-vetiver não apresentaram efeitos significativos ($P > 0,05$) das populações de plantas, dos cortes e da interação entre eles. Em média, os teores foram 3,1 e 19,1 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio (g kg^{-1}) na parte aérea, considerando cortes e populações de plantas do capim-vetiver

| Cortes | População de vetiver (plantas m^{-1}) | | | | Média |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | Teor de N (g kg^{-1}) | | | | |
| 1º | 6,9 | 6,4 | 7,2 | 6,8 | 6,8B |
| 2º | 14,6 | 14,0 | 13,9 | 13,8 | 14,1A |
| Média | 10,1 | 10,2 | 10,6 | 10,3 | 10,5 |
| C.V. (%) | 11,3 | | | | |
| | Teor de P (g kg^{-1}) | | | | |
| 1º | 2,86 | 2,99 | 3,81 | 2,95 | 3,2A |
| 2º | 3,17 | 2,98 | 2,82 | 2,93 | 3,0A |
| Média | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 2,9 | 3,1 |
| C.V. (%) | 27,6 | | | | |
| | Teor de K (g kg^{-1}) | | | | |
| 1º | 19,53 | 18,09 | 19,56 | 18,50 | 18,9A |
| 2º | 19,19 | 19,84 | 19,03 | 18,55 | 19,2A |
| Média | 19,4 | 19,0 | 19,3 | 18,5 | 19,1 |
| C.V. (%) | 10,4 | | | | |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F em 5% de probabilidade.

As quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio contidos na palhada do capim-vetiver não apresentaram efeitos significativos das densidades de plantio e da interação com os cortes ($P > 0,05$). Todavia, os cortes apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$). O primeiro corte resultou em conteúdos de N, P e K na palhada superiores em 19,6; 13,1 e 73 kg ha^{-1} , respectivamente, em comparação com o 2º corte (Tabela 4).

Tabela 4. Quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio contidos na palhada (kg ha^{-1}) considerando cortes e populações de plantas do capim-vetiver

| Cortes | População de vetiver (plantas m^{-1}) | | | | Média |
|--------------|---|------|------|------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | Quantidade de N (kg ha^{-1}) | | | | |
| 1º | 26,7 | 34,6 | 35,1 | 35,2 | 32,9A |
| 2º | 10,6 | 12,7 | 14,3 | 15,4 | 13,3B |
| Total | 37,3 | 47,3 | 49,4 | 50,6 | |

| | | | | | |
|---|------|-------|------|-------|-------|
| C.V. (%) | 44,7 | | | | |
| Quantidade de P (kg ha⁻¹) | | | | | |
| 1º | 11,8 | 16,9 | 19,9 | 15,1 | 15,9A |
| 2º | 2,3 | 2,8 | 2,9 | 3,2 | 2,8B |
| Total | 14,1 | 19,7 | 22,8 | 18,3 | |
| C.V. (%) | 78,6 | | | | |
| Quantidade de K (kg ha⁻¹) | | | | | |
| 1º | 80,5 | 100,8 | 92,8 | 88,2 | 90,6A |
| 2º | 13,4 | 17,4 | 20,2 | 19,5 | 17,6B |
| Total | 93,9 | 118,2 | 113 | 107,7 | |
| C.V. (%) | 57,9 | | | | |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F (5%).

4. DISCUSSÃO

Quanto às variáveis morfológicas avaliadas do vetiver, ocorreram efeitos das populações de plantas sobre a circunferência e sobre o número de perfilhos das touceiras. A população de 1 planta m⁻¹ resultou em maiores valores para essas variáveis morfológicas (Tabela 1). Isto, possivelmente, está relacionado a fatores como o maior espaço entre plantas, maior luminosidade e menor competição, nas menores densidades de plantio. Assim, as plantas tendem a ocupar o espaço com surgimento de novos perfilhos, com consequente aumento da circunferência da touceira. Desta forma, corrobora o estudo de Edvan et al. (2011), em que atribuíram o aumento de perfilhamento e tamanho da touceira a fatores como: luminosidade, clima, e o tipo de manejo. Segundo Matew (2000) a época e o manejo da gramínea, podem resultar em modificações como: aumento na entrada da luz solar, e posterior aumento no dossel das plantas, além de ocorrer diferenciação das gemas e formação de novos perfilhos.

Em relação à produtividade (Tabela 2), ocorreram efeitos significativos para os cortes, nas avaliações de massa fresca e seca. O primeiro corte produziu 11 e 4 Mg ha⁻¹ a mais que o segundo, respectivamente. A massa fresca do primeiro corte produziu em torno de 14 Mg ha⁻¹ aos 11 meses após o plantio. Enquanto, os totais de produção de biomassa fresca e seca dos dois cortes atingiram em média, 17,4 e 5,9 Mg ha⁻¹, respectivamente, aos 12 meses após o plantio. Enquanto o ponto a produção máxima atingida ficou próxima da população de 2 plantas por metro de vetiver para massa fresca e massa seca,

respectivamente (Figura 3).

O potencial de produção do vetiver está condicionado ao clima e ao estabelecimento da cultura. Segundo Danh et al. (2009) e Lavania e Lavania (2009), o vetiver tem potencial de produção anual em torno de 100 a 120 toneladas por hectare. Além disto, o tipo de solo pode influenciar no crescimento das plantas de vetiver como verificado por Teixeira et al. (2015). Estes autores constataram que o vetiver, quando submetido a doses de fosforo, em três tipos de solo, verificou-se que o Cambissolo Háplico resultou em maior rendimento de matéria seca e número de perfilhos, se comparados ao Argissolo e Latossolo amarelo.

Segundo Manoel et al. (2013), a produção de biomassa de vetiver é afetada pelo espaçamento, segundo os autores o vetiver, com aproximadamente 14 meses, produziu no maior espaçamento utilizado, aproximadamente, 9 Mg ha⁻¹ enquanto, em espaçamentos menores, acima de 20 Mg ha⁻¹.

A produtividade de biomassa de vetiver (Tabela 2) foi abaixo do potencial. Isto ocorreu, possivelmente, devido ao fato das plantas estarem em período de estabelecimento na área. Contudo, por meio de observação visual, verificou-se que o material cortado, depositado sobre o solo, apresentou recobrimento satisfatório da superfície do solo.

O vetiver em um mês (entre o período do primeiro e o segundo corte, 11 e 12 meses) produziu aproximadamente 3,0 Mg ha⁻¹ de folhas (massa fresca) (Tabela 2), que correspondeu a aproximadamente 1,0 Mg ha⁻¹ de massa seca de folhas (Tabela 2). Isto demonstra que este capim tem rápido crescimento e alto potencial para produzir biomassa.

Teixeira et al. (2005) verificaram que em 119 dias o milho produziu 11,7 e 2,9 Mg ha⁻¹ de massa fresca e seca, respectivamente. Já Castro et al. (2005) obtiveram 6,4 Mg ha⁻¹ de biomassa seca de milho, em 40 dias. No entanto, em ensaio de campo realizado por Simidu et al. (2010) utilizando três gramíneas para adubação verde, em 11 meses, o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), a braquiária (*Brachiaria brizantha*) e o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) produziram 55,7; 58,5; 36,3 Mg ha⁻¹ e 19,5; 22,7; 10,2 Mg ha⁻¹; de massa fresca e seca, respectivamente.

O teor de N maior nas folhas no segundo corte, comparativamente ao primeiro (Tabela 3), certamente, está relacionado a que, de maneira geral, tecidos vegetais mais novos tendem a ser mais ricos em nitrogênio. Enquanto, tecidos mais maduros tendem a ter mais carbono, diminuindo o teor de N, portanto, do plantio até o primeiro corte foram 11 meses, enquanto, do primeiro até o segundo corte transcorreram apenas 30 dias.

Na avaliação da viabilidade de se utilizar uma espécie de planta como adubo verde ou como planta de cobertura é de grande importância ter o conhecimento sobre as quantidades de nutrientes que esta poderá liberar para o cultivo posterior. As médias dos teores de NPK, não diferiram em função das densidades de plantio (Tabela 3). Possivelmente, mesmo com o aumento das densidades de plantio de vetiver, não houve competição por esses nutrientes.

Segundo Malavolta et al (1997), para gramíneas a faixa ideal de teor de N na parte aérea é de 11,3 a 18,0 g kg⁻¹; P de 0,6 a 1,2 g kg⁻¹ e K de 10,8 a 15,0 g kg⁻¹. Para as médias de NPK encontrados, apenas o N está abaixo da faixa de suficiência, considerados adequados para as culturas.

Para os nutrientes contidos na palhada (NPK), ocorreu efeito dos cortes, para nitrogênio, fósforo e potássio, sendo 19,6; 13,1 e; 73,0 kg ha⁻¹ a mais que o segundo corte e os totais fornecidos foram 46,2; 18,7 e 108,2 kg ha⁻¹, respectivamente. O maior aporte de N, P e K contidos pela palhada do vetiver no primeiro corte, em comparação ao segundo (Tabela 4), está relacionado à produtividade de biomassa do primeiro corte ter sido maior que no segundo (Tabela 2).

Segundo Malavolta (1976), para gramíneas a faixa adequada de nitrogênio fornecido pela palhada é de 207 a 307 kg ha⁻¹; fósforo de 32 a 64 kg ha⁻¹ e potássio de 208 a 509 kg ha⁻¹. As médias de NPK contidos na palhada, estão abaixo das faixas recomendadas, porém quando se trata do vetiver, ainda não existe literatura que seja específica para analisar a disponibilização nutricional.

Aita et al. (2001) verificaram que a gramínea (aveia-preta) conseguiu acumular em torno de 4.417 kg ha⁻¹ de matéria seca de parte aérea e um acúmulo de nitrogênio de 41,7 kg ha⁻¹, mesmo o acúmulo sendo menor que a leguminosa (Tremoço azul), os autores demonstraram que, mesmo as leguminosas possuindo tempo menor para fornecimento de nutrientes para cultura, essas levam mais tempo para se decomporem devido à alta relação C/N, no entanto, é um fator, que pode ser importante na manutenção da palhada e liberação de nutrientes para a cultura posterior.

A partir dos resultados obtidos (Tabelas 1, 2, 3, e 4), verifica-se que o capim-vetiver pode ser usado como adubo verde ou como planta de cobertura, pois, produz grande quantidade de biomassa e suas folhas fornecem N, P e K em quantidades consideráveis.

Como o capim-vetiver tem a vantagem de rebrotar, após o corte, há a possibilidade

de que seja utilizado em aleias, devido a não necessidade de replantio. Por outro lado, ele também pode ser produzido em capineiras, em locais próximos a áreas em que são feitos cultivos agrícolas, com fins de se produzir cobertura morta para o solo ou adubação verde.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da população de plantio do capim-vetiver diminui o número de perfilhos e o comprimento da circunferência da touceira das plantas.

A produtividade de biomassa fresca e seca, os teores nas folhas e o conteúdo de N, P e K não são afetados pela densidade de plantio entre 1 e 4 plantas m⁻¹. Contudo, as densidades de 1 ou 2 plantas m⁻¹ são as mais eficientes, pois demandam menos mudas, e um potencial elevado de produtividade.

O vetiver é um adubo verde ou planta de cobertura excepcional, pois, além de produzir grande quantidade de biomassa, registram nas suas folhas, níveis de N, P e K em quantidades consideráveis.

REFERÊNCIAS

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. **Bioscience Journal**, v.29, p.597–604, 2013.

SHABBIR, A.; KHAN, M. M. A.; AHMAD, B.; SADIQ, Y.; JALEEL, H.; UDDIN, M. *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash: A Magic Bullet to Attenuate the Prevailing Health Hazards. **Plant and Human Health**, v.2, p.99-120, 2019.

JHA, V.; MARICK, A.; BHARGAVA, A.; THAKUR, K.; JHANGIANI, A.; JAGTAP, L.; PARULEKAR, O.; JOSHI, H.; PINGALE, D.; CHIDRALA, S. Exploring the Therapeutic Potential of *Chrysopogon zizanioides* Essential Oil: A Comprehensive Study on Its Chemical Composition, Thermal Analysis, and Biological Activities. **Journal of Drug Delivery and Therapeutics**, v.14, n.2, p.23-34, 2024.

SINGH, S.; GUPTA, A.; MISHRA, H.; SRIVASTAVA, S.; PATRA, P. K. Vetiver grass cleans up arsenic contaminated field for subsequent safe cultivation of rice with low arsenic in grains: A two year field study. **Science of The Total Environment**, v. 923, p.171491, 2024.

MICKOVSKI, S.B.; VAN BEEK, L.P.H.; SALIN, F. Uprooting of vetiver uprooting resistance of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*). **Plant Soil**, v.278, p. 33–41, 2005.

PEREIRA, A.R. Uso do vetiver na estabilização de taludes e encostas. Boletim técnico, **Deflor Bioengenharia**, v.1, p.1-20, 2006.

CHEN, Y.; QI, Y.; WEI, Y.; NING, W.; HE, B. Root traits and soil detachment in response to variable slope gradients in a representative purple-soil sloping grassland. **CATENA**, v. 239, p.107936, 2024.

COBRA, R. L.; DE ANDRADE PINTO, L. V.; SOUZA, R. X.; PEREIRA, M. W. M.; PEREIRA, A. J. Resistência à penetração do solo de uma encosta: efeitos de espaçamento de plantio e idade da gramínea Vetiver. **Revista Agrogeoambiental**, v.4, n.2, p.1-9, 2012.

VIEIRA, C. L.; GOULART, A. G.; DA SILVA, T. M.; VERDUM, R. Emprego do capim vetiver para o controle da erosão e cobertura do solo nos areas do sudoeste do estado do RS, Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v.1, n.2, p.338-351, 2018.

OLIVEIRA, L. P.; SOUZA, M. B.; SOARES, A. F. S.; ANDRADE, I. C. M. Avaliação da eficiência de wetlands na remoção de matéria orgânica presente em esgoto sanitário. **NBC-Periódico Científico do Núcleo de Biociências**, v.8, n.15, p.68, 2018.

JAIN, S.C.; NOWICKI, S.; EISNER, T.; MEINWALD, J. Insect repellents from vetiver oil: I. zizanal and epizizanal. **Tetrahedron Letters**, v.23, p.4639–4642, 1982.

BRANDT, R.; MERKL, N.; SCHULTZE-KRAFT, R.; INFANTE, C.; BROLL, G. Potential of vetiver (*vetiveria zizanioides* (L.) Nash) for phytoremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soils in Venezuela. **International Journal of Phytoremediation**, v.8, p. 273–284, 2006.

DANH, L. T.; TRUONG, P.; MAMMUCARI, R.; TRAN, T.; FOSTER, N. Vetiver grass, *vetiveria zizanioides*: a choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic wastes. **International Journal of Phytoremediation**, v.11, n.8, p.664–691, 2009.

DAS, P.; DATTA, R.; MAKRIS, K.C.; SARKAR, D. Vetiver grass is capable of removing TNT from soil in the presence of urea. **Environmental Pollution**, v.158, p.1980–1983, 2010.

DATTA, R.; QUISPE, M.A.; SARKAR, D. Greenhouse study on the phytoremediation potential of vetiver grass, *Chrysopogon zizanioides* L., in arsenic-contaminated soils. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v.86, p.124–128, 2011.

DATTA, R.; DAS, P.; SMITH, S.; PUNAMIYA, P.; RAMANATHAN, D.M.; REDDY, R.; SARKAR, D. Phytoremediation potential of vetiver grass [*Chrysopogon zizanioides* (L.)] for tetracycline. **International Journal of Phytoremediation**, v.15, p.343–351, 2013.

ROONGTANAKIAT, N.; AKHARAWUTCHAYANON, T. Evaluation of vetiver grass for radiocesium absorption ability. **Agriculture and Natural Resources**, v.51, p.173–180, 2017.

ANNING, A. K.; AKOTO, R. Assisted phytoremediation of heavy metal contaminated soil from a mined site with *Typha latifolia* and *Chrysopogon zizanioides*. **Ecotoxicology and environmental safety**, v.148, p.97-104, 2018.

BANERJEE, R.; GOSWAMI, P.; LAVANIA, S.; MUKHERJEE, A.; LAVANIA, U. C. Vetiver

grass is a potential candidate for phytoremediation of iron ore mine spoil dumps. **Ecological Engineering**, v.132, p.120-136, 2019.

INMET. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície automática**. Instituto Nacional de Meteorologia. Acesso em 8 de Setembro de 2018 .Disponível:<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>, 2018.

SAEG, S. **Sistema para análises estatísticas**, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.

EDVAN, R. L.; SANTOS, E.; DA SILVA, D.; DE ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; VASCONCELOS, W. A. Características de produção do capim-buffel submetido a intensidades e frequências de corte. **Archivos de zootecnia**, v.60, n.232, p.1281-1289, 2011.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; DA FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. **Tiller dynamics of grazed swards**. In: Lemaire, G. et al. (eds.). Grassland ecophysiology and grazing ecology. CABI Publishing. Wallingford. p. 127-150, 2000.

LAVANIA, U. C.; LAVANIA, S. Sequestration of atmospheric carbon into subsoil horizons through deep-rooted grasses - Vetiver grass model. **Current Science**, v.97, n.5, 618–619, 2009.

TEIXEIRA, P. C.; DE MESQUITA, I. L.; DE MACEDO, S. T.; TEIXEIRA, W. G. Resposta de vetiver à aplicação de calcário e fósforo em três classes de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.99–105, 2015.

MANOEL, D. S.; PINTO, L. V. A.; SOUZA, R. X.; OLIVEIRA NETO, O. F.; PEREIRA, M. W. M. Produção de biomassa da gramínea vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) em diferentes espaçamentos após 420 dias do plantio. **Revista Agrogeoambiental**, v.1, p.31-34, 2013.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. D.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. D.; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p. 93-99, 2005.

CASTRO, C. M. D., ALMEIDA, D. L. D., RIBEIRO, R. D. L. D., CARVALHO, J. F. D. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p. 495-502, 2005.

SIMIDU, H, M.; DE SÁ, M. E.; DE SOUZA, L. C.D.; ABRANTES, F.L.; SILVA, M. P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.2, p.309-315, 2010.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 319p.,1997.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**.

Agronômica Ceres. 528p.,1976.

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.157-165, 2001.