







Artigos

## Densidade de raízes de *Megathyrus maximus* BRS Quênia e *Urochloa brizantha* BRS Piatã em sistemas silvipastoris

Root density of *Megathyrus maximus* BRS Quênia and *Urochloa brizantha* BRS Piatã in silvipastorl systems

Hérica André da Silva<sup>I</sup>, Amanda Prudente Velozo<sup>I</sup>,  
Paulo Vitor Divino Xavier de Freitas<sup>II</sup>, Abílio Rodrigues Pacheco<sup>III</sup>,  
Francine Neves Calil<sup>IV</sup>, Carlos de Melo e Silva-Neto<sup>IV</sup>

<sup>I</sup> Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, Goiás, GO, Brasil

<sup>II</sup> Universidade Estadual de Goiás, Campus Oeste, São Luís de Montes Belos, Goiás, GO, Brasil

<sup>III</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Florestas, Colombo, Paraná, PR, Brasil

<sup>IV</sup> Instituto Federal de Goiás, Polo de Inovação, Goiânia, Goiás, GO, Brasil

### RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo determinar a densidade radicular de forrageiras *Megathyrus maximus* e *Urochloa brizantha* na profundidade de 0-20 cm do solo, em relação a suas distâncias do componente arbóreo em dois sistemas de integração pecuária-floresta com duas idades. Para este estudo foram realizados os seguintes sistemas de integração pecuária-floresta: um sistema com 3 anos de idade composto por clones de eucalipto AEC-043 espaçados em arranjos de linhas simples de 15x2 m e componente forrageiro *Megathyrus maximus* cv. Quênia; o outro sistema possui 2 anos de idade e clones de eucalipto AEC-2034 com o mesmo arranjo florestal e componente forrageiro *Urochloa brizantha* BRS Piatã. Cinco transectos foram escolhidos aleatoriamente em cada um dos sistemas de integração pecuária-floresta e mensurados 5 distâncias a partir do componente arbóreo para coleta das raízes no período da seca. As raízes foram separadas do solo e secadas para avaliação de biomassa. Na área com o sistema de integração pecuária-floresta com 2 anos de idade com clones de eucalipto AEC-2043 e forrageira *Urochloa brizantha*, foi apresentada a maior média de produção de densidade total de raízes na distância de 5 metros do componente arbóreo, com valor de 11,75 g e menor densidade radicular na distância zero com 8,63 g. No sistema de integração pecuária-floresta de 3 anos, com clones de eucalipto AEC-043 e componente forrageiro *Megathyrus maximus*, a maior concentração de densidade de raiz ocorreu na distância zero com 10,23 g e menor densidade radicular na distância 5 m com 4,45 g. Nos dois sistemas o eucalipto influenciou o sistema radicular da gramínea forrageira.

**Palavras-chave:** Integração pecuária-floresta; Quantidade radicular; Forrageiras

## ABSTRACT

---

The objective of this study is to determine the root density of *Megathyrus maximus* and *Urochloa brizantha* forages at a depth of 20 cm alone, in relation to their distances from the tree component in two systems of livestock-forest integration with two entities. For this study, the following livestock-forest integration systems were carried out: a system with 3 years of composting by AEC-043 eucalypts clones spaced in strips of simple lines of 15x2 m and the forage component *Megathyrus maximus* cv. Quênia; The other system requires 2 years of growth and AEC-2034 eucalyptus clones with the same forest root and forage component *Urochloa brizantha* BRS Piatã. Five transects were collected randomly in each of two livestock-forest integration systems and measured 5 distances from the tree component for root collection in the dry period. The roots are separated and dried only for density evaluation. In the area as a livestock-forest integration system with 2 years of life with eucalypts clones AEC-2043 and *Urochloa brizantha* forage, a higher average production of total density of roots at a distance of 5 meters from the tree component, with value of 11.75 g and less root density at zero distance with 8.63 g. In the 3-year livestock-forest integration system, with AEC-043 eucalyptus clones and *Megathyrus maximus* forage component, the highest concentration of root density occurred at distance zero with 10.23 g and lowest root density at distance 5 m with 4.45 g. In both systems, eucalyptus influenced the root system of the forage grass.

**Keywords:** Livestock-forest integration; Root density; Fodder plant

## 1 INTRODUÇÃO

Alternativas de produção sustentável vêm se destacando globalmente devido à crescente demanda pelos agricultores em produzir alimentos de qualidade com ganhos contínuos de produtividade e, concomitantemente, reduzir os impactos ambientais através da conservação e geração de serviços ecossistêmicos (Reis *et al.*, 2016). É nesta perspectiva que os sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) vêm se destacando (Gil *et al.*, 2015) como meio de incrementar a produtividade de áreas cultivadas e diversificar a produção (Poffenbarger *et al.*, 2017; Alves *et al.*, 2017).

Em razão da necessidade de diversificação de pastagens, almejando forrageiras mais competitivas e produtivas em cada sistema, muitos estudos são realizados no Brasil. As cultivares *Megathyrus* e *Urochloa* traduzem essa realidade, com alta produtividade e facilidade de manejo, apresentando resultados otimistas em solos bem drenados e manejo rotativo nos biomas Amazônia e Cerrado (Jank *et al.*, 2017). Em função desta elevada qualidade e produtividade, estas espécies

fornageiras vêm sendo uma opção para o cultivo em sistemas silvipastoris (Almeida *et al.*, 2017).

De acordo com Moraes *et al.* (2016), a diversificação de espécies, proporcionada por estes sistemas, dispõe de distintos sistemas radiculares que auxiliam no processo, a longo prazo, de melhoria da qualidade de propriedades químicas, físicas (Auler *et al.*, 2017) e biológicas do solo (Bueno *et al.*, 2018). Dentre as explicações para o aumento de produtividade em sistemas agroflorestais estão as relacionadas à melhoria de distribuição das raízes no perfil do solo e ao incremento do desenvolvimento radicular em camadas mais profundas (Benjamin; Nielsen, 2006; Laclau *et al.*, 2013).

A compreensão da caracterização, quantificação da densidade do sistema radicular das diferentes espécies, submetidas a diferentes interações, em sistemas integrados, poderá contribuir para o entendimento da dinâmica de ciclagem de nutrientes, manutenção da biodiversidade do solo e potencial de estoque de carbono do solo (Campos *et al.*, 2017; Hirte *et al.*, 2018).

Estudos relacionados a forrageiras em sistemas de integração pecuária-floresta são comumente voltados para a parte aérea e pouco se estuda sobre o sistema radicular. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho quantificar a densidade do sistema radicular das raízes de forrageiras *Megathyrsus maximus* BRS Quênia e *Urochloa brizantha* BRS Piatã, na profundidade de 0-20 cm do solo, em relação a suas distâncias do componente arbóreo em dois sistemas de integração pecuária-floresta com duas idades.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Características gerais da área**

O estudo foi realizado na fazenda Macaúba, situada no município de Inaciolândia- GO nos anos 2018/2019 nas seguintes coordenadas geográficas: 18°32' S

e 49°48' W com altitude média de 459 m (Figura 1). O clima é do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen, característico dos climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas, seca no inverno e úmida no verão (Cardoso *et al.*, 2014). A temperatura média anual é de 24,8 °C, com máxima de 36,2 °C em setembro e mínima 22,1 °C em junho. A precipitação média anual de 1427 mm, concentrando-se entre outubro e março. Em relação à distribuição das chuvas, o maior volume dá-se no mês de janeiro, média 271 mm, e o mais seco ocorre no mês de junho, com 10 mm (Climate-Data.org, 2017).

O solo predominante nestes locais é Latossolos Vermelhos Distróficos e proeminentemente de textura muito argilosa e argilosa. Apresenta baixa disponibilidade de macro e micronutrientes, reduzido teor de matéria orgânica e a fração argila, constituída principalmente por caulinita, goethita ou gibbsita (IBGE, 2010; Santos *et al.*, 2018).

Figura 1 – Vista aérea do sistema de integração pecuária-floresta (identificado pelos pontos amarelos) em Inaciolândia, Goiás



Fonte: Os autores (2023).

## 2.2 Implantação do Sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta

O estudo foi realizado em 2 áreas distintas de integração pecuária floresta com duas idades. A área "A" apresentava 3 anos de idade, foi instalada em novembro de 2016 e possuía aproximadamente 40 ha. Para início do projeto de implantação do sistema, houve uma sequência de manejos visando o preparo da área. Em 2016 foi cultivado o componente agrícola, soja (*Glycine max*), em área total. Com a colheita da soja, em fevereiro de 2017, houve o cultivo do componente arbóreo, clone híbrido AEC-043 (originado do cruzamento entre *E. citrodora* x *E. torelliana*) e do milho nas entrelinhas por 150 dias com o intuito de minimizar o ataque dos grilos nas mudas de eucalipto. Em novembro do mesmo ano houve o plantio de soja novamente, desta vez nas entrelinhas do eucalipto e após a colheita da soja em fevereiro de 2018 foi cultivado o componente forrageiro, *Megathyrsus maximus* cv BRS-Quênia.

A área "B" era a mais recente e apresentava idade de 2 anos, que foi instalada em novembro de 2017 e possuía uma área de aproximadamente 40 ha. O manejo adotado nesta área foi semelhante ao da área "A", diferindo apenas a época de cultivo. Para início do projeto de implantação do sistema silvipastoril, houve uma sequência de manejos visando o preparo da área.

Em 2017 foi cultivado o componente agrícola, soja (*Glycine max*), em área total. Com a colheita da soja, em fevereiro de 2018, houve o cultivo do componente arbóreo, clone híbrido AEC-2043, originado do cruzamento entre ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) e do milho, com o intuito de minimizar o ataque dos grilos nas mudas de eucalipto. Em novembro do mesmo ano houve o plantio de soja novamente, desta vez nas entrelinhas do eucalipto e após a colheita da soja em fevereiro de 2019 foi cultivado o componente forrageiro, *Urochloa brizantha* – BRS Piatã.

Para o plantio das mudas dos clones de eucalipto, foi realizado primeiramente, o controle das formigas e dos cupins para ambas as áreas. Na linha de plantio foi realizado sulcagem com subsolador monohaste a 60 cm de profundidade, e em seguida realizada a aplicação de 300 kg ha<sup>-1</sup> de Mono-Amônio-Fosfato (MAP), na

formulação 11-52-00 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Após o estabelecimento das mudas na área, foi realizado adubação de cobertura, com 120 g de 20-00-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) por planta.

A semeadura do componente forrageiro foi realizada utilizando plantadeira, mantendo uma distância mínima de 1,0 m do eucalipto, com o objetivo de reduzir a competição inicial entre as espécies. A adubação de plantio e cobertura consistiu-se em 350 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 08-28-16 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) e 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia com 45% de N (parcelado em duas aplicações, metade em cada aplicação), respectivamente. Foram realizados todos os tratos culturais e silviculturais imprescindíveis para cada cultura, respeitando-se as suas recomendações técnicas.

Para o arranjo espacial do eucalipto, realizou-se o plantio em renques de linha simples, no espaçamento 2 metros entre plantas e 15 metros entre os renques, totalizando 333 árvores por hectare. Para permitir melhor insolação das culturas consorciadas nas entrelinhas, os renques de plantio foram orientados no sentido Leste-Oeste para maior entrada de luz ao longo do dia. O arranjo foi o mesmo para as duas áreas de estudos.

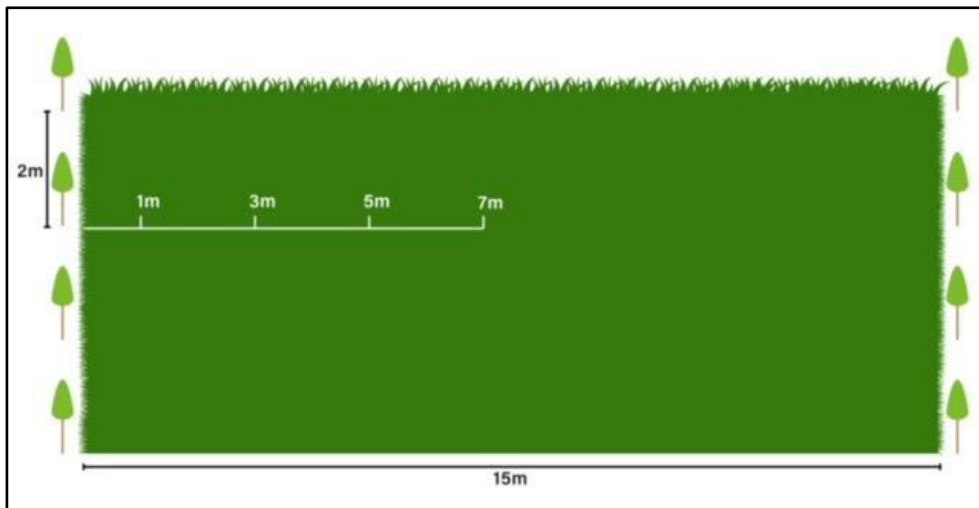
### **2.3 Coleta e densidade das raízes e estoque de carbono**

A coleta foi realizada em 24 de agosto de 2020 no período da seca. Na primeira área foram coletadas as amostras após 2 anos do plantio de *Urochloa brizantha* – BRS Piatã. Na segunda área foram coletadas amostras após 3 anos do plantio da forrageira *Megathyrus maximus* cv. Quênia.

Para a amostragem, uma vez que os locais para cada transectos de distância (ao todo cinco transectos) foram escolhidos de forma aleatorizada, excluindo a borda de 30 m da área de ILP. Cada transecto foi realizado entre os renques de árvores e em cada um deles cinco pontos amostrais (distâncias de: 0 m; 1 m; 3 m; 5 m e 7 m) (Figura 2). Em cada ponto foram coletadas subamostras, totalizando 75 amostras em cada uma das áreas de integração pecuária-floresta (IPF) (Figura 3). A distância zero foi localizada encostada ao tronco da árvore.

O procedimento de amostragem adotado teve o intuito de cobrir possíveis interferências na distribuição do sistema radicular das forrageiras (abrangendo área de gradiente de sombra provocado pelo sistema arbóreo). Atentou-se também para a escolha dos pontos amostrais, desconsiderando uma faixa próxima às extremidades do talhão, denominada bordadura (30m), pois é uma região que apresenta regime de luminosidade diferente, o que poderia influenciar os resultados.

Figura 2 – Esquema da amostragem de raízes das forrageiras *Megathyrus maximus* cv. Quênia e *Urochloa brizantha* - BRS Piatã nos sistemas integração pecuária-floresta no município de Inaciolândia- GO



Fonte: Elaborado por Caio Henrique Januário Calassa (2022).

Com auxílio de um trado tipo caneco, com 7,3 cm de diâmetro, a amostra de solo foi na camada de 0-20 cm de profundidade (volume do cilindro: 837,2 cm<sup>3</sup>). Esse tipo de trado foi utilizado devido a necessidade de um recipiente cilíndrico para contabilizar o volume de solo e raízes de forma precisa. As subamostras foram espaçadas 0,25 m x 0,25 m x 0,25 m, formando um triângulo (Figura 3). O solo coletado foi armazenado em saco plástico, com a devida identificação, e mantido em temperatura ambiente até o momento da separação das raízes do solo.

Na separação das raízes do solo, utilizou-se de um conjunto de peneiras de malha Mesh com 7 mm; 20 mm; 40 mm e 60 mm. Primeiramente foram utilizadas duas

peneiras sobrepostas, a superior com malha de 40 mm e a inferior com malha de 20 mm. O solo foi depositado em pequenas porções na peneira superior e peneirado para a retirada das raízes.

Figura 3 – Esquema demonstrativo de coleta das amostras de raízes em sistemas silvipastoril no município de Inaciolândia Goiás. A - Medição das distâncias com a trena; B - Coleta do solo e raízes com trado tipo caneco; C - Três subamostras coletadas por distância; D - Solo armazenado e identificado.



Fonte: Os autores (2023).

O processo de separação das raízes procedeu com a adição de um volume de água limpa em um recipiente grande (bacia). Posteriormente foi depositado o solo dentro deste recipiente com água e devido a densidade da raiz ser menor que a da água as raízes flutuavam e permaneciam na superfície da água. Com as peneiras



descritas acima foi coletado todo o material radicular que se encontrava na superfície e posteriormente lavado em água corrente. As raízes mais grossas que eram evidentemente do eucalipto foram retiradas da amostra. Já plantas daninhas e/ou outras plantas espontâneas na área, caso fossem encontradas, foram retiradas com raiz do local e preferencialmente coletadas amostras longe da incidência delas. Raízes apodrecidas ou em decomposição que puderam ser visualizadas foram contabilizadas da mesma forma das raízes frescas, mas sem separação entre elas.

Na sequência, as raízes foram colocadas para secar ao sol e posteriormente acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados. Após a separação das raízes, todas as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Ecologia de Plantas (ECOFLOR) da Universidade Federal de Goiás. No laboratório, as amostras foram acondicionadas em uma estufa de circulação e renovação de ar, com temperatura de 65°C, por aproximadamente 72h com o objetivo de proceder a secagem do material até a obtenção de peso constante. Depois das amostras totalmente secas, elas foram pesadas em uma balança de precisão, onde a massa seca de raízes foi quantificada em gramas.

## 2.4 Análise Estatística

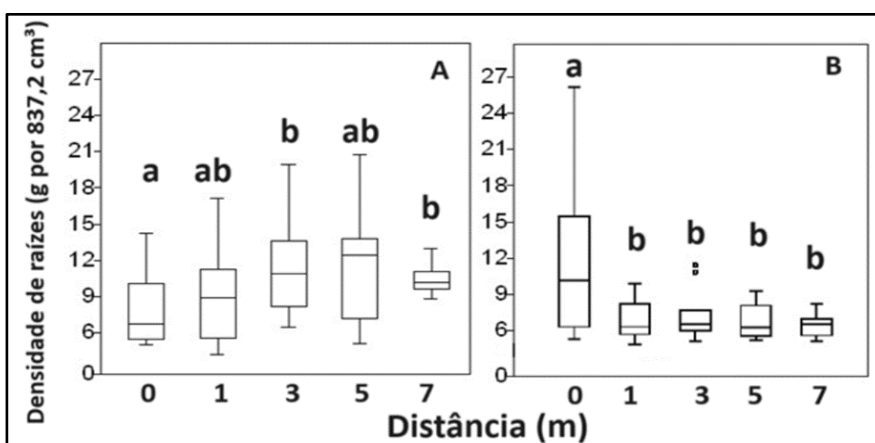
Os valores de densidade de raízes de cada repetição foram somados para formar um valor médio de densidade por distância, sendo considerado apenas a média por distância e as réplicas verdadeiras sendo os diferentes transectos. Para analisar as variáveis, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk e verificaram-se os dados sem distribuição normal, assim sendo foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (c2) com nível de significância ( $p < 0,05$ ) para verificar se existiam diferenças entre a densidade de raízes e as distâncias. Todas as análises foram feitas através do *Software* Past (Hammer *et al.*, 2017). Para facilitar a interpretação visual dos resultados, foram feitos gráficos de boxplot considerando os valores das densidades de raiz dos diferentes capins e nas diferentes distâncias. Não foram comparados estatisticamente a densidade de raiz dos

diferentes capins entre as duas espécies por não ser uma comparação válida entre elas, devido ao delineamento amostral, assim a comparação foi realizada apenas dentro das mesmas espécies, nas diferentes distâncias das árvores.

### 3 RESULTADOS

O sistema de integração pecuária-floresta com 2 anos de idade e clones híbridos de eucalipto AEC-2043 e forrageira *Urochloa brizantha* cv Piatã apresentou a maior produção de densidade total de raízes na distância de 5 metros do componente arbóreo, com valor de 11,75 g seguidos das distâncias 3 metros, com valor médio de 10,89 g, e 7 metros com valor médio de 10,81 g (Figura 4A). A distância zero apresentou a menor densidade radicular com 8,63 g. Observou-se que a maior variação de densidade de raízes ocorre entre as distâncias zero e sete, o que era o esperado, pois na distância zero é onde há maior influência do sombreamento sobre a forrageira *Urochloa brizantha* cv Piatã.

Figura 4 – A. Densidade de raízes de *Urochloa brizantha* BRS Piatã em diferentes distâncias em relação ao componente arbóreo clone híbrido de eucalipto AEC- 2034 com dois anos de cultivo no município de Inaciolândia-GO por 837,2 cm<sup>3</sup>; B. Densidade de raízes de *Megathyrsus maximus* cv. Quênia em diferentes distancias em relação ao componente arbóreo clone híbrido de eucalipto AEC-043 no município de Inaciolândia-GO por por 837,2 cm<sup>3</sup>



Fonte: Os autores (2023).

Na área com sistema de integração pecuária-floresta de 3 anos, com clones híbridos de eucalipto AEC-043 e componente forrageiro *Megathyrus maximus* cv. Quênia, a maior concentração de densidade de raízes foi no ponto zero, ou seja, no componente arbóreo (Figura 4B). A maior média de densidade de raízes foi encontrada na distância zero com 10,23 g, diferindo das demais distâncias que não apresentaram diferença significativa entre si. A densidade de raízes na distância zero apresentou maior variabilidade que a encontrada nas demais distâncias (Figura 4B).

A maior densidade de raízes foi encontrada na distância 0. As demais foram semelhantes, sendo a 5 metros com 4,45 g, seguida da distância de 7, 3 e 1 metros com valores de densidade de raízes igual a 4,82 g; 4,85 g; 5,56 g respectivamente.

## 4 DISCUSSÃO

Sob as condições experimentais estudadas, na primeira área de sistema silvipastoril com 2 anos de idade em um solo Latossolo, ocorreram níveis de competição ou alopatia entre as espécies. Os resultados indicam diminuição do desenvolvimento de raízes da forrageira *Urochloa brizantha* BRS Piatã à medida que se aproxima do componente arbóreo. Resultado similar foi encontrado por Sarto *et al.* (2020), em que avaliando o efeito da introdução do componente arbóreo eucalipto na densidade radicular em um pasto cultivado com *Urochloa brizantha* em diferentes distâncias 0 (linha de plantio); 2; 4 e 6 m (meio das parcelas) em relação à árvore. A adição do eucalipto na pastagem reduziu a densidade de comprimento de raiz, densidade e diâmetro de raiz próximo às árvores, observando uma diminuição de 36% na densidade de raízes comparada ao monocultivo (Sarto *et al.*, 2020).

Da mesma forma, Paciullo *et al.* (2010) avaliando o efeito de sombreamento na densidade aérea e densidade e densidade radicular de forrageira *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril submetidos à lotação rotativa e composto por espécies de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*, constataram que a forragem

verde e a densidade de raízes, expressa em matéria seca, foram menores sob a copa das árvores. Houve quedas de 41,4% na densidade radicular nas fileiras das árvores. A redução do sistema radicular da planta forrageira próximo a arbórea se dá pelo fato do sombreamento das arbóreas, que provocam que a gramínea, na busca por luz, mobilize mais recursos para o crescimento e desenvolvimento da parte aérea.

Existe uma relação tênue entre a parte aérea e o sistema radicular (Gregory, 2006; Defrenet *et al.*, 2016). De acordo com Rosado *et al.* (2011), reduzidos valores de densidade radicular após a desfolha estão associados a uma maior alocação de carbono na densidade da parte aérea durante a estação de crescimento. Esta estratégia fisiológica da planta proporciona rápida recuperação da parte aérea da forragem, promovendo o desenvolvimento de área foliar para atividade fotossintética, diminuindo a demanda de carbono pela raiz. A produção de raízes finas também é influenciada pela fenologia da planta e pelas propriedades do solo (Six *et al.*, 2004; Whalley *et al.*, 2005).

Em sistemas de integração, o componente arbóreo impõe sombreamento para as plantas cultivadas no sub-bosque e interfere diretamente na radiação interceptada, principalmente nas forrageiras mais próximas às árvores e, conseqüentemente, afeta o crescimento e desenvolvimento destas forrageiras tanto da parte aérea quanto do sistema radicular (Guenni *et al.*, 2008). Como pode ser percebido nos resultados encontrados no presente estudo, o componente arbóreo afetou a densidade radicular de *Urochloa brizantha* quanto estas estão alocadas mais próximas do eucalipto. Vale ressaltar que a mudança no desenvolvimento do sistema radicular pode se estender para outras gramíneas. Ao avaliar o efeito do sombreamento, nos níveis de 25%, 50% e 75%, no crescimento de partes das plantas de *Coastcross-1*, *Pennisetum purpureum* cv. Cameron e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, concluíram que todas as espécies apresentaram redução da matéria seca radicular, entretanto a *Urochloa brizantha* apresentou, no mínimo, três vezes mais peso seco (g/planta) nas raízes do que outras espécies forrageiras (Oliveira; Souto, 2001).

A combinação entre a gramínea *Megathyrsus maximus* cv. Quênia e clones de eucalipto AEC-2034, que compreende a composição do sistema de integração-pecuária-floresta de 3 anos apresentou uma relação inversa à esperada. Observou-se uma maior densidade de raízes próximo a árvore, na distância zero, onde se espera uma maior influência do componente arbóreo sobre a forrageira. Estudos realizados por Montejo-Martínez *et al.* (2019) apresentaram resultados similares aos encontrados no presente trabalho. Ao avaliar a densidade acima e abaixo do solo em dois sistemas silvipastoris, um compreendendo *Leucaena leucocephala* (árvore leguminosa) e *Cynodon plectostachyus* (grama) e as outras *L. leucocephala* e *Megathyrsus maximus* em diferentes épocas de colheita observaram que a forrageira *P. maximum* obteve maior densidade e densidade radicular comparada com a *Cynodon plectostachyus* no perfil do solo. Em contraste ao estudo realizado, trabalhos desenvolvidos por Durr e Rangel (2000) evidenciaram, ao trabalhar com níveis de sombreamento em *P. maximum*, uma menor densidade radicular em detrimento da densidade da parte aérea, onde a razão parte aérea/raiz reduziu à medida que o nível de sombreamento aumentou.

A maneira como ocorre o desenvolvimento das raízes, ou seja, seu hábito de enraizamento tem grande influência sobre o seu crescimento e precisa ser bem compreendido. Fica claro que o hábito de crescimento radicular determina o volume de solo ocupado pelas raízes. A densidade de raízes está associada ao grau de exploração desse solo e à capacidade de eliminação ou dominação por espécies concorrentes (Gonçalves; Miranda, 2000). De acordo com Forrester *et al.* (2006), a estratificação do sistema radicular é importante para a coexistência de diferentes espécies na mesma área, especialmente se os recursos são limitantes. Plantas sob sombra geralmente modificam seu padrão de alocação de densidade, favorecendo a produção das partes aéreas em detrimento das raízes, para maximizar a exposição à luz solar sob condições de radiação limitadas (Durr; Rangel, 2000; Guenni *et al.*, 2008).

## 5 CONCLUSÕES

Em sistemas de integração pecuária-floresta, há influência do componente arbóreo eucalipto na densidade radicular da forrageiras *Urochloa brizantha* BRS Piatã e *Megathyrsus maximus* cv Quênia. A intensidade dessa influência pode variar com a distância em que a gramínea se encontra do Eucalipto.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. E. M. *et al.* Corn yield, forage production and quality affected by methods of intercropping corn and *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Goiânia, v. 52, n. 3, p. 170-176, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/dx3HZVkBTDLHNNz4fZ7HwVd/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 5 maio 2020.
- ALVES, B. J. R.; MADARI, B. E.; BODDEY, R. M. Integrated crop–livestock–forestry systems: prospects for a sustainable agricultural intensification. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Holanda, v. 108, n. 1, p. 1–4, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10705-017-9851-0>. Acesso em: 5 maio 2020.
- AULER, A. C. *et al.* Effects of surface-applied and soil-incorporated lime on some physical attributes of a Dystrudept soil. **Soil Use and Management**, Reino Unido, v. 33, n. 1, p. 129– 140, 2017. Disponível em: <https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/sum.12330>. Acesso em: 5 maio 2020.
- BENJAMIN, J. G.; NIELSEN, D. C. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. **Field Crops Research**, Washigton, v. 97, n. 2–3, p. 248-253, 2006. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30100000/2006Documents/2006/442%202006%20Benjamin%20FCR.pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.
- BUENO, P. A. A. *et al.* Microbiological indicators of recovery soil quality in a agroforestry system. **Acta Brasiliensis**, Patos, v. 2, n. 2, p. 40-44, 2018. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/96/37>. Acesso em: 5 maio 2020.
- CAMPOS, A.; CRUZ, L.; ROCHA, S. Mass, nutrient pool, and mineralization of litter and fine roots in a tropical mountain cloud forest. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 575, p. 876–886, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27712868/>. Acesso em: 5 maio 2020.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de KÖPPEN-GEIGER para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, Normandia, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014.

CLIMATE-DATA.ORG. **Acompanhamento do clima**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/312849/>. Acesso em: 5 maio 2020.

DEFRENET, E. *et al.* Root biomass, turnover and net primary productivity of a coffee agroforestry system in Costa Rica: effects of soil depth, shade trees, distance to row and coffee age. **Annals Botany**, London, v. 118, p. 833–85, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27551026/>. Acesso em: 5 maio 2020.

DURR, P. A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy. **Tropical Grasslands**, Sidney, v. 34, p. 110-117, 2000.

FORRESTER, D. I. *et al.* Mixed-species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen-fixing trees: A review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, p. 211–230, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112706003252>. Acesso em: 5 maio 2020.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, London, v. 199, p. 394–406, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016788091400471X>. Acesso em: 10 jun. 2022.

GONÇALVES, J. L. M.; MIRANDA, S. L. M. O sistema radicular das arvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. 1. ed. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 221-267.

GREGORY, P. Plant roots: growth, activity and interaction with soils. **Blackwell Publishing**, London, v. 100, p. 151-154, 2006. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2735306/pdf/mcm099.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropic Grasslands**, Cali, v. 42, p. 75–87, 2008. Disponível em: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/3036/1/2008.1.pdf>. Acesso em: 6 maio de 2023.

HAMMER, Ø. **Paleontological Statistics Version 3.15**. Reference manual. Natural History Museum. University of Oslo, p.253, 2017.

HIRTE, J. *et al.* Maize and wheat root biomass, vertical distribution, and size class as affected by fertilization intensity in two long-term field trials. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 216, p. 197–208, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429017317100>. Acesso em: 10 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Inaciolândia-GO**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/inaciolandia/panorama>. Acesso em: 10 jun. 2018.

JANK, L. *et al.* **O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens**. Campo Grande, MS: Embrapa de Corte, 2017. 17 p. (EMBRAPA – CNPGC).

Comunicado Técnico 138). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165106/1/Capim-BRS-Quenia-Panicum-maximum-Jacq..pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.

LACLAU, J.P. *et al.* Dynamics of soil exploration by fine roots down to a depth of 10 m throughout the entire rotation in *Eucalyptus grandis* plantations. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 4, p. 1-12, 2013. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2013.00243/full>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MONTEJO-MARTÍNEZ, D. *et al.* Fine root density and vertical distribution of *Leucaena leucocephala* and grasses in silvopastoral systems under two harvest intervals. **Agroforestry Systems**, Montpellier, v. 94, p. 843-855, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-019-00457-6>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MORAES, M. T. *et al.* Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 155, n. 1, p. 351-362, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198715001713>. Acesso em: 11 jun. 2022.

OLIVEIRA, F. L.; SOUTO, S. M. Efeito no Sombreamento no Crescimento Inicial de Gramíneas Forrageiras Tropicais. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 221-226, 2001.

Disponível em:

<http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/364/333>. Acesso em: 11 jun. 2022.

PACIULLO, D. S. C. *et al.* Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 598-603, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/BqVJKRNfx3dhCdT5DgFd3mD/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 01 jun. 2023.

POFFENBARGER, H. *et al.* An economic analysis of integrated crop-livestock systems in Iowa, U.S.A. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 157, p. 51-69, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X17302263>. Acesso em: 01 jun. 2023.

REIS, J. C. *et al.* Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 7, p. 58-73, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1051659/integracao-lavoura-pecuaria-floresta-no-brasil-uma-estrategia-de-agricultura-sustentavel-baseada-nos-conceitos-da-green-economy-initiative>. Acesso em: 01 jun. 2023.

ROSADO, P. B. H. *et al.* Fine root biomass and root length density in a lowland and a montane tropical rain forest, SP, Brazil. **Biota Neotropical**, Campinas, v.11, n. 3, p. 203-209, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000300018>. Acesso em: 10 jun. 2023.



SARTO, M. V. M. *et al.* Root and shoot interactions in a tropical integrated crop–livestock–forest system. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 181, n. 102796, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/6xH9kxKGnrBqDcbjnmppDQk/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SIX, J. *et al.* A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. **Soil and Tillage Research**, Washington, v. 79, p. 7–31, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016719870400088>. Acesso em: 20 maio 2021.

WHALLEY, W. R. *et al.* Structural differences between bulk and rhizosphere soil. **European Journal of Soil Science**, Rome, v. 56, p. 353–360, 2005.

## Contribuições de autoria

### 1 – Hérica André Da Silva

Universidade Federal de Goiás, Mestre em Agronomia

<https://orcid.org/0000-0002-0647-4536>, hericasilva\_20@hotmail.com

Contribuição: realização das atividades de campo, escrita científica, análises dos dados, correção final.

### 2 – Amanda Prudente Velozo

Universidade Federal de Goiás, Mestrado em Agronomia, Doutoranda em Agronomia

<https://orcid.org/0009-0005-2424-7934>, velozo\_a@hotmail.com

Contribuição: realização das atividades de campo, escrita científica, análises dos dados, correção final.

### 3 – Paulo Vitor Divino Xavier de Freitas

Universidade Estadual de Goiás, Doutor em Zootecnia

<https://orcid.org/0000-0003-2671-1030>, paulovitor\_freitas@hotmail.com

Contribuição: Escrita científica, correção e orientação, escrita final.

### 4 – Abílio Rodrigues Pacheco

Embrapa Floresta, Doutorado em Agronomia

<https://orcid.org/0009-0008-4852-8900>, abilio.pacheco@embrapa.br

Contribuição: Concepção do trabalho, realização do delineamento experimental/amostral, escrita científica, escrita final.

### 5 – Francine Neves Calil

Universidade Federal de Goiás, Doutora em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0003-2882-9622>, fncalil@gmail.com

Contribuição: Concepção do trabalho, realização do delineamento experimental/amostral, análise de dados, escrita científica, correção e orientação, escrita final.

## 6 – Carlos de Melo e Silva-Neto (correspondente)

Instituto Federal de Goiás. Doutor em Agronomia

<https://orcid.org/0000-0001-8624-3836>, carloskoa@gmail.com

Contribuição: Concepção do trabalho, realização do delineamento experimental/amostral, análise de dados, escrita científica, correção e orientação, escrita final.

## Como citar este artigo

SILVA, H. A.; VELOZO, A. P.; FREITAS, P. V. D. X.; PACHECO, A. R.; CALIL, F. N.; SILVA-NETO, C. M. Densidade de raízes de *Megathyrsus maximus* BRS Quênia e *Urochloa brizantha* BRS Piatã em sistemas silvipastoris. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v. 12, e84367, 2024. DOI 10.5902/2316980X84367. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2316980X84367>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.