

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CRESCIMENTO DE *Peltophorum dubium* (Sprengel)
Taubert E ACÚMULO DE BIOMASSA E VALOR
NUTRITIVO DE *Urochloa brizantha* cv. BRS PIATÃ EM
SISTEMA SILVIPASTORIL**

DÉBORA MENANI HEID

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2015

**CRESCIMENTO DE *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert E
ACÚMULO DE BIOMASSA E VALOR NUTRITIVO DE *Urochloa*
brizantha cv. BRS PIATÃ EM SISTEMA SILVIPASTORIL**

DÉBORA MENANI HEID
Engenheira Agrônoma

Orientadora: PROF. DRA. BEATRIZ LEMPP

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

H465c	<p>Heid, Débora Menani. Crescimento de <i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert e acúmulo de biomassa e valor nutritivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. brs piatã em sistema silvipastoril . / Débora Menani Heid. – Dourados, MS : UFGD, 2015. 81f.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Beatriz Lempp. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Sistema agroflorestal. 2. Canafístula. 3. Densidade populacional. 4. Produção forrageira. I. Título.</p> <p>CDD – 633.2</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

CRESCIMENTO DE *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert E ACÚMULO DE BIOMASSA E VALOR NUTRITIVO DE *Urochloa brizantha* cv. BRS PIATÃ EM SISTEMA SILVIPASTORIL

por

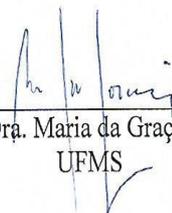
Débora Menani Heid

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTORA EM AGRONOMIA

Aprovada em: 29 /05/2015



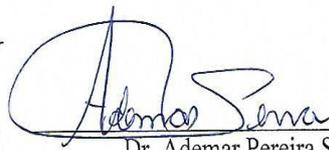
Prof. Dra. Beatriz Lempp
Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dra. Maria da Graça Morais
UFMS



Dr. Valdemir Antônio Laura
Pesquisador – Embrapa Gado de Corte



Dr. Ademar Pereira Serra
Embrapa Gado de Corte



Prof. Dra. Lilian Maria Arruda Bacchi
UFGD/FCA



Prof. Dra. Flávia Araújo Matos
UFGD/FCA

Aos meus pais Marli Menani Heid e Egon Heid e aos meus avós
Rosalina Mori Menani e Aracy Desidério Menani.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, coragem e persistência para a realização deste trabalho;

À Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de realização do Doutorado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos;

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pelo auxílio financeiro;

Ao meu orientador Prof. Dr. Omar Daniel (*in memoriam*), que não só durante os quase quatro anos do Doutorado, mas também em meu Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação e Mestrado, contribuiu com sua grande sabedoria, incentivo e amizade para meu crescimento acadêmico e pessoal. Serei sempre muito grata;

À minha orientadora Profa. Dra. Beatriz Lempp, que ao final do Doutorado me orientou e apoiou. Obrigada pela amizade e confiança;

À Embrapa Agropecuária Oeste, por disponibilizar instalações, materiais e condições para que este trabalho pudesse ser realizado;

Ao pesquisador Dr. Júlio Cesar Salton, da Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio, sugestões e por abrir caminhos para a realização deste trabalho;

Aos funcionários da Embrapa Agropecuária Oeste, em especial ao Laécio e Sr. Dozinho e esposa, pelo grande auxílio no campo e por me receberem sempre tão bem;

Ao Sr. Jesus, Alfredo Lutz, Ludovico e demais funcionários da Fazenda Experimental da UFGD, que sempre se dispuseram para que as atividades de campo, em Ponta Porã – MS, fossem realizadas;

À Embrapa Gado de Corte, na pessoa do pesquisador Dr. Valdemir Antônio Laura, pelo apoio estrutural e técnico na execução da análise bromatológica da forragem e pelas valiosas sugestões como membro da banca examinadora;

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade, atenção e sugestões;

Aos colegas do GESAF: Flávia A. Matos, Igor M. B. Nogueira, Rafael P. de Carvalho, Alex M. Melotto, Thais Cremon, Michele L. Yoshiy, Natália Salles, Rafael

B. de Oliveira, Ítalo Marcondes, Luciano Rezende, Felipe Borges, Vadim Carbonari, Mizael Terra e Afonso, pelo companheirismo e auxílio na realização deste trabalho;

À amiga Simone Bottega, sempre disposta a auxiliar nas atividades de campo e laboratório;

À laboratorista e amiga Elda, pelo apoio e amizade;

Ao colega Thiago Carnevali, pela colaboração durante as análises estatísticas;

Aos professores da Pós-Graduação, pelo apoio;

À secretária da Pós-Graduação, Maria Lucia Teles, sempre atenciosa e prestativa;

Aos colegas de Pós-Graduação, pelos momentos compartilhados de estudo;

Ao Rafael Z. Fontes, pelos momentos de auxílio e apoio;

Aos amigos e amigas que tornaram meus momentos mais alegres;

A toda minha família, pelo apoio constante, principalmente nos momentos mais difíceis.

Obrigada.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.	vii
ABSTRACT.	viii
INTRODUÇÃO GERAL.	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	13
CAPÍTULO 1	
CRESCIMENTO DE CANAFÍSTULA (<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert) EM DIFERENTES DENSIDADES E ORIENTAÇÕES DE PLANTIO.	15
1. INTRODUÇÃO.	17
2. MATERIAL E MÉTODOS.	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	25
4. CONCLUSÕES.	36
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	37
CAPÍTULO 2	
ACÚMULO DE BIOMASSA E VALOR NUTRITIVO DE <i>Urochloa brizantha</i> cv. BRS PIATÃ EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM CANAFÍSTULA (<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert).	39
1. INTRODUÇÃO.	41
2. MATERIAL E MÉTODOS.	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	49
3.1. Características microclimáticas.	49
3.2. Características quantitativas da forrageira.	51
3.3. Características qualitativas da forrageira.	55
4. CONCLUSÕES.	62
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	63
CONCLUSÕES GERAIS	67
APÊNDICE.	68

RESUMO

HEID, D. M. Universidade Federal da Grande Dourados, maio de 2015. **Crescimento de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert e acúmulo de biomassa e valor nutritivo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em sistema silvipastoril.** Orientadora: Dra. Beatriz Lempp.

Este estudo foi conduzido objetivando-se avaliar o crescimento de canafístula (*Peltophorum dubium*) em diferentes densidades e orientações de plantio, visando a produção de madeira a partir do fuste, assim como a influência deste componente lenhoso no microclima, na biomassa e no valor nutritivo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, nas estações das águas e da seca. Implantou-se, em novembro de 2010, no Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste em Ponta Porã-MS, uma roda de Nelder com 22 círculos e 24 raios. Foi adotado o manejo de desrama das árvores a partir do sexto mês do plantio, realizado até os 26 meses de idade. Foram avaliadas dez densidades populacionais de canafístula (1.324, 1.046, 827, 653, 516, 408, 322, 255, 201 e 159 árvores ha⁻¹), nas orientações Norte-Sul e Leste-Oeste, para o estudo das características dendrométricas (altura total, diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e volume cilíndrico) aos 12, 18, 24, 30 e 36 meses após o plantio, e cinco densidades de *P. dubium* (1.177, 735, 459, 286 e 179 árvores ha⁻¹) para o estudo da influência arbórea no microclima (radiação fotossinteticamente ativa e temperatura do ar), acúmulo de biomassa e o valor nutritivo do capim-piatã (massa seca verde de lâmina foliar, de colmo e bainha, massa seca total, proteína bruta, fibras em detergente neutro e ácido, celulose, sílica, lignina em permanganato de potássio e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica), na seca (agosto de 2012 e de 2014) e águas (março de 2013 e de 2014). Observou-se que as características dendrométricas apresentaram relação direta com o aumento da densidade arbórea em ambas orientações estudadas. O adensamento populacional de canafístula, durante os três primeiros anos, promove o incremento em volume cilíndrico. No entanto, as densidades de *P. dubium* não influenciaram o microclima e o acúmulo de biomassa do capim-piatã, sendo este, superior nas águas em relação à seca. Houve redução do valor nutricional do capim-piatã na estação das águas, principalmente nas amostragens de 2014. A canafístula, em sua fase inicial de crescimento e quando manejada pelas desramas, pode ser utilizada em sistemas silvipastoris com o capim-piatã em densidades de 179 a 1.177 árvores ha⁻¹ sem afetar o acúmulo de biomassa e o potencial qualitativo das lâminas foliares.

Palavras-chave: sistema agroflorestal; canafístula; densidade populacional; produção forrageira.

ABSTRACT

HEID, D. M. Universidade Federal da Grande Dourados, May 2015. **Growth of *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert and biomass accumulation and nutritional value of *Urochloa brizantha* cv. Piatã in silvipastoral system.** Advisor: Dra. Beatriz Lempp.

This study aimed to evaluate the growth of canafistula (*Peltophorum dubium*) in different densities and planting guidelines aimed at wood production from the bole as well as the influence of woody component on the microclimate, on the biomass and on the nutritional value of *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, in rainy and dry seasons. We implemented, in November 2010, in the experimental area of Embrapa Agropecuária Oeste, in Ponta Porã-MS (22°33'07"S and 55°38'37"W; 496 m), a Nelder wheel with 22 circles and 24 spokes. The pruning management of the tree component was adopted, starting in the sixth month of planting and held until 26 months of age. Ten canafistula densities were evaluated (1.324, 1.046, 827, 653, 516, 408, 322, 255, 201 and 159 tree ha⁻¹), in the North - south and east - west directions. for the study of dendrometrical characteristics (total height, diameter at height 1.3 m (DAP) and cylindrical volume) at 12, 18, 24, 30 and 36 months after planting, and five densities of *P. dubium* (1.177, 735, 459, 286 and 179 tree ha⁻¹) for the study of tree influence on microclimate characteristics (photosynthetically active radiation and air temperature), biomass accumulation and the nutritional value of capim-piatã (green dry mass of leaf lamina, stem and sheath, total dry mass, crude protein, fiber in neutral detergent and acid, cellulose, silica, potassium permanganate lignin and in vitro digestibility of organic matter) in the dry (August 2012 and August 2014) and the rainy (March 2013 and March 2014) seasons. We observed that the dendrometrical characteristics presented direct relation with an increase in tree density in both orientations studied. The high canafistula planting density, until 36 months old, promotes the increase in the cylindrical volume. However, the densities of *P. dubium* did not influence the microclimate and the biomass accumulation of capim-piatã in rainy season, specially in 2014 sampling. The canafistula in its initial growth phase and when managed by pruning can be used in silvipastoral systems with capim-piatã of 179 to 1.177 tree ha⁻¹ densities without affecting the accumulation of biomass and qualitative potential of the leaf blades.

Keywords: agroforestry system; canafistula; population densities; forage production.

INTRODUÇÃO GERAL

Os sistemas agroflorestais (SAF), considerados sistemas sustentáveis de uso da terra, tem tido grande repercussão no meio produtivo.

Conceituados como sistemas integrados de árvores, arbustos, cultivos agrícolas e, ou, animais na mesma área, de maneira simultânea ou sequencial, os SAF buscam a otimização da agregação de valores socioeconômicos, culturais e ambientais, com potencial para constituírem uma modalidade sustentável de uso e manejo dos recursos naturais (MACDICKEN e VERGARA, 1990).

Os sistemas silvipastoris (SSP), especificamente, podem ser definidos como locais de atividade agropecuária, onde árvores são intencionalmente utilizadas em associação com pastagens (NAIR, 1993), representando grande potencial para recuperação de áreas com pastagens degradadas.

Dentre os aspectos biofísicos, sociais e econômicos que os SSP proporcionam, destacam-se: diversificação da produção, manejo ecologicamente apropriado dos componentes naturais, melhor infiltração de água e estruturação do solo, promoção da ciclagem de nutrientes a partir da ação de sistemas radiculares diversos e contínuo aporte de resíduos orgânicos (CASTRO e CARVALHO, 1999; CASTRO e PACIULLO, 2006).

As árvores beneficiam os pastos, especialmente quanto: à disponibilidade de nutrientes, pois as raízes nas camadas mais profundas do solo possibilitam o deslocamento dos mesmos para a superfície; podem reservar temporariamente esses nutrientes, imobilizados nas raízes e parte aérea; e redistribuírem o carbono (C) e nutrientes em profundidade, favorecendo a atividade microbiana do solo, aumentando a capacidade de sequestro de C pelos sistemas nos quais os indivíduos arbóreos estão inseridos (RADOMSKI e RIBASKI, 2012).

Além disso, a presença do componente arbóreo modifica o microclima ao reduzir a velocidade dos ventos, a radiação solar, a relação de radiação vermelha:infravermelha, gerando um regime de temperatura ameno, com maior umidade, menores taxas de evapotranspiração e maiores níveis de umidade no solo, proporcionado também, maior conforto térmico animal (NICODEMO et al., 2004).

Estas mudanças ambientais alteram a qualidade das gramíneas, já que a digestibilidade da matéria seca e os teores de nutrientes são determinados pela

morfologia, anatomia e composição química da forrageira (CASTRO et al., 1999; NICODEMO et al., 2004; PACIULLO et al., 2007).

As gramíneas produzidas em ambientes sombreados geralmente apresentam maiores teores de proteína bruta e de nitrogênio não proteico, cutículas mais finas, lâminas mais largas, maior alongamento do entrenó e desenvolvimento vascular diminuído. Entretanto, à medida que o nível de sombra aumenta, o teor de carboidratos solúveis na planta diminui e pode haver um declínio concomitante de conteúdo de parede celular (NICODEMO et al., 2004).

Portanto, a escolha das forrageiras para uso em SSP deve se pautar em sua tolerância ao sombreamento, a exemplo da *Urochloa decumbens*, *U. brizantha* e cultivares de *Panicum maximum*, gramíneas amplamente utilizadas para a formação de pastagens no Brasil (CARVALHO et al., 2001).

A *U. brizantha* (Höchst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS Piatã [syn. *Brachiaria brizantha* (Höchst. ex A. Rich.) Stapf cv. BRS Piatã], considerada tolerante ao sombreamento (ALMEIDA et al., 2011), também apresenta-se como excelente alternativa para a redução das extensas áreas caracterizadas por monocultivos de capim-marandu, hoje existentes em todos os estados das regiões Centro-Oeste e Sudeste, tendo em vista a sua boa adaptação aos solos de cerrados de média fertilidade, além de boa resposta à adubação, tolerância a fungos foliares e de raiz, florescimento precoce e produção, em janeiro e fevereiro, de 150 a 450 kg ha⁻¹ de sementes puras (NANTES et al., 2013). Ainda, de acordo com Euclides et al. (2009), os ganhos de peso por animal e por área com capim-piatã foram maiores do que aqueles obtidos em pasto de *U. brizantha* cv. Marandu, tendo-se observado, em média, 705 e 660 kg ha⁻¹ de peso corporal por ano, para os capins piatã e marandu, respectivamente.

Além da seleção e utilização de espécies forrageiras tolerantes ao sombreamento, é possível manipular a intensidade de radiação solar no sistema silvipastoril por meio da escolha das espécies, densidade e disposição das árvores em relação ao sol e ao relevo, bem como as técnicas silviculturais de manejo de copas dos indivíduos arbóreos (NICODEMO et al., 2004).

O componente arbóreo a ser implantado em um SSP deve apresentar crescimento rápido, de modo que até dois anos após o plantio, as árvores possuam altura que posicione suas copas acima do alcance dos animais, com diâmetro suficiente para que sejam minimizados possíveis danos mecânicos ocasionados pelos mesmos (CASTRO e PACIULLO, 2006).

Desta maneira, a canafístula [*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert], também conhecida como sobrasil e farinha-seca, pode ser considerada uma das alternativas à eucaliptocultura quando se pretende investir na produção de madeira sólida. Caracteriza-se como uma espécie secundária, de crescimento rápido, com produtividade volumétrica máxima registrada de $19,60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (CARVALHO, 2003). Sua madeira é densa ($0,75$ a $0,90 \text{ g cm}^{-3}$), possuindo moderada resistência ao apodrecimento e elevado poder calorífico ($4.755 \text{ kcal kg}^{-1}$). Pode ser empregada na construção civil, marcenaria, tanoaria, carrocerias, dormentes, serviços de torno e movelaria (REITZ et al., 1978).

Avaliando o crescimento de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para SSP em Campo Grande-MS, Melotto et al. (2009) concluíram que a canafístula está entre as espécies que podem ser utilizadas nestes sistemas integrados, na região dos Cerrados.

Esta árvore nativa ocorre em Florestas Estacionais Semidecíduais de Góias, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, além das formações florestais do Complexo Atlântico (CARVALHO, 2003). A mesma é descrita como uma árvore caducifólia (perde totalmente as folhas no inverno), com 10 a 20 m de altura e 35 a 90 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), mediantemente tolerante a baixas temperaturas. (CARVALHO, 2002; INOUE e GALVÃO, 1986). Possui tronco cilíndrico, fuste com até 15 m de comprimento, folhas compostas, flores amarelo-vivas em vistosas panículas, fruto descrito como um legume samaróide, seco, indeiscente, com 4 a 9,5 cm de comprimento e 1 a 2,5 cm de largura, e semente de superfície lisa, brilhante, amarelo-esverdeada e testa membranácea, apresentando dispersão anemocórica (CARVALHO, 2002).

A dicotomia presente em canafístula, caracterizada pela ocorrência de múltiplas gemas apicais, pode ser manipulada pela prática de desrama regular, definindo-se, dessa maneira, melhores fustes às árvores, agregando valor à madeira e à qualidade do povoamento florestal (CARVALHO, 2003).

Um dos desafios para a adoção dos sistemas silvipastoris é a falta de informação sobre o espaçamento ideal de plantio das árvores, uma vez que a densidade arbórea adequada pode variar em função das espécies utilizadas e das condições ambientais locais. Desta forma, Nelder (1962) propôs um delineamento sistemático utilizado tanto na área agrícola quanto florestal, para o estudo de um grande número de

densidades populacionais em reduzida área experimental quando comparado aos delineamentos convencionais.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de *Peltophorum dubium* em diferentes densidades e orientações de plantio, visando a produção de madeira a partir do fuste, assim como a influência deste componente lenhoso no microclima, na biomassa e no valor nutritivo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, nas estações das águas e da seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 25-36.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 24 p. (Embrapa Gado de Leite: Circular Técnica, 64).

CARVALHO, P. E. R. **Canafístula (*Peltophorum dubium*)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. (Embrapa Florestas: Circular Técnica, 64).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.1, 1039p.

CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, M. M. **Sistemas silvipastoris: relatos de pesquisa e de seu uso no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 53).

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. **Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 6p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 50).

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. D.; DIFANTE, G. D. S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 98-106, 2009.

INOUE, M. T.; GALVÃO, F. Desempenho assimilatório de *Mimosa scabrella*, *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius* e *Matayba elaeagnoides*, em dependência da intensidade luminosa. **Acta Florestalia Brasilienses**, Curitiba, v.1, p.89-98, 1986.

MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry: classification and management**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 382 p.

MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCHESE, R. A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; SILVA, P. da V. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 425-432, mai./jun. 2009.

NAIR, P. K. R. **An introduction to Agroforestry**. Dordrecht: ICRAF/ Kluwer Academic Publishers, 1993, 664 p.

NANTES, N. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R. A.; GOIS, P. O. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 114-121, 2013.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, v. 18, n. 2, p. 283-307, 1962.

NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. P. da.; THIAGO, L. R. L. de S.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A. **Sistemas silvipastoris - introdução de árvores na pecuária do Centro- Oeste brasileiro**. Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2004. 37 p. (Embrapa Gado de Corte: Documentos , 146).

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo de capim braquária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p. 573-579, 2007.

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Fertilidade do solo e produtividade da pastagem em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 53-61, jan./mar. 2012.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Sellowia, Itajaí, (28/30): 1-320, 1978.

CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO DE CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) EM DIFERENTES DENSIDADES E ORIENTAÇÕES DE PLANTIO

RESUMO - Objetivou-se avaliar o crescimento da canafístula (*Peltophorum dubium*) em diferentes densidades e orientações de plantio, visando a produção de madeira a partir do fuste, em sistema silvipastoril. Implantou-se, em novembro de 2010, uma roda de Nelder com 22 círculos e 24 raios, tendo a canafístula como componente arbóreo. Foram avaliadas dez densidades populacionais (1.324, 1.046, 827, 653, 516, 408, 322, 255, 201 e 159 árvores ha⁻¹), nas orientações Norte - Sul e Leste - Oeste. Foi adotado o manejo de desrama do componente arbóreo a partir do sexto mês do plantio, realizado até os 26 meses de idade. As características dendrométricas altura total, diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e volume cilíndrico (Vcil) foram mensuradas aos 12, 18, 24, 30 e 36 meses após o plantio. A altura total, o DAP e o Vcil apresentaram relação direta com a densidade populacional. O adensamento de plantio de canafístula, até os 36 meses de idade, promove o incremento em volume cilíndrico nas orientações de plantio Norte – Sul e Leste – Oeste, com maior volume individual na densidade de 1.324 árvores ha⁻¹. Quando manejada pela desrama, *P. dubium* apresenta potencial para a composição de sistemas silvipastoris direcionados à produção de madeira a partir do fuste para fins de maior valor agregado.

Palavras-chave: dendrometria; densidade arbórea; sistema silvipastoril.

GROWTH OF *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert IN DIFFERENT DENSITY AND PLANTING GUIDELINES

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the growth of canafistula (*Peltophorum dubium*) in different densities and planting guidelines aimed at wood production from the bole in silvipastoral system. We implemented, in November 2010, a Nelder wheel with 22 circles and 24 spokes, having the canafistula as tree component. Ten densities were evaluated (1.324, 1.046, 827, 653, 516, 408, 322, 255, 201 and 159 tree ha⁻¹), in the North - south and east – west directions. The pruning management of the tree component was adopted, starting in the sixth month of planting and held until 26 months of age. The dendrometrical characteristics total height, diameter at height 1.3 m (DAP) and cylindrical volume (Vcil) were measured at 12, 18, 24, 30 and 36 months after planting. The total height, the DAP and the Vcil showed direct relation to the population density. The high canafistula planting density, until 36 months old, promotes the increase in the cylindrical volume in north - south and east – west planting directions, with higher individual volume at the density of 1.324 tree ha⁻¹. When managed by pruning, *P. dubium* shows potential for silvipastoral systems directed to wood from the bole production to higher value-added purposes.

Keywords: dendrometry; tree density; silvipastoral system.

1. INTRODUÇÃO

Em contraste aos monocultivos de gramíneas tropicais em sistemas de exploração pecuária a pasto, modelos de produção agropecuária baseados na integração de culturas agrícolas, florestais e animais estão se destacando por garantir a sustentabilidade da produção.

Neste contexto, os sistemas agroflorestais (SAF), e em particular os sistemas silvipastoris (SSP), conciliam produção animal e vegetal com conservação ambiental (RADOMSKI e RIBASKI, 2009).

Os SSP devem ser delineados para minimizar os custos associados à implantação e manutenção das árvores. Para isto, a competição entre forrageiras herbáceas e árvores por água, luz e nutrientes deve ser adequadamente conduzida, fazendo com que a associação de árvores e pastagem resulte em maior eficiência de uso da terra (MONTOYA VILCAHUAMAN et al., 2000).

Devido a diversidade de escolha dos componentes do sistema e das interações provocadas pelos mesmos, um dos maiores desafios para a adoção dos SSP é a escassez de informação sobre o espaçamento ideal de plantio das árvores, além da disposição dos indivíduos arbóreos em relação aos pontos cardeais, uma vez que no sentido Leste - Oeste, a incidência de luz no pasto pode ser mais elevada (NICODEMO et al., 2004).

Para a determinação de espaçamentos adequados de plantio das árvores, há necessidade de grandes áreas experimentais, tanto pela necessidade de um número suficiente de indivíduos mensuráveis, quanto pela exigência de repetições, aleatorização, controle local e bordadura, reduzindo assim, o número de espaçamentos testados em campo.

Desta forma, Nelder (1962) propôs um delineamento sistemático utilizado tanto na área agrícola quanto florestal, no qual é possível estudar grande número de densidades de árvores em reduzida área experimental, comparado com os delineamentos convencionais.

O sucesso no estabelecimento dos SSP depende, principalmente, da adequada escolha do componente arbóreo. De acordo com Carvalho et al. (2001), as características desejáveis nas árvores empregadas nestes sistemas seriam fuste alto, copas pouco densas, crescimento rápido, capacidade de fornecer nutrientes ao pasto,

adaptação ao ambiente e tolerância à seca, ausência de efeitos tóxicos sobre os animais, capacidade de fornecer sombra e abrigo, bem como controle da erosão.

Melotto et al. (2009), estudando o crescimento inicial de 11 espécies arbóreas nativas, dentre elas a canafístula [*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert], plantadas diretamente em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em Campo Grande-MS, observaram que *P. dubium* esteve entre as três espécies que obtiveram as melhores combinações dos acréscimos em altura, diâmetro do colo e sobrevivência. Assim, os autores indicaram a mesma para a composição de sistemas silvipastoris.

Também conhecida como sobrasil e farinha-seca, a canafístula é uma leguminosa não fixadora de nitrogênio, caducifólia, bastante versátil e que ocorre em Florestas Estacionais Semidecíduais de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, além das formações florestais do Complexo Atlântico (CARVALHO, 2002).

Atualmente, com a escassez dos produtos florestais de qualidade superior, as espécies anteriormente pouco empregadas conquistaram espaço no mercado (RUSCHEL et al., 2003). Nesse contexto, a canafístula se enquadra na categoria de espécie madeireira promissora, apresentando-se como uma das alternativas à eucaliptocultura quando se pretende investir na produção de madeira sólida, tendo em vista, principalmente, seu rápido crescimento.

A madeira de *P. dubium* apresenta massa específica aparente densa (0,75 a 0,90 g cm⁻³), a 15% de umidade, massa específica básica de 0,53 a 0,65 g cm⁻³ e produtividade volumétrica máxima registrada de 19,60 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Possui utilização comercial em construção civil (vigas, caibros, ripas, marcos de portas, janelas, assoalhos), em usos externos (mourões, dormentes, cruzetas), em indústria de móveis e guarnições, em construção naval e militar, em marcenaria e carpintaria (carroçarias, chapas e peças para decorações de interiores), além de ser viável para a produção de papel (CARVALHO, 2002).

Avaliando preliminarmente o potencial de uso da madeira de canafístula para produção de chapas de partículas aglomeradas, coladas com adesivos à base de tanino e ureia-formaldeído, Modes et al. (2012) observaram que, quando agregada com adesivo à base de tanino-formaldeído, a madeira desta espécie nativa também pode ser uma fonte alternativa de matéria-prima para a produção de chapas aglomeradas.

Entretanto, a canafístula possui hábito de crescimento variável, geralmente irregular, com perda de dominância apical, bifurcação desde a base ou com formação de galhos grossos. Portanto, deve sofrer desramas periódicas para aumentar sua altura

comercial (CARVALHO, 2002), tendo em vista que características como a forma dos troncos, a altura do fuste livre de galhos e as bifurcações, determinam o valor das árvores (SILVA, 2007).

Contudo, poucas são as pesquisas relacionadas ao crescimento de *P. dubium* em idades adultas, quando é possível ser observado o seu real potencial produtivo, tanto em monocultivos quanto em sistemas de integração, como os SSP. Diante disso, é necessário avançar na busca de técnicas adequadas de condução e manejo florestal com essa espécie.

Assim, objetivou-se avaliar o crescimento da canafístula (*Peltophorum dubium*) em diferentes densidades e orientações de plantio, visando a produção de madeira a partir do fuste, em sistema silvipastoril.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS (rodovia São João, km 4), nas coordenadas geográficas 22°33'07"S e 55°38'37"W, e altitude de 496 m, no período de novembro de 2010 a novembro de 2013. O clima, segundo classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (PEEL et al., 2007). Na Figura 1 são apresentadas a precipitação pluviométrica total mensal e as médias de temperatura do ar durante o período experimental.

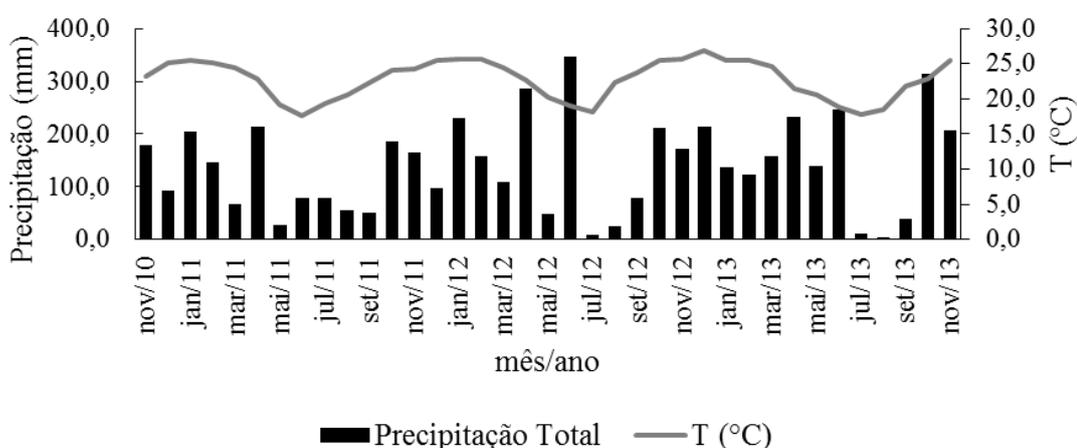


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica total mensal (mm) na região de Ponta Porã, MS (Fonte: Estação 83702, INMET) e médias de temperatura do ar (°C) na região sul de Mato Grosso do Sul (Fonte: Estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (AMARAL et al., 2000). A amostragem do solo (0-10 e 10-20 cm) foi realizada em junho de 2012. As análises químicas e texturais do mesmo foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Agropecuária Oeste e os resultados são apresentados nos Quadros 1 e 2.

QUADRO 1. Análise textural do solo da área experimental, de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm de profundidade

Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila
	-----g kg ⁻¹ -----		
0 -10	364,3	86,8	549,0
10 - 20	343,0	87,0	570,0

QUADRO 2. Análise química do solo da área experimental, de 0-10 cm e 10-20 cm de profundidade

Prof. (cm)	P (mg.dm ⁻³)	MO (g.kg ⁻¹)	pH (CaCl ₂)	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC (T)	CTC efet.(t)	m	V
				----- (cmolc.dm ⁻³) -----									
													(%)
0-10	16,86	31,78	4,42	0,71	0,37	2,40	0,95	10,65	3,72	14,37	4,43	17,94	26,88
10-20	7,03	28,27	4,26	1,30	0,21	1,46	0,53	11,46	2,19	13,65	3,49	38,94	16,50

Para a implantação da canafístula (*Peltophorum dubium*) na área experimental (1,3 ha), inicialmente dessecou-se a *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster cv. Basilisk presente na área de estudo e, em novembro de 2010, efetuou-se o plantio de 528 mudas, com altura média de 20 cm. Cada muda recebeu 150 g do formulado comercial NPK 6-30-6 + 1% de B + 0,5% Zn + 0,5% Cu, divididas em duas covetas com 75 g cada, a 15 cm do caule. A adubação de cobertura ocorreu 60 dias após o plantio, utilizando-se 120 g do formulado comercial NPK 20-00-20, na projeção da copa.

O pasto de *U. brizantha* cv. BRS Piatã foi estabelecido quando as árvores apresentavam 16 meses de idade (março de 2012), com semeadura em linhas, utilizando-se 10 kg ha⁻¹ de semente comercial.

As árvores foram implantadas de acordo com o modelo proposto por Nelder (1962), sendo as distâncias e ângulos determinados conforme as fórmulas 1, 2 e 3 abaixo (NAMKOONG, 1965):

$$r_n = r_0 \cdot \alpha^n \quad (1)$$

$$A_n = \tan(\theta/2) \cdot [(r_n^2/4) \cdot f(\alpha)] \quad (2)$$

$$f(\alpha) = (1+\alpha)^2 - (1+\alpha^{-1})^2 \quad (3)$$

Em que:

A_n : é a área da planta n em cada raio;

α : constante que determina a razão de mudança no crescimento do espaçamento;

r_n : distância radial para a enésima planta e r_0 para a primeira planta em cada raio;

θ : ângulo entre raios adjacentes.

A roda foi formada por 22 círculos concêntricos, com distâncias a partir do centro variando entre 19,60 m e 67,51 m e identificados de r_0 a r_{21} , observando-se uma taxa de redução na densidade das árvores de 12,5%, o que resultou em acréscimo de



FIGURA 3. Roda de Nelder para a definição de densidades de árvores de *Peltophorum dubium* em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, no Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS. Fonte: Google earth (22 de março de 2014).

QUADRO 3. Densidades avaliadas de *Peltophorum dubium* (árvores ha⁻¹), correspondentes a cada arco da roda de Nelder

Arco	Densidade (árvores ha ⁻¹)
3	1.324
5	1.046
7	827
9	653
11	516
13	408
15	322
17	255
19	201
21	159

Foi adotado o manejo de desrama do componente arbóreo a partir do sexto mês do plantio das árvores, realizado sempre que necessário até os 26 meses de idade.

Foram estudadas as características dendrométricas: altura total, diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e volume cilíndrico (Vcil) das árvores de *P. dubium*.

Para a obtenção destas características, as árvores foram mensuradas aos 12, 18, 24, 30 e 36 meses após o plantio. Foi avaliada a circunferência a 1,3 m de altura (C1,3) utilizando-se fita métrica e a altura total (ALT) foi obtida com régua (até os 24 meses de idade) e hipsômetro digital Vertex IV (aos 30 e 36 meses). A partir destas

características foram derivados o diâmetro do fuste ($DAP = C1,3/\pi$) e o volume cilíndrico ($V_{cil} = ((\pi \times DAP^2/4) \times ALT)$).

As características dendrométricas foram analisadas em esquema fatorial 10 x 2 x 5 (dez densidades arbóreas, duas orientações de plantio e cinco idades após o plantio das árvores), com 12 repetições (12 árvores por arco da roda de Nelder em cada orientação avaliada).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F, à regressão ($p < 0,05$) e superfície de resposta ($p < 0,05$) quando observada interação entre as densidades e idades estudadas. Utilizou-se para a análise dos dados os aplicativos computacionais STATISTICA versão 10 e SigmaPlot 11.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características avaliadas, altura total, diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e o volume cilíndrico (Vcil) das árvores de canafístula (*P. dubium*) foram influenciadas pelas idades estudadas e pela interação entre as densidades e orientações de plantio. Para o volume cilíndrico verificou-se interação significativa entre as densidades e as idades avaliadas (Quadro 4).

QUADRO 4. Análise de variância de altura total (ALT), diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e volume cilíndrico (Vcil) de árvores de *Peltophorum dubium* em função de diferentes densidades e orientações de plantios em um sistema silvipastoril

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ALT (m)	DAP (cm)	Vcil (m ³)
Densidade	9	14,22**	14,32**	0,000456**
Idade	4	337,65**	365,38**	0,009281**
Orientação	1	0,08 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,000008 ^{ns}
Dens. x Idade	36	0,31 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,000037**
Dens. x Orientação	9	1,14**	0,68*	0,000028*
Idade x Orientação	4	0,70 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,000006 ^{ns}
Dens. x Idade x Orientação	36	0,13 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,000006 ^{ns}
Resíduo	814	0,41	0,31	0,000014
Média	-	4,55	4,65	0,010
CV%	-	13,8	11,8	36,5

^{ns}, **, * Efeito não significativo, significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. GL – Grau de Liberdade. Dens. - Densidade

O crescimento em altura total das árvores de canafístula ajustou-se ao modelo linear de regressão em relação às idades avaliadas (12, 18, 24, 30 e 36 meses) (Figura 4). Aos 12 meses de idade, as árvores já apresentavam a altura total média de 2,68 m (Figura 4). Em estudo com a mesma espécie (*P. dubium*) em diferentes densidades de plantio (1.324, 1.046, 827, 653, 516, 408, 322, 255, 201 e 179 árvores ha⁻¹), Matos (2014) observou altura total média de 1,9 m aos 13 meses de idade.

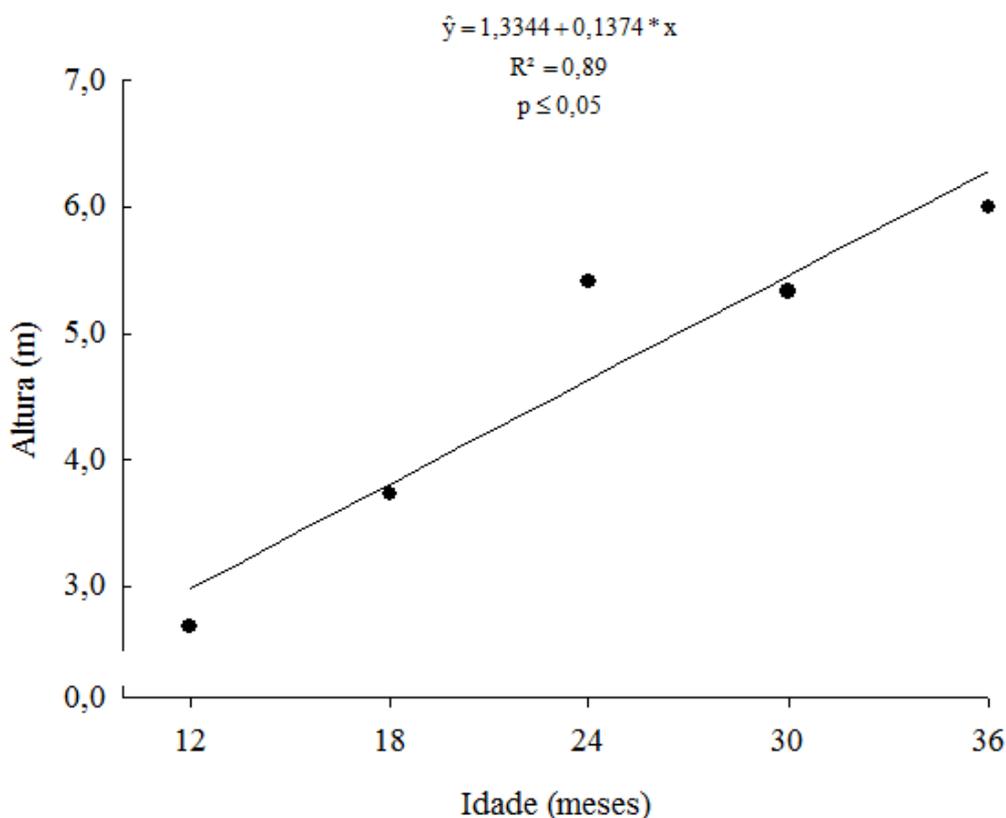


FIGURA 4. Altura total de árvores de *Peltophorum dubium* em um sistema silvipastoril em função da idade.

De Oliveira et al. (2012), avaliando o crescimento de espécies arbóreas nativas da Amazônia em sistema agrissilvipastoril, dentre elas bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*) e jurema (*Chloroleucon mangense* var. *mathewsii*), no espaçamento 5 m x 10 m, observaram rápido crescimento destas espécies até os 12 meses, com altura total de 3,5 m e 3,0 m para jurema e bordão-de-velho, respectivamente.

Entre os 24 e 30 meses de idade não houve incremento em altura total de *P. dubium* (Figura 4), tendo em vista as baixas temperaturas e o déficit hídrico observado durante este período (Figura 1), condições climáticas limitantes ao crescimento das plantas (KANEGAE et al., 2000). Além disso, no momento de avaliação da altura total aos 24 meses de idade, durante o verão, as árvores de canafístula, uma espécie arbórea caducifólia (perde totalmente as folhas no inverno), apresentavam folhas, o que não foi observado na avaliação de altura total aos 30 meses de idade, durante o inverno (Figura 1).

Aos 36 meses de idade, as árvores apresentaram altura total média de 6,0 m (Figura 4). O maior crescimento para esta característica no presente estudo quando

comparado à pesquisa de Matos (2014), pode ser devido à condução dos indivíduos arbóreos pelas desramas realizadas periodicamente, até os 26 meses de idade.

Contudo, o crescimento em altura das árvores nativas como a canafístula, é inferior quando comparado ao eucalipto. Kruschewsky et al. (2007), avaliando a dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp. em diferentes espaçamentos de plantio em sistema agrissilvipastoril, observaram, aos 38 meses de idade das árvores, altura total entre 14,7 m e 15,7 m.

Nas orientações de plantio (Norte - Sul e Leste - Oeste) houve influência da densidade arbórea na altura das árvores. A curva de crescimento ajustou-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 5).

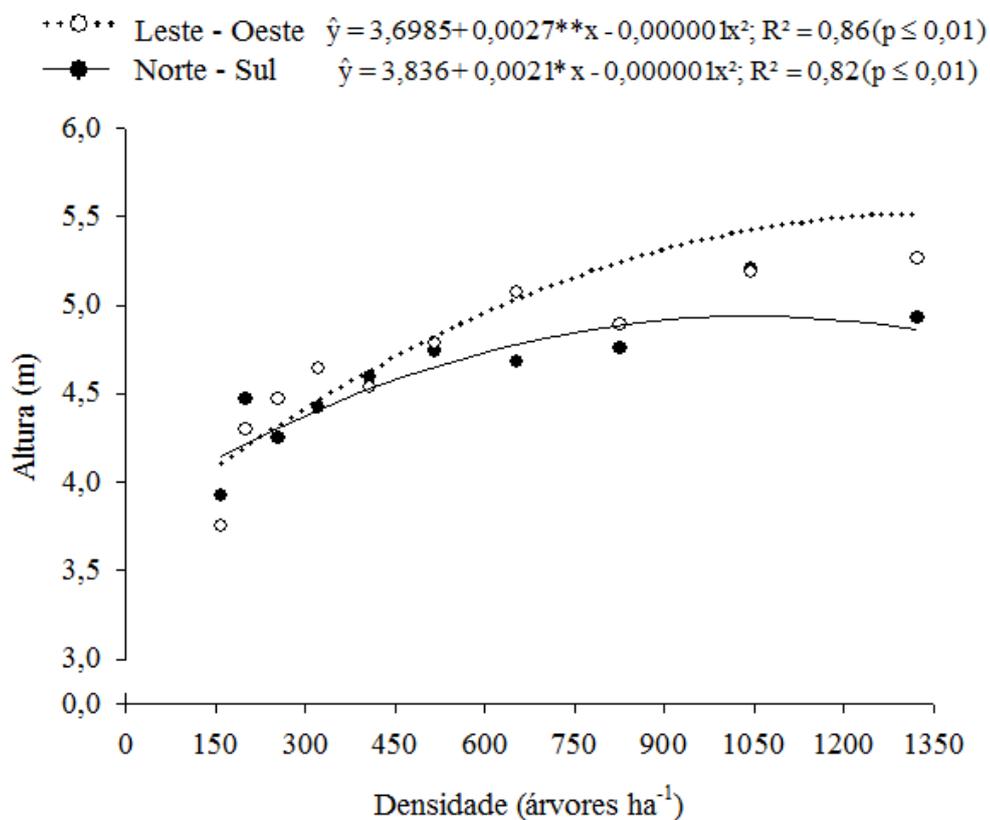


FIGURA 5. Altura total de árvores de *Peltophorum dubium* em um sistema silvipastoril em função da densidade e orientação de plantio até os 36 meses de idade.

No Quadro 5 encontram-se os pontos de máximas alturas estimadas em cada orientação avaliada, bem como a densidade de árvores a partir da qual o crescimento em altura ficou limitado.

QUADRO 5. Densidade arbórea máxima para se obter a máxima altura total estimada de árvores de *Peltophorum dubium* nas orientações de plantio Norte - Sul e Leste - Oeste

Orientação de plantio	Densidade (árvores ha ⁻¹)	Máxima altura total (m)
Norte - Sul	1.050	4,94
Leste - Oeste	1.350	5,52

Para a orientação Norte- Sul, a partir de 1.050 árvores ha⁻¹ a altura tende a se estabilizar, sendo que na orientação Leste - Oeste é possível o plantio mais adensado de indivíduos arbóreos até que essa estabilização seja alcançada (1.350 árvores ha⁻¹) (Quadro 5).

Entretanto, quando se observa a maior densidade estudada (1.324 árvores ha⁻¹), a altura total na orientação Norte - Sul (4,93 m) foi inferior em apenas 6,3% quando comparada à orientação de plantio Leste - Oeste (5,26 m) (Figura 5).

Silva (2007), estudando um plantio homogêneo de *P. dubium* na idade adulta (24 anos) em três densidades arbóreas de indivíduos (1.250, 1.667 e 2.500 árvores ha⁻¹) no estado do Rio Grande do Sul, observou que a altura total das árvores não foi influenciada pelas diferentes densidades, com médias variando de 8,4 m (2.500 árvores ha⁻¹) a 7,9 m (1.250 árvores ha⁻¹).

O crescimento em diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) das árvores ajustou-se ao modelo linear de regressão em relação às idades avaliadas (Figura 6). O valor médio do DAP da canafístula aos 12 meses foi de 2,6 cm (Figura 6), inferior ao observado por Matos (2014), que aos 13 meses verificou valor médio de 3,9 cm para esta característica, e por De Oliveira et al. (2012), em estudo das espécies arbóreas também nativas (jurema e bordão-de-velho), as quais também apresentaram aproximadamente 4,0 cm de DAP aos 14 meses.

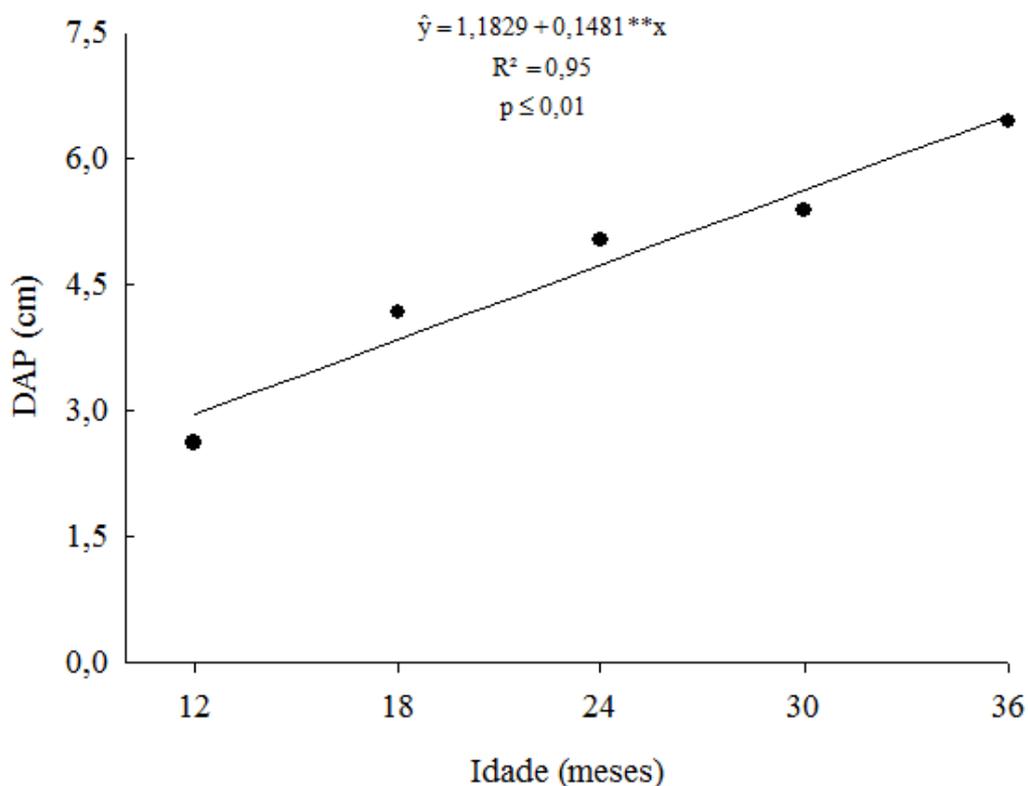


FIGURA 6. Diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) de árvores de *Peltophorum dubium* em um sistema silvipastoril em função da idade.

Devido as numerosas ramificações e o vigoroso rebrote de *P. dubium* após cada desrama, este manejo ocorreu de maneira intensa, o que provavelmente favoreceu o crescimento em altura do componente arbóreo, reduzindo então, seu crescimento diamétrico, tendo em vista que com a desrama artificial, o diâmetro é mais afetado que a altura (MONTAGNA et al., 1993).

Aos 36 meses de idade, as árvores apresentaram um acréscimo de 40% no DAP (6,5 cm) em relação aos 12 meses (Figura 6), sendo esta, uma característica que leva um período de tempo maior para que reduza seu incremento ou atinja sua estabilização.

Com DAP superior a 6,0 cm, os animais podem ser inseridos no sistema silvipastoril, pois os danos nas árvores, como quebra do fuste, são reduzidos (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009).

De acordo com a Figura 7, observa-se que o DAP, nas duas orientações de plantio estudadas (Norte - Sul e Leste - Oeste), apresentou curva de crescimento com ajuste de modelo quadrático de regressão em função das densidades.

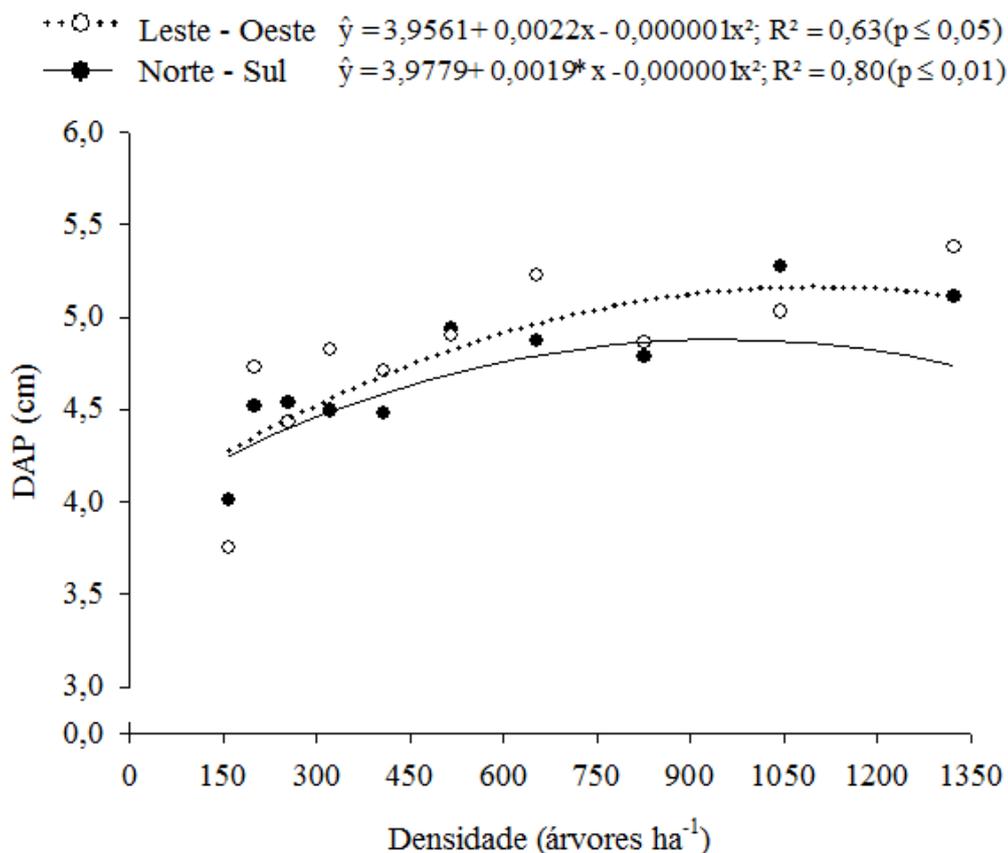


FIGURA 7. Diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) de árvores de *Peltophorum dubium* em um sistema silvipastoril em função da densidade e orientação de plantio até os 36 meses de idade.

A densidade arbórea que resulta no maior diâmetro das árvores de canafístula na orientação de plantio Norte- Sul (4,88 cm) foi de 950 árvores ha⁻¹, sendo que para a orientação Leste - Oeste, o máximo diâmetro (5,17 cm) foi obtido com o maior adensamento do componente arbóreo (1.100 árvores ha⁻¹) (Quadro 6). Assim, em ambas orientações de plantio, o maior DAP foi obtido com o aumento do adensamento (Figura 7).

QUADRO 6. Densidade arbórea máxima para se obter o máximo diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) estimado de árvores de *Peltophorum dubium* nas orientações de plantio Norte - Sul e Leste - Oeste

Orientação de plantio	Densidade (árvores ha ⁻¹)	Máximo DAP (cm)
Norte - Sul	950	4,88
Leste - Oeste	1.100	5,17

Para plantios em regime de desbastes esta característica é vantajosa, pois nestes sistemas de manejo, é preferível trabalhar com espécies que cresçam em diâmetro mesmo em altas densidades, por um período mais longo antes do primeiro corte parcial. É possível, nesse caso, planejar as atividades do primeiro desbaste com maior flexibilidade, além de resultar na colheita de mais material com maiores diâmetros do que nas espécies que não possuem essa adaptação (MATOS, 2014).

Entretanto, outras pesquisas com esta nativa (*P. dubium*), como a de Silva (2007) e Matos (2014), e com outras espécies arbóreas, como o eucalipto em sistema agrissilvipastoril (DE OLIVEIRA et al., 2009), os autores concluem que os maiores valores de DAP são verificados nas menores densidades, e que em plantios mais adensados, há predominância de árvores mais delgadas.

Possivelmente, o manejo periódico de desramas até os 26 meses de idade, reduziu a competição entre os indivíduos mais próximos, especialmente quanto ao sistema radicular. Reis e Kimmins (1986) citam que existe um equilíbrio funcional entre a raiz e a parte aérea das plantas, e a desrama provoca mudanças neste equilíbrio, de modo que não há produção de novas raízes enquanto a relação raiz:parte aérea decresça.

Todavia, o desenvolvimento das raízes é influenciado por diversos fatores, cujos efeitos são difíceis de serem avaliados isoladamente, o que torna o seu estudo muito complexo e desafiador, em função de custos envolvidos e dificuldades operacionais (FREITAS et al., 2008).

A característica de maior interesse na comercialização de produtos florestais é, em geral, o volume. Como não foram desenvolvidos estudos conclusivos sobre a forma da canafístula nas condições desse trabalho, optou-se por avaliar o volume cilíndrico (V_{cil}) das árvores, em lugar do volume real estimado, como é comum nos trabalhos da área florestal.

Assim como a altura total e o DAP, o volume cilíndrico apresentou curvas de crescimento que se ajustaram ao modelo quadrático de regressão nas duas orientações de plantio (Norte - Sul e Leste - Oeste) (Figura 8).

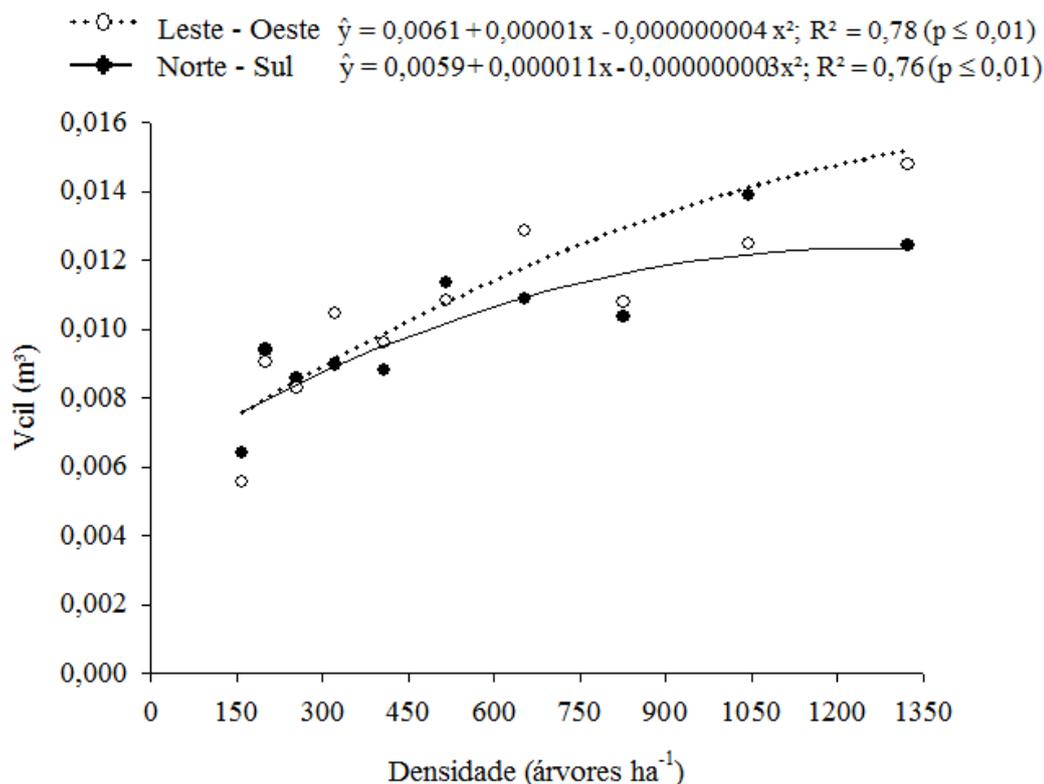


FIGURA 8. Volume cilíndrico (Vcil) individual de árvores de *Peltophorum dubium* em um sistema silvipastoril em função da densidade e orientação de plantio até os 36 meses de idade.

Também como as demais características estudadas (altura total e DAP), a densidade arbórea máxima (1.833 árvores ha⁻¹) que proporcionou o máximo Vcil estimado (0,016 m³) pode ser observada na orientação Leste - Oeste (Quadro 7).

QUADRO 7. Densidade arbórea máxima para se obter o máximo volume cilíndrico (Vcil) estimado de árvores de *Peltophorum dubium* nas orientações de plantio Norte - Sul e Leste - Oeste

Orientação de plantio	Densidade (árvores ha ⁻¹)	Máximo volume cilíndrico (m ³)
Norte - Sul	1.250	0,012
Leste - Oeste	1.833	0,016

Esta densidade está acima da densidade máxima avaliada (1.324 árvores ha⁻¹), o que demonstra que a canafístula, mesmo em plantios mais adensados (até 1.833 árvores ha⁻¹) nesta orientação de plantio (Leste - Oeste), possui incremento em volume cilíndrico, sendo capaz de suportar altas densidades nos três primeiros anos, com valores próximos aos tradicionalmente utilizados na maioria dos plantios florestais brasileiros com *Eucalyptus* spp., que é de 1.667 árvores ha⁻¹.

Quando se observa a maior densidade ($1.324 \text{ árvores ha}^{-1}$), a orientação Norte - Sul apresenta V_{cil} de $0,012 \text{ m}^3$, sendo 20% inferior à orientação Leste - Oeste ($0,015 \text{ m}^3$) (Figura 8).

Da mesma maneira que o diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e a altura total, o volume (V_{cil}) foi maior à medida que houve o adensamento da canafístula (Figura 8), uma vez que o volume cilíndrico é originado de ambas características. Esse comportamento difere do observado por Matos (2014), e também com outras espécies, como o eucalipto, em que os melhores valores de V_{cil} são encontrados em baixas densidades (DE OLIVEIRA et al., 2009). Possivelmente, tal fato no presente estudo deve-se ao manejo do componente arbóreo pelas desramas, como já mencionado.

Os efeitos da desrama no crescimento diamétrico das árvores interferem naturalmente, na produção volumétrica da madeira. Assim, uma desrama mais severa conduzirá a uma maior proporção de madeira limpa ou isenta de nós, porém, com uma significativa queda volumétrica (MONTAGNA et al., 1993). Todavia, são escassos os estudos sobre o manejo de desrama no crescimento das espécies florestais, principalmente das espécies nativas, como a canafístula.

Analisando a superfície de resposta (Figura 9), verifica-se que em qualquer uma das idades avaliadas, mesmo na mais precoce (12 meses), houve influência da densidade no volume cilíndrico da canafístula, o qual foi maior com o adensamento arbóreo (Figura 9), igualmente ao verificado para o volume em função das orientações de plantio (Figura 8).

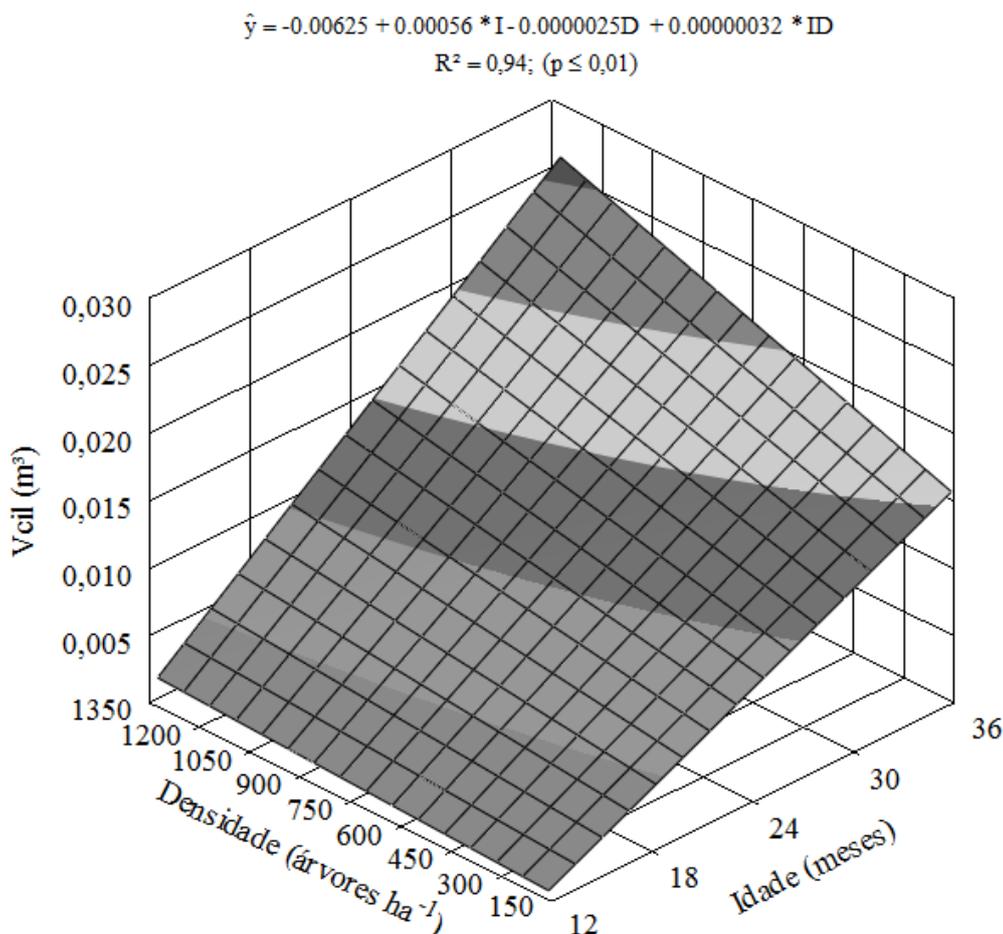


FIGURA 9. Volume cilíndrico (Vcil) individual de árvores de *Peltophorum dubium* em um sistema silvipastoril em função da densidade de plantio e idade.

Entre as idades 12 a 18 meses e 24 a 30 meses, houve redução no incremento de Vcil (Figura 9), provavelmente pelo período de seca correspondente a essas idades (Figura 1), o que acarreta no menor crescimento e desenvolvimento das plantas, tendo em vista que o déficit hídrico sazonal pode exercer um efeito mais marcante em plantas e indivíduos jovens, cujos sistemas radiculares ficariam mais expostos à escassez de água nas camadas superficiais do solo (KANEGAE et al., 2000).

O maior valor de Vcil (0,026 m³) foi observado na maior densidade avaliada (1.324 árvores ha⁻¹), aos 36 meses de idade de *P. dubium* (Figura 9).

Portanto, possivelmente pelo manejo da desrama, a relação direta observada para altura total, diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e o volume cilíndrico (Vcil) das árvores de canafístula com a maior densidade populacional em ambas orientações de plantio (Norte - Sul e Leste - Oeste), tornam essa espécie arbórea adequada para a

composição de sistemas silvipastoris direcionados à produção de madeira a partir do fuste para fins de maior valor agregado, como madeira serrada.

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, conclui-se:

O adensamento de plantio de canafístula (*Peltophorum dubium*), até os 36 meses de idade, promove o incremento em volume cilíndrico nas orientações de plantio Norte – Sul e Leste – Oeste, com maior volume individual na densidade de 1.324 árvores ha⁻¹.

Quando manejada pela desrama, *P. dubium* apresenta potencial para a composição de sistemas silvipastoris direcionados à produção de madeira a partir do fuste para fins de maior valor agregado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. A. M. do; MOTCHI, E. P.; OLIVEIRA, H. de; CARVALHO FILHO, A. de; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. dos. **Levantamento detalhado dos solos do Campo Experimental de Ponta Porã, da Embrapa Agropecuária Oeste, Município de Ponta Porã, MS.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 23; Embrapa Solos. Documentos, 16).

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 64).

CARVALHO, P. E. R. **Canafístula (*Peltophorum dubium*).** Colombo: Embrapa Florestas, 2002. (Embrapa Florestas: Circular Técnica, 64).

DE OLIVEIRA, T. K.; DA LUZ, S. A.; DOS SANTOS, F. C.B.; DE OLIVEIRA, T. C.; LESSA, L. S. **Experiências com implantação de unidades de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) no Acre.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2012. 43 p. (Embrapa Acre: Documentos, 126).

DE OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 01, 2009.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A. Dinâmica de Raízes de Espécies Arbóreas: visão da Literatura. **Ciência Florestal**, v. 18, p. 133-142, 2008.

KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. da S.; FRANCO, A. C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 4, p. 459-468, 2000.

KRUSCHEWSKY, G. C.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T. D. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agrossilvipastoril no cerrado. **Cerne**, v. 13, p. 360-367, 2007.

MATOS, F. A. **Relações Espaciais e Crescimento de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e biomassa de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em Sistema Silvipastoril.** 2014. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS.

MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCCHESI, R. A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; SILVA, P. da V. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 425-432, mai./jun. 2009.

MODES, K. S.; VIVIAN, M. A.; LILGE, D. S.; MELO, R. R. de; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R. Utilização da madeira de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.)

Taub.) na confecção de chapas de madeira aglomeradas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 147-159, jan./mar. 2012.

MONTAGNA, R. G.; FERNANDES, P. D. S.; ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. **Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii***. Série Técnica IPEF, Piracicaba, São Paulo, v. 9, n. 27, p. 35-46, 1993.

MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A. D. O. **Guia prático sobre arborização de pastagens**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 15p. (Embrapa Florestas. Documentos, 49).

NAMKOONG, G. Application of Nelder. In: SOUTHERN CONFERENCE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, 8., 1965, Savannah, Georgia. **Proceedings...** Savannah, Georgia: USDA/ Forest Service, 1965. p. 24-37.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, v. 18, n. 2, p. 283-307, 1962.

NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. P. da.; THIAGO, L. R. L. de S.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A. **Sistemas silvipastoris - introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro**. Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2004. 37 p. (Embrapa Gado de Corte: Documentos, 146).

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R.M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.

RADOMSKI, M. I; RIBASKI, J. **Sistemas silvipastoris: aspectos da pesquisa com eucalipto e grevêlea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 40 p. (Embrapa Florestas: Documentos, 191).

REIS, M. G. F.; KIMMINS, J. P. Importância do sistema radicular no crescimento inicial de brotos de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.10, n.2, p.196-201, 1986.

RUSCHEL, A. R.; NODARI, E. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto-Uruguaí-SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 153-166, 2003.

SILVA, L. T. de M. **Morfometria, qualidade do tronco e da copa de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. em povoamento experimental no estado do Rio Grande do Sul**. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

CAPÍTULO 2

ACÚMULO DE BIOMASSA E VALOR NUTRITIVO DE *Urochloa brizantha* cv. BRS PIATÃ EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert)

RESUMO – Objetivou-se avaliar a influência da densidade populacional de árvores de canafístula (*Peltophorum dubium*) no microclima, no acúmulo de biomassa e no valor nutritivo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, nas estações das águas e da seca. Implantou-se, em novembro de 2010, uma roda de Nelder com 22 círculos e 24 raios. Foi adotado o manejo de desrama das árvores a partir do sexto mês do plantio, realizado até os 26 meses de idade. O pasto foi estabelecido aos 16 meses de idade da canafístula. As amostragens da forragem foram realizadas na seca (agosto de 2012 e de 2014) e águas (março de 2013 e de 2014), nas densidades de 1.177, 735, 459, 286 e 179 árvores ha⁻¹. As características microclimáticas foram analisadas por meio da radiação fotossinteticamente ativa e temperatura do ar, e o acúmulo de biomassa e o valor nutritivo da forragem por meio da massa seca verde de lâmina foliar, de colmo e bainha, massa seca total, proteína bruta, fibras em detergente neutro e ácido, celulose, sílica, lignina em permanganato de potássio e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. Observou-se que as densidades de canafístula não influenciaram o microclima e o acúmulo de biomassa da forrageira, sendo este, superior na estação das águas em relação à seca. A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, teores de proteína bruta e fibra em detergente ácido não apresentaram padrão de resposta definido em função da densidade arbórea. Houve redução do valor nutricional do capim-piatã na estação das águas, principalmente nas amostragens de 2014. Conclui-se que a canafístula, em sua fase inicial de crescimento e quando manejada pelas desramas, pode ser utilizada em sistemas silvipastoris com o capim-piatã em densidades de 179 a 1.177 árvores ha⁻¹ sem afetar o acúmulo de biomassa e o potencial qualitativo das lâminas foliares.

Palavras-chave: sistema agroflorestal; produção forrageira; densidades populacionais.

**BIOMASS ACCUMULATION AND NUTRITIONAL VALUE OF *Urochloa*
brizantha cv. Piatã IN SILVIPASTORAL SYSTEM WITH *Peltophorum dubium*
(Sprengel) Taubert**

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the influence of canafistula trees (*Peltophorum dubium*) population density on the microclimate, on the accumulation of biomass and on the nutritional value of *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, in rainy and dry seasons. We implemented, in November 2010, a Nelder wheel with 22 circles and 24 spokes. The pruning management of the tree component was adopted, starting in the sixth month of planting and held until 26 months of age. The pasture was established at 16 months of canafistula age. The foraging sampling was accomplished during the dry (August 2012 and August 2014) and the rainy (March 2013 and March 2014) seasons, in the densities of 1.177, 735, 459, 286 and 179 tree ha⁻¹. The microclimate characteristics were analyzed by photosynthetically active radiation and air temperature; the accumulation of biomass and the nutritional value of the forage through the green dry mass of leaf lamina, stem and sheath, total dry mass, crude protein, fiber in neutral detergent and acid, cellulose, silica, potassium permanganate lignin and *in vitro* digestibility of organic matter. We observed that the canafistula densities did not influence the microclimate and the forage biomass accumulation, which is superior in the rainy season in relation to dry season. The *in vitro* digestibility of organic matter, crude protein and acid detergent fiber did not respond to standard defined depending on tree density. There was reduction of nutritional value of capim Piatã in the rainy season, especially in the 2014 sampling. We conclude that the canafistula in its initial growth phase and when managed by pruning can be used in silvipastoral systems with capim-piatã of 179 to 1.177 tree ha⁻¹ densities without affecting the accumulation of biomass and qualitative potential of the leaf blades.

Keywords: agroforestry system; forage production; population densities.

1. INTRODUÇÃO

O sistema silvipastoril (SSP), que também se constitui numa modalidade de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), tem sido visualizado como uma importante estratégia de uso sustentado da terra, principalmente em áreas potencialmente sujeitas à degradação, assim como uma nova fonte de agregação de valor econômico na propriedade rural pelo uso da madeira (RADOMSKI e RIBASKI, 2009).

Dentre os requisitos básicos para a implantação do SSP, destaca-se a escolha das espécies arbóreas e forrageiras. A canafístula [*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert] pode ser considerada uma das alternativas à eucaliptocultura quando se pretende investir na produção de madeira sólida.

Esta árvore nativa é uma espécie secundária, caducifólia, de crescimento rápido, com produtividade volumétrica máxima registrada de $19,60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, moderada resistência ao apodrecimento, madeira densa ($0,75$ a $0,90 \text{ g cm}^{-3}$) e elevado poder calorífico ($4.755 \text{ kcal kg}^{-1}$). Possui tronco cilíndrico e fuste com até 15 m de comprimento. A dicotomia presente em canafístula, caracterizada pela ocorrência de múltiplas gemas apicais, pode ser manipulada pela prática de desrama regular, definindo-se, dessa maneira, melhores fustes às árvores, agregando valor à madeira e à qualidade do povoamento florestal (CARVALHO, 2003).

Além da espécie arbórea a ser utilizada, a definição da densidade adequada de plantio deve ser bem planejada, pois com o crescimento das árvores, há uma redução progressiva da luminosidade disponível para o sub-bosque (PACIULLO et al., 2011). Assim, as mudanças ambientais desencadeiam alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas forrageiras, interferindo no acúmulo e no valor nutritivo do pasto (PACIULLO et al., 2007).

A disposição das árvores em relação aos pontos cardeais é outra maneira de se interferir na luminosidade, em que o arranjo das árvores no sentido Leste - Oeste pode aumentar a incidência de luz sobre o pasto (NICODEMO et al., 2004). Entretanto, Matos (2014) não verificou influência significativa das orientações de plantio Leste - Oeste e Norte - Sul de *P. dubium* no microclima, na produção e no valor nutritivo do capim-piatã até a idade de 37 meses das árvores.

Porém, sob sombra moderada, o crescimento de gramíneas tolerantes pode ser maior que a pleno sol. Postula-se que a umidade mais elevada associada a

temperaturas mais amenas favoreça a mineralização do nitrogênio, pois aumenta sua disponibilidade no solo, contribuindo para o melhor desempenho das pastagens (CARVALHO et al., 2001).

Desta forma, a utilização de forrageiras tolerantes ao sombreamento é uma das condições necessárias para se obter as potenciais vantagens da associação entre os componentes dos SSP. Algumas das gramíneas mais usadas para a formação de pastagens no Brasil, como *Urochloa decumbens*, *U. brizantha* e cultivares de *Panicum maximum*, são consideradas tolerantes ao sombreamento (CARVALHO et al., 2001).

Apresentando-se como mais uma alternativa para a diversificação das forrageiras no Brasil, a *U. brizantha* (Höchst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS Piatã [syn. *Brachiaria brizantha* (Höchst. ex A. Rich.) Stapf cv. BRS Piatã] demonstra boa adaptação aos solos de cerrados de média fertilidade, boa resposta à adubação, tolerância a fungos foliares e de raiz, florescimento precoce e, em janeiro e fevereiro, produz de 150 a 450 kg ha⁻¹ de sementes puras (NANTES et al., 2013). Diante dessas características, torna-se necessária uma maior geração de informações sobre a produção, manejo e qualidade desta cultivar, especialmente em sistemas integrados, como os SSP.

Portanto, a definição de espaçamentos de plantio de espécies florestais em sistemas de integração com forrageiras demanda conhecimento do comportamento das espécies utilizadas nestes sistemas.

Neste sentido, o objetivo do estudo foi avaliar a influência da densidade populacional de árvores de canafístula (*Peltophorum dubium*) no microclima, no acúmulo de biomassa e no valor nutritivo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, nas estações das águas e da seca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS (rodovia São João, km 4), nas coordenadas geográficas 22°33'07"S e 55°38'37"W, e altitude de 496 m, no período de novembro de 2010 a agosto de 2014. O clima, segundo classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (PEEL et al., 2007). Na Figura 1 são apresentadas a precipitação pluviométrica total mensal e umidade relativa do ar durante o período de avaliação da forragem (agosto de 2012 a agosto de 2014).

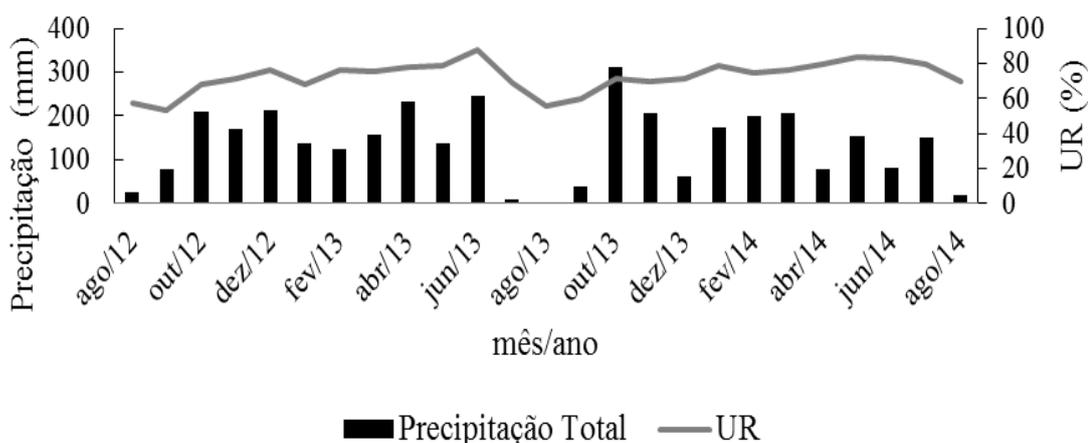


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica total mensal (mm) e umidade relativa do ar (%) na região de Ponta Porã, MS. Fonte: Estação 83702, INMET.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (AMARAL et al., 2000). A amostragem do solo (0-10 e 10-20 cm) foi realizada em junho de 2012. As análises químicas e texturais do mesmo foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Agropecuária Oeste e os resultados são apresentados nos Quadros 1 e 2.

QUADRO 1. Análise textural do solo da área experimental, de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm de profundidade

Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila
	-----g kg ⁻¹ -----		
0 - 10	364,3	86,8	549,0
10 - 20	343,0	87,0	570,0

QUADRO 2. Análise química do solo da área experimental, de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm de profundidade

Prof. (cm)	P (mg.dm ⁻³)	MO (g.kg ⁻¹)	pH (CaCl ₂)	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC (T)	CTC efet.(t)	m	V (%)
				----- (cmolc.dm ⁻³) -----									
0 -10	16,86	31,78	4,42	0,71	0,37	2,40	0,95	10,65	3,72	14,37	4,43	17,94	26,88
10 - 20	7,03	28,27	4,26	1,30	0,21	1,46	0,53	11,46	2,19	13,65	3,49	38,94	16,50

Para a implantação da canafístula (*Peltophorum dubium*) na área experimental (1,3 ha), inicialmente dessecou-se a *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster cv. Basilisk presente na área de estudo e, em novembro de 2010, efetuou-se o plantio de 528 mudas, com altura média de 20 cm. Cada muda recebeu 150 g do formulado comercial NPK 6-30-6 + 1% de B + 0,5% Zn + 0,5% Cu, divididas em duas covetas com 75 g cada, a 15 cm do caule. A adubação de cobertura ocorreu 60 dias após o plantio, utilizando-se 120 g do formulado comercial NPK 20-00-20, na projeção da copa.

As árvores foram implantadas de acordo com o modelo proposto por Nelder (1962), sendo as distâncias e ângulos determinados conforme as fórmulas 1, 2 e 3 abaixo (NAMKOONG, 1965):

$$r_n = r_0 \cdot \alpha^n \quad (1)$$

$$A_n = \tan(\theta/2) \cdot [(r_n^2/4) \cdot f(\alpha)] \quad (2)$$

$$f(\alpha) = (1 + \alpha)^2 - (1 + \alpha^{-1})^2 \quad (3)$$

Em que:

A_n : é a área da planta n em cada raio;

α : constante que determina a razão de mudança no crescimento do espaçamento;

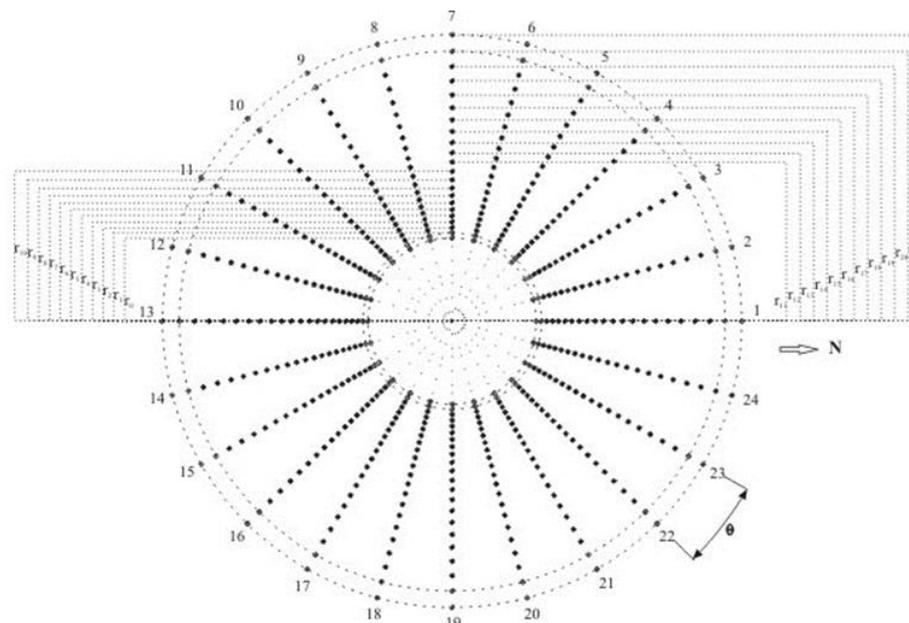
r_n : distância radial para a enésima planta e r_0 para a primeira planta em cada raio;

θ : ângulo entre raios adjacentes.

A roda foi formada por 22 círculos concêntricos, com distâncias a partir do centro variando entre 19,60 m e 67,51 m e identificados de r_0 a r_{21} , observando-se uma taxa de redução na densidade das árvores de 12,5%, o que resultou em acréscimo de 6,07% na distância para cada novo círculo, representando α de 1,06. As árvores localizadas nos dois círculos internos e o externo foram consideradas como bordaduras.

O ângulo entre os raios da roda foi de 15°, resultando em 24 raios e, conseqüentemente 24 mudas foram plantadas em cada um dos círculos. O raio número 1

foi locado na direção Norte (Figuras 2 e 3). Este arranjo possibilita a avaliação nos arcos experimentais, de r3 a r21, das seguintes densidades de árvores: 1.324, 1.177, 1.046, 930, 827, 735, 653, 581, 516, 459, 408, 362, 322, 286, 255, 226, 201 e 179 e 159 árvores ha⁻¹.



$r_0=19,6$ m; $r_1=20,79$ m; $r_2=22,05$ m; $r_3=23,39$ m; $r_4=24,81$ m; $r_5=26,31$ m; $r_6=27,91$ m; $r_7=29,60$ m;
 $r_8=31,40$ m; $r_9=33,30$ m; $r_{10}=35,32$ m; $r_{11}=37,46$ m; $r_{12}=39,73$ m; $r_{13}=42,15$ m; $r_{14}=44,70$ m;
 $r_{15}=47,41$ m; $r_{16}=50,29$ m; $r_{17}=53,34$ m; $r_{18}=56,58$ m; $r_{19}=60,01$ m; $r_{20}=63,65$ m; $r_{21}=67,51$ m.

FIGURA 2. Esquema de Nelder para a definição de densidades de árvores de *Peltophorum dubium* em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã.
 Fonte: Matos (2014).



FIGURA 3. Roda de Nelder para a definição de densidades de árvores de *Peltophorum dubium* em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, no Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.
 Fonte: Google earth (22 de março de 2014).

Foi adotado o manejo de desrama do componente arbóreo a partir do sexto mês do plantio das árvores, realizado sempre que necessário até os 26 meses de idade.

O pasto de *U. brizantha* cv. BRS Piatã foi estabelecido quando as árvores apresentavam 16 meses de idade (março de 2012), com semeadura em linhas, utilizando-se 10 kg ha⁻¹ de semente comercial.

Efetuaram-se quatro amostragens da forragem para as avaliações quantitativas e algumas das características qualitativas das lâminas foliares. Essas ocorreram na estação da seca (agosto de 2012 e de 2014) e das águas (março de 2013 e de 2014). As amostras foram coletadas com auxílio de um quadro delimitador de 0,50 m x 0,50 m, lançado entre os raios das árvores localizadas nos arcos 4, 8, 12, 16 e 20, correspondendo às densidades de 1.177, 735, 459, 286 e 179 árvores ha⁻¹, repetidos alternadamente oito vezes. Foi medida a altura (ALT) do dossel e em seguida, efetuado o corte a 15 cm do solo.

Após a primeira coleta de forragem das estações da seca e das águas, a gramínea foi roçada mecanicamente, deixando um resíduo de forragem de 15 cm de altura, com posterior remoção da biomassa. Três meses antecedentes à amostragem do pasto (águas de 2014), a área experimental foi cercada. Para o rebaixamento da forragem na altura do resíduo preconizada, utilizou-se vacas paridas com bezerro ao pé, por aproximadamente 30 dias. Logo após essa amostragem das águas, o pasto foi pastejado por novilhas até atingir o resíduo de forragem de 15 cm, aproximadamente por 30 dias. O pasto permaneceu diferido até a coleta de forragem representante do período seco de 2014.

O manejo do pasto na área experimental seguiu o procedimento adotado na propriedade responsável pela disponibilização dos animais, onde os bovinos entravam nos piquetes quando o dossel atingia altura média de 60 cm.

No transcorrer da estação seca do ano de 2013 foram registradas quatro geadas na área experimental, o que impossibilitou a coleta dos dados forrageiros neste período (Quadro 3).

QUADRO 3. Avisos de geada no período de agosto de 2012 a agosto de 2014

Data do Aviso	Temperatura Mínima Registrada no Dia
23/07/2013	1,4°C
24/07/2013	-0,7°C
25/07/2013	-0,5°C
26/07/2013	4,0°C
11/08/2013	3,0°C
15/08/2013	0,4°C
27/08/2013	3,4°C
28/08/2013	0,6°C
29/08/2013	3,4°C
25/09/2013	3,4°C

Fonte: Estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste.

O material forrageiro coletado foi separado por componentes morfológicos: lâmina foliar e colmo com bainha foliar verdes, além do material morto. A seguir, as amostras foram processadas, secas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 55°C até a obtenção de massa seca constante, e após foram pesadas. Com os dados obtidos estimaram-se os acúmulos de massa seca verde de lâmina foliar (MSVLF), de colmo e bainha (MSVCB) e total (MST).

As lâminas foliares pré-secas foram processadas em moinho tipo “Willey” com peneira de 1 mm e levadas ao Laboratório de Bromatologia da Embrapa Gado de Corte (Campo Grande-MS), onde foram submetidas à análise bromatológica por meio de espectroscopia refletiva próxima do infra-vermelho (NIRS), segundo metodologia proposta por Marten et al. (1985). Foram estimados os teores de proteína bruta (PB) (AOAC, 1990), fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), celulose (CEL), sílica (SIL), lignina em permanganato de potássio (LIGp) (VAN SOEST e WINE, 1968) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) (TILLEY e TERRY, 1963).

As características microclimáticas: radiação solar fotossinteticamente ativa - RFA ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e temperatura do ar - T (°C), foram tomadas nos mesmos períodos de coleta das amostras de forragem, utilizando-se um quantômetro (LI - 190 Quantum Sensor LI-COR) acoplado a um datalogger (LI - 1400 Datalogger LI-COR). O aparelho foi posicionado à altura de 1,3 m e após calibrado e estabilizado, as medições foram realizadas durante 60 segundos em cada ponto de amostragem.

Os pontos amostrais foram locados entre os raios das árvores localizadas nos arcos 4, 8, 12, 16 e 20, correspondendo às densidades de 1.177, 735, 459, 286 e 179

árvores ha^{-1} , repetidos alternadamente quatro vezes. As medidas foram tomadas entre 11:00 h e 13:00 h, em dias com céu predominantemente claro (pouca ou nenhuma nebulosidade).

As características quantitativas e qualitativas da forrageira foram analisadas em esquema fatorial $5 \times 2 \times 2$ (cinco densidades arbóreas, duas estações do ano e dois anos de coleta), com oito repetições. Para a análise das características microclimáticas, utilizou-se o mesmo esquema fatorial, com quatro repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos para as densidades de árvores estudadas (árvores ha^{-1}), à análise de regressão ($p < 0,05$), e significativos entre as estações do ano e anos de coleta, comparados pelo teste t Student ($p < 0,05$), utilizando-se os aplicativos computacionais Sisvar (FERREIRA, 2003) e SAEG (RIBEIRO JÚNIOR e MELO, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características microclimáticas

As características microclimáticas estudadas: radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) e temperatura do ar (T°C) não foram influenciadas pelas densidades populacionais de canafístula (*P. dubium*) (Quadro 4), o que pode estar relacionado ao manejo de desramas aplicado ao componente arbóreo até os 26 meses de idade visando a produção de madeira a partir do fuste, interferindo na formação de copa, e conseqüentemente, sem alterações no microclima.

QUADRO 4. Análise de variância de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e temperatura do ar (T°C), avaliadas em diferentes densidades populacionais de *Peltophorum dubium*, durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem, em sistema silvipastoril

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio	
		RFA ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	T (°C)
Densidade	4	15924,37 ^{ns}	1,05 ^{ns}
Estação	1	98126,69 [*]	22,64 ^{**}
Anos	1	125517,01 [*]	14,07 ^{**}
Dens. x Est.	4	7136,99 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Dens. x Anos	4	8089,69 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Est. x Anos	1	1278888,24 ^{**}	0,82 ^{ns}
Dens. x Est. x Anos	4	8727,91 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo	50	20989,09	0,85
Média	-	1377,61	32,47
CV%	-	10,52	2,84

^{ns}, ^{**}, ^{*}Efeito não significativo, significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. GL – Grau de Liberdade; Dens. - Densidade; Est. - Estação.

A elevada temperatura, umidade relativa do ar e a radiação solar dos trópicos úmidos afetam diretamente a termorregulação e o bem estar animal, o consumo de forragem e a utilização de água, prejudicando o crescimento, o desempenho produtivo e reprodutivo animal (CASTRO et al., 2008), sendo que nos SSP, a T°C sob a copa das árvores, pode ser de 2°C a 3°C inferior à observada a pleno sol, podendo reduzir até 9,5°C (BAUMER, 1991; PEZO e IBRAHIM, 1998).

Normalmente, o sombreamento causado pelas árvores leva à redução na radiação incidente e na relação do espectro da luz vermelho:vermelho-extremo (FELDHAKÉ, 2001), podendo acarretar mudanças significativas na morfologia de muitas forrageiras (LIN et al., 1999). Silva Júnior et al. (2010) observaram a existência de uma relação direta entre a RFA e a massa seca de *U. brizantha*. Mascheroni (2015) observou que a partir de 18% de redução em RFA houve decréscimo no acúmulo de forragem, *U. brizantha* cv. Piatã em SSP com eucalipto.

A radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) foi influenciada pela interação entre as estações (seca e águas) e anos de avaliação (2012/13 e 2014). Já a temperatura (T°C) apresentou efeito significativo isoladamente para as estações e anos estudados (Quadro 4).

Na estação seca de 2012, a RFA (1.599,77 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi 25,4% superior (EPM = 39,68) quando comparada às águas de 2013 (1.193,18 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Em 2014, o maior valor de RFA (1.497,18 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi observado nas águas (EPM = 32,40), 11,1% superior à seca (1.331,37 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (Quadro 5).

QUADRO 5. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem, em sistema silvipastoril

Anos	Estação	
	Águas	Seca
	RFA	
	($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	
2012/13	1.193,18bB	1.599,77aA
2014	1.497,18aA	1.331,37bB
CV (%)	10,52	

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

Entre as águas, a maior radiação fotossinteticamente ativa pode ser observada em 2014 (EPM = 32,40), diferentemente da estação seca, que apresentou maior RFA em 2012 (EPM = 39,68) (Quadro 5).

A temperatura do ar (T°C) foi 3,5% superior nas águas (32,97°C) em relação ao período seco (31,82°C). Para os anos de amostragem, a T°C referente à seca de 2012 e águas de 2013 (32,99°C) foi superior em 2,7% às realizadas na seca e águas de 2014 (32,09°C) (Quadro 6).

QUADRO 6. Temperatura do ar (T°C) durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem, em sistema silvipastoril

	Estação		Anos	
	Águas	Seca	2012/13	2014
T (°C)	32,97a	31,82b	32,99a	32,09b
EPM	0,16			
CV (%)	2,84			

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. EPM – erro padrão da média.

3. 2 Características quantitativas da forrageira

Assim como as características microclimáticas, as quantitativas da forrageira: altura, acúmulo de massa seca verde de lâmina foliar (MSVLF), de colmo e bainha (MSVCB) e total (MST) não foram influenciadas pelas densidades populacionais de *P. dubium* estudadas (Quadro 7), tendo em vista que o manejo das desramas, ao reduzir a formação de copa das árvores de canafístula, também reduziu ou até mesmo impossibilitou o sombreamento capaz de alterar o desenvolvimento do capim-piatã, o que pode ser constatado pela ausência de efeito significativo das densidades arbóreas estudadas na RFA (Quadro 4).

QUADRO 7. Análise de variância de altura (ALT), acúmulo de massa seca verde de lâmina foliar (MSVLF), massa seca verde de colmo e bainha (MSVCB) e massa seca total (MST) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, avaliada sob diferentes densidades populacionais de *Peltophorum dubium*, durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio			
		ALT (cm)	MSVLF (Kg ha ⁻¹)	MSVCB (Kg ha ⁻¹)	MST (Kg ha ⁻¹)
Densidade	4	35,45 ^{ns}	48853,66 ^{ns}	676977,86 ^{ns}	960799,11 ^{ns}
Estação	1	3034,86 ^{**}	53141338,14 ^{**}	55517357,14 ^{**}	216520087,18 ^{**}
Anos	1	1132,75 ^{**}	11062478,38 ^{**}	4418777,14 ^{**}	1562819,39 ^{ns}
Dens. x Est.	4	7,00 ^{ns}	473705,25 ^{ns}	210918,81 ^{ns}	1068440,99 ^{ns}
Dens. x Anos	4	32,17 ^{ns}	379262,55 ^{ns}	316949,64 ^{ns}	1106884,42 ^{ns}
Est. x Anos	1	2810,78 ^{**}	443162,45 ^{ns}	7120052,86 ^{**}	1211507,40 ^{ns}
Dens. x Est. x Anos	4	39,24 ^{ns}	721327,20 ^{ns}	156343,69 ^{ns}	1192457,08 ^{ns}
Resíduo	120	64,21	457945,90	310574,79	1200903,27
Média	-	62,94	2391,19	2259,64	4642,83
CV%	-	12,7	28,3	24,7	23,6

^{ns, **} Efeito não significativo e significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. GL – Grau de Liberdade; Dens. - Densidade; Est. - Estação.

Matos (2014), estudando o acúmulo de biomassa de *U. brizantha* cv. BRS Piatã sob diferentes densidades populacionais de *P. dubium* (1.324, 1.046, 827, 653, 516, 408, 322, 255, 201 e 179 árvores ha⁻¹) sem o manejo das desramas, verificou efeito do componente arbóreo na forrageira, concluindo que a densidade de 1.000 árvores ha⁻¹ proporcionou maiores acúmulos de MSVLF e MST.

Contudo, para a ALT e o acúmulo de MSVCB ocorreu interação significativa entre as estações (seca e águas) e anos de amostragem (2012/13 e 2014), enquanto o acúmulo de MSVLF foi influenciado pelo efeito isolado destas variáveis. Já as épocas dos anos (águas e seca) interferiram no acúmulo de MST (Quadro 7).

O relvado apresentou altura média de 59,48 cm na seca de 2012 e águas de 2013 no momento da amostragem da forragem (EPM = 1,55). Em 2014 ocorreu diferença entre as estações, na seca com 56,87 cm e 73,94 cm nas águas (EPM = 1,28), o que também ocorreu para as alturas do dossel entre as águas de 2013 (60 cm) e 2014 (73, 94 cm) (EPM = 1,27). Na seca de 2012 e 2014, a altura média do dossel observada foi de 57,91 cm (EPM = 1,55) (Quadro 8).

QUADRO 8. Altura (ALT) e acúmulo de massa seca verde de colmo e bainha (MSVCB) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem, em sistema silvipastoril

Anos	Estação			
	Águas	Seca	Águas	Seca
	ALT (cm)		MSVCB (Kg ha ⁻¹)	
2012/13	60,00aB	58,96aA	2525,00aB	1113,50bB
2014	73,94aA	56,87bA	3085,00aA	1742,00bA
CV (%)	12,73		24,66	

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

A altura de corte para o manejo da forrageira não seguiu o critério baseado em 95% de interceptação luminosa pelo dossel, tendo em vista as limitações para sua realização ao decorrer do estudo. Ressalta-se que é nesta época que as plantas apresentam a menor produção de material senescente (EUCLIDES et al., 2008), uma vez que no início da rebrota, as mesmas priorizam a produção de folhas, sendo que neste momento, praticamente não há competição por luz no pasto. A partir do aumento da massa de forragem, as folhas começam a se autossombrear. Esse ponto é quando 95% da luz incidente é interceptada, e a partir daí, ocorre uma inversão de prioridades

no relvado, e as plantas, em resposta à competição por luz, iniciam o processo de alongamento de colmos (DA SILVA et al., 2009).

Desta forma, observa-se que o acúmulo de MSVCB foi 55,9% superior nas águas de 2013 (EPM = 107,91) quando comparado à seca de 2012 (Quadro 8), o que também pode ser verificado entre as estações de 2014 (EPM = 88,11), com acúmulo de MSVCB 43,5% superior na estação das águas (Quadro 8).

O maior acúmulo de MSVCB do capim-piatã na estação das águas também foi observada por Matos (2014) em relação ao período seco.

Este comportamento pode ser justificado pela maior altura do dossel na estação das águas, principalmente em 2014 (Quadro 8), em que, devido a ausência de manejo baseado no índice de área foliar crítico como anteriormente mencionado, houve maior crescimento e acúmulo de colmo. Além disso, em gramíneas forrageiras, o alongamento do colmo geralmente ocorre concomitante ao florescimento, que na cv. Piatã acontece precocemente, em dias longos de verão (janeiro e fevereiro) (EUCLIDES et al., 2008).

Já entre as águas e seca, o maior acúmulo de MSVCB foi verificado em 2014 (EPM = 88,11 e 107,91, respectivamente) (Quadro 8), ocasionado possivelmente, pelo avanço da idade do pasto neste último ano de amostragem do dossel para ambas estações.

O acúmulo de MSVLF foi 42,6% superior nas águas quando comparado à estação seca (Quadro 9). A redução no acúmulo de folhas no período seco pode estar relacionada à baixa pluviosidade deste período (Figura 1), ao contrário do período das águas, em que a taxa de aparecimento de folhas é maior devido as melhores condições para crescimento das plantas, como temperatura do ar e umidade do solo (PACIULLO et al., 2008).

QUADRO 9. Acúmulo de massa seca verde de lâmina foliar (MSVLF) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem, em sistema silvipastoril

	Estação		Anos	
	Águas	Seca	2012/13	2014
MSVLF (Kg ha ⁻¹)	2924,75a	1679,78b	2715,78a	2147,75b
EPM	81,72			
CV (%)	28,30			

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. EPM – erro padrão da média.

Entre os anos de amostragem da forragem, o acúmulo de MSVLF foi 20,9% superior nas amostragens da seca de 2012 e águas de 2013 quando comparado às águas e seca de 2014 (Quadro 9), o que está relacionado ao maior acúmulo de MSVCB em ambas as estações de 2014 (Quadro 8), ocasionado possivelmente, pelo avanço da maturidade da gramínea, além da ausência do manejo baseado no índice foliar crítico do dossel, reduzindo então, a relação lâmina foliar:colmo da forragem.

Destaca-se então, a relevância do acúmulo de massa seca verde de lâminas foliares na avaliação da qualidade do pasto, uma vez que o aparecimento e o crescimento de folhas e perfilhos contribuem para a manutenção da produção e perenidade da pastagem, relacionando-se assim, com o consumo de forragem pelos animais em pastejo (PACIULLO et al., 2008).

O acúmulo de massa seca total da forragem (MST) apresentou-se 43,9% superior na estação das águas em relação à seca (Quadro 10), resultante dos maiores acúmulos, também nas águas, de MSVCB (Quadro 8) e MSVLF (Quadro 9). Euclides et al. (2008) também encontraram maiores valores para a produção total de massa de forragem do capim-piatã nos períodos das águas sob condições de pastejo.

QUADRO 10. Acúmulo de massa seca total (MST) de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, durante as estações da seca e águas, em sistema silvipastoril

Estação	MST (Kg ha ⁻¹)
Águas	5719,83a
Seca	3206,83b
EPM	132,34
CV (%)	23,60

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. EPM – erro padrão da média.

Portanto, é possível afirmar que a biomassa do capim-piatã, com maior acúmulo na estação das águas em relação à seca, não foi comprometida pelo aumento da densidade arbórea, possibilitando a utilização desta gramínea em sistemas silvipastoris semelhantes ao deste estudo.

3. 3 Características qualitativas da forrageira

Dentre as características qualitativas estudadas, a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), os teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente ácido (FDA) foram influenciadas significativamente pelas densidades populacionais de *P. dubium* e pela interação entre as estações (seca e águas) e anos de amostragem (2012/13 e 2014) (Quadro 11).

QUADRO 11. Análise de variância de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em permanganato de potássio (LIGp), sílica (SÍL) e celulose (CEL) de lâminas foliares de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, avaliada sob diferentes densidades populacionais de *Peltophorum dubium*, durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio						
		DIVMO (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIGp (%)	SÍL (%)	CEL (%)
Densidade	4	22,8371*	4,1660*	4,3734ns	4,0999*	0,2322ns	0,6310ns	0,9330ns
Estação	1	276,0239**	57,7981**	815,5459**	328,1231**	25,1885**	3,5365**	188,0760**
Anos	1	1469,6331**	392,3700**	7,0461ns	20,7704**	9,3319**	101,3965**	11,1231**
Dens. x Est.	4	0,9084ns	0,5360ns	0,8939ns	0,5740ns	0,0868ns	0,0488ns	0,7028ns
Dens. x Anos	4	4,0928ns	0,5275ns	1,4385ns	0,8500ns	0,1094ns	0,1891ns	0,2428ns
Est. x Anos	1	313,4460**	64,5292**	179,4973**	54,6835**	8,0063**	24,2548**	6,1150ns
Dens. x Est. x Anos	4	6,1375ns	0,3375ns	0,6097ns	0,3538ns	0,2183ns	0,4595ns	0,1918ns
Resíduo	120	8,9546	1,3929	2,4484	1,4039	0,1523	0,3998	0,5316
Média	-	56,99	10,21	72,17	35,94	7,31	2,87	26,39
CV%	-	5,3	11,6	2,2	3,3	5,3	22,0	2,8

ns, **, * Efeito não significativo, significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. GL – Grau de Liberdade; Dens. - Densidade; Est. - Estação.

As características: fibra em detergente neutro (FDN), lignina em permanganato de potássio (LIGp) e sílica (SÍL) também sofreram efeito significativo da interação das estações e anos de amostragem. Já os teores de celulose foram influenciados significativamente pelo efeito isolado destas variáveis (estações e anos de amostragem) (Quadro 11).

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e os teores de proteína bruta (PB) não apresentaram um padrão definido de variação para as densidades populacionais de *P. dubium*, o que resultou na ausência de significância ($p > 0,05$) dos modelos linear e quadrático de regressão (Figuras 4 e 5).

Este comportamento pode estar relacionado à variabilidade genética da canafístula, uma árvore nativa sem melhoramento genético, e juntamente com o manejo de desrama que modificou o crescimento da copa dos indivíduos arbóreos, provavelmente impossibilitando a formação de um sombreamento homogêneo peculiar para cada densidade.

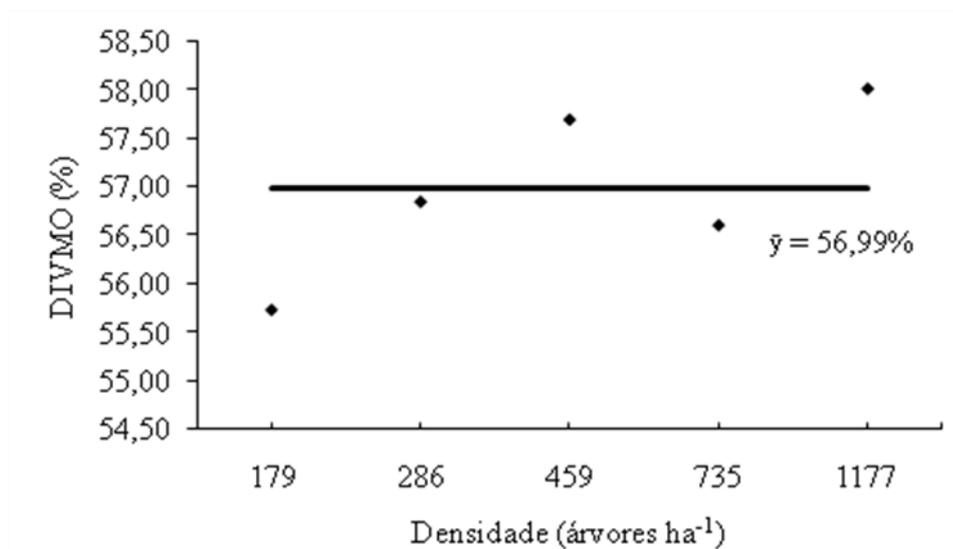


FIGURA 4. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO, %) de lâminas foliares de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em função das densidades de árvores de *Peltophorum dubium*.

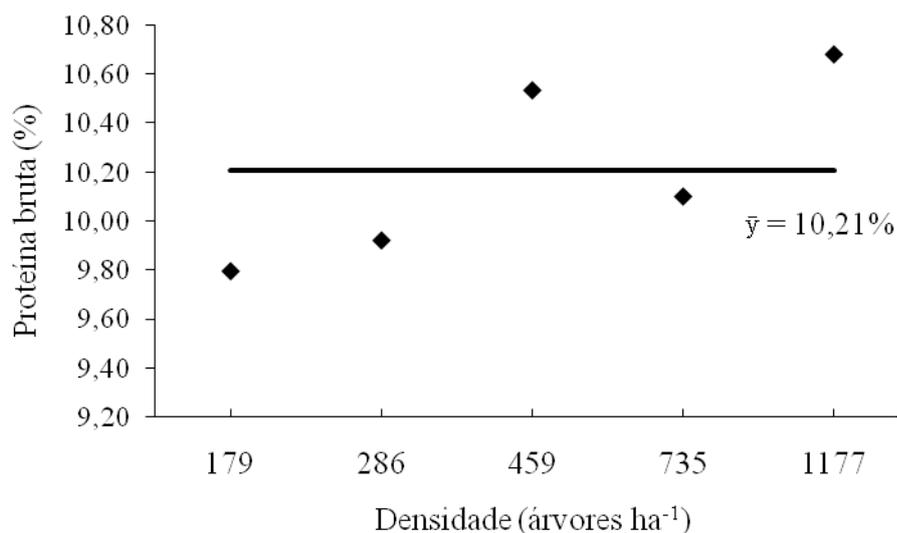


FIGURA 5. Teores de proteína bruta (%) de lâminas foliares de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em função das densidades de árvores de *Peltophorum dubium*.

Desta forma, os valores médios de DIVMO e PB foram de 56,99% e 10,21%, respectivamente (Figuras 4 e 5). Estas características são de fundamental importância para a determinação do consumo animal. Neste sentido, observou-se que o teor de PB está acima de 7%, considerado limite mínimo para a manutenção da atividade microbiana dos ruminantes (MERTENS, 1994).

Nas amostragens da seca de 2012 e águas de 2013, a DIVMO foi superior em 8,5% na estação seca em relação às águas (EPM = 0,58), o que também ocorreu nas amostragens de 2014, com superioridade de 5,5% na seca (EPM = 0,47) (Quadro 12).

QUADRO 12. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e teores de proteína bruta (PB) de lâminas foliares de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem, em sistema silvipastoril

Anos	Estação			
	Águas		Seca	
	DIVMO		PB	
	Anos (%)			
2012/13	58,91bA	64,37aA	11,51bA	13,39aA
2014	52,64bB	55,73aB	7,78bB	9,73aB
CV (%)	5,25		11,56	

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

Entre as águas, a maior DIVMO foi observada na amostragem de 2013 em relação à de 2014 (EPM = 0,47), semelhante ao verificado na estação seca, com digestibilidade superior na amostragem de 2012 (EPM = 0,58) (Quadro 12).

Os fatores que aceleram o crescimento da forrageira interferem negativamente na digestibilidade, visto que o teor de carboidratos não estruturais diminuem no citoplasma (MOREIRA et al., 2006).

Com o mesmo comportamento da DIVMO (Quadro 12), os teores de PB da forragem foram superiores, em 14%, na amostragem da seca de 2012 quando comparada às águas de 2013 (EPM = 0,23), assim como nas amostragens de 2014, com superioridade de 20% de PB na estação seca em relação às águas (EPM = 0,19) (Quadro 12).

Avaliando a qualidade de *U. brizantha* cv. BRS Piatã no SSP com canafístula, Matos (2014) também observou superioridade de 20% nos teores de PB e 15% na DIVMO na estação seca quando comparada às águas.

Entre as amostragens da forragem nas águas, o maior teor de PB foi observado em 2013 quando comparado à 2014 (EPM = 0,19), o que também foi constatado no período seco, com teores superiores de PB em 2012 (EPM = 0,23) (Quadro 12).

O teor de FDN, relacionado com o mecanismo de regulação do consumo tanto antes como após o período de pastejo (MERTENS, 1994), apresentou-se 10,4% superior na amostragem das águas de 2013 em relação à seca de 2012 (EPM = 0,30) (Quadro 13), comportamento também observado nas amostragens da forragem em 2014, em que o FDN apresentou-se 4,1% maior nas águas do que no período seco (EPM= 0,25) (Quadro 13).

Entre as amostragens das águas, o maior teor de FDN das lâminas foliares da gramínea foi observado em 2013 quando comparado ao ano de 2014 (EPM = 0,25) (Quadro 13), o que pode ser consequência da menor radiação fotossinteticamente ativa (RFA) na estação das águas de 2013 em relação à de 2014 (Quadro 5), reduzindo, possivelmente, a concentração de carboidratos solúveis, ocasionando o aumento da parede celular (LIN et al., 2001).

QUADRO 13. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em permanganato de potássio (LIGp) e sílica (SÍL) de lâminas foliares de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem, em sistema silvipastoril

Anos	Estação							
	Águas		Seca		Águas		Seca	
	FDN		FDA		LIGp		SÍL	
	(%)							
2012/13	75,03aA	67,23bB	36,89aB	32,72bB	7,43aB	6,18bB	2,37aB	0,93bB
2014	73,49aB	70,46bA	37,65aA	34,91bA	7,93aA	7,14bA	3,65aA	3,56aA
CV (%)	2,17		3,3		5,34		22,04	

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

Paciullo et al. (2007), ao estudarem o valor nutritivo de *U. decumbens* sob sombreamento natural e a sol pleno em sistema silvipastoril observaram que a luminosidade não influenciou os teores de FDA e lignina, mas exerceu efeito no teor de FDN, cujos valores foram, contudo, menores sob a copa das árvores que em condições de luz solar plena.

No entanto, existem muitas controvérsias quanto ao efeito das árvores no valor nutritivo das forrageiras. Alguns trabalhos indicam que o alongamento de folhas e colmos pela menor incidência de radiação no sub-bosque no SSP influencia negativamente o valor nutritivo pelo aumento de FDN, resultando em menor digestibilidade (CASTRO et al., 2009).

Entre os anos de estudo na estação seca (EPM = 0,30), o maior teor de FDN foi observado no ano de 2014 em relação ao verificado em 2012 (Quadro 13).

Igualmente a DIVMO e os teores de PB, os teores de FDA não apresentaram um padrão definido de variação para as densidades populacionais de *P. dubium*, o que resultou na ausência de significância ($p > 0,05$) dos modelos linear e quadrático de regressão (Figura 6). O teor médio de FDA observado foi de 35,95% (Figura 6).

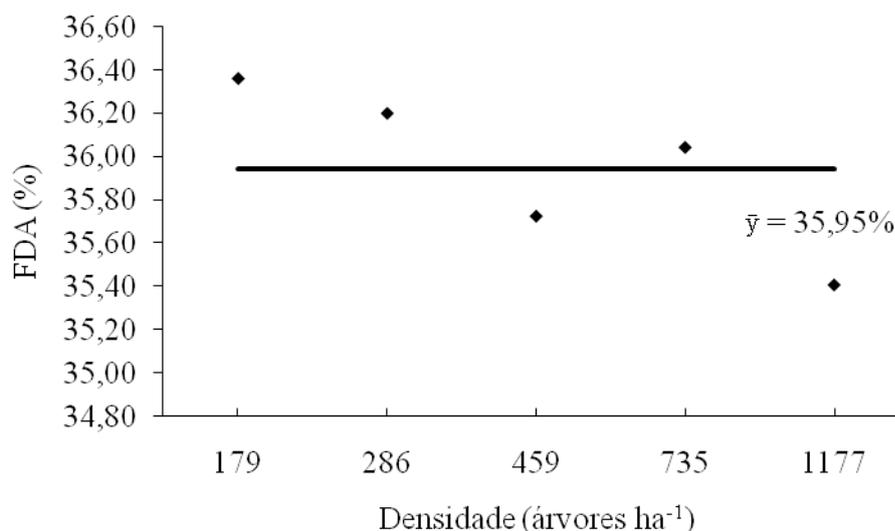


FIGURA 6. Teores de fibra em detergente ácido (FDA, %) de lâminas foliares de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em função das densidades de árvores de *Peltophorum dubium*.

Paciullo et al. (2011), avaliando as características nutricionais de *U. decumbens* sob o efeito de leguminosas arbóreas e eucalipto, verificaram que os teores de FDA variaram com a distância do renque das árvores (3, 6, 9, 12 e 15 m), porém, sem padrão de resposta definido.

Assim como os teores de FDN, observou-se superioridade de FDA na amostragem das águas de 2013, em 11,3%, quando comparado à seca de 2012 (EPM =

0,23) (Quadro 13), o que também ocorreu nas amostragens de 2014, com 7,3% de superioridade de FDA na forragem na estação das águas (EPM = 0,19) (Quadro 13).

Os menores teores de FDN e FDA observados na estação seca (Quadro 13) podem explicar a maior DIVMO da gramínea neste período (Quadro 12) (BAUER et al., 2008).

Entre as amostragens da forragem nas águas, verificou-se maior teor de FDA no ano de 2014 (EPM = 0,19) (Quadro 13), igualmente ao observado entre a seca, com maior valor em 2014 quando relacionado ao ano de 2012 (EPM = 0,23) (Quadro 13).

Os teores de LIGp apresentaram-se da mesma maneira que os de FDA, superior, em 16,8%, nas águas de 2013 quando comparado à estação seca de 2012 (EPM = 0,08). No ano de 2014, também se observou superioridade de 9,9% de LIGp durante as águas (EPM = 0,06) (Quadro 13). De acordo com Van Soest (1994), as altas temperaturas ambientais (T°C), como as observadas durante o período das águas (Quadro 6), aumentam a lignificação da parede celular.

Entre a estação das águas, a amostragem da forragem em 2014 apresentou-se com maior teor de LIGp (EPM = 0,06), o que também foi constatado entre a estação seca (EPM = 0,08) (Quadro 13).

Paciullo et al. (2009), ao avaliarem as características de *U. decumbens* em sistema silvipastoril e monocultivo, observaram que durante a época chuvosa houve redução no valor nutritivo da gramínea, principalmente em função do avanço da maturidade das plantas. Igualmente ao observado no presente estudo, estes autores verificaram que os teores de FDN, FDA e lignina foram, de modo geral, crescentes, e os de PB e digestibilidade, decrescentes.

Quanto ao teor de sílica, este se apresentou mais elevado, em 60,8%, na amostragem da forragem nas águas de 2013 quando comparado à seca de 2012 (EPM = 0,12). Já entre as águas e seca de 2014, o teor médio de sílica da gramínea foi de 3,60% (EPM = 0,10) (Quadro 13).

Entre a estação das águas, o maior teor de sílica foi observado na amostragem de 2014 (EPM = 0,10), o que também foi verificado entre a estação seca (EPM = 0,12) (Quadro 13).

O teor de sílica afeta a digestibilidade, consumo e aceitabilidade das forrageiras quando ultrapassa 5% na matéria seca, uma vez que a sílica não é absorvida e aproveitada pelos animais (BRÂNCIO et al., 2002; MERTENS, 1994). Contudo,

constatou-se valores inferiores a este limite em todas as amostragens da gramínea, tanto nas águas como no período seco (Quadro 13).

Os teores de celulose apresentaram-se superiores, em 8,5%, na estação das águas quando relacionados à seca, e 2,1% mais elevados nas amostragens da forragem na estação seca de 2012 e águas de 2013 em relação às amostragens de 2014 (Quadro 14).

QUADRO 14. Teores de celulose de lâminas foliares de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, durante as estações da seca e águas, em dois anos de amostragem, em sistema silvipastoril

	Estação		Anos	
	Águas	Seca	2012/13	2014
Celulose (%)	27,39a	25,05b	26,71a	26,14b
EPM	0,09			
CV (%)	2,76			

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. EPM – erro padrão da média.

Em condições de elevadas temperaturas do ar (T°C), como se observou no período das águas e nas amostragens da forragem na seca de 2012 e águas de 2013 (Quadro 6), a taxa fotossintética líquida da planta é reduzida em função do aumento da respiração, ocasionando decréscimo no conjunto de metabólitos do citoplasma celular. Assim, os produtos fotossintéticos são rapidamente convertidos em componentes estruturais (VAN SOEST, 1994).

Com bases nestas informações, pode-se constatar que o valor nutricional das lâminas foliares do capim-piatã não foi influenciado pelas densidades populacionais de canafístula, reduzindo-se na estação das águas, principalmente nas amostragens de 2014, com maior digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica e teores de proteína bruta na estação da seca.

4. CONCLUSÕES

A canafístula, em sua fase inicial de crescimento e quando manejada por meio de desramas, pode ser utilizada em sistemas silvipastoris com o capim-piatã em densidades de 179 a 1.177 árvores ha⁻¹ sem afetar o acúmulo de biomassa e o potencial qualitativo das lâminas foliares.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. A. M. do; MOTCHI, E. P.; OLIVEIRA, H. de; CARVALHO FILHO, A. de; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. dos. **Levantamento detalhado dos solos do Campo Experimental de Ponta Porã, da Embrapa Agropecuária Oeste, Município de Ponta Porã, MS.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 23; Embrapa Solos. Documentos, 16).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analyses**, v.15, n.1, p.72-74, 1990.

BAUER, M. de O.; GOMIDE, J. A.; DA SILVA, E. A. M.; REGAZZI, A. J.; CHICHORRO, J. F. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 9-17, 2008.

BAUMER, M. Animal production, agroforestry and similar techniques. **Agroforestry Systems**, Holanda, v.4, n.4, p.179- 98, 1991.

BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO JR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; ALMEIDA, R. D.; FONSECA, D. D.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. Composição química e digestibilidade da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1605-1613, 2002.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica,64).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.1, 1039p.

CASTRO, A. C.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B. L.; SANTOS, N. de F. A. dos.; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, M. A. B. de; GARCIA, A. R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, 2008.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MULLER, M. D.; NASCIMENTO JR, E. D. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.60, p.19-25, 2009.

DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O.; CARNEVALLI, R. A.; UBELE, M. C.; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G. C.; MORAIS, J. P. G. Swards structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 1, p. 8-19, 2009.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. D.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de

cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1805-1812, 2008.

FELDHAKE, C. M. Microclimate of a natural pasture under planted *Robinia pseudoacacia* in central Appalachia, West Virginia. **Agroforestry Systems**, v.53, p.297-303, 2001.

FERREIRA, D. F. **SISVAR software**: versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

LIN, C. H.; MCGRAW, M. L.; GEORGE, M. F.; GARRETT, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v. 53, n. 3, p. 269-281, 2001.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F., et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v.44, p.109-119, 1999.

MARTEN, G. C.; SHENK, J. S.; BARTON II, F. E. **Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis of forage quality**. Washington: USDA, ARS, 1985. 110p.

MASCHERONI, J. D. C. **Características estruturais do dossel forrageiro e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã submetido a regime de sombra em sistemas de integração lavoura pecuária floresta**. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

MATOS, F. A. **Relações Espaciais e Crescimento de *Canafístula (Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e biomassa de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em Sistema Silvistoril**. 2014. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G. C.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R. (Eds.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1994. p. 450-493.

MOREIRA, A. L.; REIS, R. A.; SIMILI, F. F.; DOS SANTOS PEDREIRA, M.; ROTH, M. D. T. P.; RUGGIERI, A. C. Época de sementeira de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim Tifton-85: Valor nutritivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 335-343, 2006.

NAMKOONG, G. Application of Nelder. In: SOUTHERN CONFERENCE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, 8., 1965, Savannah, Georgia. **Proceedings...** Savannah, Georgia: USDA/ Forest Service, 1965. p. 24-37.

NANTES, N. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R. A.; GOIS, P. O. Desempenho Animal e Características de Pastos de Capim-Piatã Submetidos a Diferentes Intensidades de Pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 114-121, 2013.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, v.18, n. 3, p. 283-307, set. 1962.

NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. P. da.; THIAGO, L. R. L. de S.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A. **Sistemas silvipastoris - introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 37 p. (Embrapa Gado de Corte: Documentos, 146).

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. D.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. D.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, 2011.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2009.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.

PEZO, D.; IBRAHIM, M. **Sistemas silvipastoriles**. Costa Rica: CATIE, Proyecto Agroflorestal CATIE/GTZ, 1998. 12p. (Materialies de Enseñanza/CATIE, 40).

RADOMSKI, M. I; RIBASKI, J. **Sistemas silvipastoris: aspectos da pesquisa com eucalipto e grevilea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 40 p. (Embrapa Florestas: Documentos, 191).

RIBEIRO JR., J. I.; MELO, A. L. P. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa: UFV, 2009. 287 p.

SILVA JÚNIOR, L. C.; LUCAS, F. T.; BORGES, B. M. M. N.; SILVA, W. J. Influência da radiação fotossinteticamente ativa no crescimento e desenvolvimento de forrageiras tropicais. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.7, p. 63- 67, 2010.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

VAN SOEST, P. J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University. 476p.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. **Journal of the Association Official Analytical Chemists**, v.51, p. 780. 1968.

CONCLUSÕES GERAIS

A canafístula (*Peltophorum dubium*), quando manejada para a produção de madeira a partir do fuste, demonstra ser uma espécie arbórea nativa com potencial tanto para plantios homogêneos quanto silvipastoris, diante de seu incremento em volume cilíndrico mesmo com o adensamento arbóreo, em ambas orientações de plantio (Norte-Sul e Leste - Oeste), o que possibilita a inserção de animais sem danos às árvores.

Ao compor um sistema silvipastoril em estágio inicial de implantação e pelo manejo das desramas realizado de maneira intensa, as densidades populacionais de *P. dubium* não influenciam o microclima, o acúmulo de biomassa e o valor nutritivo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã. Assim, o cultivo de culturas anuais durante este período torna-se possível, ampliando a composição destes sistemas integrados de uso da terra.

A implantação do sistema silvipastoril do estudo apresenta-se como uma oportunidade para a observação e avaliação do crescimento inicial da canafístula. As informações obtidas apenas para as árvores possibilitam o emprego do conhecimento na orientação de plantios dessa espécie florestal visando a produção de madeira para fins de maior valor agregado, como madeira serrada e laminados para a produção de móveis.

Devido a escassez de informações com esta espécie (*P. dubium*), torna-se necessário o avanço nas pesquisas direcionadas, principalmente, à sua viabilidade de genótipos e seu melhoramento genético, assim como maiores estudos sobre o seu manejo de desrama e desenvolvimento em distintos espaçamentos em consórcio com forrageiras, promovendo sua maior utilização em sistemas integrados, como os silvipastoris.

APÊNDICE

APÊNDICE



APÊNDICE A - Plantio das mudas de *Peltophorum dubium* no Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE B - Coroamento das mudas de *Peltophorum dubium* no Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE C - Controle de plantas daninhas e coroamento de árvores de canafístula no Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE D - Desrama das árvores de canafístula aos seis meses após o plantio (árvore com bifurcação e sua condução). Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE E - Desrama das árvores de canafístula. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE F - Desrama das árvores de canafístula. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE G - Última desrama do componente arbóreo para formação de fuste, aos 26 meses de idade da canafístula. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE H - Árvores de canafístula, aos 12 meses de idade. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE I - Árvores de canafistula, aos 18 meses de idade. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE J - Árvores de canafístula, aos 24 meses de idade. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE K- Árvores de canafístula após quatro geadas. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE L- Árvores de canafístula dois meses após a incidência de quatro geadas. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.



APÊNDICE M- Árvores de canafístula aos 36 meses de idade. Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã-MS.