

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

DIEGO REZENDE DA FONSECA

POTENCIAL DE USO DE ESPÉCIES NATIVAS DE CERRADO EM SISTEMAS DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

Campo Grande – MS

Abril de 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

DIEGO REZENDE DA FONSECA

POTENCIAL DE USO DE ESPÉCIES NATIVAS DE CERRADO EM SISTEMAS DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal como um dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Biologia Vegetal, ênfase em “Ecologia Vegetal”, pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Dr. Arnildo Pott (UFMS)

Coorientador: Dr. Valdemir Antônio Laura (Embrapa Gado de Corte)

Coorientadora: Dra. Silvia Rahe Pereira (Anhanguera UNIDERP – Agrárias)

Campo Grande – MS

Abril de 2019

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo a vida, por tudo que vivi, todas as experiências, todos os aprendizados e todas as pessoas que fizeram parte da minha trajetória. Tudo que vivi me trouxe até aqui.

Agradeço a minha família pelo apoio emocional e financeiro ao longo dessa jornada. Em especial agradeço a minha mãe Maria Divina de Rezende Rodrigues, que em meio a todos os problemas nesses últimos dois anos, mesmo não compreendendo bem minhas “escolhas”, sempre esteve ao meu lado, me apoiou, buscou me entender e me respeitou.

Falando em Mãe, pois a vida me deu a honra de ter duas, não posso deixar de mencionar meus agradecimentos a minha tia Rosalina Lemes de Rezende. Obrigado tia por me acolher em um momento difícil e permitir percorrer meu caminho. Obrigado por todo o carinho, apoio e amor de mãe.

Mesmo em meio às dificuldades, tive a honra de me aproximar de pessoas maravilhosas. Obrigado a todos que nesses dois anos estiveram ao meu lado e as vezes mesmo sem consciência, me fizeram continuar. Em especial aos meus amigos Letícia, Maria Helena, Giovani, Janielen, Beatriz, Matheus, Clara, Eduardo e minha prima Andressa pela amizade e bons momentos juntos. Com certeza alguém vai reclamar que não foi mencionado, mas sou grato a todos, desde os que tivemos uma única conversa aos que permaneceram.

Agradeço a todo corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFMS. Obrigado por todos os ensinamentos dentro e fora de sala de aula, vocês são exemplos. Não poderia deixar de mencionar meu grande agradecimento e carinho pela Professora Maria Rosângela Sigrist, obrigado pelas conversas, pelo incentivo, pela compreensão e pelas oportunidades.

Obrigado a todos da Embrapa Gado de Corte, desde os funcionários da guarita até os pesquisadores. Aos técnicos, Paulino e Odivaldo pela ajuda ao longo do desenvolvimento das atividades. A Ariadne Pegoraro Mastelaro, Dra. Fabiana Villa Alves e Dr. José Antonio Maior Bono pelas contribuições ao longo do desenvolvimento da dissertação.

Por fim, agradeço aos meus orientadores. Obrigado à professora Dra. Silvia Rahe Pereira, que me orientou desde o final da graduação e ainda me acompanhou ao longo do mestrado. Ao professor Dr. Valdemir Antônio Laura, obrigado por me receber tão bem e pelos ensinamentos, e desculpa pelos ataques de ansiedade durante a reta final. Ao professor Dr. Arnildo Pott, que sempre foi uma referência e mesmo em meio às circunstâncias e o pouco tempo, obrigado pela orientação.

**Desempenho de espécies nativas de Cerrado para uso em sistemas silvipastoris
(AGROFORESTRY SYSTEMS)**

Diego Rezende da Fonseca ^a, Valdemir Antônio Laura ^{a,b,c}, Silvia Rahe Pereira ^c,
Arnildo Pott ^a

^a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Departamento de Botânica, 79070-900 -
Campo Grande, MS - Brasil. E-mail address: diegorezendes1@gmail.com

^b Embrapa Gado de Corte, 79106-550 - Campo Grande, MS – Brasil.

^c Universidade Anhanguera – UNIDERP, 79037-280 - Campo Grande, MS - Brasil.

Resumo – A adoção de sistemas silvipastoris representa uma alternativa que permite uma melhor utilização e gestão dos recursos naturais e surge ainda como uma alternativa para melhorar a qualidade das pastagens degradadas. Deste modo, objetivamos avaliar o desempenho de 13 espécies arbóreas de Cerrado para utilização em sistemas silvipastoris e verificar se alguma das nativas propiciam características de crescimento e microclima semelhantes ao *Eucalyptus urograndis*, espécie referência. Avaliamos altura total, diâmetro na altura do solo, área de sombra, porcentagem de bloqueio de radiação, temperatura e umidade relativa do ar. Os resultados encontrados demonstram o potencial do uso de *Peltophorum dubium* por apresentar características similares com *Eucalyptus urograndis* em termos de crescimento e área de sombra. Adicionalmente, *Guazuma ulmifolia*, além de aproximar-se da espécie de referência em taxa de crescimento e área de sombra, apresenta melhores índices microclimáticos,

devido a maior densidade de sua copa que propicia maior bloqueio de radiação, com menores valores de temperatura sob sua copa.

Palavras-chave: Conforto térmico, sistemas agrossilvipastoris, sistemas integrados de produção, sombreamento.

Introdução

A degradação de pastagens é um fenômeno global que causa a redução da matéria orgânica e nutrientes no solo, além da sua compactação e erosão resultando na diminuição da produtividade e consequente degradação de cursos d'águas, e redução da biodiversidade (Bruziguessi 2016). Nesse âmbito, a adoção de Sistemas silvipastoris (SSP) representa uma alternativa mais eficiente de utilização e gestão dos recursos naturais. Os SSPs são uma modalidade de sistemas integrados de produção que combina o manejo de pastagens, animais e espécies arbóreo-arbustivas em uma mesma área (Montagnini et al. 2003; Nicodemo e Porfírio-da-Silva, 2018). Além de poder aumentar a produtividade do sistema, recuperando a fertilidade do solo, ciclo hidrológico e melhoria do microclima, pode ainda favorecer bem-estar animal e o restabelecimento de parte da flora nativa (McAdam et al., 2007).

A escolha adequada das espécies florestais a serem utilizadas em SSP é de fundamental importância para o sucesso desses sistemas e representa um dos maiores desafios encontrados para a sua implantação (Melotto et al. 2009). O componente florestal pode criar um microclima que propicia conforto animal (Aussenac, 2000; Pezzopane et al., 2015). Fatores como a temperatura e umidade relativa do ar muitas vezes são limitantes ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais, em decorrência do estresse térmico (Kawabata, 2005; Silva, 2006; Oliveira et al., 2017).

comparado a um sistema monocultivo de *Urochloa decumbens* Stapf, um sistema silvipastoril (SSP) com árvores nativas, e foi mais eficiente na criação de novilhas leiteiras, devido ao maior ganho de peso anual por novilha e por área (Paciullo et al., 2011). Assim, a inserção do componente arbóreo pode auxiliar no desempenho econômico do sistema. Contudo, o nível de sombreamento não deve ser excessivo, para não prejudicar o crescimento e o desenvolvimento de espécies forrageiras no sub-bosque em sistemas integrados (Soares et al., 2009; Lopes et al., 2017; Faria et al., 2018).

Em geral, é desejável que as espécies arbóreas utilizadas em SSP tenham algumas das seguintes características: compatibilidade ecológica com o local, comportamento perenifólio, crescimento rápido, resistência a ventos, serem propícias a desrama, fixação biológica de nitrogênio, troncos altos e copa pouco densa, de modo a possibilitar a passagem de luz e melhor desenvolvimento da forrageira embaixo de sua copa (Melo e Zoby, 2004; Melotto et al., 2009). No Brasil na maioria dos SSP são usadas essências florestais exóticas como as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, devido ao grande avanço no conhecimento silvicultural dessas espécies (Bertolini et al., 2015). No que se refere às essências florestais nativas, há carência de informações sobre as características físico-fisiológicas de suas sombras, apesar desta ser uma característica chave para indicação da melhor espécie para a arborização de pastagens (Nicodemo et al., 2016). Em sua maioria, os estudos com espécies nativas apresentam resultados sobre sua sobrevivência, crescimento em diâmetro e altura ou volume de madeira (Mendonça et al., 2017), sendo poucas as estudadas para uso em SSP (Lima et al., 2013). Ainda, os estudos realizados com nativas em SSP são realizados nos biomas da Mata Atlântica e Amazônia (Nicodemo et al., 2016), sendo poucos os conduzidos em áreas de Cerrado (Melotto et al., 2009; Bruziguessi, 2016; Karvatte Júnior et al., 2016)).

Desta maneira, neste estudo avaliamos o desempenho de 13 espécies arbóreas nativas de Cerrado, cultivadas em arboreto, a fim de verificar seu potencial de utilização em sistemas silvipastoris. Especificamente, comparamos o desempenho de diferentes espécies para identificação do melhor desempenho quanto ao crescimento e microclima propiciado. Ademais, avaliamos se algumas destas apresentam características semelhantes ao eucalipto, espécie de referência por ser a mais utilizada nestes sistemas. Nós esperamos que espécies com rápido crescimento, copas grandes e com baixo bloqueio de radiação (pouco densas) propiciem microclima semelhante ao proporcionado pelo eucalipto.

Material e métodos

Área experimental

Realizamos a avaliação das 13 espécies nativas em um arboreto implantado em dezembro de 2015 na Embrapa Gado de Corte (20°26'59.42"S e 54°43'3.80"O), município de Campo Grande. O tipo climático é caracterizado como Mesoxeroquimênico Modificado "Tropical Brando de Transição", com temperaturas médias de 21,7°C e a precipitação pluvial de cerca de 1.450 mm, com solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Bhering et al. 2011). Avaliamos a espécie de referência, o *Eucalyptus* x *urograndis*, clone I-144, espécie híbrida, resultado do cruzamento do *E. urophylla* S.T.Blake com *E. grandis* W.Hill, na Fazenda Madeira Certificada (20°09'41.60"S e 54°35'52.29"O), no município de Jaraguari. Nesta área, a temperatura média anual é de 21,7°C e a precipitação pluvial de cerca de 1.450 mm predominam os solos classificados como Latossolos Vermelhos Distroféricos e Latossolos Vermelhos Distroféricos de textura argilosa (Bhering et al. 2011).

Implantação do arboreto

Para a implantação do arboreto realizamos o controle e monitoramento de formigas cortadeiras com isca granulada, o controle de plantas daninhas nas linhas de plantio com herbicida glifosato e a correção da acidez do solo com aplicação de calcário (2 ton ha⁻¹) em área total e incorporado com grade pesada. Adubamos os sulcos de plantio (40 cm de profundidade) com 350 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-10 (NPK).

Plantamos 13 espécies nativas do Cerrado em espaçamento 5 m x 5 m (Tabela 1), sendo 24 indivíduos (repetições) de cada espécie, em 09 de dezembro de 2015. Três meses após o plantio, fizemos o replantio das mudas mortas. Identificamos cada muda com lacre numerado do tipo para malote, para registro permanente em campo. Baseamos a seleção das espécies em seu múltiplo uso, presença no domínio de Cerrado do Estado de Mato Grosso do Sul e disponibilidade de mudas em viveiros locais.

Aplicamos adubação nitrogenada de cobertura, parcelada em três aplicações, aos 15, 60 e 105 dias pós plantio, usando sulfato de amônio, sendo aplicados 85 gramas em cada parcelamento, a cerca de 15 cm de distância da muda, fazendo-se um círculo ao redor da mesma. Periodicamente, efetuamos o controle químico de plantas daninhas entre as linhas de plantio com herbicida glifosato.

Coleta e análise de dados

Avaliamos, nos três anos subsequentes ao plantio das árvores nativas, a altura total e diâmetro na altura do solo. Para avaliar o crescimento de cada espécie, tomamos medidas de altura total (Ht), partindo-se da base do caule até o topo da copa, mensuradas com um clinômetro (VERTEX LASER – VL 5) e o diâmetro na altura do

solo (DAS) utilizando suta florestal, em dezembro de 2016, 2017 e 2018. Adicionalmente, em dezembro de 2018, incluímos o *E. urograndis* nas avaliações, mensurando o Diâmetro na Altura do Peito (DAP) para as 14 espécies. Posteriormente (dezembro de 2018) mensuramos a área de sombra, o microclima e o crescimento das espécies nativas e do *Eucalyptus urograndis* (espécie de referência), três anos após plantio.

Estimamos a área de sombra (AS), usando as fórmulas propostas por Silva, (2006), com base no formato de copa e dimensões das árvores. Determinamos em dezembro de 2018 o diâmetro de copa (DC) no sentido Leste-Oeste com uma trena digital (Fluke 419D), a altura total (Ht) e altura do fuste (Y), com clinômetro (VERTEX LASER – VL 5) e a partir da diferença entre Ht e Y obtivemos o comprimento vertical da copa (CC). Estabelecemos como formato de copa, a forma mais frequente da espécie. Assim, as espécies *Guazuma ulmifolia*, *Myracrodruon urundeuva*, *Vitex polygama*, *Handroanthus ochraceus* e *Hymenaea stigonocarpa* foram classificadas de copa cilíndrica, *Genipa americana*, *Peltophorum dubium*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Pterogyne nitens*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Dipteryx alata* e *Anadenanthera peregrina* com copas de formato esféricas, *E. urograndis* de copa elipsoide e *Anadenanthera colubrina* de copa lentiforme. A partir destes dados, predizemos a área de sombra projetada em dezembro de 2018 às 12h00.

Avaliamos o microclima sob a copa de quatro indivíduos de cada espécie em dezembro de 2018. Registramos temperatura de bulbo seco (°C), temperatura do ponto de orvalho (°C) e umidade relativa do ar (UR) (%), ao longo de três dias, com intervalos de uma hora, utilizando termo-higrômetros (Instrutherm HT-500) acoplados a um abrigo de tubo PVC alocados a 1,20 m de altura da superfície do solo, no pleno sol e sob a copa das distintas espécies (Karvatte Junior et al., 2016). Para caracterizar o

ambiente térmico estimamos, para cada período e horário de avaliação, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) de Thom (1958), através da fórmula:

$ITU = tbs + 0,36tpo + 41,5$, onde:

tbs: Temperatura de bulbo seco (°C)

tpo: Temperatura de ponto de orvalho (°C)

Determinamos radiação solar uma vez ao dia entre 11h00 e 12h00, com um termo-radiômetro (LI-COR LI-1400). A partir dos valores de radiação sob a copa e a pleno sol, estabelecemos a porcentagem de bloqueio de radiação (BR) pela copa de cada espécie arbórea.

Aplicamos o Teste de Shapiro Wilk para testar a normalidade dos dados, sendo transformamos quando necessário. Deste modo realizamos a transformação angular dos dados referente à porcentagem de bloqueio de radiação sob a copa das árvores. Submetemos os dados coletados à Análise de Variância e posteriormente agrupamos pelo teste de Scott Knott, o nível de significância considerado foi de 0,05. Conduzimos a Análise de Componentes Principais (ACP) para descrever as características com maiores variações entre as espécies arbóreas baseada nos atributos de crescimento e microclima e reduzir o número de variáveis através da construção de variáveis teóricas que minimiza a soma dos quadrados residuais totais. Realizamos uma análise de correlação entre todas as características previamente e retiramos as variáveis com correlação acima de 90%. Assim, o ITU foi retirado da ACP por estar fortemente correlacionado com temperatura de bulbo seco (T) (0,96) e a Y por estar correlacionada com Ht (0,94). Na ACP utilizamos Ht, DAS, DAP, AS, T (°C), UR e BR. Realizamos todas as análises em ambiente R (R Core Team, 2013).

Resultados

As espécies diferiram quanto aos parâmetros avaliados, exceto ITU (Tabela 2). No final do primeiro ano de plantio as espécies *Pterogyne nitens*, *Guazuma ulmifolia* e *Peltophorum dubium* apresentaram as maiores alturas (Figura 1 A) e diâmetros na altura do solo (Figura 1D). Neste mesmo período, *Dipteryx alata* e *Hymenaea stigonocarpa* foram as espécies de menores alturas e juntamente com *Anadenanthera colubrina* e *Handroanthus heptaphyllus* apresentaram os menores diâmetros na altura do solo. Nos dois anos subsequentes (2º e 3º ano de plantio), apenas *P. dubium* e *G. ulmifolia* se mantiveram no grupo com maiores altura e diâmetro, sendo que *P. nitens* passou a ter um crescimento intermediário (Figura 1B, C, E e F). Por outro lado, *Genipa americana* apresentou altura média de 1,09 m e 3,65 cm de DAS ao final do primeiro ano (apresentando crescimento intermediário) e, após três anos de avaliação, equiparou-se a *P. nitens*.

Ao final de três anos da implantação do arboreto, avaliamos adicionalmente *Eucalyptus urograndis*, que diferiu significativamente em Ht (17,30 m) e Y (4,78 m) e DAP (13,26 m) das espécies nativas (Tabela 2). Por outro lado, a espécie de referência não diferiu em DAS de *G. ulmifolia* e *P. dubium* e adicionalmente em AS destas duas espécies e de *P. nitens*. A porcentagem de bloqueio de radiação sob a copa foi o atributo com maior variação entre as espécies, em que *A. colubrina*, *G. ulmifolia* e *H. heptaphyllus* apresentaram maior bloqueio de radiação, sendo este superior ao da espécie de referência. O ITU não diferiu entre as espécies avaliadas.

A Análise de Componente Principal (ACP) explicou 84,2 % da variação nos dois primeiros eixos com relação às variáveis de crescimento e microclima. O primeiro eixo do ACP explicou 46,5 % da variação dos dados e foi positivamente correlacionado com

os parâmetros sombra, DAS, DAP e altura (Figura 2). As espécies *G. ulmifolia*, *P. dubium* e o eucalipto alcançaram os escores mais altos do eixo 1 com maiores valores de altura, DAP, DAS e área de sombra. Por outro lado, as espécies *H. stigonocarpa*, *D. alata*, *J. cuspidifolia*, *H. ochraceus* e *H. heptaphyllus* alcançaram escores mais baixos com relação a este eixo (Figura 2).

O segundo eixo explicou 37,7 % da variação e foi positivamente correlacionado com umidade do ar e porcentagem de bloqueio de radiação, e negativamente com a temperatura do ar (Figura 2). As espécies *A. colubrina*, *H. heptaphyllus*, *G. ulmifolia* e *H. stigonocarpa* apresentaram maior bloqueio de radiação, maior umidade relativa do ar e menores temperaturas sob suas copas, enquanto que o eucalipto e *D. alata* alcançaram menores escores com relação a este eixo, apresentando menor bloqueio de radiação, menor umidade relativa do ar e maiores temperaturas.

Discussão

O uso de espécies arbóreas de crescimento lento em sistemas silvipastoris não é recomendável, em consequência do maior tempo necessário de isolamento da área para que não ocorram danos provocados pelo gado às árvores, evitando assim gastos com replantio, ou até mesmo perda na produtividade madeireira (Cordeiro et al. 2015; Nicodemo e Porfírio-da-Silva, 2018). Nesse sentido, no primeiro ano de plantio do presente estudo destacaram-se as espécies *Pterogyne nitens*, *Guazuma ulmifolia* e *Peltophorum dubium*, com maior crescimento em altura, embora somente as duas últimas tenham mantido esse *status* após o segundo ano de avaliação. No entanto, o crescimento de espécies arbóreas nativas pode variar em função do manejo da área para o plantio.

Melotto et al. (2009) avaliaram a sobrevivência e o crescimento inicial de 11 espécies arbóreas nativas do Brasil central, em um SSP com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Esses autores também indicaram a utilização de *P. dubium* e *G. ulmifolia* para SSP em áreas de Cerrado. No entanto, nós obtivemos um incremento em altura de 1,5 e 2,0 vezes maior para *G. ulmifolia* e *P. dubium*, respectivamente, no presente estudo. Como ambos os experimentos foram realizados no mesmo município, em áreas muito próximas e com a mesma classificação do solo, é plausível supor que o maior crescimento no presente estudo seja resultante da diferença de adubação e preparo da área, uma vez que usamos aproximadamente 3,5 vezes mais de NPK e fizemos adubação nitrogenada em cobertura após 15, 60 e 105 dias de plantio. Além disso, nosso plantio foi realizado em sulcos ao invés de covas, o que reduziria os efeitos negativos de compactação de solo para o desenvolvimento radicular.

Embora as espécies cultivadas respondam prontamente à adição de fertilizantes sintéticos ao solo, as nativas desenvolveram mecanismos adaptativos distintos de aquisição e de retenção de nutrientes (Rodrigues, 2013). Como no ambiente natural variações grandes e efêmeras na concentração de nutrientes raramente ocorrem, segundo o mesmo autor as espécies nativas, em sua maioria, não respondem à fertilização sintética. Nossos resultados, no entanto, mostraram que *G. ulmifolia* e *P. dubium* podem responder a diferenças na disponibilidade de nutrientes no solo. Assim, devido a esta característica, estas espécies são boas indicações para SSP, uma vez que seu rápido crescimento permite o retorno do gado à área em um menor período de tempo.

Embora as espécies de maior crescimento já apresentem no primeiro ano uma altura média próxima à recomendada para o retorno do gado (em torno de 2,0 m) (Cordeiro et al., 2015; Nicodemo e Porfírio-da-Silva, 2018), nós encontramos grande

variação intraespecífica para esta variável, pois *G. ulmifolia* apresentou altura de $1,9 \pm 0,7$ m ($\bar{x} \pm DP$), *P. nitens* $1,7 \pm 0,6$ m e *P. dubium* $1,6 \pm 0,6$ m. A grande variabilidade nos dados das espécies nativas é reflexo da origem do material utilizado. Mudanças nativas são produzidas para utilização em plantios de restauração ecológica, onde há a recomendação da utilização de grande diversidade genética dos indivíduos (Basey et al., 2015). No entanto, em plantios comerciais o ideal seria a seleção de material genético como é feito com as espécies do gênero *Eucalyptus*, que são submetidas a intensos processos de melhoria seletiva (Nicodemo et al., 2016). Esse processo poderia reduzir a variabilidade encontrada em termos de crescimento em altura.

Além da altura, é desejável que mais de 60 % das árvores usadas em SSP tenham DAP superior a 6-8 cm (Cordeiro et al. 2015; Nicodemo e Porfírio-da-Silva, 2018) para liberação da área ao pastejo. Embora não tenhamos avaliado o DAP das espécies nativas nos dois primeiros anos de plantio, as três espécies com maior crescimento apresentaram DAP superior ao desejado após três anos. Plantas com caule mais espesso são mais resistentes a danos causados pelos animais, pois eles podem descascar as árvores para suprir alguma deficiência alimentar, ou devido ao estresse (tédio) ou à aprendizagem comportamental (Nicodemo e Porfírio-da-Silva 2018).

O aumento de área sombreada em um SSP reduz a radiação solar direta sobre os animais, reduzindo a carga de calor associada à mesma e, conseqüentemente, aumenta o conforto e produtividade animal (Barbosa et al., 2004; Kazama et al., 2008).). Em ambientes tropicais imagina-se que área de sombra entre $5,6 \text{ m}^2$ e $9,6 \text{ m}^2$ seria o suficiente para garantir o conforto dos animais de modo que esses não precisem competir entre eles por espaço (Cordeiro et al., 2015). Nossos resultados mostraram que boa parte das espécies nativas (53%) apresentou AS superior ao recomendado após três

anos de plantio, com destaque para *P. nitens*, *G. ulmifolia* e *P. dubium* que apresentou AS duas a três vezes maior que o recomendado.

Práticas silvipastoris são desejáveis devido aos seus benefícios aos animais, melhorando os índices de conforto térmico (Oliveira et al., 2017). Os efeitos sobre o microclima dependem do próprio clima local e das características físicas que definem a natureza e a estrutura da cobertura (Aussenac, 2000; Pezzopane et al., 2015). Nossos resultados mostraram que as espécies *P. dubium* e *P. nitens* já reduzem a temperatura sob suas copas de forma similar ao eucalipto. No entanto, *G. ulmifolia* consegue reduzir ainda mais esta variável. Como a redução da temperatura está diretamente relacionada ao aumento da umidade relativa do ar, estas espécies apresentam a possibilidade de ofertar um microclima mais ameno para os animais. As diferentes alterações no microclima entre espécies, são em decorrência da estrutura e formato das copas: as mais densas e maiores copas apresentaram menor carga térmica associada à radiação solar nos sistemas (Karvate Júnior et al., 2016). Entretanto, o sombreamento em pastagens não deve ser excessivo, de modo a não afetar a produtividade das forrageiras sob as copas (Paciullo et al., 2008; Soares et al., 2009).

Árvores com copas de formato elipsoidal, com ramificações espaçadas, facilitam a incidência solar na superfície do solo, com menor bloqueio de radiação e aumento do fluxo de energia (Karvate Júnior et al., 2016). Com exceção de *D. alata*, as outras espécies apresentaram porcentagem de BR acima de 90%, o que seria em tese prejudicial para a forrageira inserida no sistema. No entanto, nós aferimos o BR ao meio dia, quando a sombra é projetada somente abaixo da copa e sabe-se que há o deslocamento dela ao longo do dia e a forrageira não estaria o dia inteiro sujeita ao sombreamento excessivo. Soares et al. (2009) avaliaram o desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Axonopus catharinensis* em SPPs com diferentes

densidades de árvores e mostraram que as gramíneas sob sombreamento apresentaram produção satisfatória, com melhor qualidade devido a maiores teores de proteína bruta. Assim, algumas forrageiras podem se adaptar ao sombreamento.

Espécies do gênero *Eucalyptus* estão entre as mais utilizadas em SSPs, principalmente pelo grande avanço do conhecimento silvicultural (Bertolini et al., 2015). Adicionalmente, apresentam crescimento muito superior ao das nativas (Nicodemo et al., 2004), além de favorecerem o conforto animal (Karvatte et al., 2016; Oliveira et al., 2017). Nosso estudo mostrou, no entanto, que algumas espécies nativas apresentam potencial para a utilização em SSPs, devido à proximidade de suas características em relação à espécie de referência (Figura 2). Particularmente, nossos resultados demonstram o potencial do uso de *P. dubium* por apresentar estreita relação com *Eucalyptus urograndis*, com características muito semelhantes. Adicionalmente, *G. ulmifolia*, além de aproximar-se da espécie de referência em taxa de crescimento e área de sombra, apresenta melhores índices microclimáticos, devido à maior densidade de sua copa, que propicia maior BR, com menores valores de T sob sua copa, o que poderia favorecer ainda mais o conforto animal.

Visto que o eucalipto é espécie mais usada em SSPs, principalmente pelo crescimento rápido, mostramos que podemos usar espécies nativas nesses sistemas sem um tempo de isolamento da área muito superior ao preciso para Eucalipto. Deste modo, os próximos passos são começar investigar os melhores arranjos de plantio dessas espécies, questões de espaçamento entre linhas de plantio e manejo silvicultural das espécies. Pode se começar também a pensar em estudo para produção de mudas dessas espécies para plantios comerciais, com os mesmos princípios usados na produção de mudas de Eucalipto, reduzindo a diversidade genética das mudas, para termos plantios mais uniformes.

Referências

Andrade, R G, Bolfe, E, Victoria, D D C, Nogueira, S F (2017) Avaliação das condições de pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 7(1), 34-41.

Aussenac, G (2000) Interactions between forest stands and microclimate: ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Annals of Forest Science*, 57(3), 287-301.

Barbosa, O R, Boza, P R, Santos, G T, Sakagushi, E S, Ribas, N P (2004) Os efeitos da sombra e da água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. ***Acta Scientiarum. Animal Sciences***, 26(1), 115-122.

Basey, A C, Fant, J B, Kramer, A T (2015). Producing native plant materials for restoration: 10 rules to collect and maintain genetic diversity. *Native Plants Journal*, 16(1), 37-53.

Bertolini, I C, Brun, E J, Debastiani, A B (2015) Caracterização silvicultural da canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). *Scientia Agraria Paranaensis*, 14(2), 67-76.

Bhering, S, Chagas, C D S, Carvalho Junior, W D, Da Motta, P E F, Carvalho Filho, A D, Do Amaral, F C S, ... Aglio, M (2011) Zoneamento agroecológico do Município de Campo Grande-MS. *Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.

Bhering, S B, Pereira, N R, Carvalho Junior, W D, Chagas, C D S, Zaroni, M J, Amaral, F C S, ... Soares, J (2011). Zoneamento agroecológico do município de Jaraguari-MS. Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E).

Bruziguessi, E P 2016 Sistemas silvipastoris com espécies nativas do cerrado: caracterização dos sistemas e espécies potenciais. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília. 163p.

Carvalho, W T V, Minighin, D C, Gonçalves, L C, Villanova, D F Q, Mauricio, R M, Pereira, R V G (2017). Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. Pubvet, 11, 0947-1073.

Cordeiro, L A M, Vilela, L, Kluthcouski, J, Marchão, R L (2015). Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa Arroz e Feijão- Livro técnico (INFOTECA-E).

Dias-Filho, M B Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4.ed.rev. atual. e ampl. Belém: Ed. do Autor, 2011. 216p.

Espécies vegetais para recuperação. EMBRAPA, 20 de março de 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/especies-nativas-para-recuperacao>>. Acesso em 20 de março de 2019.

Faria, B M, Morenz, M J F, Paciullo, D S C, Lopes, F C F, Gomide, C A D M (2018) Crescimento e características bromatológicas de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis* sob sombreamento e nitrogênio. Revista Ciência Agronômica, 49(3), 529-536.

Karvatte Júnior, N, Klosowski, E S, Almeida, R G, Mesquita, E E, Oliveira, C C, Alves, F V (2016) Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated

crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. *International Journal of Biometeorology*, 60(12), 1933-1941.

Kawabata, C Y, Castro, R C, Savastano Júnior, H (2005) Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. *Engenharia Agrícola*, 25(3), 598-607.

Kazama, R, Roma, C F C, Barbosa, O R, Zeoula, L M, Ducatti, T, Tesolin, L C (2008) Orientação e confinamento na temperatura da superfície da pele dos bovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 30(2), 211-216.

Lima, P R, Malavasi, U C, Ecco, M, Rosset, J S (2013) Espécies lenhosas nativas com potencial de uso em sistema silvipastoril em Mato Grosso do Sul. *Revista Agrogeoambiental*, 5, 67-78.

Lopes, C M, Paciullo, D, Araújo, S, Gomide, C D M, Morenz, M, Villela, S (2017) Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, 69(1), 225-233.

McAdam, J H, Sibbald, A R, Teklehaimanot, Z, Eason, W R (2007) Developing silvopastoral systems and their effects on diversity of fauna. *Agroforestry Systems*, 70(1), 81-89.

Melo, J T, Zoby, J L F (2004) Espécies para Arborização de pastagens. Comunicado Técnico. Planaltina: Embrapa. n. 113. 4p.

Melotto, A, Nicodemo, M, Bocchese, R A, Laura, V A, Gontijo Neto, M M, Schleder, D D, Pott, A, Porfírio-da-Silva V (2009) Sobrevivência e crescimento inicial em campo

de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. *Revista Árvore*, 33, 425-432.

Mendonça, G C, Chichorro, J F, Mendonça, A R, Guimarães, L A O P (2017) Avaliação silvicultural de dez espécies nativas da Mata Atlântica. *Ciência Florestal*, 27(1). 277-290

Montagnini, F, Ugalde, L, Navarro, C (2003) Growth characteristics of some native tree species used in silvopastoral systems in the humid lowlands of Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 59(1), 163-170.

Nicodemo, M L F, Muller, M D, Porfírio-da-Silva, V, Carpanezzi, A A, Pezzopane, J R M, Barioni Júnior, W (2016) Growth of native trees in two agroforestry systems. *Revista Árvore*, 40(4), 639-648.

Nicodemo, M L F, Porfírio-da-Silva, V (2018) Bark stripping by cattle in silvopastoral systems. *Agroforestry Systems*, 93(1), 305-315.

Nicodemo, M L F, Porfírio-da-Silva, V, Thiago, L D S, Gontijo Neto, M M, Laura, V A (2004) Sistemas silvipastoris-introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2004.

Oliveira, C C, Alves, F V, Almeida, R G, Gamarra, É L, Villela, S D J, Almeida Martins, P G M (2018) Thermal comfort indices assessed in integrated production systems in the Brazilian savannah. *Agroforestry systems*, 92(6), 1659-1672.

Paciullo, D S C, Campos, N R, Gomide, C A M, Castro, C R T, Tavela, R C, Rossiello, R O P (2008) Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(7), 917-923.

Paciullo, D S C, Castro, C R T, Miranda Gomide, C A, Maurício, R M, Pires, M D F Á, Müller, M D, Xavier, D F (2011) Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science*, 141(2-3), 166-172.

Pezzopane, J R M, Bosi, C, Nicodemo, M L F, Santos, P M, Cruz, P G D, Parmejiani, R S (2015) Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. *Bragantia*, 74(1), 110-119.

R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing.

Rodrigues, E (2013) *Ecologia da restauração*. Editora Planta Londrina.

Silva, R G (2006) Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. *Engenharia Agrícola*, 26, 268-281.

Soares, A B, Sartor, L R, Adami, P F, Varella, A C, Fonseca, L, Mezzalira, J C (2009) Influence of luminosity on the behavior of eleven perennial summer forage species. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(3), 443-451.

Thom, M E C (1958) Cooling degree: day air-conditioning, heating and ventilating. *Transaction of American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*. Atlanta, 55(7), 65-72.

Vilela, D, Andrade, R, Leite, J L B (2018). O leite no Cerrado: o que esperar em ganhos de produção e produtividade. *Revista de Política Agrícola*, 27(2), 66p.

Tabela 1. Relação das espécies nativas do Cerrado implantadas em arboreto na Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS) com seu desenvolvimento no campo e usos múltiplos: Madeira (MA), Medicinal (ME), Melífera (ML), Alimento (AL), Fibra (FI), Ornamental (OR), Forrageiro (FO), Artesanal (AR), Tanífero (TA), Resina (RE), Aromática (AM), Tintura (TI), Oleaginosa (OL), Cultural/Ritualístico (CR).

Família/Espécie	Desenvolvimento da muda no campo	Usos econômicos
Fabaceae <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Muito rápido (> 100 cm/ano)	AR, FO, MA, ME, ML, OR, RE, TA,
Fabaceae <i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Muito rápido (> 100 cm/ano)	MA, ME, ML, TA
Fabaceae <i>Dipteryx alata</i> Vogel	Rápido (entre 30 e 100 cm/ano)	AL, AM, FO, MA, ME, ML, OL, OR
Rubiaceae <i>Genipa americana</i> L.	Rápido (entre 30 e 100 cm/ano)	AL, AR, AM, FO, MA, ME, ML, OL, OR, RE, TA, TI, CR
Malvaceae <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Muito rápido (> 100 cm/ano)	AL, AR, AM, FO, FI, MA, ME, ML, OL, OR, TA
Bignoniaceae <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Rápido (entre 30 e 100 cm/ano)	AR, MA, OR
Bignoniaceae <i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Rápido (entre 30 e 100 cm/ano)	AR, MA, ME, OR, TI
Fabaceae <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Lento (até 30 cm/ano)	AL, AR, FO, ME, ME, ML, OR, RE, TI
Bignoniaceae <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Rápido (entre 30 e 100 cm/ano)	MA, OR
Anacardiaceae <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Rápido (entre 30 e 100 cm/ano)	FO, MA, ME, ML, OR, RE, TA, CR
Fabaceae <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Muito rápido (> 100 cm/ano)	FO, MA, ME, ML, OR, TA
Fabaceae <i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Rápido (entre 30 e 100 cm/ano)	MA
Lamiaceae <i>Vitex polygama</i> Cham.	Rápido (entre 30 e 100 cm/ano)	AL, FO, MA, ML, OR

Fonte: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/especies-nativas-para-recuperacao>

Tabela 2. Relação das médias dos nove atributos avaliados nas 14 espécies três anos após plantio (dezembro de 2018). Altura total (Ht), altura do fuste (Y), diâmetro na altura do solo (DAS), diâmetro na altura do peito (DAP), área de sombra (AS), porcentagem de bloqueio de radiação sob a copa (BR), temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU).

Espécie	Ht (m)	Y (m)	DAS (cm)	DAP (cm)	AS (m ²)	BR (%)	T (°C)	UR (%)	ITU
<i>E. urograndis</i>	17,30 a	4,78 a	13,26 a	15,15 a	12,67 a	0,9 d	27,40 a	63,35 b	76 ²
<i>A. colubrina</i>	4,00 c	1,23 b	7,05 c	4,13 c	8,24 b	0,96 a	25,75 _b	78,39 a	75 ²
<i>A. peregrina</i>	2,95 d	1,43 b	9,93 b	7,10 c	7,78 b	0,93 _b	26,45 _b	76,60 a	76 ²
<i>D. alata</i>	2,33 e	1,43 b	4,20 c	2,40 d	1,70 b	0,88 e	29,15 a	56,47 b	77 ²
<i>G. americana</i>	4,38 c	2,13 b	12,35 b	6,23 c	5,34 b	0,91 c	28,74 a	57,15 b	77 ²
<i>G. ulmifolia</i>	6,00 b	1,68 b	16,38 a	12,38 b	13,25 a	0,97 a	25,83 _b	77,79 a	75 ²
<i>H. heptaphyllus</i>	2,93 d	1,10 b	7,28 c	5,70 c	4,03 b	0,95 a	26,23 _b	76,99 a	75 ²
<i>H. ochraceus</i>	2,80 d	1,50 b	6,43 c	4,45 c	4,12 b	0,93 _b	27,91 a	57,63 b	76 ²
<i>H. stigonocarpa</i>	1,60 e	0,93 b	2,35 c	0,00 d	0,51 b	0,92 c	26,59 _b	76,58 a	76 ²
<i>J. cuspidifolia</i>	3,33 d	1,88 b	6,78 c	5,03 c	3,49 b	0,9 d	28,46 a	60,21 b	77 ²
<i>M. urundeuva</i>	4,30 c	1,58 b	7,93 c	6,35 c	8,28 b	0,91 _d	28,38 a	58,24 b	77 ²
<i>P. dubium</i>	5,98 b	1,35 b	15,68 a	11,05 b	13,15 a	0,92 c	28,32 a	57,80 b	76 ²
<i>P. nitens</i>	4,43 c	1,48 b	10,25 b	6,05 c	16,69 a	0,93 _b	28,31 a	57,86 b	76 ²
<i>V. polygama</i>	4,18 c	1,83 b	10,38 b	6,35 c	7,84 b	0,92 c	28,12 a	59,03 b	76 ²

*Faixas de ITU: 1: >70 não estressante; 2: 71 a 78 crítico; 3: 79 a 83 perigo; 4: >83 emergencial (Hanh e Mader, 1997). *Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de ScottKnott.

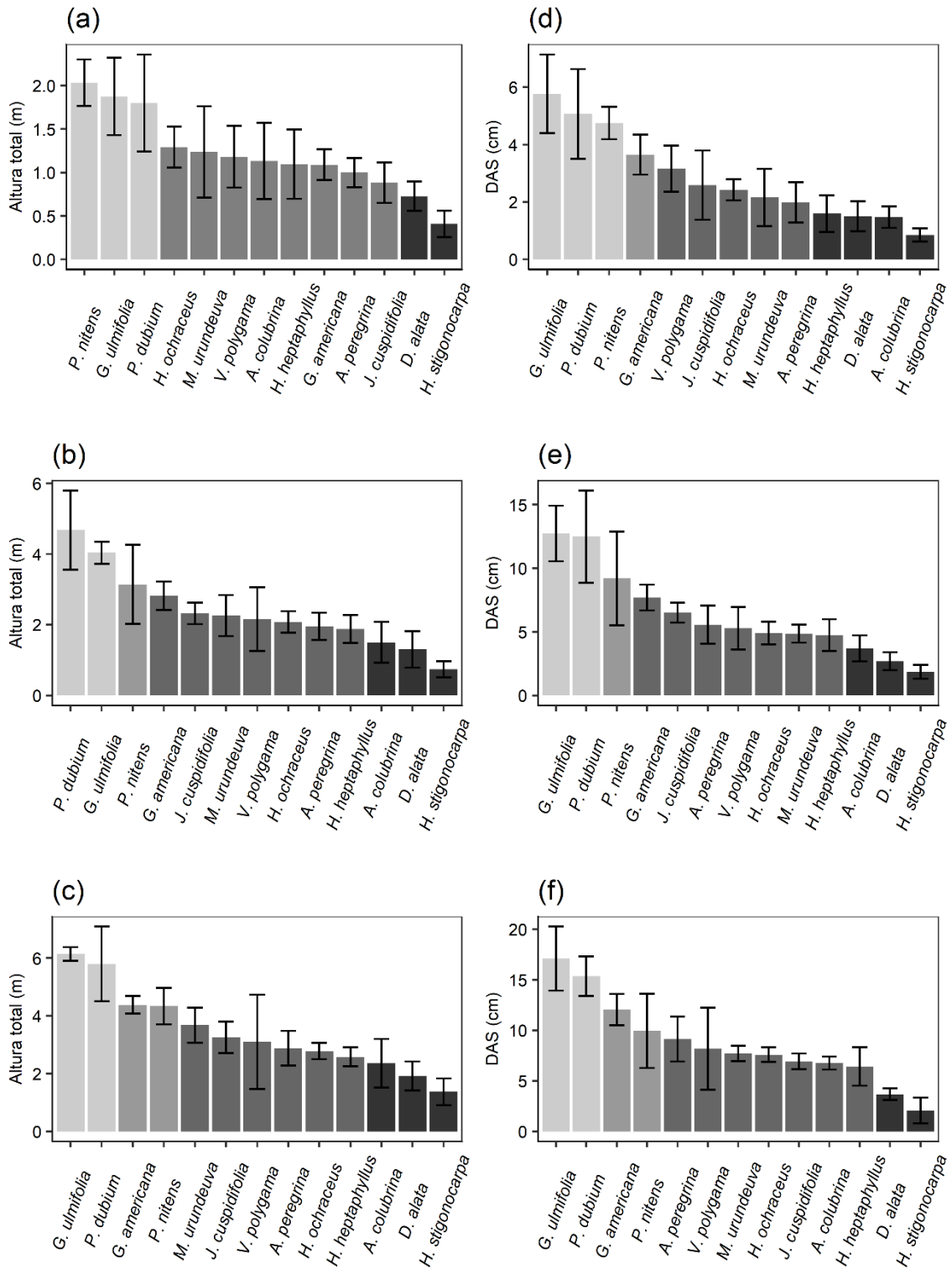


Figura 1. Média e erro padrão da altura total e diâmetro na altura do solo (DAS) em dezembro de 2016 (A e D), 2017 (B e E) e 2018 (C e F) das 13 espécies arbóreas de Cerrado, implantadas no arboreto da Embrapa Gado de Corte. *Cores diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott.

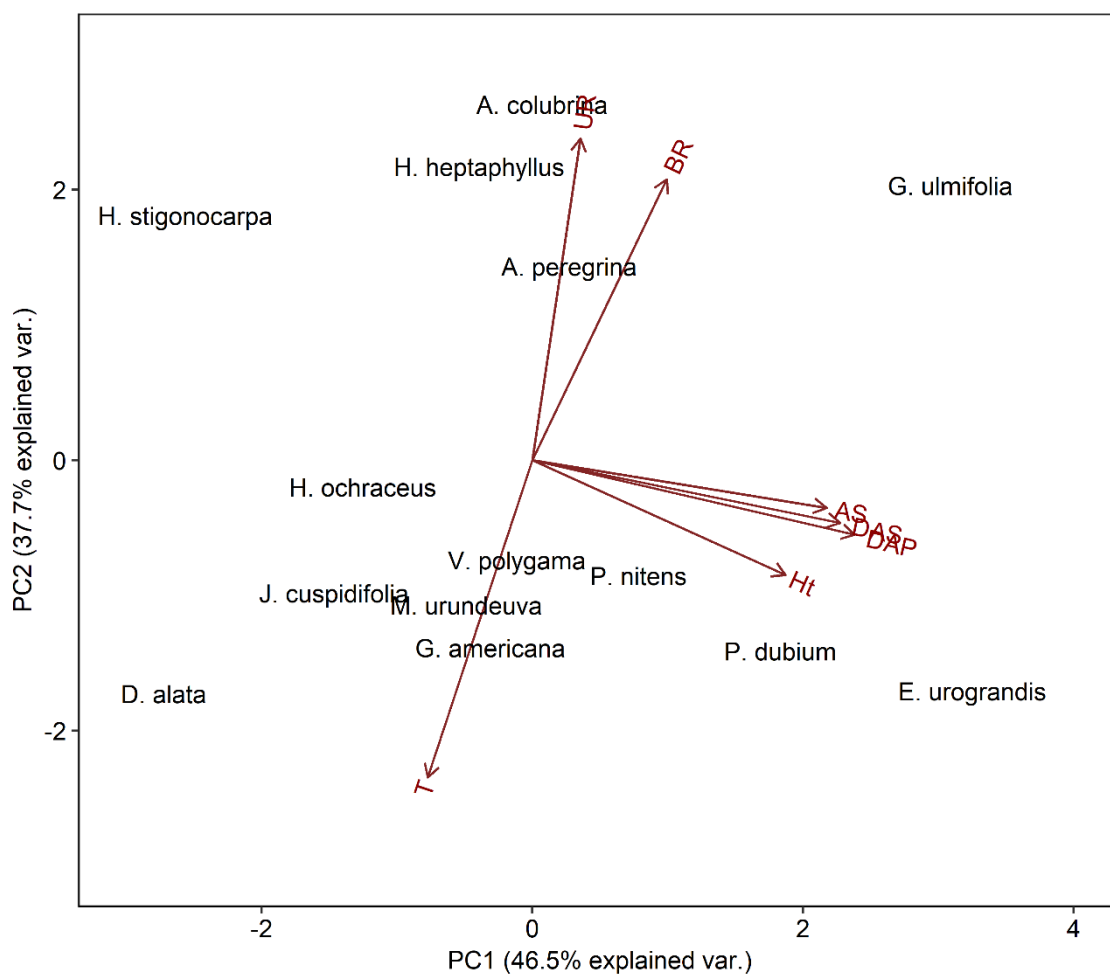


Figura 2. Resultados da Análise de Componentes Principais dos atributos das espécies arbóreas nativas e o eucalipto. Os vetores representam os atributos avaliados: altura total (Ht), diâmetro na altura do solo (DAS), diâmetro na altura do peito (DAP), área de sombra (AS), temperatura do ar (°C) (T), umidade relativa do ar (UR) e a porcentagem de bloqueio de radiação pela copa (BR).