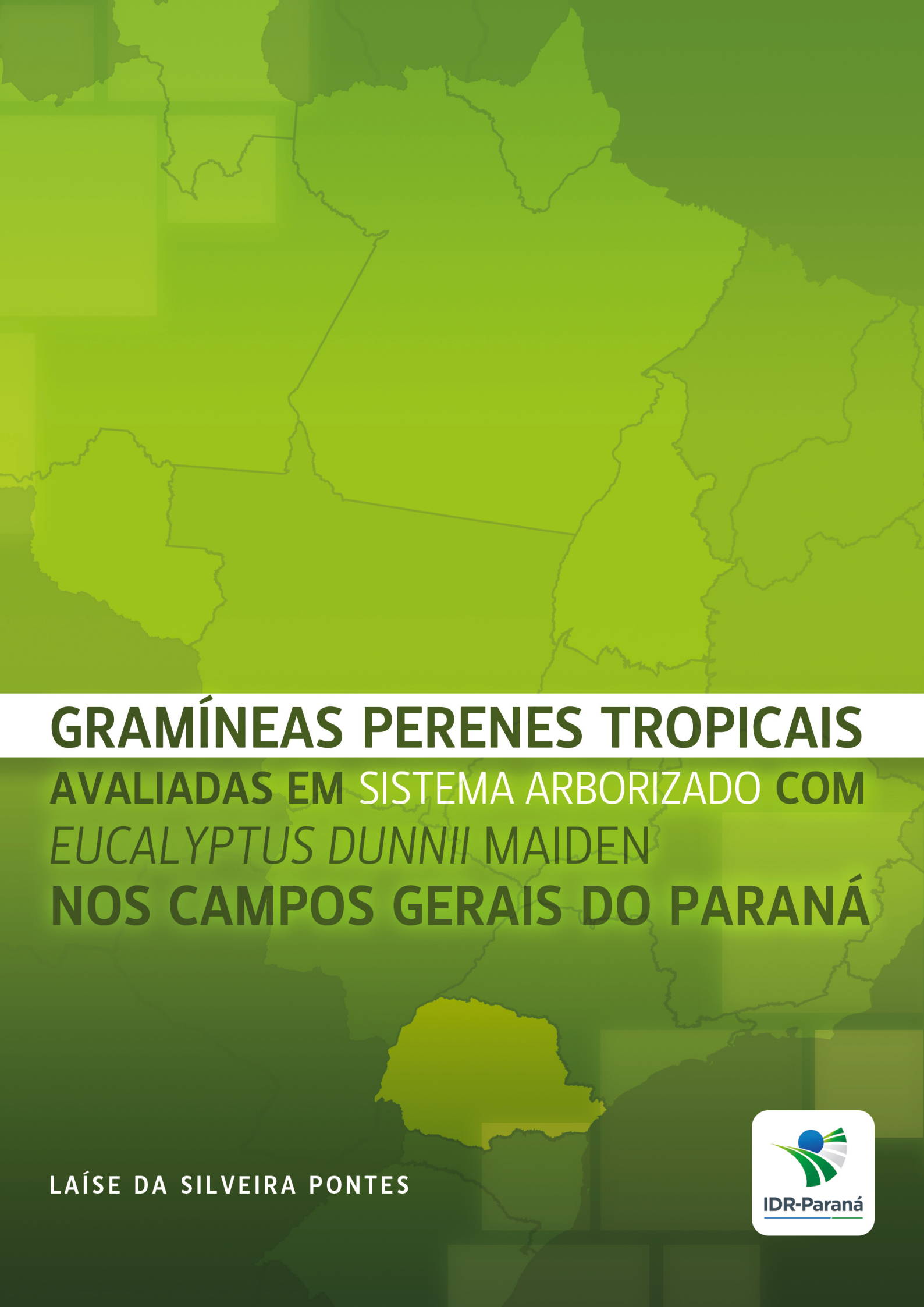




# **GRAMÍNEAS PERENES TROPICAIS** **AVALIADAS EM SISTEMA ARBORIZADO COM** *EUCALYPTUS DUNNII* MAIDEN **NOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ**

LAÍSE DA SILVEIRA PONTES





**GRAMÍNEAS PERENES TROPICAIS  
AVALIADAS EM SISTEMA ARBORIZADO  
COM *EUCALYPTUS DUNNII* MAIDEN  
NOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ**



**Governador do Estado do Paraná**

Carlos Massa Ratinho Júnior

**Secretário da Agricultura e do Abastecimento**

Marcio Fernando Nunes



**Diretor-Presidente**

Natalino Avance de Souza

**Diretora de Pesquisa e Inovação**

Vania Moda Cirino

**Diretor de Extensão Rural**

Paulo Eduardo Sipoli Pereira

**Diretora de Gestão Institucional**

Altair Sebastião Dorigo

**Diretor de Gestão de Negócios**

Richard Golba

# **GRAMÍNEAS PERENES TROPICAIS AVALIADAS EM SISTEMA ARBORIZADO COM *EUCALYPTUS DUNNII* MAIDEN NOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ**

**Laíse da Silveira Pontes**



Londrina  
2026

Conselho Editorial  
Vania Moda Cirino – Coordenadora  
Paulo Eduardo Sipoli Pereira  
Dimas Soares Junior  
Álisson Néri

Chefe do Departamento de Inovação  
Dimas Soares Júnior

Editor-chefe  
Álisson Néri

Produção Editorial  
Tikinet

Distribuição  
Gerência de Produtos e Serviços  
publicacoes@idr.pr.gov.br  
(43) 3376-2133

Todos os direitos reservados.  
É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.  
É proibida a reprodução total desta obra.

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

**P814** Pontes, Laíse da Silveira  
Gramíneas perenes tropicais avaliadas em sistema arborizado com *Eucalyptus Dunni* Maiden nos Campos Gerais do Paraná / Laíse da Silveira Pontes. – São Paulo: Londrina: IDR-Paraná, 2026. (Boletim Técnico, No. 108, março 2026)  
E-Book: PDF; 21 p.; Il.; Color

**ISSN 0100-3054**

1. Agricultura. 2. Forragem. 3. Produção de Forragem. 4. Manejo de Pastagens. 5. Gramíneas Perenes Tropicais. 6. Sistema Arborizado. 7. *Eucalyptus Dunni* Maiden. 8. Tecnologia Agrícola. 9. Paraná. I. Título. II. Série. III. IDR-Paraná.

**CDU 633**

**CDD 633**

**Catalogação Elaborada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154**

Rua Teresina, 67 - Belo Horizonte - MG - 31230-570

Tel. Fixo 31 34213037 - [ruth-paulino@uol.com.br](mailto:ruth-paulino@uol.com.br)

## **AUTORA**

**Laíse da Silveira Pontes**

Pesquisadora

IDR-Paraná



## **AGRADECIMENTOS**

Aos colegas Dr. André Faé Giostri, Dr. Tiago Celso Baldissera, Dra. Raquel Santiago Barro, Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho e Giliardi Stafin pela intensa colaboração e participação no trabalho. Aos funcionários da Estação de Pesquisa Fazenda Modelo do IDR-Paraná, aos inúmeros estagiários de iniciação científica, ao técnico Pedro P. Pomkerner, técnico em laboratório Sandoval Carpinelli, Msc. André de Francisco, Dra. Betina dos Santos, Dr. José Luiz Moletta, Dr. Vanderley Porfírio-da-Silva e Prof. Anibal de Moraes pelas valiosas contribuições e à Embrapa Florestas pelo empréstimo de equipamentos. Ao IDR-Paraná, CNPq, Capes e Fundação Araucária pelas bolsas de iniciação científica, doutorado, pós-doutorado e produtividade em pesquisa (projeto nº 306628/2015-5), que deram suporte aos recursos humanos envolvidos neste trabalho. Ao IDR-Paraná e CNPq (projetos nº 562688/2010-2 e 478160/2013-5) pelos recursos providos para execução de atividades e aquisição de equipamentos neste projeto. O presente trabalho fez parte de um acordo de cooperação (Nº 21500.10/008-2) entre o IAPAR e a Embrapa Florestas.



# SUMÁRIO

|                              |    |
|------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO .....             | 7  |
| MATERIAL E MÉTODOS .....     | 7  |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... | 9  |
| CONCLUSÃO .....              | 15 |
| REFERÊNCIAS.....             | 15 |



## INTRODUÇÃO

Atualmente, é crescente o interesse por Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), em função do anseio por uma agricultura mais sustentável e por sistemas de uso da terra que proporcionam uma maior diversificação, sem degradação ambiental. Além disso, a necessidade de recuperação de áreas de pastagens degradadas, bem como as restrições ambientais quanto à abertura de novas áreas de vegetação nativa, tem contribuído para o aumento do interesse na adoção de tais sistemas, particularmente, por sistemas arborizados com pastagens perenes tropicais. A incorporação de um componente arbóreo em SIPA contribui para a produtividade do sistema, graças ao provimento de serviços ambientais, melhorias na qualidade do solo (ex. sequestro de carbono) e da forragem (ex. maior teor em proteína). Além disso, contribui para a mitigação dos gases de efeito estufa, bem-estar animal, habitat para fauna, beleza cênica da paisagem e maior retorno sobre o investimento. No entanto, algumas desvantagens da inclusão de árvores em SIPA têm sido apontadas na literatura, tais como, a competição por água e nutrientes entre as árvores e o componente forrageiro, além do complexo manejo criado por esta associação. Portanto, o grande desafio para os produtores é balancear essas vantagens e desvantagens de modo a manter o sistema economicamente e biologicamente sustentável.

Os efeitos do sombreamento, aliado à disponibilidade de nutrientes, na produção e valor nutritivo de forrageiras perenes tropicais não são bem conhecidos, pois plantas sombreadas podem exibir alterações nas suas características anatômicas e fisiológicas para compensar a redução na quantidade e qualidade de luz e, conseqüentemente, alterar sua produtividade e qualidade. Por exemplo, enquanto Soares et al. (2009) observaram reduções significativas na produtividade de nove gramíneas em função do aumento do nível de sombreamento pelo aumento da densidade de *Pinus taeda*, foi observada uma resposta contrária por Paciullo et al. (2008). Estes últimos autores observaram um aumento na produtividade de *Brachiaria decumbens* em função do aumento do nível de sombreamento (0, 18 e 50%). Eles atribuíram tal resposta à maior disponibilidade de nutrientes em áreas arborizadas e, também, ao maior peso de cada perfilho, apesar da ocorrência de uma redução na densidade dos mesmos.

Alguns estudos têm sugerido efeito negativo do sombreamento no valor nutritivo de forrageiras (Samarakoon et al., 1990), em função do aumento no conteúdo de parede celular, o qual reduz a digestibilidade. No entanto, há resultados que indicam um aumento no valor nutritivo de plantas que crescem sob a copa das árvores, graças a um aumento no teor em proteínas (Lin et al., 2001).

Cabe salientar também que, a tolerância ao sombreamento pode ser inversamente associada com outros fatores limitantes, tais como a disponibilidade em nutrientes. De acordo com Hirose & Bazzaz (1998), um aumento no teor de proteínas nas folhas proporciona um aumento na eficiência de uso da luz, mas reduz a eficiência de uso do nitrogênio.

Portanto, estudos com diferentes espécies forrageiras em associação com árvores, bem como de suas respostas ao efeito combinado de sombreamento e disponibilidade em nutrientes, são importantes, pois indicam maneiras para se otimizar a quantidade e a qualidade da forragem produzida. A correta seleção de espécies ou cultivares para uso em SIPA arborizados é essencial para o sucesso de tais sistemas.

O objetivo do presente trabalho foi determinar o efeito combinado da adubação nitrogenada e do sombreamento por árvores de eucalipto na produtividade e no valor nutritivo de seis forrageiras perenes tropicais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação de Pesquisa Fazenda Modelo do IDR-Paraná, em Ponta Grossa-PR (25°07'22"S, 50°03'01"W e 880 m acima do nível do mar), com clima Cfb (Köppen).

Os seguintes materiais foram avaliados: *Axonopus catharinensis* Valls (MG, Missioneira Gigante – acesso V. 14.406), *Cynodon spp.* híbrido Tifton 85 (TI), *Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf & Hubb. cv. Flórida (FL), *Megathyrsus maximus* Jacq. cv. Aruana (AR), *Paspalum notatum* Flugge cv. Pensacola (PE) e *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) R.D. Webster (Syn. *Urochloa brizantha*, MR) cv. Marandu.

O estabelecimento dos materiais ocorreu no verão de 2010, sendo as sementes (AR, PE, MR) e mudas (MG, TI, FL) das espécies semeadas/plantadas em monoculturas, em parcelas de 3,0 m x 1,5 m no sistema sem árvores (isto é, a pleno sol) e em parcelas de 5,0 m x 21 m no sistema arborizado com *Eucalyptus dunnii*.

As árvores de eucalipto foram plantadas em 2007 (267 árvores ha<sup>-1</sup>), num arranjo de linhas duplas, com 3 m entre árvores, 4 m entre linhas de árvores e 21 m entre renques de árvores. As faixas de árvores foram implantadas seguindo as curvas de nível do terreno, utilizando-se do conceito de linha-mestre, que favorece o plantio em faixas paralelas, mantendo a mesma distância de uma linha de árvores para outra, conforme descrito em Porfírio-da-Silva et al. (2009). Tal arranjo foi planejado com a finalidade de produzir madeira fina e madeira grossa, sendo a madeira fina colhida por desbastes, em fase intermediária, e o restante das árvores sendo conduzidas por mais tempo para a produção de madeira para serraria e laminação. Durante o período experimental, dois desbastes foram realizados, o primeiro durante o inverno de 2011 e o segundo durante o verão de 2014, reduzindo a densidade de árvores para 219 e 155 árvores ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Além do propósito de colheita da madeira fina, tais desbastes contribuíram para a redução do nível de sombreamento na área experimental.

Os dados aqui apresentados são referentes a três anos de estudos, entre outubro de 2011 e setembro de 2014. Os tratamentos consistiram em dois sistemas, isto é, com e sem árvores (SIPA arborizado com eucalipto vs. pleno sol, PS) e duas doses de adubação nitrogenada (0 e 300 kg N/ha/ano, N0 e N300, respectivamente), com três repetições.

Anualmente, no início da estação de crescimento, calcário, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O foram aplicados de acordo com os resultados das análises de solo. O solo foi corrigido com calcário dolomítico de forma a apresentar 70% de saturação de bases. Em outubro de 2011, 2012 e 2013, 130 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O foram aplicados, respectivamente. A adubação nitrogenada foi realizada na mesma época, de acordo com os tratamentos, em uma única aplicação. As características do solo antes da implantação dos materiais estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas do solo no início do período experimental (antes da implantação dos materiais, 0-20 cm).

| cmolc dm <sup>-3</sup>  |                             |                             |      |      |      |      |      |      |          |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|----------|
| pH (CaCl <sub>2</sub> ) | MO<br>(g dm <sup>-3</sup> ) | P<br>(mg dm <sup>-3</sup> ) | K    | Ca   | Mg   | H+Al | SB   | CTC  | V<br>(%) |
| 5,2                     | 35,1                        | 13,8                        | 0,19 | 2,75 | 2,55 | 4,28 | 4,99 | 9,27 | 53,82    |

MO, matéria orgânica; SB, soma de bases; CTC, capacidade de troca e cátions; V, saturação por bases.

As parcelas foram mecanicamente cortadas sempre que a pastagem alcançava, em média, 95% de interceptação de luz (IL), ou seja, quando apenas 5% da luz atingia o solo. Tal critério tem sido recomendado como ponto de entrada dos animais nos piquetes em pastoreio rotativo, pois permite que as gramíneas perenes tropicais expressem seu potencial produtivo. A intensidade de desfolha,

ou seja, o momento que seria mais adequado para retirar os animais dos piquetes, baseou-se na altura da pastagem, sendo correspondente a metade da altura aos 95% de IL.

Foram realizadas as seguintes determinações nas parcelas: produção anual de matéria seca (PMS, kg ha<sup>-1</sup>), número de cortes, proporção de folhas (%), digestibilidade (DMS, %), fibra detergente neutro (FDN, %), fibra detergente ácido (FDA, %) e teor em proteína bruta (PB, %) da biomassa colhida, bem como a produção de matéria seca digestível (isto é, PMS×DMS, t ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>) e a produção de matéria seca proteica (isto é, PMS × PB, t ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>). Os parâmetros de valor nutritivo da forragem foram obtidos somente durante o primeiro ano do estudo.

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados usando o software Statgraphics Centurion XV.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em janeiro de 2012, as árvores de eucalipto apresentavam, em média, 17,4 m de altura e 21,3 cm de diâmetro na altura do peito (DAP), portanto, um volume em madeira da árvore em pé de 0,31 m<sup>3</sup>. Em abril de 2014, as árvores atingiram uma altura de 28 m e 31,4 cm de DAP, isto é, um volume em madeira de 1,08 m<sup>3</sup>. Portanto, o incremento em madeira no período em estudo foi de 0,77 m<sup>3</sup> por árvore. Considerando uma densidade arbórea de 155 árvores por hectare, isto representa um acúmulo em madeira de 120 m<sup>3</sup> por hectare em 28 meses. A porcentagem de sombreamento nos três anos de estudo foi de: 40 ± 1,17%, 60 ± 1,95% e 56 ± 0,91%, no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente.

Em média, a PMS variou entre 512 ± 37,5 g m<sup>-2</sup> (em 3,0 ± 0,17 cortes/ano) para Pensacola e 1044 ± 53,9 g m<sup>-2</sup> (em 4,8 ± 0,21 cortes/ano) para Flórida. A PMS foi significativamente mais alta nas parcelas adubadas com N (979 ± 37,1 g m<sup>-2</sup> em 5,8 ± 0,18 cortes) do que nas parcelas que não receberam adubação nitrogenada (691 ± 30,1 g m<sup>-2</sup> em 4,0 ± 0,14 cortes). Adicionalmente, a PMS no sistema arborizado correspondeu à 72% (em 4,7 ± 0,20 cortes) dos 959 ± 36,0 g m<sup>-2</sup> (em 5,0 ± 0,17 cortes) observados no sistema a pleno sol. Portanto, em três anos de estudo, um nível de sombreamento ~50% provocou uma queda de ~1/3 da PMS quando comparado ao sistema sem árvores. Nossos resultados sugerem que, embora o sombreamento seja um importante fator na redução da PMS das espécies forrageiras, a falta de adubação nitrogenada teve efeito similar. Em média, diferenças entre níveis de N na PMS (288 g m<sup>-2</sup>) foram até maiores do que as diferenças entre sistemas (267 g m<sup>-2</sup>), principalmente em relação ao número de cortes (+1,8 cortes/ano, em média, nas parcelas adubadas com N). Tal resultado reforça a importância da adubação nitrogenada para a manutenção do potencial produtivo da pastagem, particularmente em sistemas arborizados.

Observou-se interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores N × sistema × espécies para a PMS (Figura 1) e o número de cortes (Figura 2), indicando que as espécies diferiram na sua resposta aos tratamentos. Por exemplo, o aumento na PMS com a adubação nitrogenada variou entre +84 g m<sup>-2</sup> (Marandu) e +668 g m<sup>-2</sup> (Tifton 85) a pleno sol e entre +0,52 g m<sup>-2</sup> (Pensacola) e +352 g m<sup>-2</sup> (Marandu) em ambiente arborizado (Figura 1). Tifton 85 foi a espécie mais afetada pelo sombreamento, independentemente do nível de N (-46 e 56% em N0 e N300, respectivamente). Por outro lado, a cv. Marandu apresentou grande potencial de crescimento em ambientes arborizados, pois as diferenças entre sistemas, isto é, de 7,2%, não foram significativas ( $P > 0,05$ ) nas parcelas adubadas com N (Figura 1). Contudo, sem adubação nitrogenada, esta espécie exibiu uma redução de 36% na sua PMS devido ao sombreamento. A falta de N reduziu a habilidade da cv. Marandu de competir por luz, ampliando o negativo efeito do sombreamento.

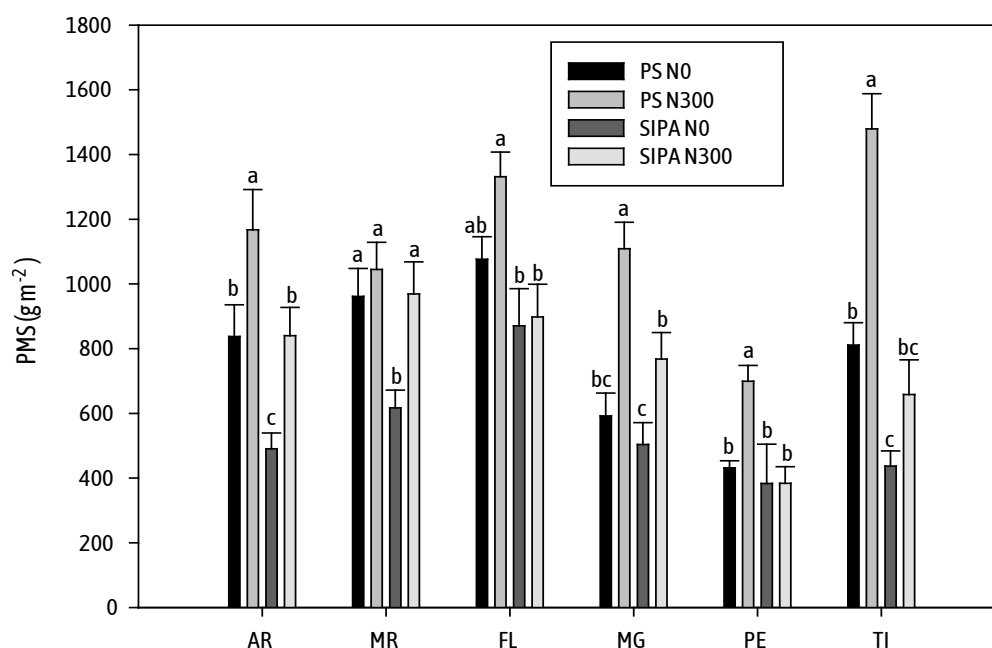


**Figura 1.** Produção anual de matéria seca (PMS) para cada espécie (AR, *Megathyrsus maximus* cv. Aruana; MR, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; FL, *Hemarthria altissima* cv. Flórida; MG, *Axonopus catharinensis*, Missioneira Gigante – acesso V. 14.406; PE, *Paspalum notatum* cv. Pensacola; TI, *Cynodon spp.* híbrido Tifton 85) e dentro de cada tratamento (PS, pleno sol; SIPA, sistema integrado de produção agropecuária arborizado com eucalipto; 0 e 300 kg N/ha/ano, N0 e N300, respectivamente). Os valores são médias de três anos. Barras acima de cada coluna mostram o desvio padrão da média. Valores seguidos de mesma letra, para cada espécie, não diferem significativamente pelo teste LSD. Fonte: Pontes et al. (2016).

No presente estudo, o número máximo de cortes obtidos durante o ano foi, em média, de 7,4 cortes com a Missioneira Gigante e a cv. Marandu (Figura 2), nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada, a pleno sol e arborizado, respectivamente. A cv. Pensacola foi a menos frequentemente cortada em todos os tratamentos (Figura 2), ou seja, esta cultivar teve um rebrote lento, levando mais tempo para atingir os 95% de IL. Independentemente da espécie e/ou tratamento, 24,3% dos cortes foram realizados durante a primavera, 42,4% no verão, 24,2% no outono e 9,2% durante o inverno. Nos anos com baixa frequência de geadas, como em 2012 e 2014, foi possível realizar alguns cortes nas parcelas durante o inverno, particularmente no sistema arborizado. Cabe salientar que as árvores proporcionam proteção contra geadas (Figura 3), favorecendo a antecipação do rebrote na primavera, dando maior flexibilidade ao sistema de produção, pois permite o uso da pastagem em épocas distintas.

A adubação nitrogenada aumentou a concentração em PB, a DMS e a proporção de folhas e reduziu a concentração em FDN e FDA de todas as espécies (Tabela 2). Portanto, a adubação nitrogenada constituiu-se em importante ferramenta de manejo, pois proporcionou maior número de cortes, isto é, cortes mais frequentes, o que foi refletido em maior produtividade e maior valor nutritivo para as forrageiras. Contudo, observou-se interação significativa entre doses de N × espécies para todos os parâmetros acima citados, o que indica que houve mudanças na magnitude das respostas, já que todas as respostas foram no mesmo sentido. Por exemplo, enquanto a concentração em PB da cv. Aruana aumentou em 5% com a adubação nitrogenada, o aumento foi de apenas 1,5% para a cv. Flórida. Esta última espécie também mostrou um menor aumento na DMS (+1%) com a adubação nitrogenada, em função das pequenas variações nas concentrações em FDN e FDA (Tabela 2). De fato, as respostas da cv. Flórida à adubação nitrogenada, tanto em termos de PMS quanto em relação ao valor nutritivo, não foram suficientes para justificar a alta dose de N aplicada no presente estudo.

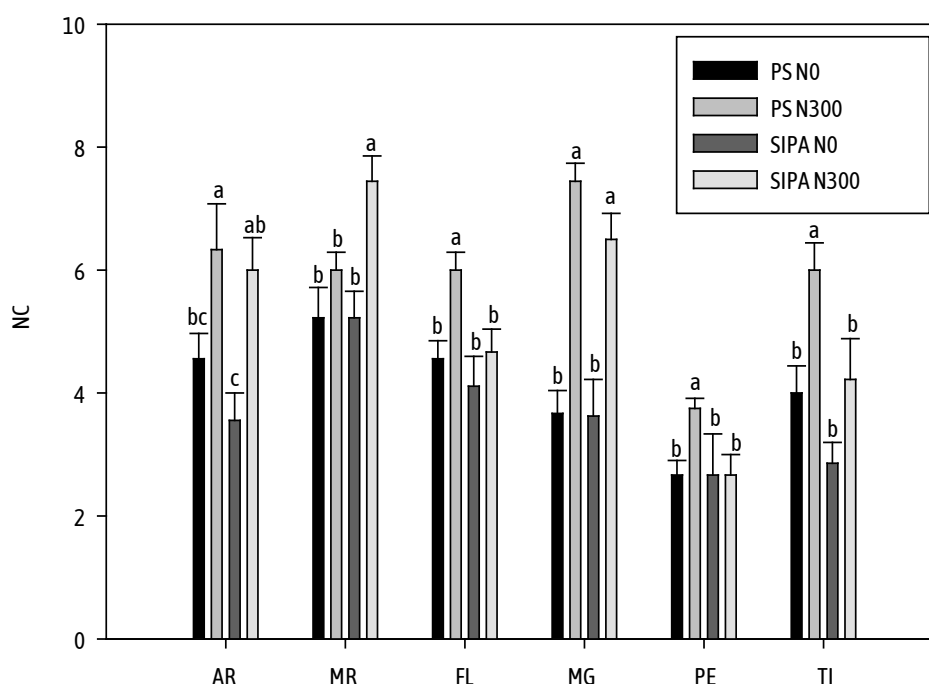


**Figura 2.** Número de cortes (NC) por ano para cada espécie (AR, *Megathyrsus maximus* cv. Aruana; MR, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; FL, *Hemarthria altissima* cv. Flórida; MG, *Axonopus catharinensis*, Missioneira Gigante – acesso V. 14.406; PE, *Paspalum notatum* cv. Pensacola; TI, *Cynodon spp.* híbrido Tifton 85) e dentro de cada tratamento (PS, pleno sol; SIPA, sistema integrado de produção agropecuária arborizado com eucalipto; 0 e 300 kg N/ha/ano, N0 e N300, respectivamente). Os valores são médias de três anos. Barras acima de cada coluna mostram o desvio padrão da média. Valores seguidos de mesma letra, para cada espécie, não diferem significativamente pelo teste LSD.

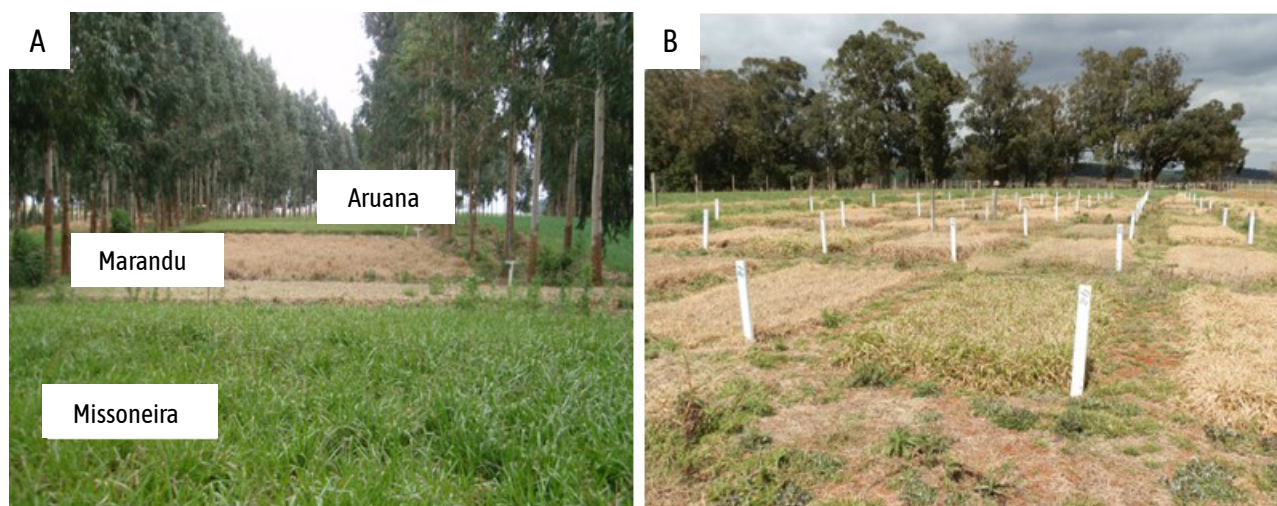


**Figura 3.** Parcelas com forrageiras perenes tropicais em sistema arborizado à esquerda (A) e pleno sol à direita (B). Foto realizada em agosto de 2013. As forrageiras [e.g., *Axonopus catharinensis*, Missioneira Gigante – acesso V. 14.406 (espécie com alta tolerância ao frio) e *Megathyrsus maximus* cv. Aruana] permaneceram verdes durante todo o ano de 2013 no sistema arborizado, mesmo após geadas, exceto *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Independentemente do tratamento de N, as concentrações em PB de todas as espécies estão acima do nível mínimo (entre 6-8%) necessário para a produção animal e para um funcionamento apropriado

rúmen-bacteriano, mas, no entanto, os valores de FDN observados, por exemplo, estão acima da média indicada para espécies tropicais (66%, Van Soest, 1994). Tal resultado sugere que seria interessante aumentar a frequência e reduzir a intensidade de corte e/ou pastejo (por exemplo, 40% da altura pré-pastejo, conforme sugestão de Carvalho, 2013) das espécies estudadas, visando um melhor controle dos processos de maturação de plantas, alongamento do colmo e proporção de material senescente, fatores estes que influenciam no conteúdo em parede celular, isto é, FDN e FDA.

A presença de árvores no sistema não afetou significativamente ( $P > 0,05$ ) a concentração em PB, DMS e FDA. Contudo, uma interação significativa entre sistemas  $\times$  espécies foi observada para FDN e proporção de folhas. A cv. Pensacola foi a única que apresentou uma redução na concentração em FDN no sistema arborizado (77%) em relação ao sistema pleno sol (75%). Todas as outras espécies apresentaram maior concentração em FDN no sistema arborizado (média de 73%) do que no sistema pleno sol (média de 76%). A proporção de folhas na biomassa colhida a cada corte foi menor no sistema arborizado para as cultivares Flórida (37%) e Tifton 85 (56%), comparado ao sistema pleno sol (39% e 60% para Flórida e Tifton 85, respectivamente). Resposta contrária foi observada para as demais espécies, isto é, a proporção de folhas foi maior (+6,6%, em média) no sistema arborizado. Apesar de tais mudanças na concentração em FDN e na proporção de folhas entre sistemas, elas não foram refletidas na DMS. Portanto, variações na DMS foram, provavelmente, mais afetadas por variações na concentração em FDA.

**Tabela 2.** Médias de parâmetros do valor nutritivo para cada espécie forrageira. PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; DMS, digestibilidade da matéria seca; PF, proporção de folhas. 0 e 300 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, N0 e N300, respectivamente. Ver Figura 1 para os códigos das espécies. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem ( $P < 0,05$ ) significativamente pelo teste LSD.

| Espécie     | PB    | FDN   | FDA   | DMS   | PF   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>N0</b>   |       |       |       |       |      |
| AR          | 10 b  | 77 b  | 42 b  | 56 de | 66 b |
| MR          | 12 a  | 75 c  | 34 d  | 62 a  | 81 a |
| FL          | 9,5 b | 78 b  | 42 ab | 56 cd | 32 d |
| MG          | 10 b  | 74 c  | 38 c  | 59 b  | 52 c |
| PE          | 9,7 b | 78 ab | 44 a  | 55 e  | 52 c |
| TI          | 9,8 b | 81 a  | 41 b  | 57 bc | 46 c |
| Média       | 10    | 77    | 39    | 57    | 58   |
| <b>N300</b> |       |       |       |       |      |
| AR          | 15 a  | 73 b  | 37 b  | 60 c  | 77 b |
| MR          | 15 a  | 71 c  | 32 d  | 64 a  | 82 a |
| FL          | 11 c  | 75 ab | 40 a  | 57 d  | 41 e |
| MG          | 15 a  | 70 c  | 35 c  | 62 b  | 73 c |
| PE          | 12 b  | 75 ab | 40 a  | 58 d  | 61 d |
| TI          | 15 a  | 76 a  | 36 c  | 61 b  | 62 d |
| Média       | 14    | 73    | 36    | 60    | 69   |

Para uma melhor avaliação da variabilidade interespecífica em cada tratamento, os parâmetros de valor nutritivo, isto é, DMS e PB, foram expressos em termos de produção de matéria seca colhida, e a posição de cada espécie foi avaliada em relação a isolinhas, as quais representam tanto a produção de matéria seca digestível (PMSD, Figura 4) quanto a produção de matéria seca proteica (PMSP, Figura 5). Observou-se interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre  $N \times$  sistemas  $\times$  espécies para estas duas variáveis. A cv. Marandu apresentou os mais altos valores de PMSD ( $> 7,6 \text{ t ha}^{-1}$ ) e PMSP ( $> 1,5 \text{ t ha}^{-1}$ ), ambos a pleno sol sem N (Figuras 4A e 5A) e no sistema arborizado adubado com N (Figuras 4D e 5D), devido aos valores mais altos de DMS e alta PMS e PB. A PMSD e a PMSP desta cultivar foram até mais altas no sistema arborizado, comparado ao pleno sol, nos tratamentos com adubação nitrogenada. O Tifton 85 se destacou no sistema a pleno sol adubado com N (Figuras 4B e 5B), pois exibiu a mais alta PMS. A cv. Flórida se destacou no sistema arborizado sem N (Figuras 4C e 5C), apesar da baixa DMS e dos mais baixos valores de PB. Portanto, em cada situação há uma espécie forrageira que se destaca. No entanto, a cv. Pensacola exibiu, consistentemente, os mais baixos valores de PMSD e PMSP.

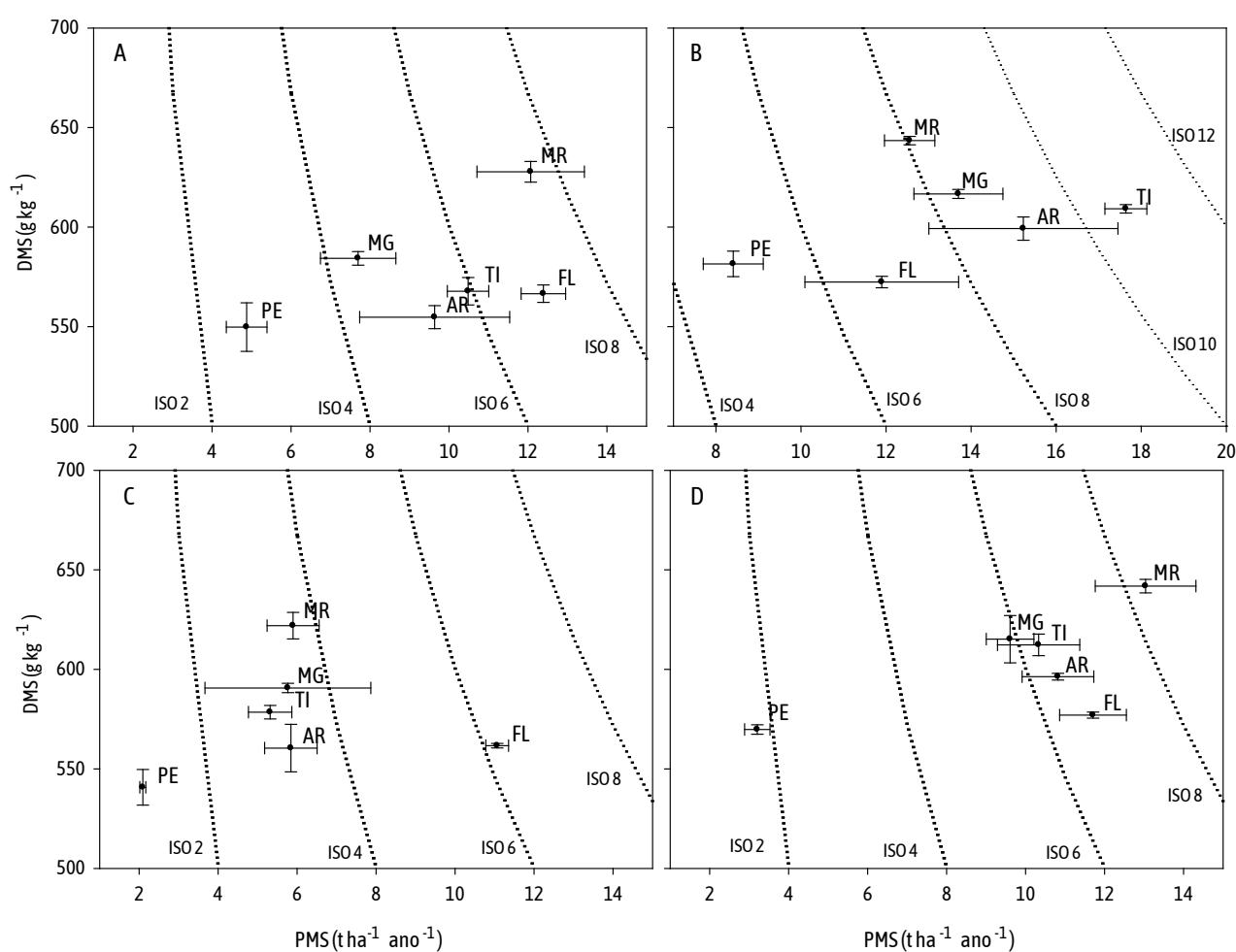


**Figura 4.** Produção de matéria seca (PMS) e digestibilidade da matéria seca (DMS) de seis gramíneas perenes tropicais (AR, *Megathyrus maximus* cv. Aruana; MR, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; FL, *Hemarthria altissima* cv. Flórida; MG, *Axonopus catharinensis*, Missio-neira Gigante – acesso V. 14.406; PE, *Paspalum notatum* cv. Pensacola; TI, *Cynodon spp.* híbrido Tifton 85) para cada dose de nitrogênio (A e C = zero, B e D = 300 kg N/ha/ano) e em cada sistema (A e B = pleno sol, C e D = arborizado). As linhas ISO 2 até ISO 12 correspondem à produção de matéria seca digestível (ex. 2 ou 12 t de matéria seca digestível por hectare e por ano). Os dados apresentados foram obtidos durante o primeiro ano de avaliação (outubro/2011 e setembro/2012). Fonte: Pontes et al. (2016).

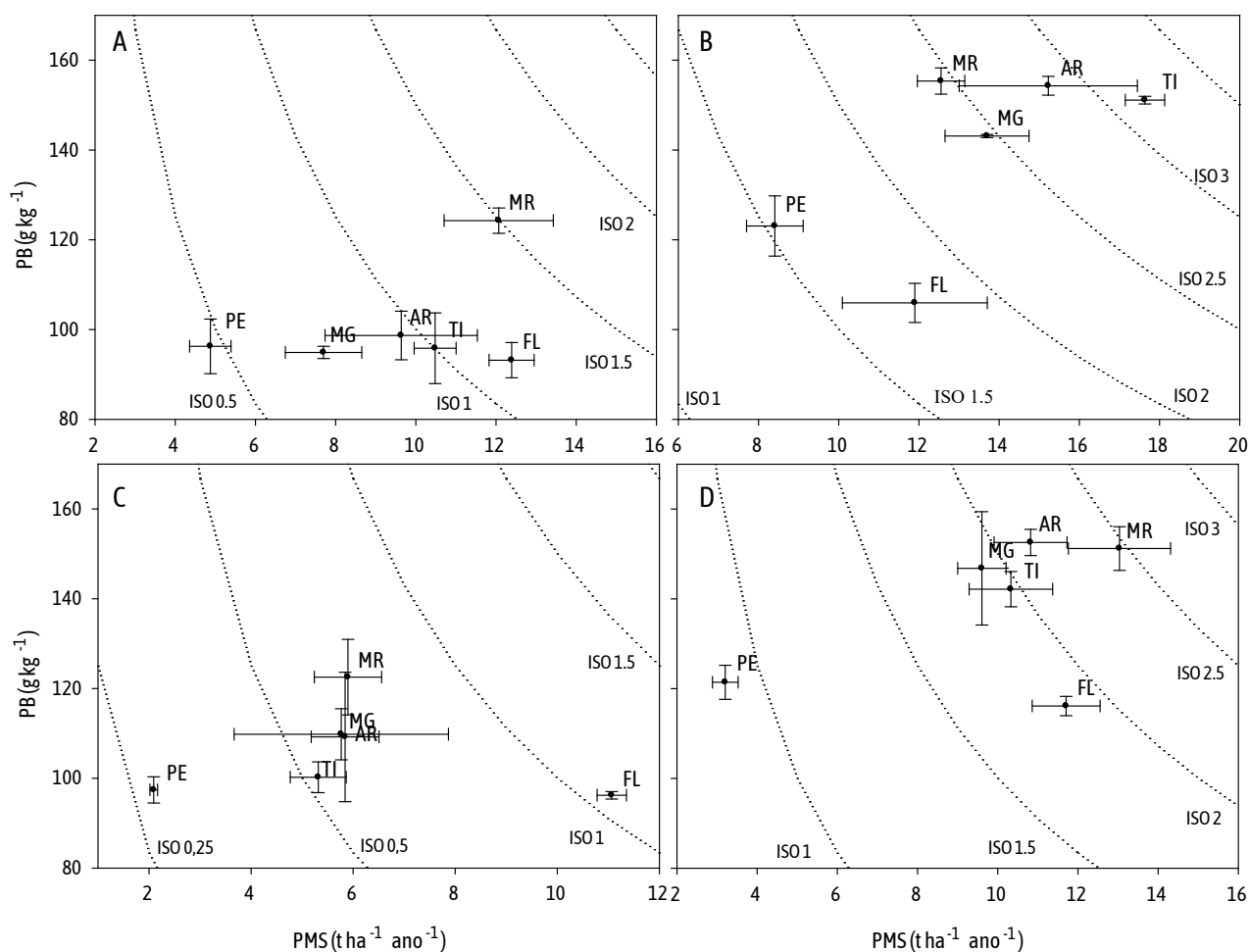


**Figura 5.** Produção de matéria seca (PMS) e proteína bruta (PB) de seis gramíneas perenes tropicais (AR, *Megathyrsus maximus* cv. Aruana; MR, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; FL, *Hemarthria altissima* cv. Flórida; MG, *Axonopus catharinensis*, Missioneira Gigante – acesso V. 14.406; PE, *Paspalum notatum* cv. Pensacola; TI, *Cynodon spp.* híbrido Tifton 85) para cada dose de nitrogênio (A e C = zero, B e D = 300 kg N/ha/ano) e em cada sistema (A e B = pleno sol, C e D = arborizado). As linhas ISO 2 até ISO 12 correspondem à produção de matéria seca proteica (ex. 0.25 ou 3 t de matéria seca proteica por hectare e por ano). Os dados apresentados foram obtidos durante o primeiro ano de avaliação (outubro/2011 e setembro/2012). Fonte: Pontes et al. (2016).

Em resumo, sem adubação nitrogenada, somente a cv. Flórida e a Missioneira Gigante apresentaram desempenho satisfatório em ambiente arborizado, isto é, com produção de matéria seca digestível e proteica acima de 65% da produção obtida a pleno sol. Contudo, quando as forrageiras foram adubadas com N, Aruana, Marandu, Flórida e Missioneira Gigante apresentaram produção satisfatória, ou seja, maior que 65% da produção obtida a pleno sol. Portanto, Pensacola e Tifton 85 (produção no sistema arborizado menor que 59% da produção a pleno sol) não apresentaram rendimento satisfatório no ambiente arborizado, independentemente da adubação nitrogenada.

Cabe salientar que a intensidade de sombreamento no presente estudo foi bastante elevada, isto é, acima de 50%. Portanto, com o arranjo espacial utilizado, os desbastes precisam ser mais frequentes, consequentemente, diferentes produtos serão colhidos (madeira fina e grossa). Tais desbastes contribuirão para minimizar a competição entre as árvores e as culturas forrageiras, melhorando a penetração de luz no sistema e gerando renda para minimizar as perdas em termos de produção

de forragem. Além disso, os desbastes permitirão, também, reduzir a competição entre as árvores, proporcionando a colheita de uma madeira de melhor qualidade pelas árvores que permanecem no sistema. O desbaste pode ser tanto seletivo, como realizado neste trabalho, isto é, em função do DAP das árvores, ou sistemático, através da colheita de uma linha inteira de árvores, por exemplo.

## CONCLUSÃO

Limitando a restrição em N, Aruana, Marandu, Flórida e Missioneira Gigante foram os materiais mais indicados, dentre aqueles aqui estudados, para utilização em associação com eucalipto, em termos de produção e valor nutritivo da forragem, pois mesmo com intenso sombreamento foi possível obter um nível de produção acima de 70% da produção obtida a pleno sol. Esses 30% de perda podem ser, em parte, compensados pela produção em madeira e/ou minimizados por desbastes mais frequentes.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*, [s. l.], v. 1, p. 137–155, 2013.
- HIROSE, T.; BAZZAZ, F. A. Trade-off between light- and nitrogen-use efficiency in canopy photosynthesis. *Annals of Botany*, [s. l.], v. 82, p. 195–202, 1998.
- LIN, C. H. et al. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. *Agroforestry Systems*, [s. l.], v. 53, p. 269–281, 2001.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Growth of signalgrass influenced by shading levels and season of the year. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [s. l.], v. 43, n. 7, p. 917–923, 2008.
- PONTES, L. S. et al. Interactive effects of trees and nitrogen supply on the agronomic characteristics of warm-climate grasses. *Agronomy Journal*, [s. l.], v. 108, n. 4, p. 1531–1541, 2016.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. *Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo*. Colombo: Embrapa Florestas, 2009.
- SAMARAKOON, S. P.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. *Journal of Agricultural Science*, [s. l.], v. 114, p. 161–169, 1990.
- SOARES, A. B. et al. Influence of luminosity on the behavior of eleven perennial summer forage species. *Revista Brasileira de Zootecnia*, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 443–451, 2009.
- VAN SOEST P. J. *Nutritional ecology of the ruminants*, 2. ed. Ithaca: Comstock Cornell University Press, 1994.





**IDR-Paraná**

Instituto de Desenvolvimento  
Rural do Paraná - IAPAR-EMATER

