

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

Produção de forragem e componentes morfológicos da parte aérea e sistema radicular do *Arachis pintoi* cv. Belmonte e *Arachis glabrata* cv. Florigraze

RAFAEL AGUIAR AZEVEDO

Piracicaba

2020

RAFAEL AGUIAR AZEVEDO

Produção de forragem e componentes morfológicos da parte aérea e sistema radicular do *Arachis pintoi* cv. Belmonte e *Arachis glabrata* cv. Florigraze

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira.

Piracicaba

2020

RAFAEL AGUIAR AZEVEDO

Produção de forragem e componentes morfológicos da parte aérea e sistema radicular do *Arachis pintoi* cv. Belmonte e *Arachis glabrata* cv. Florigraze

Aprovado em: 07/12/2020

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira (Orientador)

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ - USP)

Dr. Fagner Junior Gomes

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ - USP)

Doutorando Theyson Duarte Maranhão

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ - USP)

AGRADECIMENTOS

À Deus por todas as oportunidades recebidas.

Aos colaboradores, professores e funcionários que trabalham diariamente pelo ensino.

Aos grupos de estágios, pelas oportunidades de crescimento e prática.

Ao Departamento de Zootecnia, que me ajudou durante toda a graduação.

Á meu orientador Carlos Guilherme Silveira Pedreira e meu Coorientador Theyson Duarte Maranhão pela oportunidade e ajuda recebida.

Aos membros da banca, pela colaboração na melhoria do trabalho.

Á República Alambique, por estarem comigo nos momentos difíceis e nos momentos de alegria durante a graduação.

Á minha família Lucas, Andrea, Guilherme, Gabriela, Juliana, Fernando, Marcella e Maria Alice e Maria Tereza, pelo apoio e compreensão.

Aos colaboradores Theyson Maranhão, Jamyle Martins, Vitor Passini, Vinicius Grillo, Vinicius Gardenal Martins e Cecília Auriquio que me ajudaram arduamente no experimento, mesmo nos momentos difíceis.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, por todo o tempo, experiências e aprendizado que passei nela.

À todos, meu muitíssimo Obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	
ABSTRACT	i
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 A estrutura do dossel forrageiro e as respostas de plantas e animais	2
2.2 Potencial agrônômico de leguminosas forrageiras em sistemas pastoris.....	3
3 MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1 Local da pesquisa, delineamento experimental e tratamentos	6
3.2 Avaliações experimentais	10
3.2.1 Massa de forragem, índice de área foliar e área foliar específica	11
3.2.2 Massa de sistema radicular	13
3.3 Análise estatística	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS	28

RESUMO

A avaliação das características do dossel forrageiro pode contribuir para propor estratégias de manejo. Nosso objetivo foi caracterizar a produção de forragem e a composição morfológica da biomassa aérea e radicular do *Arachis glabrata* cv. Florigraze (AG) e *Arachis pintoi* cv. Belmonte (AP) em crescimento livre. O experimento foi realizado em um local de pesquisa do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, de maio de 2019 a fevereiro de 2020. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em seis repetições. As variáveis avaliadas foram: massa de forragem (MF), massa de folíolo (Mfol), massa de pecíolo (Mpec), massa de estolão (Mest), massa de material morto (MM), índice de área foliar (IAF), área foliar específica (AFE), massa de raiz (Mraiz) e a massa de rizomas (Mriz). As espécies AG e AP tiveram MF (3730 kg MS ha⁻¹), Mfol (1690 kg MS ha⁻¹), Mpec (400 kg MS ha⁻¹), Mest (1510 kg MS ha⁻¹), MM (100 kg MS ha⁻¹) e o IAF (1,40 cm² cm⁻²) similares. A Mriz do AG foi maior (106,5 g MS 8000cm⁻³) em comparação ao AP (63 g MS 8000cm⁻³). O AP teve 30% e 19% maior AFE e Mraiz que o AG (130 g cm⁻² e 1,47g MS 8000cm⁻³, respectivamente). Massa de forragem, Mfol, Mpec e Mest, estão mais correlacionados e foram associados ao AG. Índice de área foliar e MM apresentaram correlação positiva e estão associadas ao AG. Massa de rizoma e Mraiz têm correlação inversa e estão mais associadas ao AG e AP, respectivamente.

Palavras-chave: amendoim forrageiro; leguminosas tropicais; sistema radicular.

ABSTRACT

Assessing the forage canopy characteristics can contribute to proposing management strategies. Our objective was to characterize the forage production and morphological composition of the aerial biomass and root of *Arachis glabrata* cv. Florigraze (AG) and *Arachis pintoi* cv. Belmonte (AP) in free growth. The experiment was carried out in a research site of the Animal Science Department of “Luiz de Queiroz” College of Agriculture, University of São Paulo, Piracicaba, SP, from May 2019 to February 2020. The experimental design was completely randomized, in six repetitions. The evaluated variables were: forage mass (FM), leaflet mass (LM), petiole mass (PM), stolon mass (SM), dead material mass (DMM), leaf area index (LAI), specific leaf area (SLA), root mass (RM) and rhizome mass (RhM). The AG and AP species had FM (3730 kg DM ha⁻¹), LM (1690 kg DM ha⁻¹), PM (400 kg DM ha⁻¹), SM (1510 kg DM ha⁻¹), DMM (100 kg DM ha⁻¹) and LAI (1.40 cm² cm⁻²) similar. The RhM of AG was greater (106.5 g DM 8000 cm⁻³) compared to AP (63 g DM 8000 cm⁻³). The AP had 30% and 19% greater SLA and RM than the AG (130 g cm⁻² and 1,47 g DM 8000 cm⁻³, respectively). Forage mass, LM, PM and SM, are more correlated and were associated with AG. Leaf area index and DMM have a positive correlation and have been associated with AG. Rhizome mass and RM have an inverse correlation and are associated with AG and AP, respectively.

Keywords: forage peanut; tropical legumes; root system.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, alcançando o segundo lugar entre os produtores e o maior exportador mundial de carne bovina (Carvalho & Zen, 2017). Segundo o Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (2019), o rebanho comercial brasileiro dispõe de, aproximadamente, 212 milhões de cabeças produzidos em pastagens e, em razão disso, registra-se a intensificação de pesquisas com vista a melhorar a compreensão e o desenvolvimento da forragicultura no Brasil (Nascimento Jr., 2010).

Apesar da relevância das pastagens nos sistemas de produção de ruminantes, ainda há modelos de produção extrativistas, com pequena utilização de tecnologias, o que resulta na diminuição da produtividade, redução da cobertura vegetal e decorrente intensificação dos processos erosivos e degradação do solo (Souza Neto; Pedreira, 2004). A redução na produtividade das pastagens está geralmente associada a redução da fertilidade do solo (Dias-filho, 2011). O nitrogênio (N) é um dos principais nutrientes responsáveis pela produção de forragem, sendo que, a adubação nitrogenada é uma das tecnologias necessárias para a manutenção da produtividade e persistência dos ecossistemas pastoris.

O alto custo de fertilizantes nitrogenados e o tamanho das áreas de pastagens torna o uso contínuo desse nutriente muitas vezes, inviáveis. As leguminosas forrageiras surgem como uma alternativa para produção de alimento volumoso sem a necessidade de fertilização nitrogenada.

As leguminosas do gênero *Arachis spp.* estão entre as mais utilizadas nos sistemas de produção animal. As espécies do gênero *Arachis spp.*, como *Arachis pintoi* cv. Belmonte e *Arachis glabrata* cv. Florigraze possuem destaque, por apresentarem alta produtividade e valor nutritivo; capacidade de fixação biológica de nitrogênio, adaptação a distintas condições de clima e solo e por possuir versatilidade de manejo, podendo ser manejadas sob corte ou pastejo (Valentim et al., 2001; Fialho, 2015; Brunetti, 2016).

Apesar da relevância dessas leguminosas forrageiras, ainda não existem recomendações de manejos consolidadas para o *A. pinto* cv. Belmonte e estudos sobre o *A. glabrata* cv. Florigraze são escassos no Brasil. Esse é um dos principais entraves ao uso dessas forrageiras pelos produtores. Assim sendo, o presente estudo tem por objetivo realizar uma análise comparativa das produções de forragem, composição morfológica e características do dossel das espécies de amendoim forrageiro *Arachis pinto* cv. Belmonte e *Arachis glabrata* cv. Florigraze durante um período de crescimento livre.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A estrutura do dossel forrageiro e as respostas de plantas e animais

Por estrutura do dossel forrageiro, entende-se a distribuição e o arranjo de componentes morfológicos da parte aérea de plantas dentro de uma comunidade (Laca & Lemaire, 2000). A estrutura resulta da expressão fenotípica dos atributos morfogênicos das plantas, como a durabilidade e o surgimento e o alongamento das folhas (Nabinger, 1997).

Brunetti (2016) salienta que “essas variáveis são responsáveis pelas características estruturais da vegetação”, representadas pelo comprimento final das folhas, densidade populacional de perfilhos e quantidade de folhas vivas por perfilho (Lemaire & Chapman, 1996). Assim, a estrutura do dossel forrageiro interfere na distribuição e na proporção de folhas, bem como em outros elementos morfológicos no aspecto do dossel e, por conseguinte, na interceptação de luz, influenciando e definindo a conversão da energia luminosa em fotoassimilados e matéria seca. A estrutura do dossel também interfere na proporção de folhas de idades distintas e em suas taxas de fotossíntese, alterando a produção e o valor nutritivo da forragem produzida (Silva et al., 2009).

A organização espacial das folhas interfere na utilização da radiação fotossinteticamente ativa e se caracteriza pela densidade volumétrica e na distribuição horizontal e vertical e ângulo das folhas. Essas características derivam da associação entre a combinação das características estruturais e índice de área foliar dos pastos (Lemaire & Chapman, 1996).

Laca & Lemaire (2000) abordam a questão da interdependência da estrutura do dossel e a produção de forragem, explicando que a estrutura influencia os padrões de desenvolvimento das plantas e tais padrões alteram a estrutura do dossel forrageiro. A estrutura do dossel é uma característica muito relevante em ecossistemas de pastagens. Assim, a interdependência e relações produtivas com o pasto, o arranjo e as proporções dos componentes morfológicos da forragem, são fatores que podem facilitar a apreensão e colheita da forragem pelos animais, interferindo no processo de pastejo, na ingestão de nutrientes, no desempenho e produtividade animal.

De acordo com Hodgson (1990), a dieta do animal em pastejo apresenta maior quantidade de lâminas foliares e menor quantidade de colmos e de material morto. Essa priorização de lâminas foliares é fundamental para atender às necessidades nutricionais dos animais, devido ao seu valor nutritivo (Stobbs, 1973; Genro, 1999; Gontijo Neto et al., 2006). Stobbs (1973) relata a existência de variações em quantidade e qualidade de folhas e de valor nutritivo da forragem do topo à base do dossel, de modo que o acesso às folhas se torna mais difícil nas últimas etapas do processo de rebaixamento dos pastos em lotação contínua.

2.2 Potencial agrônômico de leguminosas forrageiras em sistemas pastoris

Existem várias leguminosas forrageiras que podem ser usadas nos sistemas pecuários, contudo a que vem se destacando na pecuária é o amendoim forrageiro, pertencente à família *Fabaceae*, é uma planta nativa do continente sul-americano, mas

que é amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais (Rincón et al., 1992; Montenegro & Pinzón, 1997).

Para que a planta forrageira possa alcançar uma alta produção e atender as demandas nutricionais dos animais, as forrageiras precisam de uma nutrição mineral adequada. Nesse contexto, torna-se evidente a importância do uso consciente dos recursos naturais e o entendimento e a valorização do ecossistema de pastagens para que o planejamento e implementação das atividades de manejo e sistemas de produção animal sejam realizados sem prejudicar sua sustentabilidade e produtividade (Sbrissia & Silva, 2001).

Sendo o nutriente mais importante para as plantas, o nitrogênio é o elemento essencial de ácidos nucleicos e aminoácidos, compondo também a molécula da clorofila (Taiz & Zeiger, 2004). O nitrogênio influencia os fatores pertinentes à produção de forragem, como o tamanho das folhas, colmos e o surgimento e o desenvolvimento de perfilhos em gramíneas forrageiras (Corsi, 1984; Werner, 1986).

É possível potencializar o fornecimento de nitrogênio no solo com o intuito de aumentar a produtividade e valor nutritivo das gramíneas, através da utilização de fertilizantes nitrogenados ou da inserção do nitrogênio atmosférico adsorvido simbioticamente pelas leguminosas (Euclides et al., 1998).

Reis et al. (2006) explica que a família *Leguminosae* se relaciona simbioticamente com bactérias específicas presentes no solo, pertencentes ao grupo dos rizóbios e que realizam a FBN através do complexo enzimático nitrogenase. A *Leguminosae* é a segunda maior família agricultada no mundo e sua simbiose com rizóbios é um dos mais importantes meios de FBN, adsorvendo aproximadamente 200 milhões de toneladas de nitrogênio por ano.

Nessa perspectiva, a associação de leguminosas e gramíneas perenes se apresenta como opção viável para propiciar o aumento de suprimento de nitrogênio para a pastagem, favorecendo a produtividade das gramíneas e a boa qualidade da forragem

produzida (Corsi, 1984; Werner, 1986, Euclides et al., 1998). Pizarro (2001) acrescenta que essa associação possibilita ainda uma redução no impacto ambiental da pecuária e o desenvolvimento de sistemas eficientes de produção animal.

Por volta dos anos 70, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) passou a estudar a utilização das leguminosas tropicais em solos de fertilidade reduzida. Através desses estudos, foi possível identificar as leguminosas tropicais que melhor se adaptam a esses tipos de solo (Lascano & Thomas, 1988).

Dentre a gama de leguminosas que podem ser recursos forrageiros, destaca-se o amendoim- forrageiro (*Arachis pintoi*). Trata-se de uma planta herbácea e perene, que cresce de forma rasteira e se multiplicam por estolões, que avançam horizontalmente e bem rente ao solo e vão enraizando. Atingindo entre 20 e 50 cm de altura, esse tipo de planta em condições favoráveis, costuma crescer rapidamente, podendo preencher bem o solo sem deixar espaço entre elas. Com folhas alternadas e formadas por quatro folíolos, como descrevem Lima et al. (2003), a propagação pode ser realizada através de sementes maduras ou de segmentos de estolões. Como colher as sementes é uma atividade complexa e de alto custo, visto que seu crescimento e desenvolvimento acontecem por debaixo do solo, é mais comum utilizar o próprio material vegetativo para a sua propagação em novas áreas.

O amendoim forrageiro possui um alto valor nutritivo e pode ser manejado sob corte ou pastejo (Lascano, 1994). Uma das características agronômicas mais marcantes dessa forrageira é o tipo de crescimento bastante prostrado, garantindo uma proximidade dos pontos de crescimento à superfície do solo, protegendo-os da remoção, seja por corte ou pastejo (Fialho, 2015, p.15).

Dentre os atributos mais almejados em leguminosas, elencam-se a agilidade de estabelecimento, produção de forragem e persistência do dossel. O amendoim forrageiro possui diversas características agronômicas que o tornam um recurso forrageiro promissor nos sistemas pecuários, dentre estas destacam-se: hábito de crescimento prostrado e estolonífero, que permite o porte baixo com emissões de pontos de

crescimento e ao mesmo tempo proteção contra o pastejo; ciclo de vida prolongado e tolerância ao sombreamento devido às qualidades dessa espécie, alguns resultados promissores quanto ao seu uso em pastagens podem ser encontrados na literatura (Brunetti, 2016).

Estudos de Van Heurck (1990) apontam que a associação entre *Cynodon nlemfuensis* e amendoim-forrageiro possibilitou melhores resultados no aumento de peso por animal e por área, quando comparado ao cultivo exclusivo da gramínea. Leopoldino et al. (2000), ao pesquisar a digestibilidade da forragem em pastagens associadas ou não com o amendoim-forrageiro e *Stylosantes guianensis*, constatou que há melhoria na digestibilidade dos pastos associados em comparação aos pastos unicamente de gramínea.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da pesquisa, delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi realizado em um local de pesquisa do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. O clima da região é do tipo Cwa (classificação de Köppen), mesotérmico subtropical úmido, com inverno seco (Alvares et al., 2013), com precipitação média anual de 1328 mm. Os dados meteorológicos (referentes ao período que antecede a data da avaliação) foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ-USP, localizada a aproximadamente 1 km da área experimental (Figura 1).

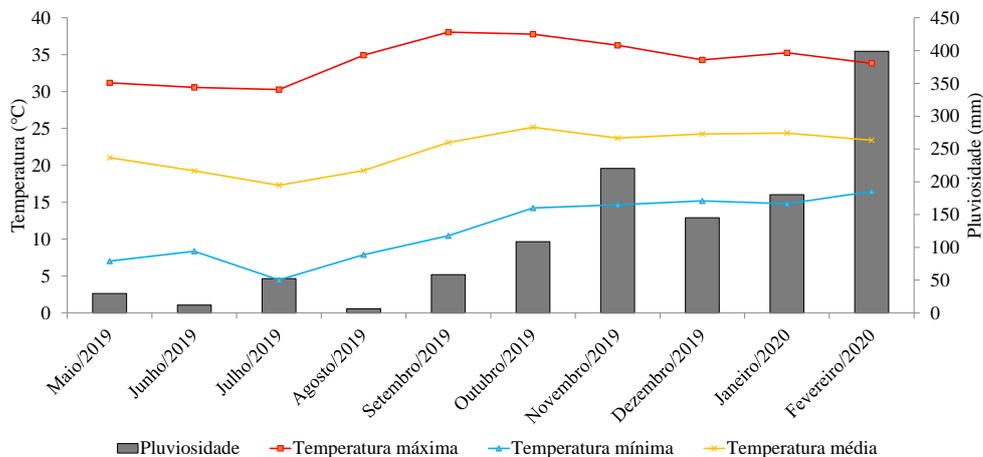


Figura 1. Gráfico das variáveis meteorológicas no período que antecede a coleta de dados.

O solo na área experimental é classificado como Nitossolo vermelho eutroférico típico (Santos et al., 2013). Foi realizada uma amostragem de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, para caracterizar a fertilidade do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm, ao início da instalação do experimento

P	K	Al ³⁺	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	MO
mg.dm ⁻³ (resina)	mmolc.dm ⁻³		CaCl2	----- mmolc.dm ⁻³ -----				g.dm ⁻³
51	2,7	N.D.	5,1	36,5	11,5	50,7	84,7	30,0

Fósforo (P); potássio (K); alumínio (Al³⁺); não detectável (ND); potencial hidrogeniônico (pH); cálcio (Ca²⁺); magnésio (Mg²⁺); soma de bases (SB); capacidade de troca de cátions (CTC); matéria orgânica do solo (MO).

As espécies de amendoim forrageiro estudadas foram, o *A. pintoi* cv. Belmonte (AP) (Figura 2B; 2D; 2F) e o *A. glabrata* cv. Florigraze (AG) (Figura 2A; 2C; 2E). As

forageiras foram estabelecidas, por propagação vegetativa, em março de 2011. O AP foi manejado sob corte (com motosssegadora de barra) seguindo protocolos experimentais (manejos com diferentes frequências e intensidades de desfolhação) nos períodos de 10/12/2012 – 18/04/2013 e 11/12/2014 – 04/06/2015 (Ferreira, 2014; Alonso, 2017). No período de 04/2013 - 12/2014 o AP permaneceu sob crescimento livre, sem condições específicas de manejo.

O período de estabelecimento do AG foi muito longo, motivo pelo qual essa espécie não passou pelas mesmas condições de manejo (frequência x intensidade de desfolhação) que o AP entre 10/12/2012 e 04/06/2015. Desse modo, no período de 2015 a 2019, o AG foi mantido sob crescimento livre, sendo cortado esporadicamente com motosssegadora de barra ou roçadeira costal.

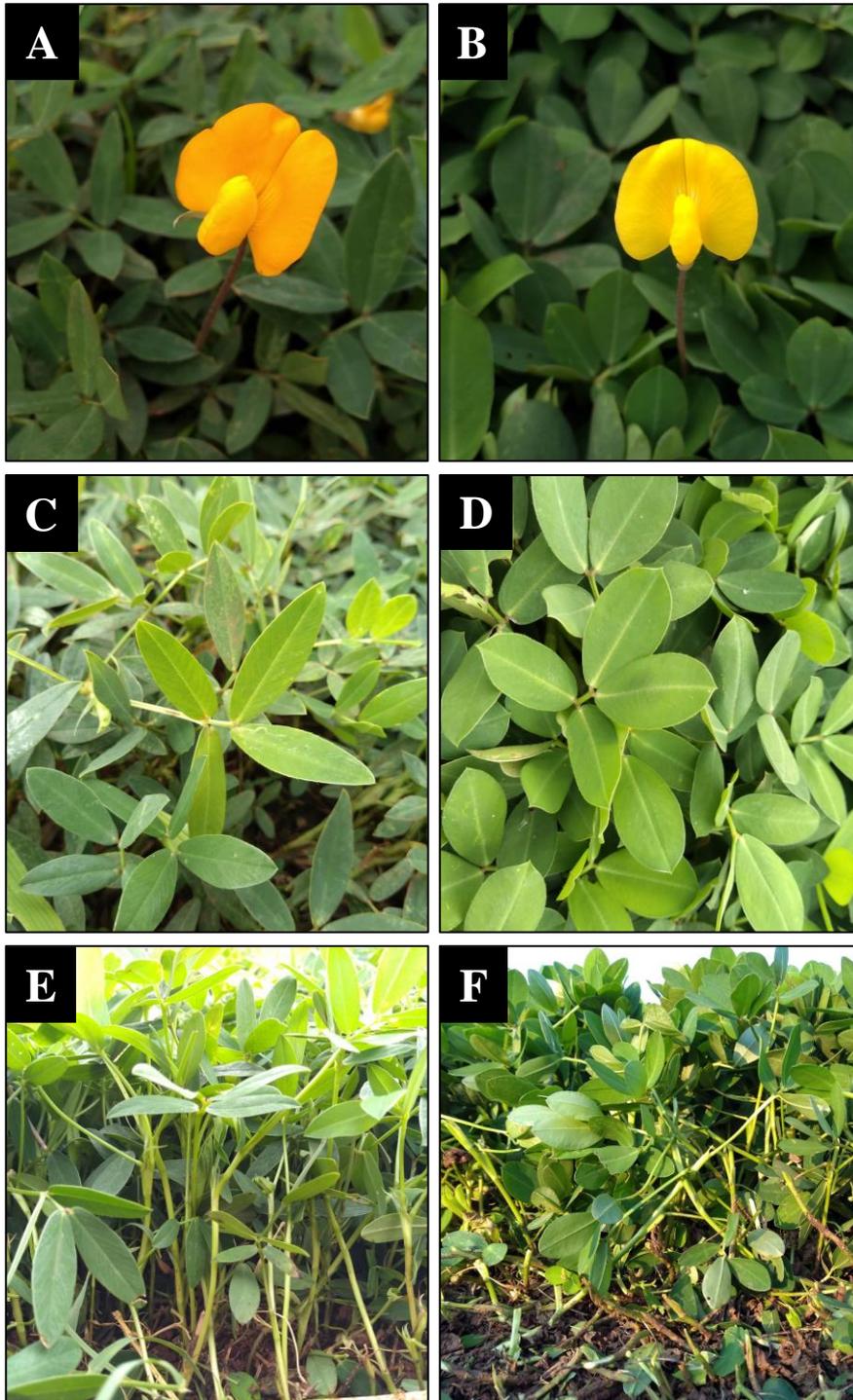


Figura 2. Flor de AG (A); Flor de AP (B); Folíolos de AG; (C); Folíolos de AP (D); Dossel de AG (E); Dossel de AP (F).

No período de janeiro a abril de 2019 as espécies estudadas permaneceram sob crescimento livre. Em 14/05/2019 todas as unidades experimentais foram cortadas acima do nível do solo (massa de forragem foi removida da parcela) após essa data as parcelas permaneceram sob crescimento livre até 11/02/2020 (início das avaliações experimentais). A coleta da massa de forragem foi realizada em 11 de fevereiro de 2020 e a coleta de raiz foi realizada entre 12 e 14 de fevereiro de 2020.

A pesquisa foi realizada em delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizadas seis repetições, totalizando 12 unidades experimentais, cada uma com 4 x 4,5 m (18 m²) (Figura 3; 4A).

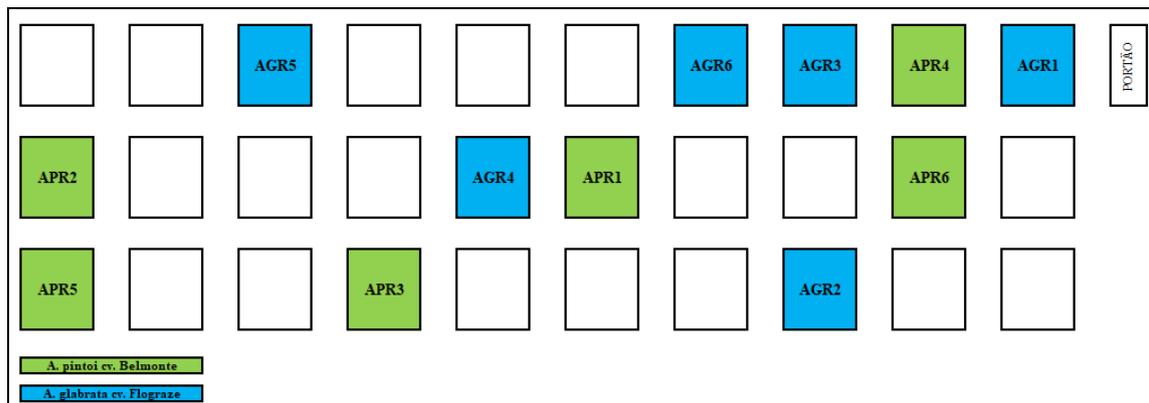


Figura 3. Croqui do local da pesquisa. AG: *Arachis glabrata* cv. Florigraze; AP: *Arachis pintoi* cv. Belmonte; R: repetição (1 - 6).

3.2 Avaliações experimentais

3.2.1 Massa de forragem, índice de área foliar e área foliar específica

A coleta de massa de forragem do *A. glabrata* e *A. pintoii* foram feitas em locais representativos das unidades experimentais (análise visual), desconsiderando a área das bordas (20 cm). Toda a massa de forragem acumulada acima do nível do solo foi coletada. Duas amostras por unidade experimental foram coletadas com auxílio de moldura retangular de 0,25 m² e tesoura para garantir maior precisão na coleta (Figura 4B; 4C). Durante as coletas, as amostras colhidas foram ensacadas, identificadas e colocadas em caixa de isopor, e posteriormente foram levadas ao laboratório (Figura 4D).



Figura 4. Área experimental (A); Áreas elegidas para colheita das amostras de massa de forragem (B); Colheita da massa de forragem (C); Massa de forragem acondicionada em saco plástico (C).

No laboratório, as amostras foram pesadas e depois foi retirado uma subamostra, para posterior separação dos componentes morfológicos: folíolo, pecíolo, estolão e material morto (Figura 5A). Então cada componente foi colocado em sacos de papel devidamente identificados. Na sequência, cada saco foi levado para estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por 72 h, até atingir peso constante. A partir da massa seca dos componentes morfológicos foi determinado o percentual de cada componente com base na matéria seca (MS).

O índice de área foliar (IAF) foi obtido a partir de uma alíquota da subamostra. Folíolos foram organizados sob folha de acetato transparente e sua área foi medida em um integrador de área foliar modelo LI-3100 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA) (Figura 5C).

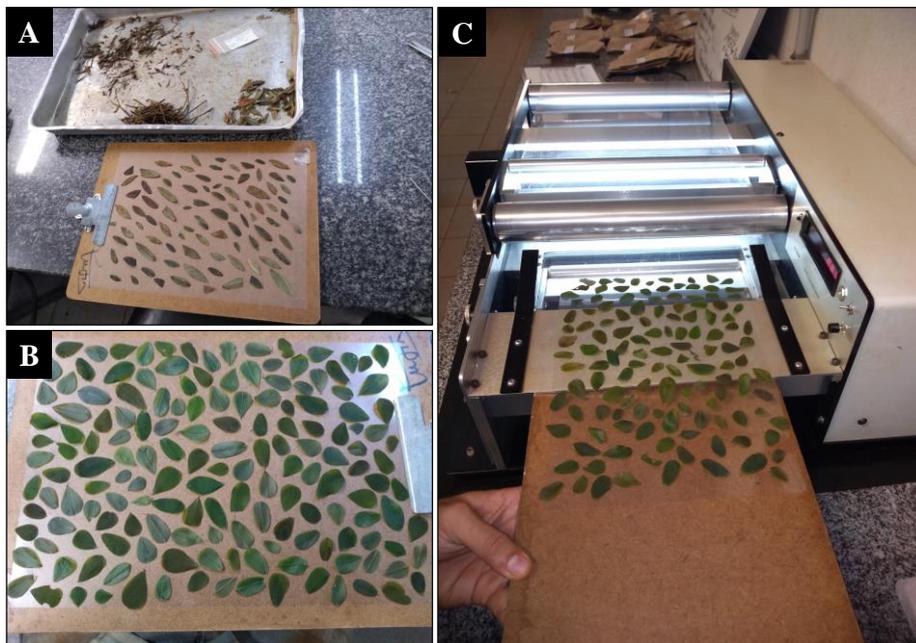


Figura 5. Subamostra e folíolos de *A. glabrata* (5A) *A. pintoi* (5B) organizados em folha de acetato para medição da área foliar de folíolos em integrador de área foliar modelo LI-3100 (5C).

Após a medição da área foliar os folíolos foram armazenados em saco de papel e levados a estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por 72 h, até atingir peso constante. A área foliar específica (AFE) dos folíolos foram obtidas com o quociente entre área dos folíolos e massa de folíolos. O IAF foi calculado dividindo a área foliar da amostra pela área de amostragem (0,25 m²).

3.2.2 Sistema radicular

No mesmo local onde foi colhida a massa de forragem, foi posicionada uma moldura de 0,2 x 0,2 m para colheita do sistema radicular, até a profundidade de 0,2 m, correspondendo a um volume de 0,8 cm³ de solo amostrado (Figura 6). As amostras de sistema radicular foram coletadas com auxílio de marretas e alavancas de aço. Todo o volume de solo (0,008 m³) com o sistema radicular foi colocado em sacos plástico para posterior lavagem e separação em raiz e rizoma.



Figura 6. Coleta do sistema radicular de AG e AP. Corte de solo (6A - B); remoção do solo (6C); armazenamento da amostra em saco plástico (6D - E); verificação das dimensões do local de coleta da amostra (6F).

As amostras do sistema radicular foram lavadas utilizando um sistema hidráulico e um conjunto de três peneiras metálicas (Figura 6). As amostras foram colocadas sob as peneiras e lavadas em água corrente, de modo que toda a terra foi retirada do sistema radicular (Figura 7E). Posteriormente as amostras foram colocadas em sacos de pano e levadas à estufa de circulação forçada de ar. Onde permaneceram sob temperatura de 100 °C durante 1 h, após esse tempo a temperatura foi reduzida para 60 °C, onde as amostras permaneceram por 72 h, até atingir peso constante.

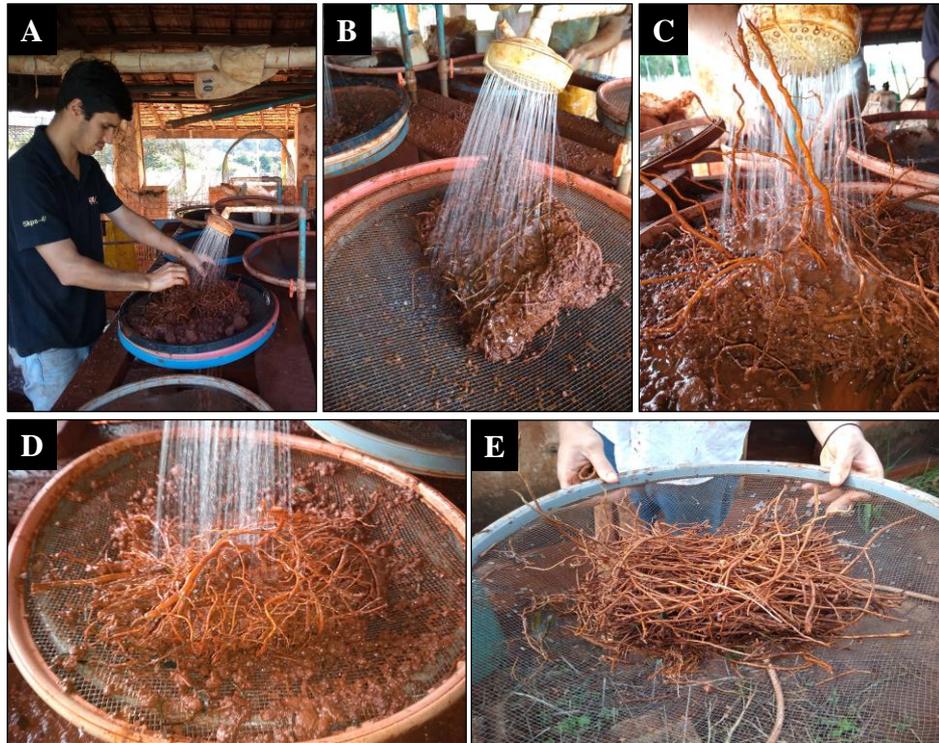


Figura 7. Lavagem das amostras do sistema radicular do AG (7A); Sistema radicular do AG com solo (7B); Separação do sistema radicular do AG (7C - D); Sistema radicular do AG após a lavagem (7E).

Após atingir peso constante as amostras foram retiradas da estufa para separação morfológica nos componentes raiz e rizoma (Figura 8) e posteriormente foram pesados em balança analítica (Figura 8C - D).



Figura 8. Separação morfológicas do sistema radicular de AG. Massa de raiz e rizoma após a separação morfológica (8A); Massa de rizoma e raiz, e impurezas (8B); Pesagem da massa de raiz (8C); Pesagem da massa de rizomas (8D).

3.3 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo método de modelo geral misto, por meio do procedimento MIXED do SAS[®] (Littell et al., 2006). A escolha da matriz de variância e covariância foi realizada utilizando critério de informação de Akaike (Wolfinger; Oconnell, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas usando o “LSMEANS” e a comparação entre elas foi realizada pela análise de variância, por meio do teste ‘F’ de Fisher ($P < ,05$).

A comparação entre as espécies foi exibida em boxplots e representa as estatísticas resumidas de uma variável resposta na comparação entre AP e AG. Os elementos do gráfico e as estatísticas que representam são os seguintes: 1) O comprimento da caixa representa o intervalo interquartil (a distância entre o 25° e o 75° percentis). 2) O símbolo "x" dentro da caixa representa a média do grupo. 3) A linha horizontal dentro da caixa representa a mediana do grupo. 4) As linhas verticais que saem da caixa se estendem até os valores mínimo e máximo do grupo. 5) Os símbolos "o" representam as observações do grupo, e representam valores fora do intervalo de confiança, quando fora das linhas de mínimo e máximo.

A análise de componente principal foi realizada usando o software R, v4.0.2 (R Development Core Team, 2015) com o pacote "Factoshiny" a fim de caracterizar as respostas produtivas, estruturais e morfológicas do AP e AG. Os biplots resultantes do PCA são interpretados visualizando quadrantes inversamente posicionados (vetores em direções opostas). Quanto maior o tamanho das setas (vetores), maior a variação dos dados, e quanto mais próximos os vetores, maior a correlação entre eles.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa de forragem (MF) não foi afetada ($P = ,2766$) pelo efeito de cultivar, com média de 3729 kg MS ha⁻¹. O intervalo interquartil para o AG está entre 2345 e 5520 kg MS ha⁻¹ e o intervalo interquartil do AP está entre 2480 e 3770 kg MS ha⁻¹ (Figura 9).

O terceiro quartil do AG está entre 4000 e 5520 kg MS ha⁻¹ e o do AP está entre

3350 e 3770 kg MS ha⁻¹. Constatase que 50% dos valores de MF do AG estão acima de 4000 kg MS ha⁻¹ e 50% dos valores de MF do AP estão abaixo de 3890 kg MS ha⁻¹ (Figura 9).

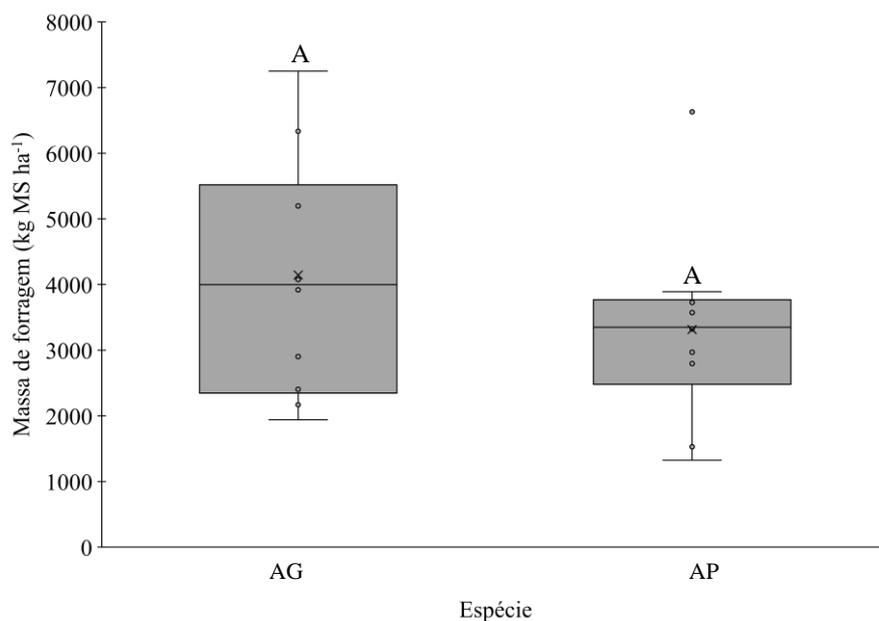


Figura 9. Massa de forragem de *A. glabrata* cv. Florigraze (AG) e *A. pintoi* cv. Belmonte (AP).

Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste 'F' ($P < ,05$).

A massa de folíolo (Mfol) não foi afetada ($P = ,2052$) pelo efeito de cultivar, com média de 1690 kg MS ha⁻¹ (Figura 10). O intervalo interquartil para o AG variou de 1100 a 2650 kg MS ha⁻¹ e para o AP variou de 890 a 1790 kg MS ha⁻¹, indicando que pelo menos 75% dos valores de Mfol do AG foram superiores ao AP. O que indica que numa condição de crescimento livre o AG produziu e manteve maiores quantidades de folíolos, característica desejável em uma planta forrageira, pois este o componente

morfológico de maior valor nutritivo para o animal.

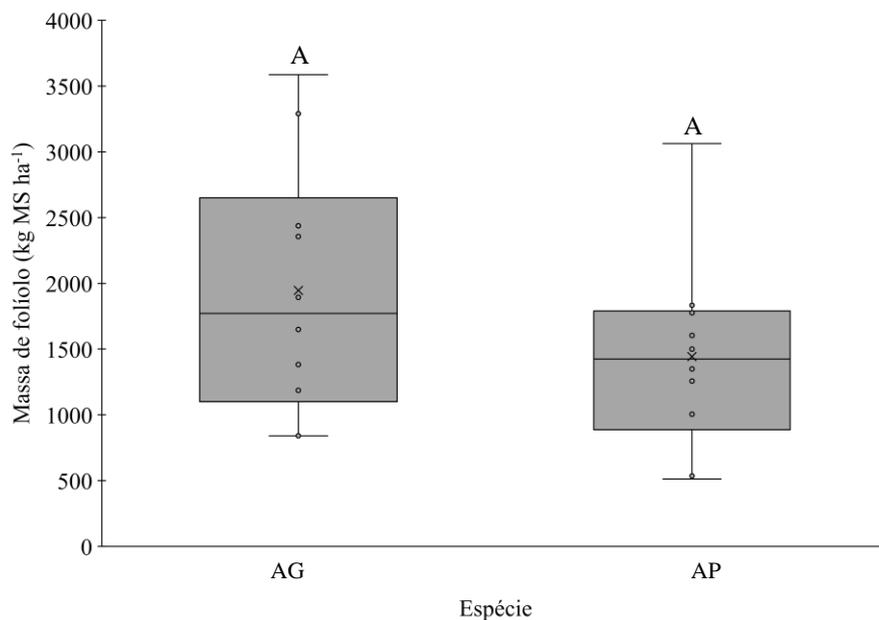


Figura 10. Massa de folíolo de *A. glabrata* cv. Florigraze (AG) e *A. pintoii* cv. Belmonte (AP).

Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste 'F' ($P < ,05$).

A massa de pecíolo (Mpec) não foi afetada ($P = ,2655$) pelo efeito de cultivar, com média de 400 kg MS ha⁻¹ (Figura 11). O intervalo interquartil da Mpec do AG foi de 240 a 640 kg MS ha⁻¹ e do AP de 200 a 420 kg MS ha⁻¹. O terceiro quartil (420 kg MS ha⁻¹) da Mpec do AP foi inferior ao segundo quartil da Mpec do AG, indicando que 75% dos valores de Mpec do AP estão abaixo da mediana da Mpec do AG.

A folha do amendoim forrageiro é uma folha do tipo composta, formada por quatro folíolos unidos por pecíolos. Os maiores valores de Mpec quantificados no AG

(Figura 11) podem ser justificados pelos maiores valores possui Mfol (Figura 12), pois são estruturas morfológicas intrínsecas.

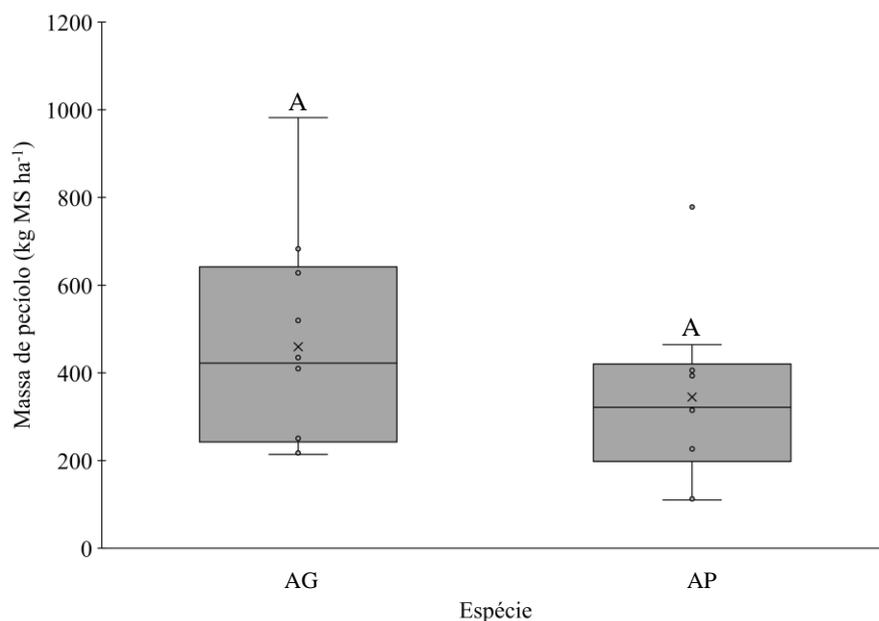


Figura 11. Massa de pecíolo de *A. glabrata* cv. Florigraze (AG) e *A. pintoii* cv. Belmonte (AP).

Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste 'F' ($P < ,05$).

A massa de estolão (Mest) não foi afetada ($P = ,4087$) pelo efeito de cultivar, com média de 1510 kg MS ha⁻¹ (Figura 12). O intervalo interquartil da Mest do AG foi de 970 a 2020 kg MS ha⁻¹, já o intervalo interquartil da Mest do AP foi de 1050 a 1600 kg MS ha⁻¹.

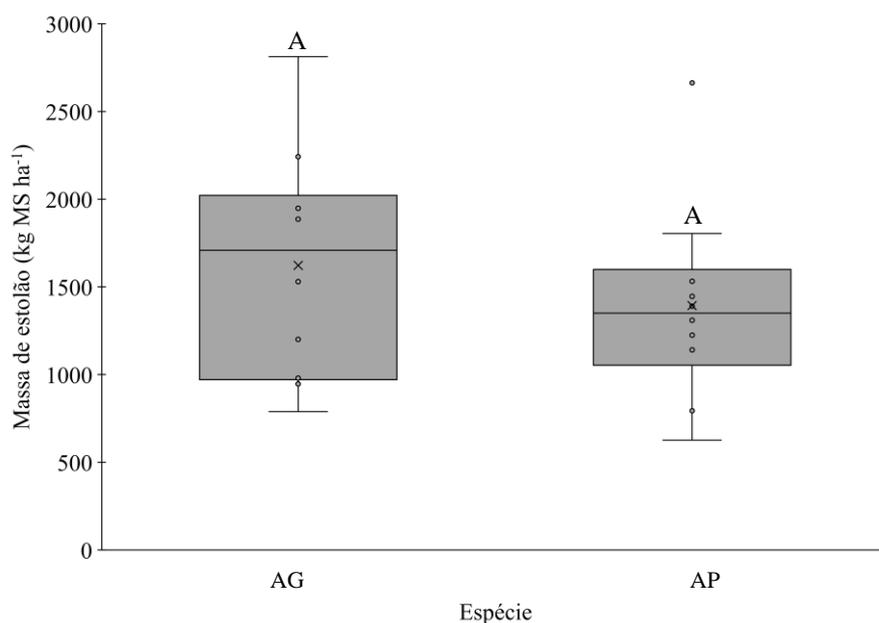


Figura 12. Massa de estolão de *Arachis glabrata* cv. Florigraze (AG) e *Arachis pintoi* cv. Belmonte (AP).

Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste 'F' ($P < ,05$).

O terceiro quartil ($1600 \text{ kg MS ha}^{-1}$) do AP foi inferior à mediana ($1700 \text{ kg MS ha}^{-1}$) do AG, sinalizando que sob condições de crescimento livre o AG apresenta maior acúmulo Mest do que o AP.

A massa de material morto (MM) não foi afetada ($P = ,9122$) pelo efeito de cultivar, com média de $100 \text{ kg MS ha}^{-1}$. O intervalo interquartil da MM do AG foi de 60 a $160 \text{ kg MS ha}^{-1}$ e para o AP foi de 70 a $110 \text{ kg MS ha}^{-1}$ (Figura 13).

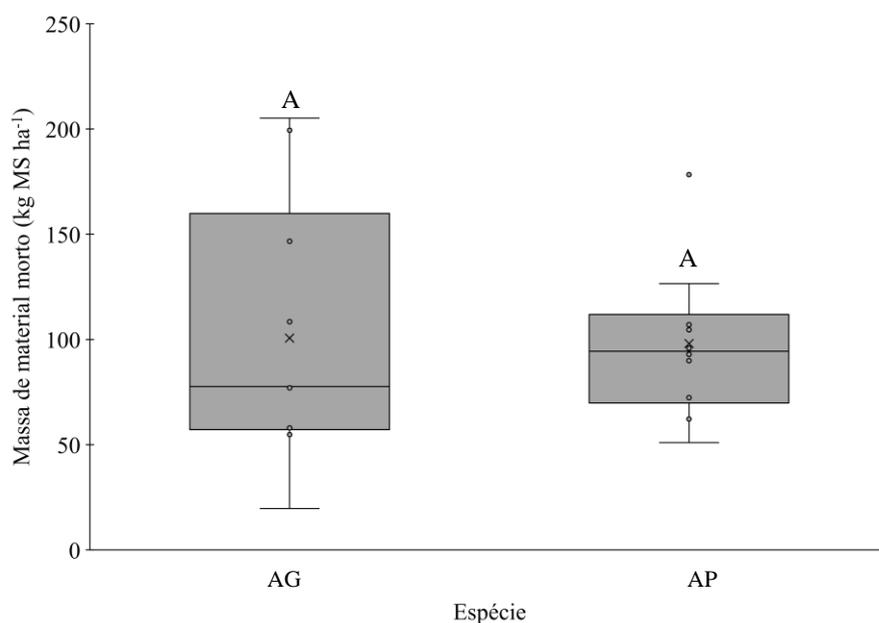


Figura 13. Massa de material morto de *Arachis glabrata* cv. Florigraze (AG) e *Arachis pintoii* cv. Belmonte (AP).

Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste 'F' ($P < ,05$).

O índice de área foliar (IAF) não foi afetado ($P = ,4325$) pelo efeito de cultivar, com média de $1,40 \text{ cm}^2 \text{ cm}^{-2}$ (Figura 14). O intervalo interquartil do IAF para o AG foi de $0,75$ a $1,74 \text{ cm}^2 \text{ cm}^{-2}$ e o do AP foi de $0,96$ a $1,92 \text{ cm}^2 \text{ cm}^{-2}$.

A ocorrência de maiores valores de IAF no AP pode estar associado ao tipo de crescimento dessa espécie, ou seja, estolonífero com ângulo de inserção das folhas, mais horizontal, que caracteriza a copa do dossel como planófila, o que pode ter possibilitado maiores valores de IAF, mediante a sobreposição de folíolos (Figura 14).

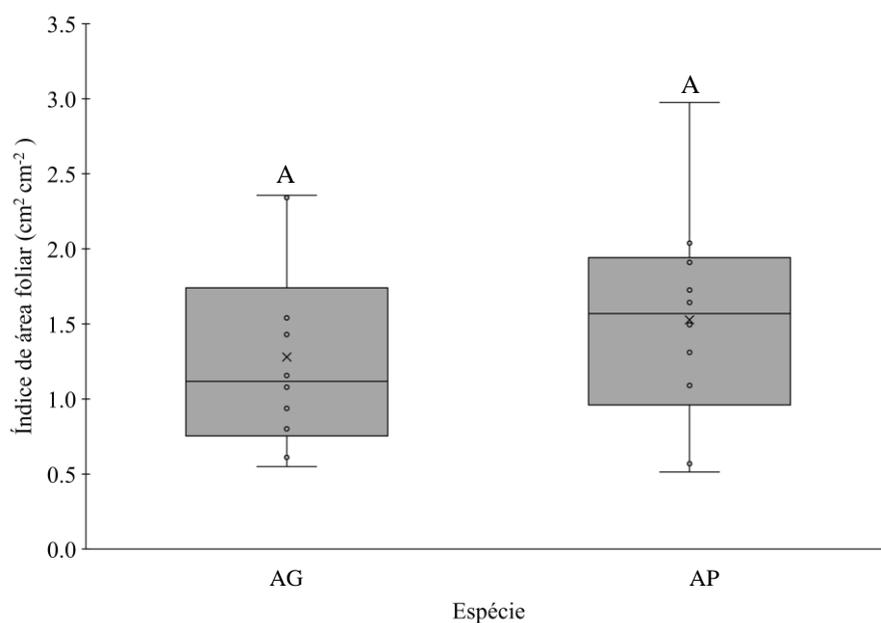


Figura 14. Índice de área foliar do *Arachis glabrata* cv. Florigraze (AG) e *Arachis pintoi* cv. Belmonte (AP).

Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste 'F' ($P < ,05$).

A área foliar específica (AFE) foi afetada ($P < ,0001$) pelo efeito de cultivar. O AG e o AP tiveram AFE de 130 e 170 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$, respectivamente (Figura 15). A área foliar específica é a razão entre a área foliar e sua massa e é utilizada como indicativo de adaptações formofisiológicas da forrageira (Benincasa, 2013). A maior AFE para o AP é indicativo da redução na espessura dos folíolos com o aumento da área foliar, possivelmente como estratégia para aumentar a interceptação de luz, possivelmente, devido a maior ocorrência de maiores valores de IAF (Figura 14), associado ao tipo de crescimento estolonífero e à copa planófila do dossel do AP (Benincasa, 2003).

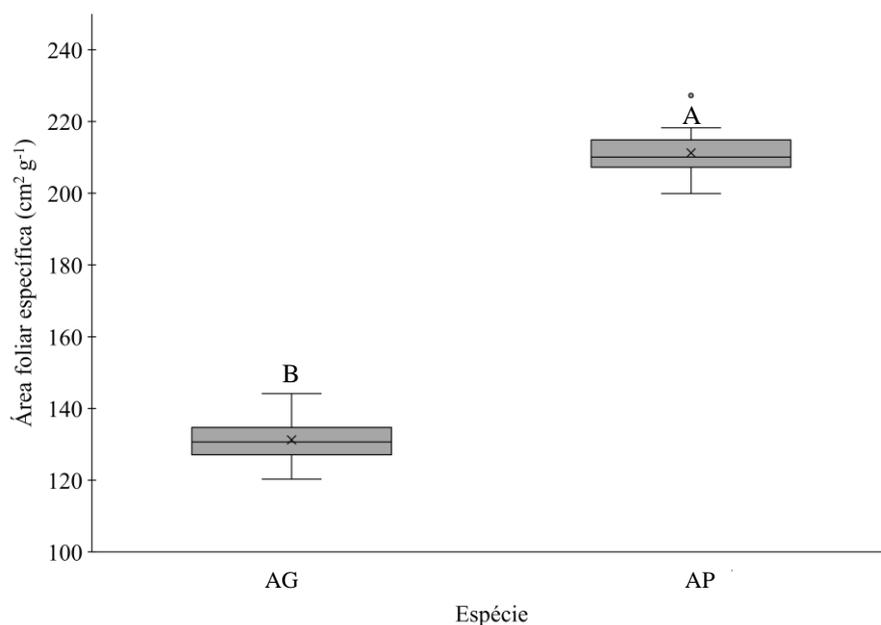


Figura 15. Área foliar específica de *Arachis glabrata* cv. Florigraze (AG) e *Arachis pintoi* cv. Belmonte (AP).

Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste 'F' ($P < ,05$).

A massa de raiz (Mraiz) foi afetada ($P < ,0001$) pelo efeito de cultivar. O AG e o AP apresentaram Mraiz de 1,47 e 1,76 g 8000 cm⁻³, respectivamente (Figura 16). As raízes são os órgãos responsáveis pela absorção de água e nutrientes, por isso, maior Mraiz pode indicar um maior potencial agrônômico devido a maior capacidade de explorar o solo.

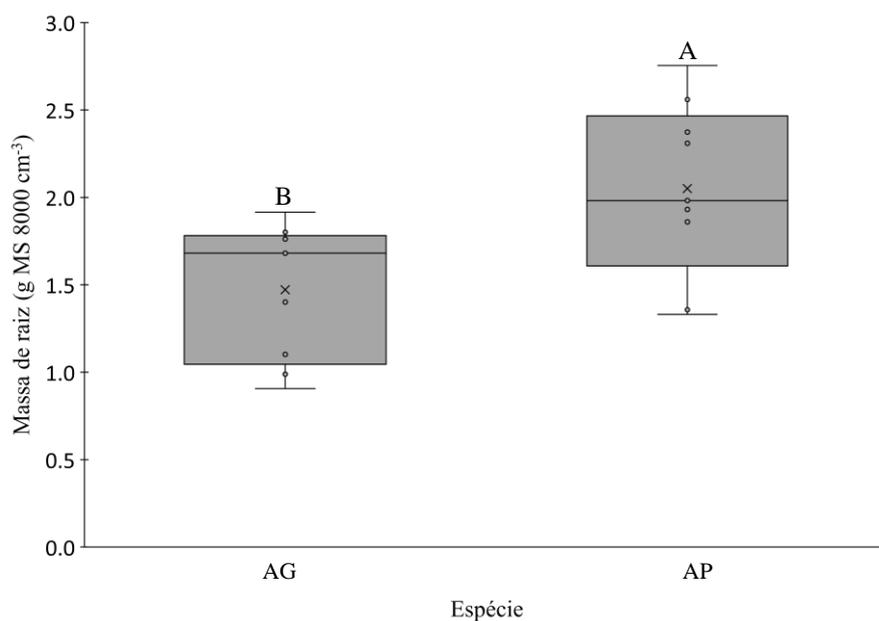


Figura 16. Massa de raiz de *Arachis glabrata* cv. Florigraze (AG) e *Arachis pintoi* cv. Belmoente (AP).

A massa de rizoma (Mriz) foi afetada ($P < ,0001$) pelo efeito de cultivar. O AG e o AP apresentaram Mriz de 105 e 65 g 8000 cm⁻³, respectivamente (Figura 17). Geralmente rizomas são órgãos vegetais que contém parênquima de reserva e esses tecidos são responsáveis por estocar reservas orgânicas. Plantas que contém esse tipo de estrutura geralmente são capazes de tolerar estresses abióticos por deficiência ou excedente de água, assim como baixas e altas temperaturas (Apezzato-da-Glória B, 2009).

A maior Mriz no sistema radicular do AG demonstra que essa espécie possui uma importante característica agrônômica para cultivo em ambientes com variabilidade na disponibilidade de fatores abióticos, permitindo o cultivo em larga escala dessa leguminosa forrageira em regiões subtropicais (Ortega-S. et al., 1992; Shepard et al., 2018).

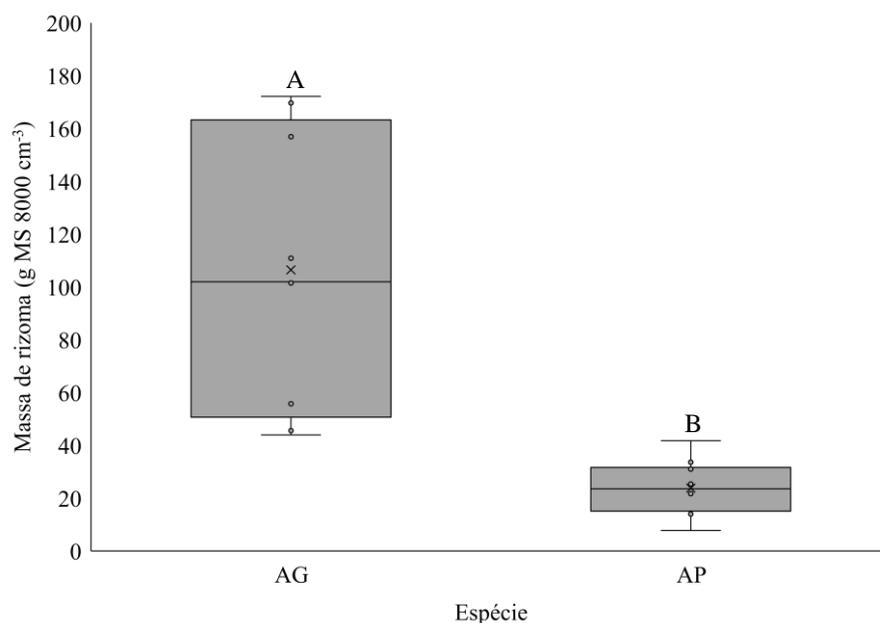


Figura 17. Massa de rizoma de *Arachis glabrata* cv. Florigraze (AG) e *Arachis pintoi* cv. Belmonte (AP).

Médias seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste 'F' ($P < ,05$).

Observando a análise de componentes principais (PCA) é possível sumarizar que 85% da variabilidade dos dados são explicadas pelas variáveis do AG e AP no PC1 (64%) e PC2 (21%) (Figura 18). O maior IAF, MF, Mfol, Mpec, Mesc e MM são associados ao AG e a maior AFE e Mraiz são associados ao AP (Figura 18).

Quando mais próximos os vetores, maior é a correlação entre as variáveis. Houve maiores correlações entre as variáveis MF, folíolo (Mfol), pecíolo (Mpec) e estolão (Mest) e estão associadas ao AG. Essa correlação pode ser explicada pelos maiores valores de MF e dos componentes morfológicos do dossel. Houve alta correlação ($r = 0,91$; $P < 0,0002$) entre as variáveis IAF e MM, demonstrando que, o aumento em área foliar causa aumento na MM, provavelmente devido o aumento do autosombreamento e o consequente aumento na senescência e morte de folíolos e

estolões (Figura 18).

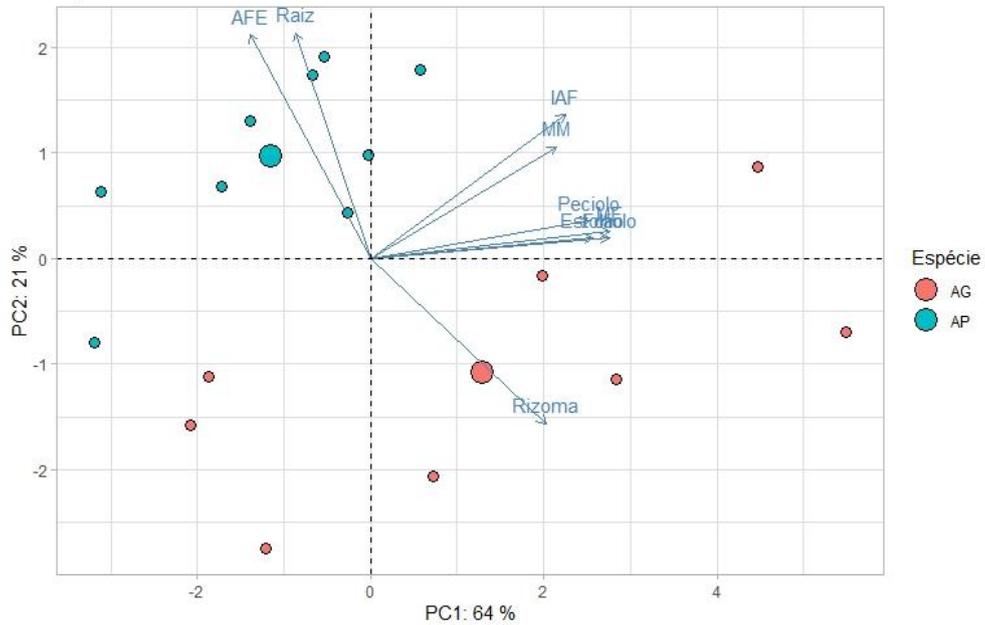


Figura 18. Análise de componentes principais de variáveis agrônomicas de *A. glabrata* cv. Florigraze (AG) e *A. pintoii* cv. Belmoente (AP).

O sentido contrário dos vetores de AFE, Raiz (Mraiz) em relação ao Rizoma (Mriz) sinaliza associação inversa entre essas variáveis. Isso pode ser explicado pela diferença na morfologia radicular e estratégias de alocação de carbono nos rizomas e raízes entre as espécies. O AG prioriza a alocação e carbono no rizoma e o AP, na raiz. Essas diferenças são evolutivas e/ou varietais a partir do local de origem e do melhoramento vegetal.

6. CONCLUSÕES

O *A. pintoii* cv. Belmonte obteve maior área foliar específica e massa de raiz. O *A. glabrata* cv. Florigraze obteve maior massa de rizomas.

Os componentes morfológicos, massa de raiz e massa de rizomas apresentaram associação inversa. A massa de rizoma está mais associada ao *A. glabrata* cv. Florigraze e a massa de raiz ao *A. pintoii* cv. Belmonte.

Apesar da maior quantidade de material morto, o índice de área foliar também foi maior no *A. glabrata* cv. Florigraze, estando mais associadas.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, M.P. Características agronômicas de genótipos de amendoim forrageiro em resposta à intensidade e ao intervalo de desfolhação. Tese de Doutorado. p.93 2017.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES, G.J.L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711–728, 2013.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, BEATRIZ; CARMELLO-GUERREIRO, Sandra Maria. Anatomia Vegetal. [S.l: s.n.], 2009.
- BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BRUNETTI, Henrique Bauab. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em amendoim- forrageiro (*Arachis pintoii* Krapovickas & Gregory cv. Belmonte) submetido a estratégias de pastejo rotativo.** (Dissertação). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2016.

- CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; REFFATTI, M. V.; GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.151-170, 2007.
- CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum* Jacq.** 1984. 125p. Thesis (PhD) The Ohio State University, 1984.
- DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A. de O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C.; MORAES, J.P.G. de. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking management. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, p.8-19, 2009.
- DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** 4. ed. 27 p. Belém, PA, 2011.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria* spp. consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 238-245, 1998.
- FERREIRA, Desempenho agrônomo, características morfofisiológicas e valor nutritivo da forragem de quatro genótipos de amendoim forrageiro sob corte. Tese de Doutorado. p.75. 2014.
- FIALHO, C. A. Características morfogênicas e estruturais de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* krapovickas & Gregory cv. Belmonte) submetido a intensidades de pastejo sob lotação contínua. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, p.121, 2015.
- GENRO, T.C.M. **Estimativas de consumo em pastejo e suas relações com os parâmetros da pastagem em gramíneas tropicais.** 1999. 183p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- GONTIJO NETO, M.M.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MIRANDA, L.F.; FONSECA, D.M.; OLIVEIRA, M.P. Consumo e tempo de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes

ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.60-66, 2006

HODGSON, J. **Grazing management. Science into practice.** Longman Group UK, 1990. 203p.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research.** New York: Cabi, 2000. p.103-122.

LASCANO, C.E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. **Biology and agronomy of forage. Arachis.** Cali, Colômbia: CIAT, 1994. p. 109-121.

LASCANO, C.E.; THOMAS, D. Forage quality and animal selection of *Arachis pinto* in association with tropical grasses in the eastern plains of Colombia. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43 n. 4, p. 433-439, 1988.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems.** Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.

LEOPOLDINO, W.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BENEDETTI, E.B.; GONÇALVES, L.C. Digestibilidade efetiva de dietas selecionadas por vaca mestiça em pastos consorciados ou não com duas leguminosas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.403.

LIMA, L.A.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; SANTANA, R.A.V. **Amendoim forrageiro (*Arachis pinto* Krapov. & Greg).** UFLA; CNPq, 2003. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdf_extensao/bol01.pdf>. Acesso em: 05. out. 2020.

MONTENEGRO, R.; PINZÓN, B. **Maní forrajero (*Arachis pinto* Krapovickas & Gregory): una alternativa para el sostenimiento de la ganaderia en Panamá.** Panamá: IDIAP, 1997.

- NABINGER, C. Eficiência de uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1997. p.231- 251.
- ORTEGA-S., J., SOLLENBERGER, L. E., QUESENBERRY, K. H., CORNELL, J., & JONES, C. S. JR. (1992). Productivity and persistence of rhizoma peanut pastures under different grazing managements. *Agronomy Journal*, 84, 799-804.
- PIZARRO, E.A. Novel grasses and legumes germplasm: Advances and perspectives for tropical zones. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. 19, 2001. **Proceedings...** Piracicaba, 2001.
- REIS, V.M.; OLIVEIRA A.L.M.; BALDANI, V.L.D.; OLIVARES, F.L.; BALDANI, J.I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 153-174
- RINCÓN, C.A.; CUESTA, M.P.A.; PEREZ, B.R.A; LASCANO, C.E.; FERGUSON, J.E. **Maní forrajero perenne (*Arachis pintoii* Krapovickas & Gregory): una alternativa para ganaderos y agricultores**. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario, 1992. 23 p. (Boletín Técnico, 219).
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.731-754.
- SHEPARD, E., SOLLENBERGER, L. E., KOHMANN, M. M., SILVA, L. S. DA, DUBEUX, J. C. B. JR., & Vendramini, J. M. B. (2018). Phenotypic plasticity and other forage responses to grazing management of Ecoturf rhizoma peanut. *Crop Science* 58, 2164-2173.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Crop and Pasture Science**, Melbourne, v. 24 n. 6 p. 809-819, 1973.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto alegre, Artimed, 2004. 719p
- TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JUNIOR, S.J. de; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.D.A.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o

rebaixamento do capim marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.883-890, 2007.

VAN HEURCK, L.M. **Evaluación del pastoestrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoii* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en la producción de leche y suscomponentes**. 1990. 111p. Tesis Mag. Sc., Programa de Posgrado - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 1990.

WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (IZ.BoletimTécnico, 18).