



ELSON MARCOS DE OLIVEIRA

**ASPECTOS PRODUTIVOS DA INCLUSÃO DE MISTURA DE
LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS EM PASTAGEM DE
CAPIM-MARANDU**

**LAVRAS - MG
2023**

ELSON MARCOS DE OLIVEIRA

**ASPECTOS PRODUTIVOS DA INCLUSÃO DE MISTURA DE LEGUMINOSAS
FORRAGEIRAS EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes - Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de Mestre.

Orientador
Prof. Dr. Daniel Rume Casagrande

**LAVRAS - MG
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo próprio autor.**

Oliveira, Elson Marcos de.

Aspectos produtivos da inclusão de mistura de leguminosas
forrageiras em pastagem de capim-marandu / Elson Marcos de
Oliveira. - 2023.

38 p.

Orientador: Daniel Rume Casagrande.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Pastagem mista. 2. Amendoim forrageiro. 3. Manejo de
pastagem. I. Casagrande, Daniel Rume. II. Título.

ELSON MARCOS DE OLIVEIRA

**ASPECTOS PRODUTIVOS DA INCLUSÃO DE MISTURA DE LEGUMINOSAS
FORRAGEIRAS EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU**

**PRODUCTIVE ASPECTS OF THE INCLUSION OF MIXTURE OF FORAGE
LEGUMES IN MARANDU GRASS PASTURE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes - Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de abril de 2023.

Dr. Adenilson José Paiva - UFRRJ

Dr^a. Janaina Azevedo Martuscello - UFSJ

Prof. Dr. Daniel Rume Casagrande
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

Ao meu pai Lauro (in memoriam), pelo exemplo e paciência.

À minha mãe Maria Imaculada, pelo incentivo e carinho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por me dar forças e me guiar no caminho certo.

Agradeço minha **mãe**, meu **pai** (*in memoriam*), minha irmã **Claudenea** e meu irmão **Denilson**, por acreditarem em mim e sempre me incentivarem a seguir em frente, em busca dos meus sonhos.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos os amigos que fiz em Lavras, aos meus colegas de turma pela amizade e companheirismo. Aos membros do **NEFOR** no auxílio aos trabalhos desenvolvidos.

Agradeço à **Universidade Federal de Lavras**, em especial a todos os **professores** do **Departamento de Zootecnia**, pelos ensinamentos.

Agradeço minha esposa **Ana Paula**, pelo carinho, amor, atenção, compreensão e por estar comigo sempre. O seu sorriso é o meu conforto.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para este momento, meu muito obrigado!

RESUMO

O aumento da produtividade com redução da dependência de adubação nitrogenada é um dos principais desafios para os sistemas agropecuários modernos. Nesse sentido, hipotetizou-se que mistura de leguminosas com propagação e hábito de crescimento distintos pode aumentar o potencial de uso das mesmas em sistema de consórcio com gramínea. Objetivou-se investigar os efeitos de consórcio de capim-marandu com combinações de leguminosas forrageiras, sobre características produtivas. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2×2 , cujos fatores foram: inserção ou não de amendoim forrageiro e inserção ou não de Java em pastagem de capim-marandu, com três repetições. Avaliou-se a altura de dossel, massa de forragem e taxa de acúmulo de forragem. Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS e para cálculo das médias e comparação entre elas utilizou-se o teste de t de Student. A significância foi estabelecida para $P \leq 0,10$. Houve aumento gradativo na Massa de forragem total (MFT) no pré-pastejo ao longo do tempo, porém, não houve efeito de tratamento para MFT. As maiores MFT e Massa total de forragem verde (MFV) ocorreram no quinto ciclo, com 8880 e 5913 kg.ha⁻¹, respectivamente, e as menores no segundo ciclo de pastejo, com 4331 e 1590 kg.ha⁻¹, respectivamente. Maiores Massa de forragem de gramínea (MFG) foram obtidas nos tratamentos controle (4414 kg.ha⁻¹) e *B. brizantha* cv. Marandu + *A. pintoi* cv. BRS Mandobi + *M. axillare* cv. Java (MAJ; 3552 kg.ha⁻¹), enquanto *B. brizantha* cv. Marandu + *A. pintoi* cv. BRS Mandobi (MA), MAJ e *B. brizantha* cv. Marandu + *M. axillare* cv. Java (MJ), não apresentaram diferença entre si. A Taxa de acúmulo de gramínea (TAG) não diferiu entre MA, MAJ e MJ, e foi maior no tratamento controle (43,4 kg.ha⁻¹.dia⁻¹). A proporção ideal de leguminosa na pastagem foi atingida pelo amendoim forrageiro, 13 meses após a implementação. A cultivar Java apresentou baixas proporções nos primeiros ciclos de pastejo.

Palavras-chave: Pastagem mista. Amendoim forrageiro. *Macrotyloma axillare*.

ABSTRACT

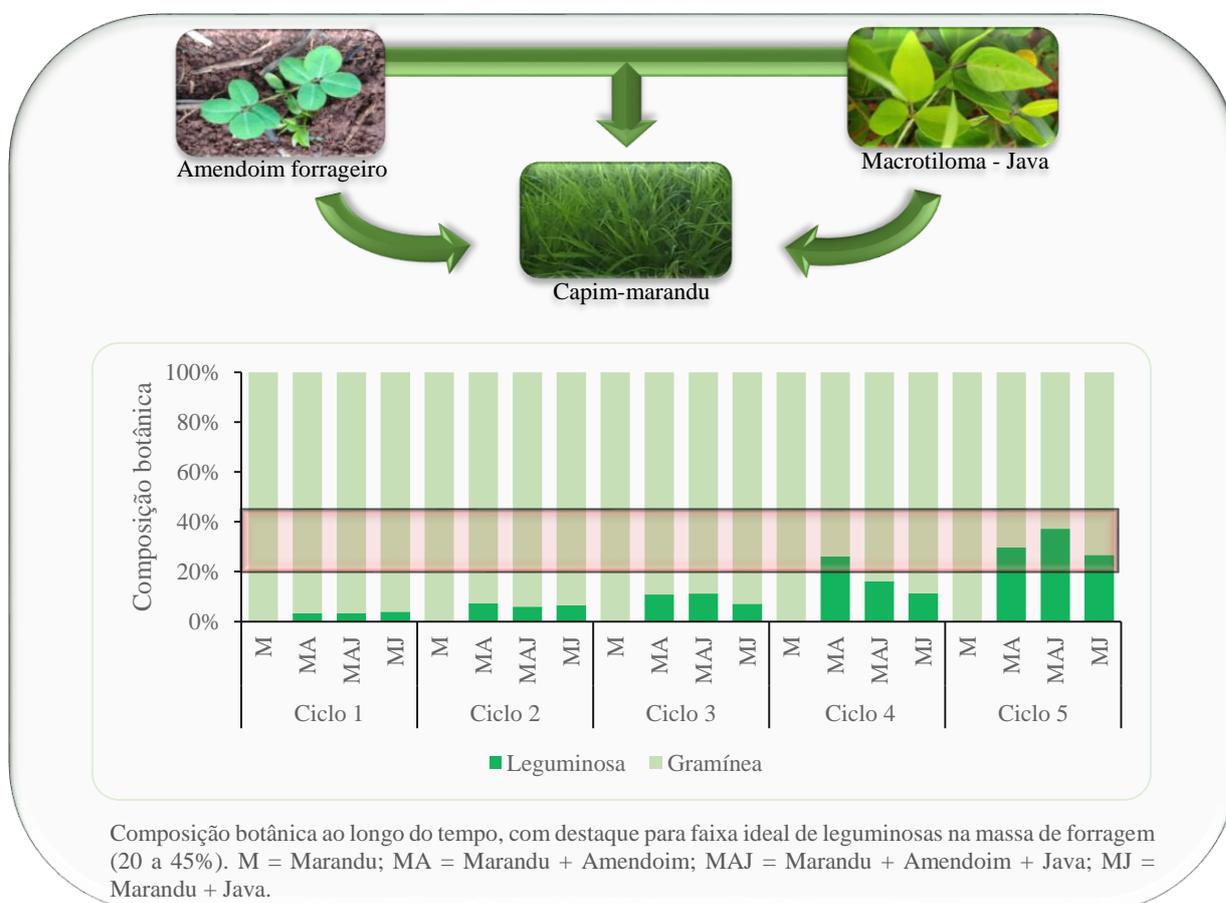
Increasing productivity with reduced dependence on nitrogen fertilization is one of the main challenges for modern agricultural systems. In this sense, it was hypothesized that mixing legumes with different propagation and growth habits can increase their potential use in intercropped systems with grasses. The aim of this study was to investigate the effects of marandu grass intercropping with a combination of forage legumes on productive traits. A randomized block design was used in a 2×2 factorial scheme, whose factors were: insertion or not of forage peanut and insertion or not of Java in marandu grass pasture, with three replications. Canopy height, forage mass and forage accumulation rate were evaluated. Data were analyzed using the MIXED procedure of SAS and for Student's *t* test was used to calculate the averages and compare them. Significance was set at $P \leq 0.10$. There was a gradual increase in total forage mass (MFT) in pre-grazing over time, however, there was no treatment effect for MFT. The highest MFT and Total Green Forage Mass (MFV) occurred in the fifth cycle, with 8880 and 5913 kg.ha⁻¹, respectively, and the lowest in the second grazing cycle, with 4331 and 1590 kg.ha⁻¹ respectively. Higher grass forage mass (MFG) were obtained in the control treatment (4414 kg.ha⁻¹) and *B. brizantha* cv. Marandu + *A. pintoi* cv. BRS Mandobi + *M. axillare* cv. Java (MAJ; 3552 kg.ha⁻¹), while *B. brizantha* cv. Marandu + *A. pintoi* cv. BRS Mandobi (MA), MAJ and *B. brizantha* cv. Marandu + *M. axillare* cv. Java (MJ), showed no difference between them. The Grass accumulation rate (TAG) did not differ between MA, MAJ and MJ, and was higher in the control treatment (43,4 kg.ha⁻¹.day⁻¹). The ideal proportion of legume in the pasture was achieved by forage peanuts 13 months after implementation. Cultivar Java showed low proportions in the first grazing cycles.

Keywords: Mixed pasture. Forage peanut. *Macrotyloma axillare*.

RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

Elaborado por Elson Marcos de Oliveira e orientado por Daniel Rume Casagrande

No Brasil, por muitos anos acreditava-se que leguminosas eram fisiologicamente e morfológicamente incompatíveis com gramíneas tropicais e as pastagens mistas não eram estáveis e persistentes. Entretanto, atualmente estudos demonstram que tal ideia é equivocada. Os benefícios trazidos pela leguminosa e sua persistência depende de sua proporção na massa total de forragem. O amendoim forrageiro é uma leguminosa estolonífera, com propagação clonal e sexuada. Geralmente tende a se estabelecer na pastagem de forma mais lenta, e demora a atingir a proporção ideal de leguminosa (20 a 45%) em pastagem consorciada com gramínea. Por outro lado, leguminosas como a cultivar Java de *Macrotyloma*, que se propagam apenas de forma sexuada e apresentam hábitos de crescimento volúvel, tendem a apresentar rápido estabelecimento inicial. A combinação de tais leguminosas poderia promover aporte constante de N, desde a implementação das pastagens mistas. Neste estudo foram avaliadas as inclusões ou não de amendoim forrageiro e Java em pastagem de capim-marandu, desde o momento da sua implementação. Os resultados de massa e taxa de acúmulo de forragem, indicam que não houve o efeito esperado da cultivar Java, de se desenvolver inicialmente de forma mais rápida. Houve aumento gradativo da massa de forragem total ao longo do tempo, proporções adequadas de leguminosas começaram a partir do quarto ciclo de pastejo. Misturas de leguminosas podem ser usadas como opção viável para formação de pastagens consorciada com gramínea por apresentar mesma massa de forragem total, compensando a menor massa de forragem de gramínea com massa de leguminosas.



LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Médias climáticas mensais em Lavras - MG, durante o período experimental..... 19
- Figura 2-** Altura de dossel (cm) no momento de entrada e saída de pastejo em pastos consorciados, após o processo de formação de pastagem.....23
- Figura 3-** Massa de forragem total (kg de MS.ha⁻¹) em pasto consorciados, após o processo de formação de pastagem.....24
- Figura 4-** Massa total de forragem verde (kg de MS.ha⁻¹), após o processo de formação de pastagem25
- Figura 5-** Massa de forragem de gramínea (kg de MS.ha⁻¹), após o processo de formação de pastagem26
- Figura 6-** Massa de forragem de gramínea e leguminosas (kg de MS.ha⁻¹), após o processo de formação de pastagem.....27
- Figura 7-** Taxa de acúmulo de forragem (kg.ha⁻¹.dia⁻¹) de gramínea e leguminosas, após o processo de formação de pastagem.....27
- Figura 8-** Massa de forragem (kg de MS.ha⁻¹) de gramínea e leguminosas ao longo do tempo, após o processo de formação de pastagem.....28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características químicas do solo na camada de 0-20 cm	20
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	13
2.2	<i>Arachis pintoi</i> cv. BRS Mandobi.....	13
2.3	<i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java.....	14
2.4	Leguminosas em pastagens consorciadas	15
2.5	Mecanismos de propagação de leguminosas	16
2.6	Fixação biológica e transferência de nitrogênio.....	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Descrição da área experimental e implantação do experimento	19
3.2	Tratamentos e delineamento experimental	20
3.3	Manejo experimental.....	21
3.4	Avaliações	21
3.5	Análise estatística.....	22
4	RESULTADOS.....	23
5	DISCUSSÃO	29
6	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Ruminantes constituem importante fonte de proteínas de alta qualidade para humanos e se destacam pela capacidade de gerar alimento utilizando plantas forrageiras como fonte principal de nutrientes. O aumento da produtividade e a redução dos impactos ambientais são os principais desafios para os sistemas agropecuários modernos. Em sistemas de produção de ruminantes a pasto a garantia de uma boa produtividade depende tanto de fatores bióticos, como a qualidade nutricional das espécies forrageiras adotadas, quanto de fatores abióticos, como a fertilidade dos solos. Nesse cenário, destaca-se a escassez de nitrogênio (N) como uma das principais causas de perda de produtividade e degradação das pastagens em regiões tropicais e subtropicais (DUBEUX JUNIOR *et al.*, 2006).

Visando proporcionar aumento do aporte de N no solo e do valor nutritivo das pastagens, uma importante alternativa consiste na inclusão de leguminosas em áreas exclusivamente cultivadas com gramínea, criando um sistema de consórcio. As leguminosas podem aumentar a ingestão de proteína por ruminantes diretamente via leguminosas e indiretamente através de gramíneas associadas enriquecidas com N (FREITAS *et al.*, 2011; PACIULLO *et al.*, 2010). Porém, apesar de todos os benefícios do consórcio de leguminosas e gramíneas, a implementação do sistema se torna difícil devido à limitada capacidade de persistência de algumas leguminosas.

Leguminosas herbáceas que se propagam apenas de forma sexuada e apresentam hábitos de crescimento ereto ou volúvel, apesar de possuírem estabelecimento inicial relativamente rápido, apresentam baixa persistência e tendem a desaparecer rapidamente do sistema. Outro grupo de leguminosas, que formam estolões, possuem propagação clonal, além da forma sexuada, e características morfológicas que conferem maior tolerância ao pastejo, porém, o estabelecimento desse grupo se dá de forma mais lenta.

Dessa forma, hipotetizou-se que o uso mistura de leguminosas com propagação e hábito de crescimento distintos, em consórcio com gramínea, pode aumentar o potencial de uso de cada espécie, de modo a promover os benefícios da FBN, inicialmente pelas leguminosas de rápido estabelecimento, e posteriormente pelas de lento estabelecimento.

Objetivou-se com o estudo, utilizar misturas das leguminosas forrageiras *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi, e *Macrotyloma axillare* cv. Java, em consórcio com *B. brizantha* cv. Marandu na implementação de pastagens e observar seus efeitos sobre características produtivas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Brachiaria brizantha (Hochst. ex A. Rich.) Stapf [syn. *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster] cv. Marandu, cuja origem remonta à África tropical, foi lançada pela EMBRAPA no ano de 1984 e é comumente conhecida como capim-marandu e capim-braquiara. É uma forrageira perene, de crescimento cespitoso (VALLE *et al.*, 2010) com folhas eretas e as inflorescências com até 40 cm de comprimento, apresentando pilosidade no ápice dos entre-nós, bem como nas bainhas, e a lâmina foliar é larga, longa e não cortante (DIAS-FILHO, 2014).

O capim-marandu é uma das forrageiras mais usadas nas áreas de pastagens cultivadas para pecuária (EUCLIDES *et al.*, 2009), abrangendo cerca de metade da área plantada com forragens do gênero *Brachiaria* no Brasil (JANK *et al.*, 2014). O cultivo dessa gramínea é recomendado em solos bem drenados, de média a alta fertilidade (DIAS-FILHO, 2014). É uma forrageira de fácil estabelecimento e resistente às cigarrinhas-das-pastagens, adapta-se bem ao sombreamento, apresenta alta produção de raízes e de sementes (EMBRAPA, 1985). O capim-marandu tem boa capacidade de rebrotação após o pastejo ou corte, é tolerante ao frio e à seca. Pode produzir até 20 t.ha⁻¹.ano⁻¹ de massa seca (DIAS-FILHO, 2014). Além de ser amplamente utilizada em estudos de consórcio com leguminosas forrageiras tropicais (ALVIAREZ *et al.*, 2020; ANDRADE *et al.*, 2012; HOMEM *et al.*, 2019).

2.2 *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Greg.) é uma leguminosa herbácea tropical perene originária da América do Sul (MONTENEGRO & PINZÓN, 1997). Tem grande relevância na produção de forragem em pastos consorciados com gramíneas sob sistemas pecuários intensivos na América Latina e Austrália (FAZOLIN *et al.*, 2015).

A consequência do sucesso dessa espécie se dá pela sua elevada capacidade de persistir em sistemas de pastejo intensivo. Isso acontece devido ao seu hábito de crescimento estolonífero, que produz raízes nos nós que ficam em contato com o solo ou em locais que estejam com elevada umidade. Com isto, grande parte dos pontos de crescimento das plantas fica inacessível para o pastejo (FAZOLIN *et al.*, 2015). Seu hábito de crescimento estolonífero favorece a adaptação e a compatibilidade com grande número de gramíneas forrageiras de clima

tropical (*e. g.* capim-marandu; TAMELE *et al.*, 2018). Além da propagação clonal, o amendoim forrageiro produz sementes subterrâneas, que ficam mais protegidas. A FBN em *Arachis pintoi* pode variar de 8 a 24 kg.ano⁻¹ para cada tonelada de massa seca produzida (MIRANDA, *et al.*, 2003), sendo possível manter balanço positivo de N nas pastagens cultivadas em regiões tropicais (BARCELLOS *et al.*, 2008).

A cultivar BRS Mandobi foi desenvolvida pela Embrapa Acre e caracteriza-se por folíolos largos e longos, alta intensidade de cerdas na face abaxial do folíolo basal. Apresenta flores de coloração amarelada e possui estípula larga, na porção larga, não soldada ao pecíolo. A cultivar também possui alta produção de sementes puras (3.000 kg.ha⁻¹) nas condições ambientais do Acre, bom estabelecimento e tolerância a solos bem drenados ou de baixa permeabilidade (ASSIS, 2011).

2.3 *Macrotyloma axillare* cv. Java

Originalmente, a *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc. cv. Java – ou Jade – foi desenvolvida pelo Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP, sendo resultante do cruzamento artificial entre *Macrotyloma axillare* cv. Archer – cultivar de alto rendimento de forragem nos trópicos e alta tolerância à seca – e cv. Guatá – obtida por processo de seleção entre genótipos da cultivar Archer. De acordo com Deminicis (2009), a cultivar Java foi desenvolvida para alcançar maior produção de matéria seca e sementes, com redução nos níveis de tanino nas folhas e maior resistência a pragas e doenças.

A cultivar apresenta-se como trepadeira volúvel, perene, com suas folhas trifolioladas de coloração verde-claro intenso, de aparência suculenta, medindo em torno de 6,1 cm de comprimento e 3,5 cm de largura. Adaptada ao clima tropical e subtropical, é uma planta com exigência em precipitação acima de 900 mm anuais, com índice de produção podendo variar entre 4 a 9 toneladas de matéria seca por hectare por ano, com 18 a 33% de proteína bruta na matéria seca (PAIVA, 2007).

Além disso, a cultivar Java pode ser descrita como promiscua para *Bradyrhizobium*, ou seja, apresenta a capacidade de fácil nodulação com bactérias nativas brasileiras presentes no solo para fixação do N, característica marcante para a produção vegetal em sistemas de consórcio. Conforme Paiva *et al.* (2008), apresenta, ainda, média à baixa exigência em fertilidade do solo e boa persistência em consorciações com gramíneas, com resultados positivos com plantas do gênero *Brachiaria* e *Panicum*. Figueirêdo (2019) relatou o consórcio de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Macrotyloma axillare* cv. Java como opção viável para

formação de pastagens, por promover aumento da produção em condições climáticas adversas, com redução na dependência do uso de fertilizantes químicos. Adicionalmente, há redução na densidade do solo e aumento da porosidade total quando adicionada esta leguminosa, com impactos positivos sob o desenvolvimento radicular das culturas, na drenagem e retenção de água e difusão de oxigênio (FREITAS *et al.*, 2020).

2.4 Leguminosas em pastagens consorciadas

A compatibilidade entre os componentes da pastagem consorciada é fundamental para que se tenha eficiência agrônômica e econômica em longo prazo (ANDRADE *et al.* 2015), e é definida pelo hábito de crescimento, estratégia de escape do pastejo e manejo de desfolhação (CASAGRANDE *et al.*, 2014). Entretanto, a dinâmica de interação entre leguminosas e gramíneas em pastagem é difícil de ser analisada, uma vez que, a presença conjunta de espécies com diferenças fisiológicas e morfológicas provoca competitividade entre as mesmas, tanto acima quanto abaixo do solo, gerando respostas em características de produção, qualidade e persistência de cada espécie no sistema (GOMES *et al.*, 2018).

Boddey *et al.* (2020) em sua revisão, destacam que o uso de pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas tem sido limitada devido ao insucesso no passado e conhecimento inadequado com relação ao manejo de pastos consorciados.

Atualmente estudos têm evidenciado que diferenças fisiológicas entre gramíneas e leguminosas forrageiras não são barreiras quanto à compatibilidade (ANDRADE *et al.*, 2012; GOMES *et al.*, 2018; TAMELE *et al.*, 2018), contrapondo a ideia de que a falta de persistência de leguminosas em pastagens consorciadas era devida à incompatibilidade fisiológica entre a gramínea tropical, de metabolismo C4, e a leguminosa, de metabolismo C3 (BODDEY *et al.*, 2020). Portanto, a dificuldade de persistência da leguminosa em pastagens consorciadas com gramínea deixa de ser um entrave, quando esta é adaptada às condições edafoclimáticas regionais e resiste ao pastejo, podendo ainda diminuir a estacionalidade da produção de forragem verificada em pastos exclusivos de gramíneas (BARCELLOS *et al.*, 2008).

Os sistemas pecuários que fazem uso de consórcio entre gramíneas e leguminosas forrageiras visam manter a proporção ideal de leguminosas forrageiras na pastagem (GERDES *et al.*, 2020). Tal condição, em sistemas tropicais, pode ser alcançada quando há entre 20 e 45% de participação da leguminosa na massa de forragem, como sugerido por Thomas (1995),

havendo maximização dos efeitos benéficos da presença da leguminosa na pastagem nessas proporções (ANDRADE *et al.*, 2009).

2.5 Mecanismos de propagação de leguminosas

Os mecanismos de propagação das leguminosas apresentam várias diferenças importantes que conferem níveis de tolerância ao pastejo. Há duas formas predominantes para propagação das principais leguminosas herbáceas com potencial de uso em pastagens mistas: propagação apenas reprodutiva (formadoras de coroa) e propagação reprodutiva e clonal (formadoras de estolões ou rizomas; BODDEY *et al.*, 2020). A forma de propagação está diretamente relacionada com a capacidade da leguminosa em permanecer na pastagem, sendo que leguminosas formadoras de coroa tendem a permanecer menos tempo nos sistemas mistos de pastejo.

A estabilidade de leguminosas formadoras de coroa é exclusivamente dependente do tempo de vida da planta (eixo principal) e este tempo, de acordo com Alves *et al.* (2016), é de no máximo 2 a 4 anos. O baixo tempo de persistência dessas plantas no sistema se deve principalmente ao estresse por desfolhação, ocasionado pela exposição superficial dos pontos de crescimento no dossel que permite o consumo de forma seletiva pelos animais (FAVERJON *et al.*, 2017) ou o pisoteio (BLACK *et al.*, 2009). Nos trópicos, as espécies de leguminosas formadoras de coroa são as mais abundantes, representadas principalmente pelos gêneros: *Stylosanthes*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Pueraria* e *Neonotonia*, dentre outros (BODDEY *et al.*, 2020).

Leguminosas de propagação reprodutiva e clonal possuem um maior potencial de permanência em sistemas mistos de consórcio (GOMES *et al.*, 2018; HOMEM *et al.*, 2019). Essa forma de propagação reduz a dependência do eixo principal e mesmo com a decepamento ou morte deste, a leguminosa se mantém no sistema, pois estolões novos podem sobreviver, mantendo o potencial reprodutivo (FAVERJON *et al.*, 2017). Além disso, geralmente essas plantas possuem a vantagem morfológica de ter seus pontos de crescimento localizados próximos ao solo, dificultando o consumo do meristema apical pelos ruminantes, quando a planta é submetida ao pastejo (BLACK *et al.*, 2009).

2.6 Fixação biológica e transferência de nitrogênio

Misturas de gramínea e leguminosas em sistemas de pastagem podem trazer benefícios inerentes à FBN, o que reduz os custos de produção, pois esse nutriente, em geral, é o que mais limita a produção de massa verde de forragem e o de maior custo entre os adubos químicos. Leguminosas formadoras de coroa geram efeito residual na produção de gramínea por até dois anos após o desaparecimento da leguminosa (ALVES *et al.*, 2016). O N proveniente FBN dá suporte à produtividade de forragem e amplia a vida útil da pastagem (ALVES *et al.*, 2016).

O N proveniente da FBN é transportado das leguminosas para as gramíneas através da ciclagem destes nutrientes no sistema (CANTARUTTI & BODDEY, 1997). A transferência de N para as pastagens cultivadas é considerada um dos processos de extrema importância para a sustentabilidade e também é o principal fator para influenciar o processo de degradação deste ecossistema (DUBEUX JUNIOR *et al.*, 2006). O N fixado pela leguminosa pode ser transferido para gramínea de forma direta ou indireta, seja pela exsudação desse nutriente na rizosfera das raízes da leguminosa, por interligação de hifas micorrízicas das raízes que realizam o fluxo do N entre plantas, ou ainda, pela decomposição de raízes e nódulos (CANTARUTTI & BODDEY, 1997; TRANNIN *et al.*, 2000), sendo esta última a principal via subterrânea (TRANNIN *et al.*, 2000). A transferência de N na superfície do solo pode ocorrer pela decomposição de serrapilheira e por lixiviação de compostos nitrogenados do dossel passíveis de absorção pela gramínea (BARCELLOS *et al.*, 2008).

A quantidade de N fixado por leguminosas pode ter significativa importância para sistemas de pastejo e pode, por exemplo, atingir de 100 a 380 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ nas regiões temperadas (LEDGARD & STEELE, 1992; CARLSSON & HUSS-DANELL, 2003). O N de origem simbiótica introduzido nos sistemas com adoção de leguminosas possui ainda benefício ambiental, uma vez que não há evidência de emissões significativas de N₂O decorrente do processo de FBN (ROCHETTE & JANZEN, 2005; BARTON *et al.*, 2011).

Suter *et al.* 2015 realizaram um experimento de escala continental na Europa (16 diferentes localidades), com três anos de duração, no qual compararam sistemas de monocultivo de gramíneas e sistemas mistos com cultivo de gramínea e leguminosas quanto à capacidade de retenção de N no sistema. O cultivo consorciado de gramíneas com leguminosas aumentou a FBN no sistema de forma proporcional ao aumento da quantidade de leguminosa até o limite de 1/3 do total, sendo que a partir daí o aumento de leguminosas não alterou a FBN (SUTER *et al.* 2015). A presença de leguminosas na proporção de 1/3 é capaz de atingir 95% do máximo potencial de FBN, e acumular 57% mais N do que monoculturas de gramínea (SUTER *et al.*

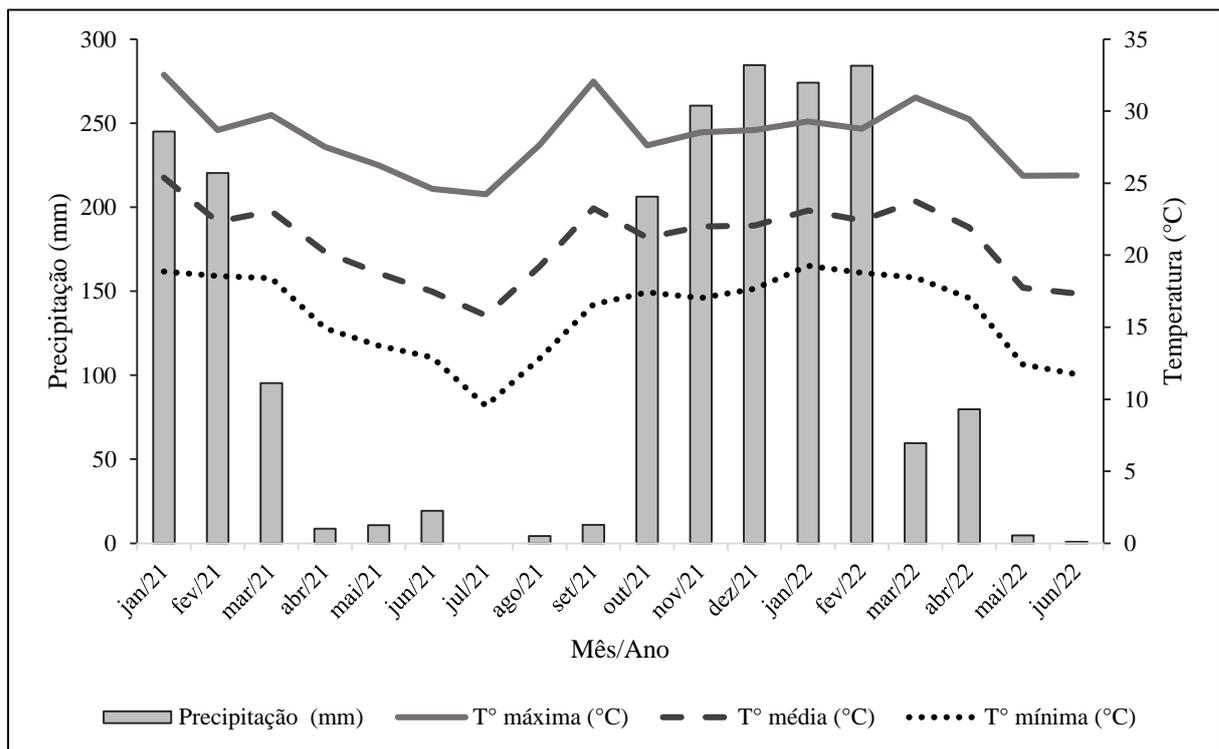
2015). Dessa forma, a introdução de leguminosas em sistemas pastoris tem potencial para reduzir a utilização de fertilizantes nitrogenados e, conseqüentemente, reduzir emissão de gases de efeito estufa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental e implantação do experimento

O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, Minas Gerais, Brasil, localizada a 21° 14' de latitude sul, 44° 59' de longitude oeste e 918 metros de altitude. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen-Geiger é tipo Cwa (SÁ JÚNIOR *et al.*, 2012). Os dados climáticos foram coletados em estação meteorológica distante 1000 m da área experimental (Figura 1), onde a média das temperaturas máxima, média e mínima foi de 28,2, 20,9 e 15,9° C, respectivamente. O período experimental teve duração de 18 meses (janeiro de 2021 a junho de 2022) e foi dividido em 5 períodos (ciclos de pastejo).

Figura 1- Médias climáticas mensais em Lavras - MG, durante o período experimental.



Fonte: INMET (2022).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (70% de argila) e apresentou as seguintes características químicas (Tabela 1).

Tabela 1- Características químicas do solo na camada de 0-20 cm

P	K		Ca	Mg	Al	H+Al	S.B.	T	T		
		pH							V%	m%	
mg.dm ⁻³			cmol _c .dm ⁻³								
2,5	43,2	6,8	2,7	1,1	0,0	1,8	3,92	3,92	5,72	68,5	0,0

Legenda: S.B. = Soma de bases trocáveis; t = Capacidade de troca catiônica efetiva; T = Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V% = Índice de saturação de bases; m% = Índice de saturação de alumínio.

Inicialmente realizou-se o método convencional de preparo de solo, com aração e gradagem. A implantação de todas as forrageiras foi realizada em 5 de janeiro de 2021. A semeadura de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi feita por distribuidora de sementes do tipo pendular acoplada a um trator, sendo utilizado o equivalente a 6,25 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis. Para a adubação de plantio utilizou-se a formulação de adubo N:P:K 08-24-12, equivalente a 16 kg.ha⁻¹ de N, 48 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 32 kg.ha⁻¹ de K₂O, o qual foi misturado às sementes de capim-marandu e aplicado no momento da semeadura. As leguminosas *Arachis pinto* cv. BRS Mandobi e *Macrotyloma axillare* cv. Java foram semeadas utilizando-se 16,0 e 5,0 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis, respectivamente, com uso de plantadeira manual tipo matraca.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Utilizou-se delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 × 2, cujos fatores foram: inserção ou não de amendoim e utilização ou não de Java em pastagem de capim-marandu, com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (piquetes de aproximadamente 200 m²), que após a formação foram submetidas ao pastejo intermitente. Os tratamentos foram:

- 1) Monocultivo de *B. brizantha* cv. Marandu, (M);
- 2) *B. brizantha* cv. Marandu + *A. pinto* cv. BRS Mandobi, (MA);
- 3) *B. brizantha* cv. Marandu + *M. axillare* cv. Java, (MJ);
- 4) *B. brizantha* cv. Marandu + *A. pinto* cv. BRS Mandobi + *M. axillare* cv. Java, (MAJ).

3.3 Manejo experimental

Adotou-se o método de lotação intermitente, com interrupção da rebrota no momento em que o dossel forrageiro atingiu 95% de interceptação luminosa (IL). Para mensuração da IL utilizou-se aparelho analisador de dossel modelo LAI 2200 (LI-COR 2009 – Lincoln Nebraska) procedendo-se a leitura de 5 pontos acima do dossel intercalados com 30 pontos ao nível do solo. Para monitoramento da altura do dossel forrageiro, no pré e pós-pastejo, foram medidos 40 pontos por piquete com o uso de um bastão medidor - *sward stick* (BARTHAM, 1985) e a média foi considerada a altura do piquete.

A intensidade de pastejo adotada foi de 50% da altura de entrada. Os regimes de desfolhação seguiram o protocolo experimental do tipo *mob stocking*, com intuito de impor alta densidade de lotação no momento do pastejo a fim de que ocorresse rápida desfolhação, visando evitar a formação de áreas de rejeição em decorrência da deposição de fezes e urina. Para esse protocolo utilizou-se novilhas da raça Tabapuã. Nos momentos em que não estiveram em pastejo nas unidades experimentais, estes animais permaneceram em uma área próxima à área experimental.

Foi realizada uma adubação de manutenção no início do período chuvoso subsequente à implementação das espécies forrageiras, com o equivalente a 40 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg.ha⁻¹ de K₂O.

3.4 Avaliações

As avaliações de massa de forragem (MF) da gramínea e das leguminosas no pré e pós-pastejo foram determinadas colhendo-se três amostras por piquete ao nível do solo, delimitadas por moldura de 0,50 × 0,50 m. Os pontos de amostragem foram nos locais representativos da condição média do dossel forrageiro no momento da amostragem (altura do dossel e proporção de gramínea e leguminosa). Utilizou-se um aparador manual de cerca viva para auxílio da coleta. Após a coleta, as amostras foram separadas para composição botânica, pesadas e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 55 °C, até atingir peso constante, para obtenção da matéria pré-seca, e assim a MF da gramínea e das leguminosas, considerando-se plantas inteiras sem material morto. Considerou-se a MF total como a soma das massas de gramínea e leguminosas.

O cálculo do acúmulo de forragem (AF) de gramínea, leguminosa e total (gramínea + leguminosa) foi realizado pela diferença entre a MF no pré-pastejo e a MF no pós-pastejo do ciclo anterior, conforme a seguinte equação:

$$AF = (MF_{\text{pré-pastejo ciclo } n}) - (MF_{\text{pós-pastejo ciclo } n-1})$$

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi calculada através da divisão do AF pelo número de dias decorridos do período de descanso.

3.5 Análise estatística

Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado teste de Shapiro-Wilk, com nível de significância de $P < 0,05$. Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS versão 9.4 (SAS, 2012) e para cálculo das médias e comparação entre elas utilizou-se o teste de t , por meio do comando LSMEANS. A significância foi estabelecida para $P \leq 0,10$. Os efeitos do tratamento foram considerados efeitos fixos, enquanto os efeitos dos blocos, ciclos e suas interações foram considerados aleatórios. Foi considerado o seguinte modelo estatístico para análise dos dados:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + \gamma_{ij} + C_k + (TC)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = Valor observado no i-ésimo bloco do j-ésimo tratamento do k-ésimo ciclo avaliado;

μ = Média geral;

B_i = Efeito aleatório associado ao i-ésimo bloco, $i = 1, 2$ ou 3 ;

T_j = Efeito fixo associado a j-ésimo tratamento, $j = 1, 2, 3$ ou 4 ;

γ_{ij} = Erro aleatório associado ao i-ésimo bloco no j-ésimo tratamento.

C_k = Efeito aleatório associado ao k-ésimo ciclo avaliado, $k = 1, 2, 3, 4$ ou 5 ;

$(TC)_{jk}$ = Efeito da interação do j-ésimo tratamento com o k-ésimo ciclo avaliado;

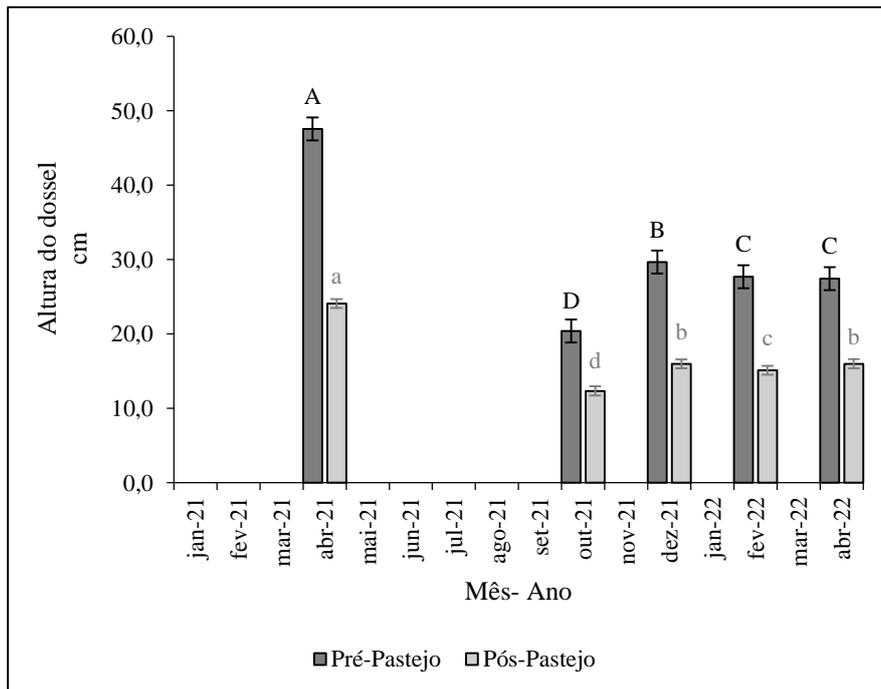
ε_{ijk} = Erro aleatório associado ao i-ésimo bloco no j-ésimo tratamento no k-ésimo ciclo avaliado.

4 RESULTADOS

Houve diferença entre os ciclos de pastejo para as variáveis Altura de dossel ($P < 0,01$), Massa de forragem total ($P < 0,01$), Massa total de forragem verde ($P < 0,01$) e Massa de forragem de gramínea ($P < 0,01$).

A Altura de dossel no pré-pastejo, após a formação da pastagem, foi maior no primeiro ciclo ($P < 0,01$), assim como a altura de pós-pastejo ($P < 0,01$). As menores alturas de pré e pós-pastejo ocorreram no segundo ciclo ($P < 0,01$), correspondente ao período de menor precipitação (Figura 1). A partir do terceiro ciclo as alturas de dossel no pré-pastejo se mantiveram entre 29,7 e 27,5 cm, de modo que não houve diferença ($P = 0,80$) de altura nos dois últimos ciclos. As alturas de pós-pastejo corresponderam em média 55,5% da altura de pré-pastejo (Figura 2).

Figura 2- Altura de dossel (cm) no momento de entrada e saída de pastejo em pastos consorciados, após o processo de formação de pastagem



Legenda: Períodos com médias seguidas pela mesma letra maiúscula (pré-pastejo) e minúscula (pós-pastejo) não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,10$).

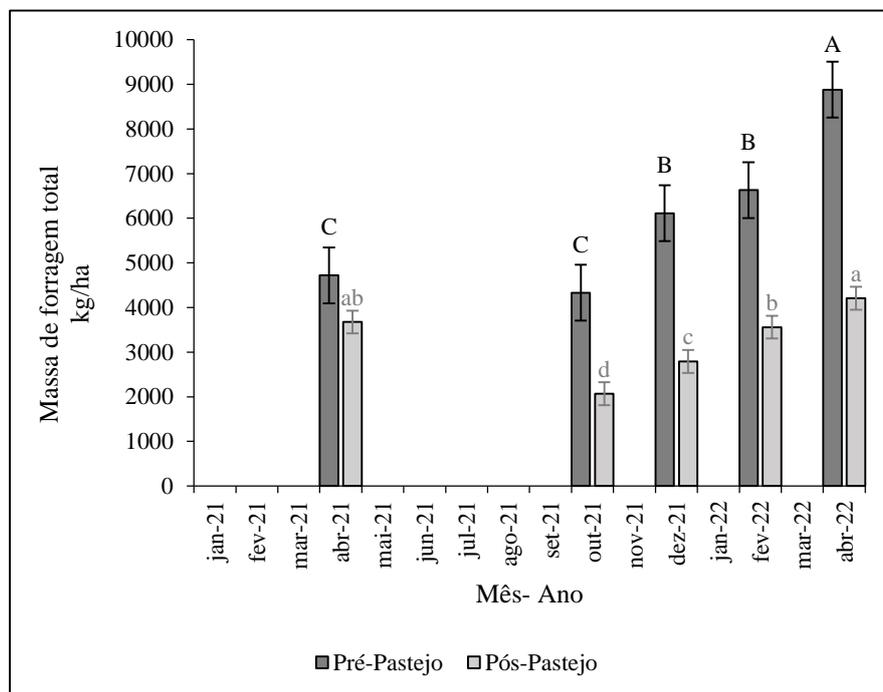
Fonte: Do autor (2023).

Houve aumento gradativo na Massa de forragem total (MFT) no pré-pastejo ao longo do tempo, sendo as menores MFT nos dois primeiros ciclos ($P < 0,01$), correspondendo a 4722 e 4331 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS, respectivamente; intermediária ($P < 0,01$) no terceiro e quarto ciclos

correspondendo a 6113 e 6631 kg.ha⁻¹ de MS, respectivamente; e maior ($P < 0,01$) no quinto ciclo com 8880 kg.ha⁻¹ de MS.

No pós-pastejo, as maiores MFT ocorreram no quinto e no primeiro ciclo ($P < 0,01$), de modo que neste último representou 78% da MFT de pré-pastejo, enquanto as demais MFT de pós-pastejo representaram em média 49% da MFT de pré-pastejo. As médias de MFT do primeiro e quarto ciclos não diferiram ($P = 0,71$) entre si (Figura 3).

Figura 3- Massa de forragem total (kg de MS.ha⁻¹) em pasto consorciados, após o processo de formação de pastagem



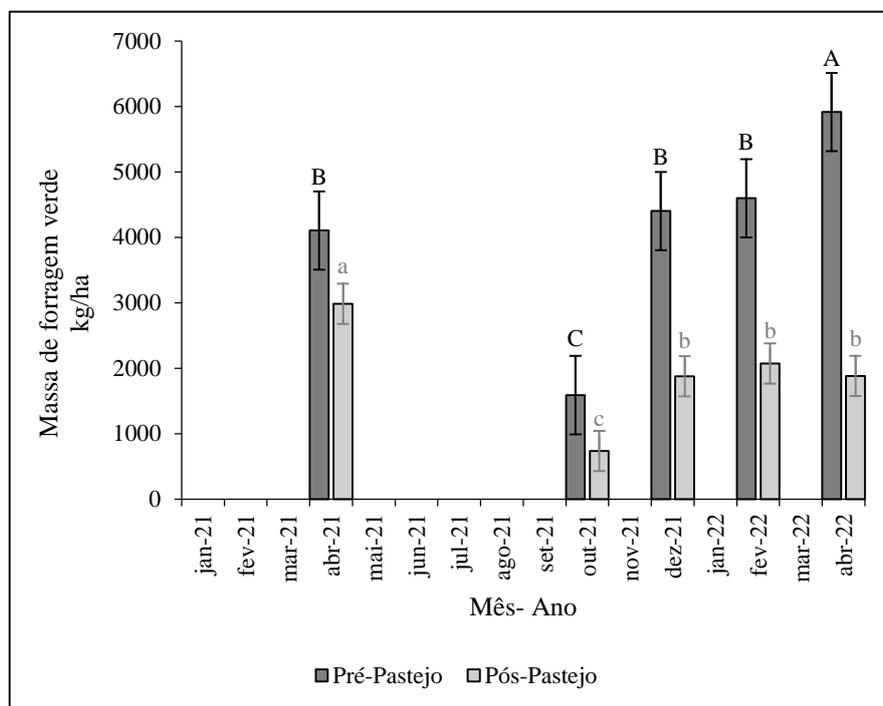
Legenda: Períodos com médias seguidas pela mesma letra maiúscula (pré-pastejo) e minúscula (pós-pastejo) não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,10$).

Fonte: Do autor (2023).

Observou-se maior Massa total de forragem verde (MFV) no pré-pastejo do quinto ciclo ($P < 0,001$), enquanto a menor foi observada no segundo ciclo ($P < 0,01$). O primeiro, terceiro e quarto ciclos não apresentaram diferença para MFV ($P = 0,15$).

No pós-pastejo, a maior MFV ocorreu no primeiro ciclo de pastejo ($P < 0,01$), enquanto a menor ocorreu no segundo ciclo ($P < 0,01$). Valores intermediários de MFV ocorreram nos três últimos ciclos, os quais não diferiram entre si ($P > 0,44$). A MFV de pós-pastejo representou 73% da MFV de pré-pastejo no primeiro ciclo, enquanto os demais apresentaram em média 41% (Figura 4).

Figura 4- Massa total de forragem verde ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS), após o processo de formação de pastagem



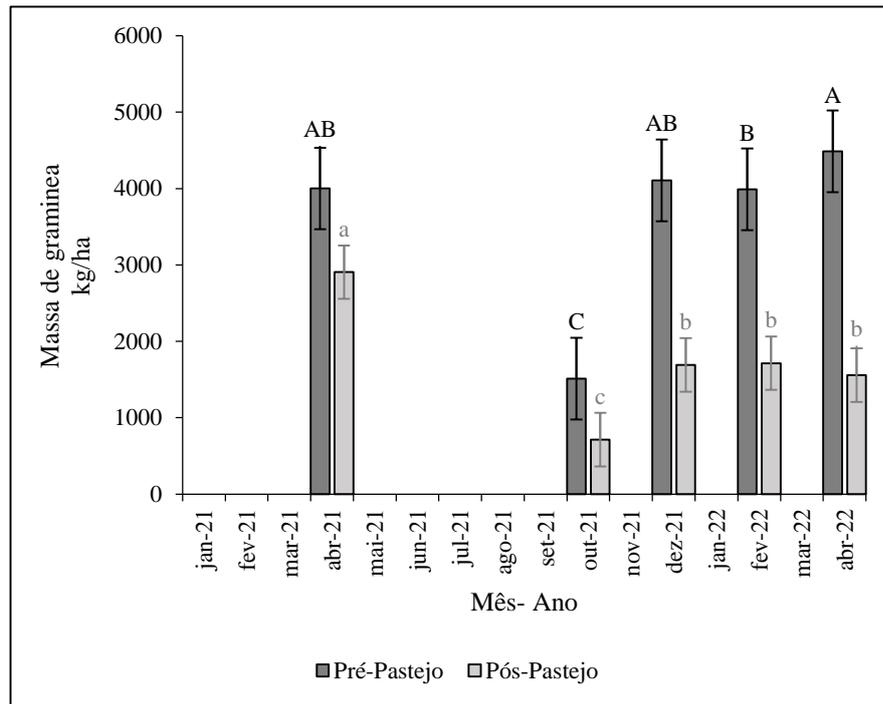
Legenda: Períodos com médias seguidas pela mesma letra maiúscula (pré-pastejo) e minúscula (pós-pastejo) não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,10$).

Fonte: Do autor (2023).

A Massa de forragem de gramínea (MFG) no pré-pastejo foi maior no quinto ciclo ($P < 0,01$), correspondendo a $4486 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS, e similar ($P > 0,11$) ao primeiro e terceiro ciclos. No segundo ciclo, que compreendeu um período de seca, a MFG apresentou-se inferior ($P < 0,01$) em relação aos demais ($1510 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS). O primeiro, terceiro e quarto ciclos não diferiram entre si ($P = 0,68$). Além disso, no pós-pastejo, a MFG foi maior no primeiro ciclo e menor no segundo ($P < 0,01$). Entretanto, nos três últimos ciclos as médias de MFG se mantiveram constantes ($P > 0,50$). A MFG de pós-pastejo representou em média 73% da MFG de pré-pastejo no primeiro ciclo. Considerando-se todos os ciclos, tal média representou 48% (Figura 5).

A Massa de material morto de gramínea (MMG) no pré-pastejo, apresentou redução de 24% com a inclusão de Java em pastagem de capim-marandu ($1796 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS), em comparação à não inserção da leguminosa ($2233 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS; $P = 0,06$).

Figura 5- Massa de forragem de gramínea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS), após o processo de formação de pastagem



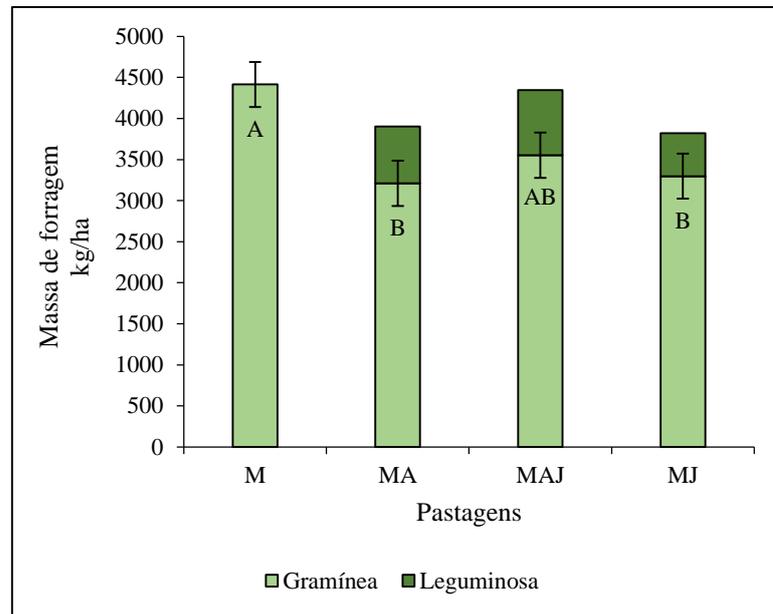
Legenda: Períodos com médias seguidas pela mesma letra maiúscula (pré-pastejo) e minúscula (pós-pastejo) não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,10$).

Fonte: Do autor (2023).

A MFG no tratamento controle foi semelhante ao tratamento MAJ ($P = 0,12$), entretanto, foi superior 37 e 34% em comparação aos tratamentos MA ($P = 0,03$) e GJ ($P = 0,05$), respectivamente. Os tratamentos que incluíam consórcio com leguminosas (MA, MAJ e MJ) não apresentaram diferença entre si ($P > 0,53$) para MFG (Figura 6).

Observou-se maior Taxa de acúmulo de gramínea (TAG) no tratamento controle em comparação aos demais. Os tratamentos com inclusão de leguminosas apresentaram TAG semelhantes ($P > 0,29$) entre si (Tabela 7).

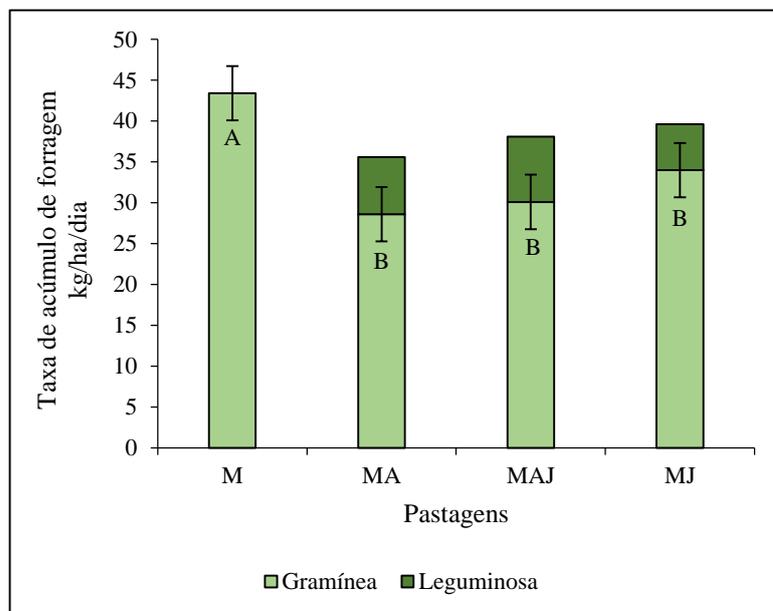
Figura 6- Massa de forragem de gramínea e leguminosas (kg.ha⁻¹ de MS), após o processo de formação de pastagem



Legenda: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,10$).

Fonte: Do autor (2023).

Figura 7- Taxa de acúmulo de forragem (kg.ha⁻¹.dia⁻¹) de gramínea e leguminosas, após o processo de formação de pastagem

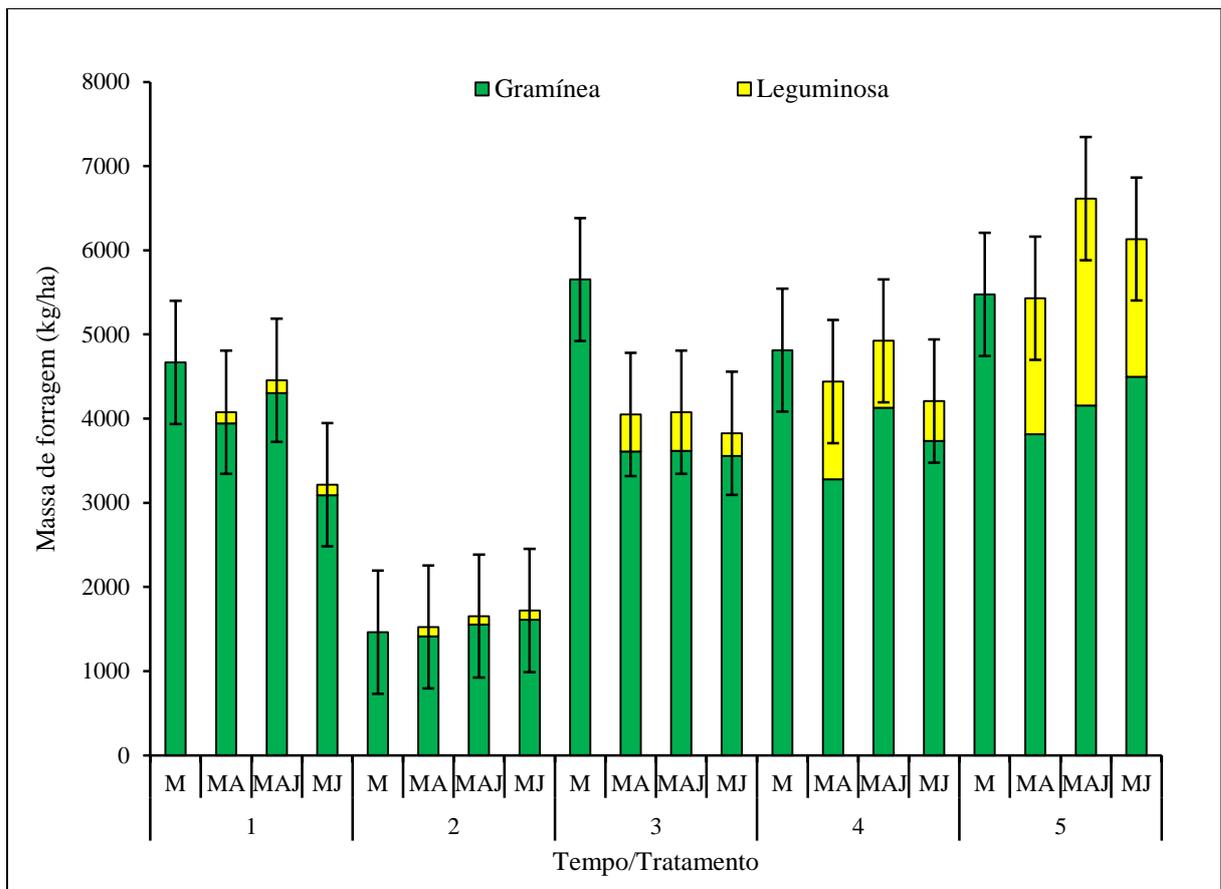


Legenda: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,10$).

Fonte: Do autor (2023).

Houve menor massa de forragem de gramínea e leguminosas (MFGL) em todos os tratamentos do segundo ciclo de pastejo ($P < 0,01$). No primeiro ciclo as proporções de leguminosas na MFGL foram de 3, 3 e 4%, para os tratamentos MA, MAJ e MJ, respectivamente, no quinto ciclo as proporções de leguminosa foram de 30, 37 e 27%, para os respectivos tratamentos (Figura 8).

Figura 8- Massa de forragem (kg.ha⁻¹ de MS) de gramínea e leguminosas ao longo do tempo, após o processo de formação de pastagem



Fonte: Do autor (2023)

5 DISCUSSÃO

A maior altura de pré-pastejo (Figura 2), no primeiro ciclo, se deve à formação da pastagem que não ocorreu uniformemente, até atingir a IL crítica (95%). O segundo ciclo de pastejo compreendeu um período de seca (Figura 1), o que ajuda a explicar as menores alturas de dossel que ocorreram nesse ciclo. A partir do terceiro ciclo as alturas de dossel no pré-pastejo se mantiveram entre 29,7 e 27,5 cm, corroborando com Gomes *et al.* (2018), que testaram quatro frequências de desfolhação, definidas pelos intervalos de tempo para o dossel atingir 90, 95 e 100% de interceptação luminosa e um intervalo fixo de 42 dias, em pastagem consorciada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com *Arachis pintoi* cv. Mandobi, e concluíram que as pastagens de capim-marandu e amendoim forrageiro devem ser manejados em uma altura de pré-pastejo de 24 a 30 cm .

As maiores densidades de massa de forragem são frequentemente encontradas nos estratos inferiores, próximo à base do dossel (SALMAN *et al.*, 2006), o que, no primeiro ciclo, pode ter resultado em maior proporção de MFT de pós-pastejo (78%) em relação à MFT de pré-pastejo, já que foi realizado manejo de pastejo de forma mais leniente neste ciclo. O primeiro ciclo de pastejo deve ser realizado antes da emissão de inflorescência, de forma leve e rápida, já que algumas plantas de capim podem ser arrancadas com o sistema radicular pelos bovinos (DIAS-FILHO, 2012).

O aumento gradativo da MFT, visto que a MFG (Figura 5) apresentou pouca variação ao longo do tempo, com exceção do segundo ciclo, pode ser explicado pelo aumento na proporção das leguminosas na MFGL (Figura 8). Misturas de gramínea e leguminosas em sistemas de pastagem podem trazer benefícios inerentes à FBN, que aumenta o rendimento total da colheita, o rendimento total de N e a qualidade da forragem (DA SILVA & PEREIRA, 2013).

A MFV e a MFG reduziram no segundo ciclo, cuja precipitação acumulada no período foi de pouco mais de 250 mm. A sazonalidade produtiva das espécies forrageiras e a seletividade por animais em pastejo geram consequências na massa de forragem (ALVIAREZ *et al.*, 2020). Esses fatores ajudam a explicar a redução nas massas de forragem no pré-pastejo, uma vez que no segundo ciclo a MFV e MFG diminuíram cerca de 61 e 62%, respectivamente, em relação ao primeiro ciclo.

É possível que tenha havido algum tipo de competição entre a gramínea e as leguminosas, haja visto que, a presença conjunta de espécies com diferenças morfofisiológicas provoca competitividade entre as mesmas, tanto acima quanto abaixo do solo, gerando respostas

em características de produção (GOMES *et al.*, 2018), o que explicaria a menor MFG nos tratamentos MA e MJ.

Além disso, a maior TAG do tratamento controle foi refletida em sua maior MFG. Apesar de os tratamentos controle e MAJ terem obtido maiores MFG, tal resultado não foi capaz de influenciar a MFT, pois a massa de leguminosas nos tratamentos consorciados compensou suas menores MFG. Nesse caso, a maior proporção de leguminosas pode melhorar o valor nutritivo na pastagem, visto que, a cultivar Java apresenta valores médios de proteína bruta na matéria seca em torno de 18 a 33% (PAIVA, 2007), já o amendoim forrageiro apresenta teores de proteína bruta, variando de 18,4 a 25,0% e digestibilidade *in vitro* da matéria seca variando de 65,7 a 72,1% (FERREIRA *et al.*, 2012).

Os resultados de massa e taxa de acúmulo de forragem, indicam que não houve o efeito esperado da cultivar Java, de se desenvolver inicialmente de forma mais rápida devido ao seu hábito de crescimento (CUNHA *et al.*, 2008; BODDEY *et al.*, 2020). Entretanto a cultivar apresentou 3, 6 e 7% da MFGL nos três primeiros ciclos, respectivamente. Dias (2017), encontrou proporções semelhantes (7,6%) com essa leguminosa em consórcio com *B. Brizantha* cv. Xaraés, após a formação da pastagem. Possivelmente a implementação da leguminosa por plantadeira tipo matraca pode ter causado adensamento e competição das plântulas, e aliado a condições climáticas iniciais, como a baixa pluviosidade (Figura 1), podem ter interferido no estabelecimento dessa leguminosa forrageira, a qual exige uma precipitação acima de 900 mm anuais (DIAS, 2017). Existem poucos dados sobre o uso de *M. axillare* cv Java em consórcio multiespécies, indicando a necessidade de realização de novos estudos para melhor conhecimento e compreensão de seu comportamento em tal sistema.

Cerca de 15 meses após a implantação das pastagens, todos os tratamentos consorciados do quinto ciclo atingiram a proporção ideal de leguminosas forrageiras na pastagem, entre 20 a 45% da MFT (CADISCH *et al.*, 1994; THOMAS, 1995). Considerando apenas o tratamento com amendoim forrageiro, o mesmo atingiu tal faixa no 13º mês, e apresentou 3,3, 7,3, 10,9, 26,1 e 29,8% de leguminosa na massa de forragem, respectivamente do primeiro ao quinto ciclo. Resultados similares, de aumento na proporção de leguminosa, foram encontrados por Tamele *et al.* (2018), em consórcio de capim-marandu e amendoim forrageiro, na mesma região geográfica do presente estudo.

Homem *et al.* (2021), relatam a contribuição total de FBN para o sistema de pastagem de 109 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N e um balanço positivo de N do sistema de 33 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N na mistura de amendoim forrageiro e capim-marandu. Ademais, a quantidade de N derivado de FBN presente variou de 15,1 kg.ha⁻¹ no inverno a 37,3 kg.ha⁻¹ no verão. Ao extrapolar os

dados de N derivado de FBN para o presente trabalho, tem-se o segundo ciclo, correspondendo ao período de inverno, com $2,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ de N e, o quarto ciclo, correspondendo ao período de verão, com $29,4 \text{ kg.ha}^{-1}$ de N. Isso demonstra que, com o estabelecimento da leguminosa, tem-se um agente fixador de N no solo e com o tempo pode-se converter na redução de adubação química a médio e longo prazo.

6 CONCLUSÃO

Misturas de leguminosas podem ser usadas como opção viável para formação de pastagens consorciada com gramínea por apresentar mesma MFT, compensando a menor MFG com massa de leguminosas.

O amendoim forrageiro apresentou proporções ideais na MFT cerca de 1 ano após a implementação das pastagens. A cultivar Java apresentou baixas proporções nos primeiros ciclos de pastejo, sendo necessário novos estudos com leguminosas de rápido estabelecimento para formação de pastos multiespécies.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. B.; MENEZES, R. C.; LARA, M. A. S.; CASAGRANDE, D. R.; BERNARDES, T. F. Residual effects of stylo on the morphogenetic and structural characteristics of palisadegrass pasture. **Grassland Science**, v.62, p.151-159. 2016. <https://doi.org/10.1111/grs.12126>
- ALVIAREZ, L. A. D. ; HOMEM, B. G. C.; COUTO, P. H.; DUBEUX, J. C. B.; BERNARDES, T. F.; CASAGRANDE, D. R.; LARA, M. A. S. Managing “Marandu” palisadegrass and calopo pastures based on light interception. **Grass and forage science**, v.75, n.4, p.447-461, 2020. <https://doi.org/10.1111/gfs.12501>
- ANDRADE, C. M. S. **Estratégias de manejo do pastejo para pastos consorciados nos trópicos**. Embrapa Acre-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2009.
- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. G. Dynamics of sward condition and botanical composition in mixed pastures of marandugrass, forage peanut and tropical kudzu. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 41, p. 501-511, 2012.
- ANDRADE, C. M. S.; DE ASSIS, G. M. L.; FERREIRA, A. S. Eficiência de longo prazo da consorciação entre gramíneas e leguminosas em pastagens tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. Dimensões tecnológicas e sociais da Zootecnia: **anais...**, 2015.
- ASSIS, G.M.L. **Produção de sementes de *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi no Acre**. Embrapa Acre, set. 2011. Sistemas de Produção, ISSN 1679-1134 (versão eletrônica). Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoif6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column2&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=3830&p_r_p_996514994_topicoId=3820> Acesso: 28/08/2021.
- BARCELLOS, RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 51-67, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300008>
- BARTHAM, G. T. Experimental techniques: The HFRO sward stick. In M. M. Alcock (Ed.), **Biennial report of the hill farming research organization**. Midlothian, Scotland: HFRO, p. 29-30, 1985.
- BARTON L.; BUTTERBACH-BAHL K.; KIESE R.; MURPHY D. V. Nitrous oxide fluxes from a grain-legume crop (narrow-leaved lupin) grown in a semiarid climate. **Global Change Biology**, v.17, p.1153-1166, 2011.
- BLACK, A. D.; LAIDLAW, A. S.; O’KIELY, P. Comparative growth and management of white and red clovers. **Irish Journal of Agriculture and Food Research**, v.48, p.149-166, 2009.
- BODDEY, R. M.; CASAGRANDE, D. R.; HOMEM, B. G. C.; ALVES, B. J. R. Forage legumes in grass pastures in tropical Brazil and likely impacts on greenhouse gas emissions:

A review. **Grass and Forage Science**. v. 75, n. 4, p. 357-371, 2020.
<https://doi.org/10.1111/gfs.12498>

CADISCH, G.; SCHUNKE, R.M. & GILLER, K.E. (1994) – Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. **Tropical Grasslands**, vol. 28, n. 1, p. 43-52.

CANTARUTTI, R. B.; BODDEY, R. M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG UFV, p. 431-445, 1997.

CARLSSON, G.; HUSS-DANELL, K. Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. **Plant and Soil**, v.253, p.353- 372, 2003.

CASAGRANDE, D. R.; LARA, M. A. S.; VIEIRA, B. R. Leguminosas de clima tropical e subtropical. In: REIS et al. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2014, p. 137-154.

CUNHA, A. J.; SANTOS, J. C. F.; RIBEIRO, A. A. Potencialidade de leguminosas como cobertura verde de solo do café em produção. In.: 34º Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras. **Anais...** Caxambu, MG. Embrapa Café, 3p., 2008.

DA SILVA, S. C.; PEREIRA, L. E. T. Desafios e perspectivas do manejo do pastejo em pastos consorciados: uma reflexão. In.: As forrageiras e as suas relações com o solo, o ambiente e o animal. **Anais...**Lavras: UFLA, p. 63-75, 2013.

DEMINICIS, B. B. **Leguminosas Forrageiras Tropicais: Características importantes, recursos genéticos e causas dos insucessos de pastagens consorciadas**. 1 ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, Universidade Federal de Viçosa, 167p, 2009.

DIAS, D. L. S. **Características produtivas e fisiológicas das cultivares Java e Xaraés submetidas ou não a adubação nitrogenada e ao consórcio**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2017.

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das pastagens brasileiras**. Documentos 402. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. 36 p. 2014.

DIAS-FILHO, M. B. **Formação e Manejo de Pastagens**. Comunicado Técnico 235. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. 9p. 2012.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; INTERRANTE, S. M.; VENDRAMINI, J. M. STEWART JR, B., R. L. Litter decomposition and mineralization in bahiagrass pastures managed at diferente intensities. **Crop Science**, Madison, v. 46, p. 1305-1310, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. (Documento, 21). Campo Grande: Embrapa, 31 p., 1985.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B; Difante, G. S.; Barbosa, R. A.; Cacere E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria*

brizantha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.98-106, 2009.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000100014>

FAZOLIN, M.; VASCONCELOS, G. J. N.; LIMA, É. F. B.; SANTOS, R. S.; AZEVEDO, H. N. **Reconhecimento de artrópodes de importância econômica para o amendoim forrageiro**. Documento 137. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 64p., 2015.

FAVERJON, L.; ESCOBAR-GUTIÉRREZ; A. J., LITRICO, I.; LOUARN, G. Conserved potential development framework applies to shoots of legume species with contrasting morphogenetic strategies. **Frontiers in Plant Science**, v.8, 405p, 2017
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00405>

FERREIRA, A. L.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L.G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; OLIVEIRA, L. S.; PEREIRA, J. M. Nutritional divergence in genotypes of forage peanut. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 856-863, 2012.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000400005>.

FREITAS, A.D.S.; SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.R; FRAGA, V.S. Nodulation and nitrogen fixation of caatinga forage species grown in soils of the semiarid area of Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, p.1856-1861, 2011.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000900003>

FREITAS, D.A.; FREITAS, I.C.; FRAZÃO, L.A.; ARAUJO, N.C.A.; SILVA, L.R.D.; SANTOS, M.V. Atributos físicos do solo sob diferentes usos da terra do Cerrado de Minas Gerais. **Braz. J. Anim. Environ. Res.**, v.3, n.4, p.3867-3882, 2020.
<https://doi.org/10.34188/bjaerv3n4-086>

FIGUEIRÊDO, A. J. **Consórcio do Java ou Estilosantes com capim Xaraés**. Itapetinga, Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2019.

GERDES, L; BARBOSA, C. M. P.; GIACOMINI, A. A.; MATTOS W. T.; GIMENES F. M. A.; BATISTA, K.; UZAN, B. Z. Introduction of forage legumes into Aruana Guineagrass pasture. **Boletim De Indústria Animal**, v.77, p.1-10, 2020.
<https://doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1472>

GOMES, F. K., OLIVEIRA, M. D. B. L., HOMEM, B. G. C., BODDEY, R. M., BERNARDES, T. F., GIONBELLI, M. P., LARA, A. S. L.; CASAGRANDE, D. R. Effects of grazing management in brachiaria grass-forage peanut pastures on canopy structure and forage intake. **Journal of Animal Science**, v. 96, p. 3837–3849, 2018.
<https://doi.org/10.1093/jas/sky236>

HOMEM, B. G. C.; ROSA, A. D.; FERREIRA, I M.; CRUVINEL, I. A. F.; LARA, M. A. S.; BERNARDES, T. F.; CASAGRANDE, D. R. Increasing the population of forage peanut in a mixed pasture by controlling the canopy height. **Grass and Forage Science**. v.74, p. 571-575, 2019. <https://doi.org/10.1111/gfs.12498>

HOMEM, B. G. C.; DE LIMA, I. B. G.; SPASIANI, P. P.; GUIMARÃES, B. C.; GUIMARÃES, G. D.; BERNARDES, T. F.; REZENDE, C. P.; BODDEY, R. M.; CASAGRANDE, D. R. N-fertiliser application or legume integration enhances N cycling in

tropical pastures. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 121, p.167–190, 2021.
<https://doi.org/10.1007/s10705-021-10169-y>

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:
<https://portal.inmet.gov.br/servicos/esta%C3%A7%C3%B5es-convencionais>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

JANK, L.; BARRIOS, S. C.; DO VALLE, C. B.; SIMEÃO, R. M.; ALVES, G. F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v.65, p.1132–1137, 2014. <https://doi.org/10.1071/CP13319>

LEDGARD S. F.; STEELE K.W. Biological nitrogen fixation in mixed legume-grass pastures. **Plant and Soil**, v.141, p.137- 153, 1992.

MIRANDA, C. H.; VIEIRA, A.; CADISCH, G. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis spp.*) por intermédio da abundância natural de 15N. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, supl.2, p.1859-1865, 2003.

MONTENEGRO, R.; PINZÓN, B. **Maní forrajero (*Arachis pintoi* Krapovickas e Gregory)**: una alternativa para el sostenimiento de la ganaderia en Panamá. Panamá: IDIAP, 20 p., 1997.

PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; GOMIDE, C.A.M.; FERNANDES, P.B.; ROCHA, W.S.D.; MÜLLER, M.D.; ROSSIELLO, R.O.P. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Sci. Agric.** v.67, p.401–407, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000500014>

PAIVA, A. S. **Disponibilidade hídrica na germinação de sementes e no crescimento de plântulas da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* (E. Mey) Verdc. cv. Java**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007.

PAIVA, A. S.; RODRIGUES, T. J. D.; CANCIAN, A. J.; LOPES, M. M.; FERNANDES, A. C. Qualidade física e fisiológica de sementes da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* cv. Java. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.130-136, 2008.

ROCHETTE P.; JANZEN, H. H. Towards a revised coefficient for estimating N₂O emissions from legumes. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.73, p.171- 179, 2005.

SÁ JÚNIOR, A.; DE CARVALHO, L. G.; DA SILVA, F. F.; CARVALHO ALVES, M. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theor Appl Climatol** v.108, p.1-7, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0507-8>
 SALMAN, A. K. D.; SOARES, J. P. G.; CANESIN, R. C. **Métodos de amostragem para avaliação quantitativa de pastagens**. Circular técnica 84. Embrapa Rondônia. Porto Velho, RO. 6p. 2006.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT™ SAS user's guide for windows environment. 2012.
 SUTER, M.; CONNOLLY, J.; FINN J. A.; LOGES, R.; KIRWAN, L.; SEBASTIÀ, M. T.; LÜSCHER, A. Nitrogen yield advantage from grass-legume mixtures is robust over a wide

range of legume proportions and environmental conditions. **Global Change Biology**, v. 21: p.2424-2438, 2015.

TAMELE, O. H., LOPES DE SÁ, O. A. O., BERNARDES, T. F., LARA, M. A. S. & CASAGRANDE, D. R. Optimal defoliation management of brachiaria grass–forage peanut for balanced pasture establishment. **Grass and Forage Science**, v.73, p.522–531, 2018. <https://doi.org/10.1111/gfs.12332>

THOMAS, R. J. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. **Plant and Soil**, v.174, p.103-118, 1995. <https://doi.org/10.1007/BF00032243>

TRANNIN, W.; URQUIAGA, S.; GUERRA, G.; IBIJBIJEN, J.; CADISCH, G. Interspecies competition and N transfer in a tropical grass-legume mixture. **Biology and Fertility of Soils**. v.32, p.441-448, 2000. <https://doi.org/10.1007/s003740000271>

VALLE, C. B; MACEDO, C. M. M; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L; RESENDE, R. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FOSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, Cap.1, p. 30-77, 2010.