

PRODUÇÃO DE RUMINANTES EM SISTEMAS INTEGRADOS

1º Edição



Alan Figueiredo de Oliveira
Lúcio Carlos Gonçalves

FEPE

Alan Figueiredo de Oliveira

Lúcio Carlos Gonçalves

**PRODUÇÃO DE
RUMINANTES EM
SISTEMAS
INTEGRADOS**

1º edição

Belo Horizonte

FEPE

2021

Capa: Brisa Márcia Rodrigues Sevidanes

Agradecimento à fazenda Canoas (Curvelo-Minas Gerais) pelas imagens cedidas para a capa do livro

Correção ortográfica: Professora Giovanna Spotorno Moreira

O48p Oliveira, Alan Figueiredo de.
Produção de ruminantes em sistemas integrados/ Alan Figueiredo de
Oliveira, Lúcio Carlos Gonçalves. - 1. ed.- Belo Horizonte: FEPE, 2021.

494 p.:il.

Bibliografia: p.: 22 - 493.
ISBN: 978-65-994630-0-6.
Formato: Livro Digital.

1. Agricultura - 2. Alimentos - 3. Agropecuária - 4. Produtos agrícolas - I. Oliveira, Alan Figueiredo de - II. Gonçalves, Lúcio Carlos - III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - IV. Título.

CDD – 630

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

Autores

Alan Figueiredo de Oliveira

Técnico em Zootecnia – IFET Campus Rio Pomba (2011); Médico Veterinário – EV-UFMG (2018); Mestre em Zootecnia (Produção de Ruminantes) – EV-UFMG (2020); Doutorando em Zootecnia (Produção de Ruminantes) – EV-UFMG.

Ângela Maria Quintão Lana

Agrônoma - UFV (1988); Mestre e Doutora em Genética e Melhoramento – UFV (1996); Pós doutorado - University of Florida (2014); Professora Titular da EV-UFMG.

Brisa Márcia Rodrigues Sevidanes

Graduanda em Medicina Veterinária EV-UFMG.

Daniela Aparecida Barroso Siste

Zootecnista – UFV (1997); Mestre em Zootecnia (Nutrição de ruminantes) – EV-UFMG (2001); Doutoranda em Zootecnia (Produção de Ruminantes) – EV-UFMG.

Daniel Ferreira Mello de Oliveira

Médico Veterinário – EV-UFMG (2020); Mestrando em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG.

Diogo Gonzaga Jayme

Médico Veterinário – EV-UFMG (2001); Mestre em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG (2003); Doutor em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG (2007); Professor Associado da EV-UFMG.

Frederico Patrus Ananias de Assis Pires

Médico Veterinário – EV-UFMG (2018); Mestre em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG (2020); Doutorando em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG.

Guilherme Lobato Menezes

Médico Veterinário – PUC-MG (2014); Mestre em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG (2020); Doutorando em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG.

Gustavo Henrique Silva Camargos

Graduando em Medicina Veterinária EV-UFMG.

João Vitor Araújo Ananias

Graduando em Medicina veterinária - FUNORTE

Lúcio Carlos Gonçalves

Agrônomo - UFV (1974); Mestre em Zootecnia – EV-UFMG (1977); Doutor em Zootecnia – UFV (1987); Professor Titular da EV-UFMG.

Matheus Anchieta Ramirez

Técnico em Agropecuária – CEDAF Campus Florestal (2002); Médico Veterinário – EV-UFMG (2008); Mestre em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG (2010); Doutor em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG (2011); Professor Associado da EV-UFMG.

Pamella Grossi de Sousa

Técnica em Zootecnia – IFET Campus Rio Pomba (2013); Zootecnista – IFET Campus Rio Pomba (2018); Mestre em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG (2020) e Doutoranda em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG.

Rafael Araújo de Menezes

Médico Veterinário – EV-UFMG (2018); Mestrando em Zootecnia (Nutrição de Ruminantes) – EV-UFMG.

SUMÁRIO

Capítulo 1 - SITUAÇÃO ATUAL E DESAFIOS DOS SISTEMAS INTEGRADOS

Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes **1**

Capítulo 2 - CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DAS PASTAGENS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO PECUÁRIA-FLORESTA

Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes **26**

Capítulo 3 - VALOR NUTRITIVO DAS PASTAGENS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO PECUÁRIA-FLORESTA

Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes **49**

Capítulo 4 - UTILIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS EM SISTEMAS INTEGRADOS

Guilherme Lobato Menezes; Diogo Gonzaga Jayme; Alan Figueiredo de Oliveira; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes **69**

Capítulo 5 - DESEMPENHO DE GADO DE CORTE EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO PECUÁRIA-FLORESTA

Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes **93**

Capítulo 6 - DESEMPENHO DE GADO LEITEIRO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO PECUÁRIA-FLORESTA	
<i>Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes</i>	109
<hr/>	
Capítulo 7 – ESTRESSE TÉRMICO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES EM CLIMA TROPICAL	
<i>Rafael Araújo de Menezes; Matheus Anchieta Ramirez; Lúcio Carlos Gonçalves; Alan Figueiredo de Oliveira; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Guilherme Lobato Menezes; Pamella Grossi de Sousa; Brisa Márcia Rodrigues Sevidanes</i>	130
<hr/>	
Capítulo 8 - DESEMPENHO VEGETAL EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA	
<i>Pamella Grossi de Sousa, Diogo Gonzaga Jayme, Lúcio Carlos Gonçalves, Alan Figueiredo de Oliveira, Rafael Araújo de Menezes, Guilherme Lobato Menezes, Frederico Patrus Ananias de Assis Pires, Matheus Anchieta Ramirez</i>	160
<hr/>	
Capítulo 9 - DESEMPENHO DE BOVINOS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA	
<i>Pamella Grossi de Sousa, Diogo Gonzaga Jayme, Lúcio Carlos Gonçalves, Alan Figueiredo de Oliveira, Rafael Araújo de Menezes, Guilherme Lobato Menezes, Frederico Patrus Ananias de Assis Pires, Matheus Anchieta Ramirez</i>	182
<hr/>	
Capítulo 10 - CAPACIDADE DE USO DOS SOLOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO INTEGRADOS	
<i>Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Matheus Anchieta Ramirez; Lúcio Carlos Gonçalves; Alan Figueiredo de Oliveira; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes; Pamella Grossi de Sousa; Gustavo Henrique Silva Camargos</i>	203

Capítulo 11 - EMISSÃO E PRODUÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA NA PECUÁRIA

Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Matheus Anchieta Ramirez; Lúcio Carlos Gonçalves; Alan Figueiredo de Oliveira; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes; Pamella Grossi de Sousa; Daniel Ferreira Mello de Oliveira **230**

Capítulo 12 – ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DA PRODUÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA E OS SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO

Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Matheus Anchieta Ramirez; Lúcio Carlos Gonçalves; Alan Figueiredo de Oliveira; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes; Pamella Grossi de Sousa; João Vitor Araújo Ananias **256**

Capítulo 13 - ESTOQUES DE CABONO EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS OCUPADOS COM PASTAGEM E LAVOURA

Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes **291**

Capítulo 14 - ESTOQUES DE CABONO EM AGROFLORESTAS E AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS

Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes **335**

Capítulo 15 - COMO REALIZAR A ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMAS INTEGRADOS

Guilherme Lobato Menezes; Diogo Gonzaga Jayme; Alan Figueiredo de Oliveira; Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes **361**

Capítulo 16 – PLANEJAMENTO E GESTÃO POR INDICADORES EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO

380

*Guilherme Lobato Menezes; Diogo Gonzaga Jayme; Alan Figueiredo de Oliveira;
Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa;
Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes*

Capítulo 17 - EXTENSÃO RURAL E SUAS CONEXÕES COM OS SISTEMAS INTEGRADOS

396

*Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos
Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus
Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes*

Capítulo 18 - ÓRGÃOS E POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE OS SISTEMAS INTEGRADOS

421

*Rafael Araújo de Menezes; Matheus Anchieta Ramirez; Lúcio Carlos Gonçalves;
Alan Figueiredo de Oliveira; Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Guilherme
Lobato Menezes; Pamella Grossi de Sousa; Brisa Márcia Rodrigues Sevidanes*

Capítulo 19 - OS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO DIANTE DA EXIGÊNCIA DA SUSTENTABILIDADE

451

*Matheus Anchieta Ramirez; Alan Figueiredo de Oliveira; Daniela Aparecida
Barroso Siste; Lúcio Carlos Gonçalves; Pamella Grossi de Sousa; Frederico
Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato
Menezes*

CAPÍTULO 4

UTILIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS EM SISTEMAS INTEGRADOS

*Guilherme Lobato Menezes; Diogo Gonzaga Jayme; Alan Figueiredo de Oliveira;
Lúcio Carlos Gonçalves; Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa;
Frederico Patrus Ananias de Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes*

RESUMO

No Brasil, a maioria das pastagens são exploradas em sistemas de monocultivo. Os dados produtivos são muito heterogêneos e a degradação das pastagens marca um cenário representado por grande volume de produção, mas com baixa produtividade. Esse cenário é justificado pelo não investimento na manutenção da fertilidade do solo e pelo uso de carga animal desajustada. A maior parte dos solos no Brasil apresentam características de baixa fertilidade em alguns macronutrientes primários, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Desses macronutrientes, estima-se que o N foi responsável por cerca de 40% no aumento da produção agrícola nos últimos 50 anos. Parte desse problema pode ser solucionado de forma sustentável, por meio da fixação biológica do N realizada por leguminosas nos sistemas produtivos. Além de aumentar a fertilidade do solo, estas apresentam bom valor nutricional e são importantes fontes proteicas na dieta de ruminantes. Portanto, o conhecimento das particularidades produtivas dessas forrageiras proporciona sua utilização adequada e estratégica nos sistemas produtivos.

INTRODUÇÃO

A produção de bovinos no Brasil é destaque no cenário mundial. O país possui características edafoclimáticas favoráveis à produção animal, que impulsiona o crescimento do país a cada ano. Outros fatores como as grandes extensões de terra e o menor custo produtivo também favorecem a produção animal em pasto. Entretanto, os dados produtivos são muito heterogêneos e a produtividade no país está abaixo do potencial. As pastagens são exploradas em monoculturas e mais de 90 milhões de hectares (ha) são formados por forragens de origem africana, as principais delas do gênero *Urochloa* spp. (Boddey *et al.*, 2006; Dubeux *et al.*, 2017). Essas pastagens se encontram muitas vezes em elevados estágios de degradação, que podem impactar a produção da forragem em quantidade e qualidade (Paciullo *et al.*, 2014).

Além do monocultivo, as propriedades, em geral, não investem na manutenção da fertilidade do solo, o que ocasiona degradação pela má utilização. As adubações de formação e manutenção representam um elevado custo para as propriedades, principalmente a adubação nitrogenada. Muitas vezes a decisão de adubação está ligada ao preço de venda dos produtos (Dubeux *et al.*, 2017) e as gramíneas precisam ser manejadas adequadamente de forma sustentável.

O consórcio de gramíneas com leguminosas pode reduzir a compra de fertilizantes nitrogenados por fixar e disponibilizar nitrogênio (N) para a pastagem. Essa fixação ocorre por meio da simbiose das leguminosas com bactérias do gênero *Rhizobium*. A disponibilização desse N para a planta possibilita aumento na produção das forrageiras e na capacidade de suporte das pastagens. Essa simbiose pode fixar de 98 a 135 kg N/ha/ano (Cantarutti e Boddey, 1997; Cantarutti *et al.*, 2002; Aroeira *et al.*, 2005; Paciullo *et al.*, 2014; Boddey *et al.*, 2015).

A maior disponibilidade de N e o melhor desempenho das forrageiras em sistemas que utilizam leguminosas podem possibilitar melhor desempenho animal. Tais melhorias são observadas na maior fertilidade do solo e na melhor produção e valor nutritivo da pastagem. Essas pastagens consorciadas apresentam maiores concentrações de proteína bruta (PB) e frações fibrosas de melhor qualidade comparadas às forrageiras tropicais não consorciadas (Paciullo *et al.*, 2014; Cardoso *et al.*, 2016).

No entanto, os benefícios são acompanhados de desafios inerentes à produção do pasto, como a longevidade do estande forrageiro e a melhor utilização pelos animais. A longevidade do pasto pode ser prejudicada por falhas de manejo, competição entre espécies, seletividade sobre os componentes morfológicos de cada espécie, desconhecimento do manejo por parte dos produtores e adubação inadequada. O conhecimento dessas limitações possibilita a escolha de leguminosas adequadas ao sistema produtivo (Aroeira *et al.*, 2005; Casagrande *et al.*, 2013; Paciullo *et al.*, 2014). Objetivou-se avaliar os benefícios que a utilização do consórcio entre pastagem e leguminosa pode ocasionar na produção forrageira e animal, bem como discutir os desafios da utilização desse sistema nas propriedades rurais.

FIXAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DO NITROGÊNIO NO SOLO

As condições edafoclimáticas e a disponibilidade de terra do Brasil permitem grande produção animal e vegetal em pastagens. Entretanto, a maior parte dos solos

apresentam características de baixa fertilidade em alguns macronutrientes primários, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (Jardim *et al.*, 2018).

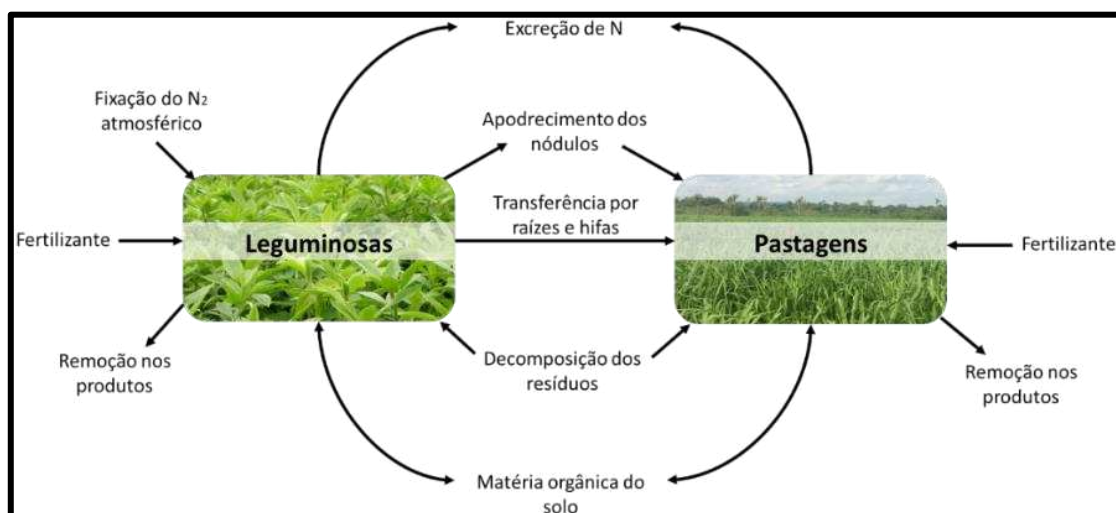
A dependência de fertilizantes industrializados aumenta os custos de produção nas propriedades e pode causar danos aos ecossistemas por meio da emissão de gases de efeito estufa (Huang *et al.*, 2017). Esses fertilizantes são muito utilizados, por contribuírem na atividade agropecuária. Estima-se que o uso de fertilizantes à base de macronutrientes como o N foi responsável por cerca de 40% do aumento da produção agrícola nos últimos 50 anos. O N pode ser fixado naturalmente com o auxílio de microrganismos que constituem a microbiota do solo. Essas bactérias fixadoras de nitrogênio auxiliam na fixação de N no solo e o disponibilizam para outras plantas, em um processo de simbiose (Jardim *et al.*, 2018).

A maior parte do N (78%) disponível na atmosfera está na forma de N_2 , não disponível nutricionalmente para as forrageiras. Os microrganismos fixadores de N são capazes de reduzir o N_2 para a forma inorgânica combinada NH_3 , que fica disponível para as plantas. Esse processo é nomeado fixação biológica do N e permite fornecer pelo menos 65% do N exigido pelas leguminosas (Peoples *et al.*, 2012).

Bactérias do gênero *Rhizobium* associadas a leguminosas fixam nitrogênio no solo pelo processo simbiótico descrito acima. A bactéria usa a energia do metabolismo fotossintético da leguminosa e esta se beneficia do nitrogênio fixado pela bactéria. Nesse processo, ocorre a formação de nódulos que funcionam como raízes laterais (Carvalho, 1986; Grobelak *et al.*, 2015). As pastagens se beneficiam do consórcio com as leguminosas por meio de um processo cíclico em que são observados: aumento do nitrogênio disponibilizado, produtividade forrageira, maior decomposição de matéria orgânica e aumento da biodiversidade do solo (Figura 1).

A capacidade de fixação de nitrogênio no solo pode variar conforme o tipo de leguminosa utilizada (Tabela 1). Essa capacidade não deve ser utilizada como o principal parâmetro na escolha da espécie de leguminosa a ser implementada no consórcio. Embora a fixação de N seja importante, um dos maiores insucessos da técnica é a baixa persistência das leguminosas. Assim, mais atenção deve ser dada a manejos que aumentem a persistência dessas leguminosas. No entanto, esse parâmetro auxilia na escolha em condições de adaptabilidade semelhante entre as espécies.

Figura 1. Fluxos de N em sistemas consorciados e utilização de leguminosas fixadoras de N₂ como fonte de adubação



Fonte: Adaptado de Wilson (1988).

Tabela 1. Exemplo da capacidade de fixação de N no solo por algumas leguminosas

Leguminosas	Capacidade de fixação (kg/ha/ano)
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)	33 – 297
Calopogonio (<i>Calopogonium mucunoides</i>)	64 – 450
Guandu (<i>Cajanus cajans</i>)	7 – 235
Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	400 – 900
Kudzu tropical (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	100
Estilosantes (<i>Stylosanthes</i> sp.)	20 – 263
Soja (<i>Glycine max</i>)	17 – 450

Fonte: Adaptado de Calegari *et al.* (1993); Hardarson (1993); Peoples *et al.* (1995), citado por Moreira e Siqueira (2006).

BENEFÍCIOS DAS LEGUMINOSAS NAS PASTAGENS E ASPECTOS RELACIONADOS AO SUCESSO DO CONSÓRCIO

Em alguns cenários econômicos, os produtores optam por não realizar adubação de manutenção nas pastagens. Essa falta de adubação associada a altas taxas de lotação animal são as principais causas do processo de declínio produtivo das pastagens (Boddey *et al.*, 2004). Nos sistemas de pastejo, geralmente a extração do N é muito superior à reposição. Esse déficit de N torna necessária a suplementação via adubos nitrogenados, que representam o maior custo da propriedade com adubação (Casagrande *et al.*, 2013). Além disso, os agricultores são resistentes em adicionar fertilizantes nitrogenados devido a questões operacionais. Sabe-se que o N é volátil e sujeito à lixiviação, o que exige duas a três aplicações ao ano para ter melhor eficiência.

Uma alternativa para esse problema é a implementação de leguminosas nas pastagens. Esse consórcio objetiva aproveitar os efeitos benéficos da simbiose entre a raiz da leguminosa e as bactérias dos gêneros *Bradirhizobium* e/ou *Rhizobium*, que fixam N da atmosfera. Entretanto, a viabilidade econômica dessa prática depende da persistência da leguminosa no pasto ao longo dos anos (Casagrande *et al.*, 2013; Pereira *et al.*, 2020). As leguminosas possuem hábito de crescimento variado, podendo ser arbustivas, arbóreas e herbáceas, e o sucesso do consórcio com as gramíneas depende das interações ecofisiológicas entre as espécies.

A fixação e o posterior aumento do N no solo ocorrem pela transferência do nitrogênio por meio da decomposição das raízes, dos nódulos, das folhas e dos ramos, bem como da senescência, dos excrementos animais e da transferência direta mediante micorrizas e lixiviação de N das folhas (Burton *et al.*, 1983; 't Mannetje, 1997). Segundo Carvalho (1986), são necessários 30 kg de massa seca para fixar 1 kg de N e, nesse cenário, a escolha de uma forrageira com alta capacidade produtiva é fundamental para adição de grande volume de N no sistema. Outros aspectos positivos da utilização de leguminosas são presença de raiz pivotante profunda, conservação do solo por cobertura, aumento da diversidade e abundância de insetos polinizadores e invertebrados, presença de metabólitos secundários particulares, ampla diversidade taxonômica e genética (Phelan *et al.*, 2015; Schultze-Kraft *et al.*, 2018). Segundo Lewis *et al.* (2005), a família Fabaceae, à qual as leguminosas pertencem, possui aproximadamente 727 gêneros e 19.325 espécies.

Um dos problemas relatados em pastagens com leguminosas é a baixa persistência destas ao longo dos anos. Algumas espécies de leguminosas apresentam alta concentração de taninos condensados. Esses taninos possuem baixa palatabilidade e levam ao baixo consumo das leguminosas (Cadisch *et al.*, 1996). Entretanto, é preciso encontrar um ponto de equilíbrio, considerando que altas concentrações de tanino podem inibir o consumo da leguminosa e aumentar a competição com as gramíneas. Norton e Ahn (1997) demonstraram que, em forragens com alta concentração de taninos, podem ser formados complexos tanino-proteína e pode ser diminuída a solubilidade proteica no rúmen, o que aumenta as concentrações de proteína não degradável no rúmen, com benefícios sobre a produção e o desempenho animal.

A utilização de leguminosas em pastagens tropicais ainda fornece maior aporte de PB para os animais e maior produção de forragem devido à fixação biológica de nitrogênio. Esse aumento do volume e da qualidade do pasto aumenta a capacidade de

suporte das propriedades (Santos *et al.*, 2002). Um estudo realizado no nordeste do Brasil avaliou a produção de massa de forragem, em sistemas consorciados de *Arachis pintoi* e *Urochloa brizantha* cv. Marandu e em sistemas de monocultivo, com a mesma gramínea adubada com 120 kg de N/ha. Nesse estudo, observou-se maior massa de forragem no sistema consorciado, evidenciando-se a eficiência da fixação de nitrogênio por leguminosa, quando comparado aos métodos tradicionais de aplicação (Pereira *et al.*, 2020).

Outro aspecto positivo da utilização de leguminosas é a fixação biológica de N que auxilia na redução da emissão de óxido nitroso (N₂O). A emissão de N₂O é agravada pelo uso excessivo de fertilizantes industriais nitrogenados. Há relatos de forte relação entre a utilização de fertilizante industrial e a emissão de N₂O prejudicando a sustentabilidade do sistema produtivo (Dobbie e Smith, 2001).

Além da redução de N₂O, a utilização das leguminosas possibilita a redução de outros gases de efeito estufa, como o metano (CH₄). Esse tema não será abordado neste capítulo, mas é válido ressaltar que, apesar de as emissões de CH₄ serem proporcionais ao consumo de matéria seca (MS), a redução das frações fibrosas e o aumento do teor proteico melhoram o valor nutritivo da dieta. Esses animais alimentados com dietas de melhor valor nutricional podem apresentar maior eficiência produtiva e emitir menos CH₄ ao longo do ciclo produtivo.

UTILIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS COMO BANCOS PROTEICOS

O valor nutritivo de pastagens tropicais acompanha a estacionalidade climática e apresenta baixo valor em alguns períodos do ano. Nessas épocas, faz-se necessária a suplementação proteica para maximizar o desempenho animal. Os alimentos proteicos representam um importante custo nas dietas, além de sofrerem grandes oscilações no mercado. Encontrar fontes alternativas sustentáveis para a suplementação proteica animal pode reduzir os custos produtivos e maximizar o lucro.

Algumas leguminosas podem apresentar baixa aceitabilidade pelos bovinos no período das águas. Nesse período, as forrageiras tropicais apresentam melhor valor nutritivo, proporcionando bom desempenho aos animais. Nos períodos de transição e de secas, o valor nutricional das pastagens diminui e os animais respondem em ganho de peso com a inclusão de fontes proteicas na dieta (Humphreys, 1991). Esse é um dos pontos positivos da utilização de leguminosas tanto como bancos proteicos quanto como pastagens consorciadas.

Um dos benefícios da utilização das leguminosas como bancos proteicos em comparação a pastagens consorciadas é a menor competição interespecífica, o que facilita o manejo da pastagem, que pode ser um entrave em sistemas consorciados. A escolha da leguminosa para formação dos bancos proteicos deve considerar a persistência, a produtividade, a composição química, a palatabilidade e a resistência a pragas e a doenças (Townsend *et al.*, 1997).

Manella *et al.* (2002) avaliaram o desempenho de 192 novilhos Nelore recém-desmamados, com peso em média de 152 kg, em quatro tratamentos: *Urochloa brizantha* não suplementado (controle); *Urochloa brizantha* e suplementação na seca, de junho a novembro, utilizando proteinado com 46,9% de PB e 70% de proteína degradável no rúmen (PDR); *Urochloa brizantha* e suplementação, ao longo do ano, com 46,9% de PB e 70% de PDR na seca e 43,9% de PB e 60% de PDR nas águas; e *Urochloa brizantha* com acesso ao banco proteico de *Leucaena leucocephala* representando 25% da área do piquete. A *Urochloa brizantha* apresentou teores de PB e de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) 39,1 e 8,6% maiores na época das águas em relação à seca. Esses resultados demonstram a piora no valor nutritivo dessa gramínea na estação seca. A *Leucaena leucocephala* apresentou 4,6 e 3,6 vezes maior teor de PB comparada à *Urochloa brizantha* nos períodos das águas e das secas.

O banco proteico possibilitou desempenho satisfatório nas águas, não diferindo ($p < 0,05$) do tratamento com suplementação anual. Os dois tratamentos foram superiores aos outros tratamentos não suplementados na seca. Na estação seca, o banco proteico apresentou menor ($p < 0,05$) desempenho comparado aos tratamentos com suplementação, e não diferiu ($p > 0,05$) do tratamento controle. Entretanto, os animais com acesso ao banco proteico, ao final do estudo, apresentaram, em média, 87 g a mais ($p < 0,05$) de ganho médio diário (GMD) comparados aos animais do grupo controle e, ao final do ano, produziram 1,06@ a mais em comparação aos do tratamento controle. O banco proteico pode ser uma alternativa na estação seca para suplementação animal com baixo custo e bom valor nutritivo no período em que o investimento com suplementação é maior.

FATORES LIMITANTES AO DESENVOLVIMENTO DAS LEGUMINOSAS EM PASTAGENS CONSORCIADAS

O manejo de pastagens consorciadas entre gramíneas e leguminosas tem como objetivo a produção animal sustentável, a minimização dos custos com fertilizantes industriais e a possibilidade de maior fixação biológica de nitrogênio no solo. Ao longo

dos anos, a adubação química das pastagens foi utilizada para aumentar a produtividade por meio do aumento do ritmo morfogênico, da densidade, da renovação e de maiores taxas de acúmulo da pastagem (Paiva *et al.*, 2011; Yasuoka *et al.*, 2018).

Bloem *et al.* (2009) demonstraram que os problemas da integração não são apenas de ordem produtiva, mas também cultural. Apesar das vantagens conhecidas da fixação do nitrogênio nos sistemas de cultivo, menos de 10% das lavouras de grãos plantadas anualmente na África do Sul são leguminosas. Isso ocorre pelo desempenho semelhante entre as culturas consorciadas e com adubação química. Segundo os autores, alguns pontos devem ser explorados para ampliar a utilização das leguminosas, entre eles a conscientização e a comunicação, o fortalecimento institucional local, a extensão de agricultor a agricultor, a experimentação agrícola e as parcerias.

Apesar dos benefícios supracitados, o manejo do consórcio interespecíes forrageiras não é fácil. Existem vários fatores, como: preferência do animal, pontos ótimos de pastejo diferentes, capacidade de rebrota entre as espécies, capacidade produtiva de sementes, tolerância a sombreamento, fertilidade de solo, entre outros, que podem tornar inviável o manejo integrado ao longo dos anos.

Casagrande *et al.* (2013) relatam como um dos fatores limitantes à implementação das leguminosas a inexistência de germoplasmas adaptados às diversas regiões do país, os erros de manejo no consórcio com gramíneas e os paradigmas gerados pelo insucesso da implementação da cultura no passado. Esses insucessos ocorreram principalmente devido à baixa persistência de leguminosas herbáceas perenes associadas a gramíneas tropicais (Shelton *et al.*, 2005). Tendo em vista os pontos positivos da inter-relação gramínea e leguminosa, é necessário definir estratégias que possibilitem a manutenção dessas nas pastagens (Epifanio *et al.*, 2019).

A escolha da leguminosa deve ser analisada pontualmente em cada propriedade. As espécies apresentam diferentes exigências em fertilidade de solo, condições climáticas, produção de sementes, dificuldades de manejo em pastejo consorciado, porte e hábito de crescimento. Uma decisão inadequada pode tornar a persistência do consórcio em longo prazo um dos principais entraves (Barcellos *et al.*, 2008; Gomes *et al.*, 2018).

Outra dificuldade na escolha da leguminosa é a tolerância ao sombreamento. Entre as espécies, a *Pueraria phaseoloides*, a *Calopogonium mucunoides* e o *Arachis pintoii* se desenvolvem bem em condições de menor luminosidade (Carvalho e Pires, 2008). Isso deve ser considerado principalmente em consórcio com gramíneas de maior porte ou em áreas de integração pecuária-floresta. Um estudo realizado no Campo Experimental da

Embrapa-Acre, em região de floresta tropical úmida, avaliou a produção de biomassa da leguminosa *Arachis pintoi* com 0, 30, 50 e 70% de sombreamento. O efeito do sombreamento em reduzir o potencial produtivo foi baixo, a leguminosa produziu 8, 14 e 15% menos ($p < 0,05$) biomassa com o aumento do sombreamento. Entretanto esse aumento reduziu ($p < 0,01$) a produção de biomassa subterrânea em 85, 62 e 45%, o que pode influenciar a capacidade de recuperação e rebrota das leguminosas em regimes mais intensos de corte ou sob pastejo direto (Andrade e Valentim, 1999).

Mesmo em leguminosas com maior tolerância ao sombreamento é observada redução na produção de biomassa. Guenni *et al.* (2018) avaliaram o desempenho da *Centrosema molle* e da *Centrosema macrocarpum* cultivadas sob 30 ou 100% de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no período chuvoso, na Venezuela. A fotossíntese foliar se reduziu ($p < 0,05$) em 37% nas áreas com 30% de RFA. A produção de massa total teve respostas distintas entre as leguminosas. A *C. macrocarpum* reduziu ($p < 0,05$) sua produção em 39,5% com a menor intensidade luminosa. Já a *C. molle* não diferiu entre as duas intensidades. Os autores concluíram que as duas espécies podem ser utilizadas em condições de menor luminosidade. Entretanto, o estudo foi conduzido em apenas quatro meses, o que torna necessária a avaliação por períodos maiores para analisar a persistência dessas leguminosas sob sombreamento.

Entre os desafios à persistência das leguminosas, pode ser apontada a alta palatabilidade de algumas espécies. Esse fator tem sido uma das principais razões de falhas e baixas taxas de adoção do pastejo consorciado (Dubeux *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2020). As espécies que apresentam baixa palatabilidade têm seu estabelecimento facilitado.

Paciullo *et al.* (2014) avaliaram, por três anos, as características do consórcio entre gramíneas e leguminosas (*Urochloa decumbens*, *Stylosanthes* spp., *Pueraria phaseoloides* e *Calopogonium mucunoides*), em sistemas de pleno sol e silvipastoris consorciados com *Acacia mangium*, *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala*. Esse estudo foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Coronel Pacheco, Minas Gerais, Brasil, de fevereiro de 2007 a junho de 2009, na estação chuvosa (janeiro a maio). No sistema silvipastoril, utilizaram-se 20 metros de espaçamento entre renques e cinco metros entre as árvores. Para o pastejo, foram utilizados animais ½ Holandês x ½ sangue Zebu, divididos em dois grupos com seis animais.

No sistema em pleno sol, a proporção de leguminosas nas pastagens aumentou no segundo ano em razão de um ataque intensivo de cigarrinhas à *Urochloa decumbens* que reduziu seu crescimento e permitiu o desenvolvimento das leguminosas. Entretanto, essa proporção diminuiu acentuadamente no terceiro ano. Segundo os autores, as espécies de *Stylosanthes* spp. foram as principais forrageiras pastejadas. Essa preferência de pastejo, associada à baixa produção de sementes pelo *Stylosanthes* spp., justifica a redução no desenvolvimento das leguminosas. No sistema silvipastoril, também foi observado menor participação do *Stylosanthes* spp.

Aroeira *et al.* (2005) avaliaram o consumo de matéria seca, a produção e a porcentagem de participação de leguminosas na dieta de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem consorciada de *Urochloa decumbens*, *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e leguminosas arbóreas. O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco, MG, durante o período de janeiro de 2001 a novembro de 2002. Foram utilizadas três leguminosas arbóreas das espécies *Acacia mangium*, *Acacia angustissima*, *Mimosa artemisiana* e o *Eucalyptus grandis*, plantados em faixas de 10 m e intercalados com faixas de 30 m, plantados com *U. decumbens* e *Stylosanthes guianensis*. A produção de matéria seca da *U. decumbens* variou conforme as condições climáticas, e a produção de leguminosa se manteve constante ao longo do primeiro ano. A participação da leguminosa na pastagem, de janeiro a maio, variou de 26 a 29% e, em outubro, representou 56%. Entretanto, houve um decréscimo linear na produção de matéria seca do *Stylosanthes guianensis* diminuindo 19,75 kg de MS/ha/mês ($R^2 = 0,81$). No segundo ano, houve um decréscimo na porcentagem de leguminosa pela menor adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região, compondo 10% da participação na pastagem. Assim, a leguminosa teve menor participação na dieta das vacas e menor consumo em percentual do peso vivo.

UTILIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) intercalam, em uma mesma área, durante diferentes períodos, a produção de bovinos, lavoura e pastagens. Esse sistema pode ser utilizado para reduzir os desafios impostos aos sistemas de monocultivo, como estratégia para reforma de pastagens e para engorda de animais na entressafra. Nesse modelo produtivo, ocorrem ciclos de pastagens que são interrompidos por safras de lavouras e, como consequência, os pastos são renovados continuamente. Nesta seção,

serão abordados o consórcio com lavouras e os benefícios da utilização das leguminosas na produção de ruminantes.

As leguminosas forrageiras podem apresentar baixa persistência nas pastagens. Esse problema, em sistemas consorciados, parece ser menor quando utilizadas na ILP, já que frequentemente ocorre renovação das pastagens e das leguminosas. Associados a esse benefício são observados todos os outros supracitados do uso das leguminosas nas produções animal, vegetal e no solo. Outro benefício da utilização das leguminosas é a produção de biomassa que compete com ervas daninhas por luz, nutrientes, água e espaço subterrâneo e acima do solo. Essa competição interfere no crescimento das ervas daninhas e retarda seu estabelecimento, sem competir fortemente com a cultura principal (Varret *et al.*, 2017).

Esse consórcio foi utilizado pela fazenda Santa Brígida, em 2006, na cidade de Ipameri, GO. Foi desenvolvida a consorciação do milho com espécies guandu-anão (*Cajanus cajan*) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*), com o objetivo de realizar adubação verde, permitindo fixação de N no solo, via fixação biológica. Nesse sistema, o manejo produtivo é semelhante ao plantio direto, com a dessecação da palhada entre duas a três semanas antes da semeadura do milho e/ou da leguminosa. A semeadura da leguminosa pode ser realizada no mesmo dia do plantio do milho. Recomenda-se, após a colheita do milho, esperar o estabelecimento completo da pastagem, que ocorre em cerca de 30 a 60 dias (Oliveira *et al.*, 2010).

As leguminosas apresentam potencial de redução nas adubações nitrogenadas. Estudos realizados por Oliveira *et al.* (2010), no município de Santo Antônio de Goiás-GO, e na Fazenda Santa Brígida, no município de Ipameri-GO, na safra 2008/2009, avaliaram a produtividade do milho em sistemas de monocultivo sem adubação nitrogenada, com adubação nitrogenada em níveis crescentes (30, 60 e 90 kg de N/ha) e sistemas integrados de milho consorciado com guandu-anão (*Cajanus cajan*) e milho consorciado com crotalária (*Crotalaria spectabilis*), sem adubação nitrogenada e com 90 kg de N/ha.

No estudo realizado em Santo Antônio de Goiás, o consórcio com guandu-anão não apresentou melhoria ($p < 0,05$) na produtividade do grão em comparação aos sistemas de monocultivo com a mesma adubação. Já o consórcio da crotalária adubada com 90 kg de N/ha comparado ao monocultivo com a mesma adubação reduziu em 12,3% ($p < 0,05$) a produção do milho. Tal constatação pode ser atribuída a uma competição entre as espécies ou ao efeito alelopático da leguminosa. Todos os tratamentos sem adubação

apresentaram a mesma produção. Já no estudo realizado em Ipamari-GO, ambas as leguminosas (*Cajanus cajan* e a *Crotalaria spectabilis*) não aumentaram a produtividade de grão comparadas ao milho em monocultivo sob a mesma adubação. Entretanto, vale ressaltar que os estudos foram conduzidos em uma safra e, ao longo dos anos, a produtividade nos sistemas de monocultivo pode diminuir. Além disso, há a possibilidade de utilização das leguminosas para pastejo na entressafra e a menor susceptibilidade a veranicos devido à melhoria do solo

Um experimento realizado por Heinrichs *et al.* (2005), na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP), avaliou, em duas safras, 1995/96 e 1996/97, a utilização da adubação verde durante o plantio do milho ou 30 dias após. No plantio do milho, foi utilizada adubação com 30 kg/ha de N (ureia), 72 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato triplo), 48 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio) e adubação de cobertura com 90 kg/ha de N na forma de ureia. Para adubação verde, foram utilizadas quatro espécies de leguminosas (*Cajanus cajan*, *Crotalaria spectabilis*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna deeringiana*), plantadas manualmente nas entrelinhas do milho há 45 cm da linha, sem adubação, com quantidade de 10 (*Canavalia ensiformis*, *Mucuna deeringiana*) ou 20 (*Cajanus cajan*, *Crotalaria spectabilis*) sementes/metro. Na primeira safra, não houve diferença no rendimento da cultura do milho consorciado com adubos verdes. Já na segunda safra, o consórcio com *Canavalia ensiformis* aumentou ($p < 0,05$) em 16,8% a produtividade de grãos comparado ao tratamento controle. A produtividade do milho não diferiu ($p < 0,05$) com as outras leguminosas em comparação ao grupo testemunha.

Em uma metanálise publicada por Varret *et al.* (2017), com dados publicados em 34 artigos científicos, totalizando 476 unidades experimentais, foi avaliado se o consórcio de leguminosas poderia controlar o crescimento de ervas daninhas por meio da competição e manter o rendimento das lavouras, comparado a sistemas convencionais com capina. O estudo envolveu 15 culturas comerciais e 26 espécies de leguminosas em 18 países. Quando avaliado apenas o controle de ervas daninhas, o consórcio melhorou em 82% das unidades experimentais em relação aos tratamentos sem controle e 66% em relação aos tratamentos com controle. Ao se avaliar o controle de plantas daninhas e o rendimento, houve melhora em 52% das unidades experimentais em comparação ao sem controle de ervas daninhas e em 36% em comparação ao com controle de ervas daninhas. Esses resultados indicam que o consórcio é benéfico para sistemas orgânicos e de baixo

insumo, permitindo a produtividade das lavouras principais com supressão do crescimento das plantas daninhas.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS PRINCIPAIS LEGUMINOSAS

A composição química auxilia na escolha do alimento a ser utilizado para compor a dieta animal. Entretanto, em sistemas de pastejo, essa composição passa a ter um menor impacto em comparação a sistemas confinados, já que o animal possui capacidade de seleção e o valor nutricional do alimento apresenta grande variação ao longo do ano. Nas pastagens tropicais, uma das principais limitações ao desempenho de ruminantes no período seco do ano é o baixo valor nutricional ocasionado pelo déficit proteico das pastagens e pela fibra de baixa digestibilidade, o que resulta em menor consumo.

Algumas propriedades adotam a utilização de leguminosas como fonte proteica suplementar com o objetivo de aumentar o desempenho animal no período seco do ano. No entanto, a composição química das leguminosas pode variar dependendo da espécie, do estágio de maturação e das condições climáticas (Baath *et al.*, 2018).

Sanderson e Wedin (1989) avaliaram o efeito do estágio fenológico sobre as concentrações de FDN e DIVMS em plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.). O estágio fenológico foi responsável por 97% e 98% da variação da concentração de FDN na variação da DIVMS nas hastes. A digestibilidade do caule diminuiu e as concentrações de FDN aumentaram com a maturidade. Essas alterações foram responsáveis pela maior parte da variação na DIVMS, já que a composição das folhas mudou pouco com a maturidade.

No Brasil existe uma grande diversidade de leguminosas. Na Tabela 2, são apresentados os dados de composição química média de algumas leguminosas e das duas principais gramíneas presentes no Brasil. Os dados foram extraídos da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (CQBAL 4.0). É válido ressaltar que esses são dados médios e, portanto, as comparações devem ser feitas com cuidado.

As leguminosas apresentaram valores médios de nutrientes digestíveis totais maiores que 59,00%. Esses valores são superiores aos observados para gramíneas tropicais (Tabela 2). Além disso, algumas leguminosas, como a *Leucaena leucocephala*, apresentam elevadas concentrações de nutrientes digestíveis totais, devido às elevadas concentrações de carboidratos não fibrosos (CNF) e às menores concentrações de FDN. A concentração média de PB na MS média é maior nas leguminosas comparadas às gramíneas tropicais (*U. brizantha* e *U. decumbens*) (184,6 x 68,1 g/kg de MS). Os valores

de PB estão próximos ao descrito para leguminosas por Paciullo *et al.* (2014) (178,0 a 206,0 g/kg de MS). Os teores de FDN e CNF médios também são diferentes entre as forrageiras. As gramíneas apresentam, em média, 1,43 vez maior FDN e 61% a menos de CNF do que as leguminosas. A lignina está presente em maior proporção em algumas leguminosas e ocasiona pior digestibilidade *in vitro* da matéria seca. O feijão-guandu (*Cajanus cajan*) apresentou 2,32 vezes maiores concentrações de lignina e menor digestibilidade comparado às outras leguminosas e gramíneas avaliadas.

Os dados avaliados foram extraídos da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos referente a dados médios nacionais. Esses devem ser avaliados na propriedade para decisões mais assertivas, considerando-se os estados de maturação da pastagem e a época do ano.

Tabela 2. Composições químicas médias de leguminosas e forrageiras tropicais em porcentagem da matéria seca

Composição química	<i>Arachis pintoi</i>	<i>Cajanus cajan</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Stylosanthes guianensis</i>	<i>Neonotonia wightii</i>	<i>Urochloa brizantha</i>	<i>Urochloa decumbens</i>
(a) CNF	20,91	5,79	31,16	25,23	17,78	14,93	12,81
(b) MS	23,63	35,46	31,98	31,60	24,32	34,09	28,95
(c) PB	18,35	19,08	21,19	12,74	21,91	6,91	6,70
(d) PDR	58,50	25,41	33,07	-	91,88	-	70,10
(e) PNDR	41,50	74,59	66,94	-	8,12	-	29,90
(f) FDN	46,58	58,48	44,85	57,75	50,06	70,57	73,10
(g) FDA	26,79	32,01	25,51	33,30	23,79	39,56	39,29
(h) LIG.	7,06	13,89	8,65	9,60	-	6,59	5,35
(i) DIVMS	68,68	48,93	47,19	53,00	-	55,30	55,93
(j) EE	1,93	3,53	3,87	3,19	3,65	1,96	1,81
(k) Cinzas	8,59	6,58	6,17	6,69	-	7,04	7,88
(l) NDT	58,55	42,03	78,88	60,35	-	54,08	55,84

(a) Carboidrato não fibroso, (b) matéria seca, (c) proteína bruta, (d) proteína degradável no rúmen, (e) proteína não degradável no rúmen, (f) fibra em detergente neutro, (g) fibra em detergente ácido, (h) lignina, (i) digestibilidade *in vitro* da matéria seca, (j) extrato etéreo, (k) cinzas, (l) nutrientes digestíveis totais, (m) cálcio, (n) fósforo.

Fonte: Adaptado de CQBAL 4.0 (2019).

DESEMPENHO ANIMAL EM SISTEMAS CONSORCIADOS COM LEGUMINOSAS

Um dos maiores desafios ao desempenho animal em pasto em regiões tropicais é a estacionalidade na produção de forragem. Para abater animais jovens ou aumentar a

produção de leite, é necessária a utilização de estratégias nutricionais por meio da suplementação ou de formas mais sustentáveis que visam à produção de forragens com melhor valor nutritivo. As leguminosas podem ser utilizadas consorciadas ou como bancos de proteína e têm grande potencial em maximizar desempenho por possuírem bom valor nutritivo, boa fonte proteica solúvel, boa digestibilidade; além disso, podem apresentar menor teor de fibra que as gramíneas tropicais (Manella *et al.*, 2002; Muir *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2018).

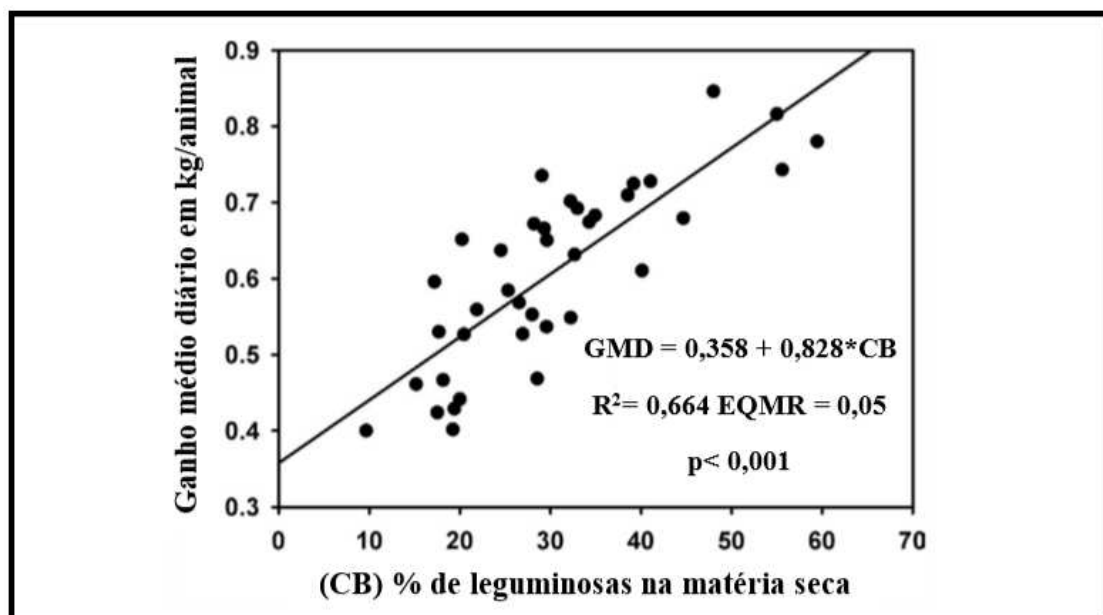
As altas concentrações de proteína bruta (17,8 a 20,6%) constituem a principal vantagem nutricional da utilização das leguminosas em comparação a sistemas de monocultura de pastagem (Paciullo *et al.*, 2014). Além do maior teor de PB, as leguminosas podem aumentar a capacidade de suporte das propriedades por meio do maior aporte de N. Assim, é possível proporcionar maior produção de forragem com menor teor de FDN e menor variação nutricional ao longo do ano (Jingura *et al.*, 2001; Paciullo *et al.*, 2014; de Mello *et al.*, 2014).

Utilizar fontes proteicas alternativas pode ser vantajoso quando a fonte energética não é limitante. Níveis adequados de proteína degradável no rúmen e de energia serão utilizados para o crescimento dos microrganismos ruminais e a produção de proteína microbiana. Esses microrganismos possuem de 20 a 60% de PB e saem do rúmen em direção ao omaso, ao abomaso e ao intestino delgado para digestão e fornecimento de aminoácidos ao animal. A proteína microbiana possui um elevado valor biológico (66 a 87%) comparado ao valor ideal (100), além de ser rica em lisina e treonina. O suprimento adequado de proteína metabolizável formada pelas proteínas microbiana, endógena e não degradada no rúmen possibilita bons ganhos produtivos aos animais (Owens e Zinn, 1993).

O melhor valor nutricional impacta o consumo de matéria seca e está diretamente relacionado à porcentagem de leguminosa nas pastagens (Aroeira *et al.*, 2005). O maior consumo pode ser explicado tanto pelo maior aporte proteico na dieta como pela menor concentração de FDN nas leguminosas e melhor digestibilidade da fração fibrosa. Respostas de ingestão de forragem com suplementação ocorrem com maior frequência quando o conteúdo de proteína bruta for inferior a 6 a 8% (Van Soest, 1994). Vacas em lactação consomem por dia, em média, até 1,2% do peso vivo de FDN; a partir desse valor, é limitado o consumo da forragem por preenchimento ruminal físico (Mertens 1992; Lascano e Euclides, 1996).

Pereira *et al.* (2020) avaliaram de 2005 a 2014 a produtividade de bovinos de corte no extremo sul da Bahia em pastagens consorciadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Arachis pintoii* (amendoim forrageiro) em comparação ao sistema de monocultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, sob lotação rotativa adubada com 120 kg de N/ha. O estudo foi dividido em estações quentes (primavera e verão) e estações frias (outono e inverno). A taxa de lotação foi ajustada em cada piquete para manter a oferta de forragem em 4% do peso corporal (PC) / dia de massa de forragem. Houve interação entre o tipo de pasto e a estação na massa de forragem e na taxa de lotação. A taxa de lotação foi 17 e 16,4% maior ($p=0,049$, $p=0,04$) nas pastagens consorciadas na estação quente e semelhante na estação fria. O ganho de peso vivo por ha foi 28,7% maior ($p<0,001$) nas pastagens mistas, e o ganho médio diário (GMD) foi 17% maior ($p <0,001$) nas pastagens com leguminosa independentemente da estação. O GMD apresentou relação linear positiva ($p<0,001$; $R^2 = 66,4\%$) com a proporção de leguminosas no pasto (Figura 5). Esses resultados demonstram que as leguminosas manejadas corretamente podem ser estáveis ao longo do tempo e apresentam potencial de utilização para maximizar desempenho. Entretanto, como existe grande número de espécies na família Fabaceae, o melhor desempenho depende da característica da leguminosa, da forma de crescimento, da disponibilidade de folhas e da produtividade.

Figura 5. Regressão linear do declínio mensal na produção de matéria seca em kg/ha de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão



EQMR = erro quadrático médio da raiz; GMD = ganho médio diário; CB = composição botânica.

Fonte: Adaptado de Pereira *et al.* (2020).

As leguminosas arbóreas podem ser utilizadas nos sistemas silvipastoris com maiores benefícios ao solo, pois elas reciclam nutrientes de camadas mais profundas do solo e disponibilizam para as gramíneas. Além disso, promovem melhoria por proporcionarem menor estresse térmico aos animais, principalmente em regiões de clima tropical. Entretanto, nesses sistemas o dimensionamento e o espaçamento entre renques podem influenciar a produção do capim devido ao sombreamento e reduzir a produção animal por área.

Dos Santos *et al.* (2020) avaliaram de 2012 a 2015 o desempenho animal em sistemas de pleno sol e silvipastoris formados por *Urochloa decumbens* consorciados com *Gliricidia sepium* (gliricídia) e *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá). O estudo foi conduzido na estação de pesquisa Itambé, localizada na região costeira de Pernambuco/Brasil. As leguminosas arbóreas foram plantadas em fileiras duplas (15,0 x 1,0 x 0,5 m) e a população de árvores foi de 2500 árvores/ha. Foram utilizados animais mestiços Holandês x Zebu com peso médio inicial de $165 \pm 16,5$ kg. O ganho médio diário não diferiu ($p > 0,05$) entre os tratamentos, entretanto o ganho por área no sistema em pleno sol foi 23,6% maior ($p < 0,05$) comparado aos sistemas mistos. O espaçamento aumentou a competição entre componentes arbóreos e herbáceos, reduzindo a produção de massa de forragem (34,5%) e a produção animal por área.

PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DE CULTIVARES DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS

As Tabelas 3.1 e 3.2 resumem os principais pontos positivos e negativos de algumas leguminosas, assim como características vegetativas, exigência em fertilidade do solo, dificuldades de manejo e produção de sementes necessárias para a manutenção da forrageira na pastagem com o passar dos anos. Os dados tabelados foram adaptados de Barcellos *et al.* (2008).

Tabela 3.1. Características adaptativas, pontos fortes e fracos de leguminosas tropicas em pastoreio

<i>Espécie</i>	<i>Cultivar</i>	<i>Aspectos positivos</i>	<i>Aspectos negativos</i>
<i>Arachis pintoi</i>	Amarillo	Boa qualidade da forragem; persistência; tolerante ao encharcamento; boa capacidade de consorciação. Também utilizado como planta de cobertura.	Baixa retenção de folhas na seca; baixa oferta e elevado preço de sementes e baixa produtividade em vários locais.
	Belmonte	Boa qualidade da forragem; persistência; tolerante ao encharcamento; boa capacidade de consorciação. Também utilizado como planta de cobertura.	Belmonte idem cv. Amarillo Baixa retenção de folhas na seca e propagação apenas por mudas.
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Comum	Oferta de sementes no mercado; boa capacidade de ressemeadura natural; facilidade de estabelecimento. Pode ser utilizado como planta de cobertura.	Qualidade da forragem; baixa retenção de folhas na época seca; baixa aceitabilidade/palatabilidade no período chuvoso.
<i>Cajanus cajan</i>	Super N	Crescimento rápido; uso múltiplo; oferta de sementes no mercado; facilidade de estabelecimento.	Baixa retenção de folhas na época seca. Ciclo de vida bienal.
<i>Leucaena leucocephala</i>	Cunningham	Qualidade da forragem; alta palatabilidade; capacidade de consorciação; alta produtividade na estação chuvosa e, em locais de alta fertilidade natural, boa produção na seca; oferta de sementes no mercado. Alta sobrevivência depois de estabelecido.	Baixa tolerância a solos ácidos, afetando a retenção de folhas na seca. Não pode ser o único volumoso na dieta, devido à presença de mimosina (fator antinutricional).
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Comum	Capacidade de consorciação com gramíneas agressivas; alta qualidade da forragem, adaptada a áreas úmidas; pouco atacado por pragas e doenças; boa ressemeadura natural.	Baixa retenção de folhas na seca.
<i>Stylosanthes guianensis</i>	Mineirão	Adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade; alta retenção de folhas na época seca; resistência à antracnose; florescimento tardio. Muito utilizado como banco de proteína no período seco.	Difícil manejo do pastejo; alto custo das sementes; pequena ressemeadura natural; estabelecimento/crescimento inicial lento.
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	Pioneiro	Adaptado a solos arenosos; bom produtor de sementes com boa ressemeadura natural; capacidade de consorciação com <i>U. decumbens</i> e <i>Andropogon gayanus</i> .	Baixa retenção de folhas na seca; atualmente sem oferta de sementes no mercado.
<i>Stylosanthes spp.</i> (<i>S. capitata</i> + <i>S. macrocephala</i>)	Campo Grande	Adaptação a solos arenosos; persistência sob pastejo; ressemeadura natural; baixo preço das sementes; tolerância à antracnose alta ou média, dependendo do local de cultivo.	Baixa retenção de folhas na seca.
<i>Neonotonia wightii</i>	Clarence, Cooper, Tinaroo	Alto valor alimentício; capacidade de consorciação com gramíneas mais agressivas; boa ressemeadura natural.	Não validado em várias regiões do Cerrado; possibilidade de ser invasor em áreas de integração pecuária-lavoura; baixa oferta de sementes no mercado; baixa retenção de folhas na seca.

Tabela 3.2. Características adaptativas, pontos fortes e fracos de leguminosas tropicas em pastoreio

<i>Espécie</i>	<i>Cultivar</i>	<i>Porte e hábito de crescimento</i>	<i>Exigência fertilidade do solo (calagem e adubação)</i>	<i>Dificuldade no manejo (em consórcio)</i>	<i>Produção de sementes</i>
<i>Arachis pintoi</i>	Amarillo	Herbáceo, prostrado, estolonífero.	Média	Baixa	Média
	Belmonte	Herbáceo, prostrado, estolonífero.	Média	Baixa	Nula ou desprezível
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Comum	Herbáceo, volúvel.	Baixa	Média	Alta
<i>Cajanus cajan</i>	Super N	Subarbusto, ereto.	Baixa	Média	Alta
<i>Leucaena leucocephala</i>	Cunningham	Arbustivo, ereto.	Alta	Alta	Alta
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Comum	Herbáceo, volúvel.	Média-alta	Média	Alta
<i>Stylosanthes guianensis</i>	Mineirão	Herbáceo subarbustivo, ereto.	Baixa	Alta	Baixa
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	Pioneiro	Herbáceo, ereto.	Baixa	Média	Alta
<i>Stylosanthes spp. (S. capitata + S. macrocephala)</i>	Campo Grande	Herbáceo, ereto.	Baixa	Média	Alta
<i>Neonotonia wightii</i>	Clarence, Cooper, Tinaroo	Herbáceo, volúvel.	Alta	Média	Média

Adaptado de Barcellos *et al.* (2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As leguminosas apresentam grande potencial de utilização para fixação de nitrogênio no solo, aumento de fertilidade e de produtividade das gramíneas. O principal desafio do consórcio está associado à baixa persistência das leguminosas nas pastagens. Considerando-se os benefícios gerados pela integração leguminosas/gramíneas ao sistema produtivo, deve-se avaliar a possibilidade da sua implementação nas propriedades como forma de fixação biológica de nitrogênio e de redução da utilização de adubos industrializados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, C. M. S. D., e Valentim, J. F. 1999. Adaptação, produtividade e persistência de *Arachis pintoi* submetido a diferentes níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 3, p. 439-445, doi: 10.1590/S1516-35981999000300001.
- Aroeira LJM, Paciullo DSC, Lopes FCF, Morenz MJF, Saliba ES, Silva JJ and Ducatti C 2005. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Urochloa decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 4, p. 413-418, doi: /10.1590/S0100-204X2005000400014.
- Baath, G. S., Northup, B. K., Gowda, P. H., Turner, K. E., e Rocateli, A. C., 2018. Mothbean: a potential summer crop for the Southern Great Plains. *American Journal of Plant Sciences*. v. 9, n. 07, p. 1391.
- Barcellos, A. D. O., Ramos, A. K. B., Vilela, L., e Martha Junior, G. B. 2008. 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, n. SPE, p. 51-67, doi: 10.1590/S1516-35982008001300008.
- Bloem, J.F., Trytsman, G. e Smith, H.J. 2009. Biological nitrogen fixation in resource-poor agriculture in South Africa. *Symbiosis*, v. 48, n. 1, p. 18-24, doi: 10.1007/BF03179981.
- Boddey, R. M., Macedo, R., Tarré, R. M., Ferreira, E., De Oliveira, O. C., Rezende, C. D. P., Cantarutti, R. B., Pereira, J.M., Alves, B.J.R. e Urquiaga, S. 2004. Nitrogen cycling in *Urochloa* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, v. 103, n. 2, p. 389-403, doi: 10.1016/j.agee.2003.12.010.
- Boddey, R. M., Jantalia, C. P., Macedo, M. O., Oliveira, O. C., Resende, A. S., Alves, B. J. R., e Urquiaga, S. 2006. Potential of carbon sequestration in soils of the Atlantic Forest region of Brazil. In R. Lal, C. C. Cerri, M. Bernoux, J. Etchevers, e C. E. P. Cerri (Eds.), *Carbon sequestration in soils of latin America*, p. 305-347. New York, NY: Howarth Press, doi: 10.1201/9781482298031-24.
- Boddey, R. M., Carvalho INO de., Rezende CP., Cantarutti RB., Pereira JM., Macedo R., Tarré R., Alves BJR e Urquiaga S. 2015. The benefit and contribution of legumes and biological N. *Forages in Warm Climates*, 103.
- Burton, J. W., Brim, C. A., e Rawlings, J. O. 1983. Performance of Non-Nodulating and Nodulating Soybean Isolines in Mixed Culture with Nodulating Cultivars 1. *Crop Science*, v. 23, n. 3, p. 469-473, doi: 10.2135/cropsci1983.0011183X002300030007x.
- Cadisch, G.; Imhof, H.; Urquiaga, S.; Boddey, R.M.; e Giller, K.E. 1996. Carbon turnover ($\delta^{13}C$) and nitrogen mineralization potential of particulate light soil organic matter after rainforest clearing. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 28, n. 12, p. 1555-1567, doi: 10.1016/S0038-0717(96)00264-7.
- Cantarutti, R. B., Tarré, R., Macedo, R., Cadisch, G., de Rezende, C. P., Pereira, J. M., Braga, J.M., Gomide, J. A., Ferreira, E., Alves, B. J. R., Urquiaga, S e Boddey, R.M. 2002. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Urochloa* pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 64, n. 3, p. 257-271, doi: 10.1023/A:1021415915804.
- Cantarutti, R.B.; e Boddey, R.M. 1997. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: Simpósio Internacional Sobre Produção Animal Em Pastejo. 1997, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, v. 1, p. 431-445.
- Cardoso, A. S., Berndt, A., Leytem, A., Alves, B. J. R., Carvalho, I. N. O., Soares, L. H. B., Urquiaga, S. e Boddey, R. M. 2016. Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. *Agricultural Systems*, 143, p. 86-96. doi: 10.1016/j.agsy.2015.12.007.
- Carvalho, M.M. 1986. Fixação biológica como fonte de nitrogênio em pastagens. In: Simpósio Sobre Calagem E Adubação De Pastagens. Nova Odessa, SP, 1985. Anais. Piracicaba: Potafós, p. 125-143.
- Carvalho, G. G. P., e Pires, A. J. V. 2008. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. *Archivos de Zootecnia*, v. 57, n. 1, p. 103-113.

Casagrande, D. R., Lara, M. A. S., e Vieira, B. R. 2013. Leguminosas de Clima Tropical e Subtropical. Forragicultura, ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros, p. 137–154.

CQBAL 4.0 disponível em: https://cqbal.com.br/#!/relatorio/alimentos/?tipo_id=TIT_12. Acesso em: 25 de Jul de 2020.

de Mello, A. C., Costa, S. B., Dubeux Jr, J. C., dos Santos, M. V. , Apolinário, V. X., Tenório Filho, F., Meireles, M. S. e Pereira, C. G. 2014. Pasture characteristics and animal performance in a silvopastoral system with *Urochloa decumbens*, *Gliricidia sepium* and *Mimosa caesalpiniiifolia*. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v. 2, n. 1, p. 85-87, doi: 10.17138/tgft(2)85-87.

Dobbie, K. E., e Smith, K. A. 2001. The effects of temperature, water-filled pore space and land use on N₂O emissions from an imperfectly drained Gleysol. *Europe and Journal of Soil Science*, v. 52, n. 4, p. 667-673, doi: 10.1046/j.1365-2389.2001.00395.x.

Dos Santos, A. M. G., Junior, J. C. B. D., dos Santos, M. V. F., de Andrade Lira, M., de Oliveira Apolinário, V. X., de Miranda Costa, S. B., Coelho, D. L., Peixoto, T. V. F.R., e da Silva Santos, E. R. 2020. Animal performance in grass monoculture or silvopastures using tree legumes. *Agroforestry Systems*, v. 94, n. 2, p. 615-626.

Dubeux Jr, J. C., Blount, A. R., Mackowiak, C., Santos, E. R., Pereira Neto, J. D., Riveros, U., Garcia, L., Jaramillo, D. M. e Ruiz-Moreno, M. 2017. Biological N₂ fixation, belowground responses, and forage potential of rhizoma peanut cultivars. *Crop Science*, v. 57, n. 2, p. 1027-1038, doi: 10.2135/cropsci2016.09.0810.

Epifanio, P. S., de Pinho Costa, K. A., da Costa Severiano, E., de Souza, W. F., Teixeira, D. A. A., da Silva, J. T., e de Moura Aquino, M. 2019. Productive and nutritional characteristics of *Urochloa brizantha* cultivars intercropped with *Stylosanthes* cv. Campo Grande in different forage systems. *Crop and Pasture Science*, v. 70, n. 8, p. 718-729, doi: 10.1071/CP18447.

Gomes, F. K., Oliveira, M. D., Homem, B. G., Boddey, R. M., Bernardes, T. F., Gionbelli, M. P., Lara, M. A. S. e Casagrande, D. R. 2018. Effects of grazing management in *Brachiaria* grass-forage peanut pastures on canopy structure and forage intake. *Journal of animal science*, v. 96, n. 9, p. 3837-3849, doi: 10.1093/jas/sky236.

Grobelak, A.; Napora, A.; e Kacprzak, M. 2015. Using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to improve plant growth. *Ecological Engineering*, v. 84, p. 22-28, doi: 10.1016/j.ecoleng.2015.07.019.

Guenni, O., Romero, E., Guédez, Y., Bravo de Guenni, L., e Pittermann, J. 2018. Influence of low light intensity on growth and biomass allocation, leaf photosynthesis and canopy radiation interception and use in two forage species of *Centrosema* (DC.) Benth. *Grass and Forage Science*, v. 73, n. 4, p. 967-978, doi: 10.1111/gfs.12368.

Heinrichs, R., Vitti, G. C., Moreira, A., Figueiredo, P. A. M. D., Fancelli, A. L., e Corazza, E. J. 2005. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 1, p. 71-79, doi: 10.1590/S0100-06832005000100008.

Huang, M.; Jiang, P.; Shan, S.; Gao, W.; Ma, G.; Zou, Y.; Uphoff, N. ; e Yuan, L. 2017. Higher yields of hybrid rice do not depend on nitrogen fertilization under moderate to high soil fertility conditions. *Rice*, v. 10, n. 1, p. 1-5, doi: 10.1186/s12284-017-0182-1.

Humphreys, L.R. 1991. Tropical pasture utilisation. *Cambridge University Press*, p. 206, doi: 10.1017/CBO9780511525810.

Jardim, A. M. R. F., Silva, J. R., Leite, M. L. M. V. , Teixeira, V. I., Morato, R. P., Araújo Júnior, G. N. , e Silva, T. G. F. 2018. Symbiotic interaction in forage crop cultivations: A review. *Amazonian Journal of Plant Research*, v. 2, n. 1, p. 149-160, doi: 10.26545/ajpr.2018.b00019x.

Jingura, R.M.; Sibanda, S.; e Hamudikuwanda, H. 2001. Yield and nutritive value of tropical forage legumes grown in semi-arid parts of Zimbabwe. *Tropical Grassland*, v. 35, p. 168-174.

Lascano, C. E., e Euclides, V. P. B. 1996. Nutritional quality and animal production of *Brachiaria* pastures. *Urochloa: Biology, agronomy, and improvement*.

- Lewis, G., Schire, B., Mackinder, B. e Lock, M. 2005. Legumes of the World. The Royal Botanic Gardens, Kew, p. 577.
- Manella, M. Q., Lourenço, A. J., e Leme, P. R. 2002. Recria de bovinos nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*: desempenho animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 6, p. 2274-2282, doi: 10.1590/S1516-35982002000900016.
- Moreira, F. M. S.; e Siqueira, J. O. 2006. Microbiologia e Bioquímica do Solo. Lavras, UFLA, p. 625.
- Muir, J. P., W. D. Pitman, J. C. Dubeux Jr, e J. L. Foster. 2014. The future of warm-season, tropical and subtropical forage legumes in sustainable pastures and rangelands. *African Journal of Range e Forage Science*. v. 31, n. 3, p. 187-198. doi: 10.2989/102201 19.2014.884165.
- Norton, B.W.; e Ahn, J.H. 1997. A comparison of fresh and dried *Calliandra calothyrsus* supplements for sheep giving a basal diet of barley straw. *Journal of Agricultural Science*, v. 129, n. 4, p. 485-494, doi: 10.1017/S0021859697004917.
- Oliveira, P. D., Kluthcouski, J., Favarin, J. L., e Santos, D. D. C. 2010. Sistema Santa Brígida-Tecnologia Embrapa: consorciação de milho com leguminosas. Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- Owens, F. N. e Zinn, R. 1993. Metabolismo de proteína em ruminantes. O ruminante. Fisiologia digestiva e nutricional, p. 255-282.
- Paciullo, D. S. C., Pires, M. F. A., Aroeira, L. J. M., Morenz, M. J. F., Maurício, R. M., Gomide, C. A. M., e Silveira, S. R. 2014. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*, v. 8, n. 8, p. 1264-1271, doi: 10.1017/S1751731114000767.
- Paiva AJ, Silva SC, Pereira LET, Caminha FO, Pereira PM, e Guarda VDA 2011. Morphogenesis on age categories of tillers in marandu palisadegrass. *Scientia Agricola*. v. 68, n. 6, p. 626-631, doi: 10.1590/S0103-90162011000600003.
- Peoples MB, Brockwell J, Hunt JR, Swan AD, Watson L, Hayes RC, Li GD, Hackney B, Nuttall JG, Davies SL, e Fillery IRP. 2012. Factors affecting the potential contributions of N₂ fixation by legumes in Australian pasture systems. *Crop e Pasture Science*, v. 63, n. 9, p. 759-786, doi: 10.1071/CP12123.
- Pereira, J. M., Rezende, C. D. P., Ferreira Borges, A. M., Homem, B. G. C., Casagrande, D. R., Macedo, T. M., Alves, B.J.R., Sant'Anna, S. A. C., Urquiaga, S. e Boddey, R. M. 2020. Production of beef cattle grazing on *Brachiaria brizantha* (Marandu grass)—*Arachis pintoii* (forage peanut cv. Belomonte) mixtures exceeded that on grass monocultures fertilized with 120 kg N/ha. *Grass and Forage Science*, v. 75, n. 1, p. 28-36, doi: 10.1111/gfs.12463.
- Phelan, P., Moloney, A. P., McGeough, E. J., Humphreys, J., Bertilsson, J., O'Riordan, E. G., e O'Kiely, P. 2015. Forage legumes for grazing and conserving in ruminant production systems. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 34, n. 1-3, p. 281-326, doi: 10.1080/07352689.2014.898455.
- Sanderson, M. A., e Wedin, W. F. 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. *Agronomy Journal*, v. 81, n. 6, p. 864-869.
- Santos, Í. P. A. D., Pinto, J. C., Siqueira, J. O., Morais, A. R. D., e Santos, C. L. D. 2002. Influência do fósforo, micorriza e nitrogênio no conteúdo de minerais de *Urochloa brizantha* e *Arachis pintoii* consorciados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 2, p. 605-616, doi: 10.1590/S1516-35982002000300010.
- Schultze-Kraft, R., Rao, I. M., Peters, M., Clements, R. J., Bai, C., e Liu, G. 2018. Tropical forage legumes for environmental benefits: An overview. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v. 6, n. 1, p. 1-14, doi: 10.17138/TGFT(6)1-14.
- Shelton HM, Franzel S, e Peters M. 2005. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v. 39, p. 198-209, doi: 10.3920/978-90-8686-551-2%2020.

t Mannetje, L. 1997. Potential e prospects of legume-based pastures in the tropics [Harry Stobbs Memorial Lecture, 1994]. *Tropical Grasslands.*, v. 31, n. 2, p. 81-94.

Townsend, C., Magalhaes, J., e Pereira, R. D. A. 1997. Formação e manejo de bancos de proteína em Rondônia. Embrapa Rondônia-Recomendação Técnica.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. p. 476.

Yasuoka, J. I., Pedreira, C. G. S., Silva, V. J., Alonso, M. P., Silva, L. S., e Gomes, F. J. 2018. Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed *Urochloa* grass pastures. *Grass and Forage Science*, v. 73, n. 1, p. 183-192. doi: 10.1111/gfs.12302

Wilson, J.R. (Ed.). 1988. Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems. CAB International, Wallingford. p. 428.