

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**ANA BEATRIZ ASSUNÇÃO**

**A RELAÇÃO FDA/FDN PODERIA SER INDICADOR DE RESISTÊNCIA À  
MOAGEM EM LEGUMINOSAS TROPICAIS?**

**UBERLÂNDIA – MG**

**2024**

ANA BEATRIZ ASSUNÇÃO

**A RELAÇÃO FDA/FDN PODERIA SER INDICADOR DE RESISTÊNCIA À  
MOAGEM EM LEGUMINOSAS TROPICAIS?**

Monografia apresentada a Coordenação do  
Curso Graduação em Zootecnia da  
Universidade Federal de Uberlândia, como  
requisito parcial a obtenção do título de  
Zootecnista.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Simone Pedro da  
Silva

**UBERLÂNDIA – MG**

**2024**

## RESUMO

Pouco se conhece sobre as análises físicas em leguminosas tropicais e se existe correlação entre as características físicas e químicas nessas forrageiras, sendo assim objetivou-se avaliar a composição química e física de seis espécies de leguminosas tropicais utilizadas na alimentação de ruminantes e verificar se existe correlação entre essas características. As leguminosas foram coletadas na Fazenda Experimental do Glória e as análises físicas e químicas realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN) da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Em novembro de 2023 foram coletadas três repetições de cada uma das seis leguminosas: Amendoim Forrageiro, Cratília, Estilosantes cv. Mineirão, Feijão Guandu, Gliricídia e Leucena, totalizando 18 amostras. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas e divididas em duas amostras, sendo uma destinada para a análise de resistência a moagem, e logo em seguida para análise química-bromatológica. A análise física (resistência a moagem) e as análises químicas (matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, FDNi e digestibilidade *in vitro* da matéria seca) foram comparadas utilizando teste de médias ao nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Todas leguminosas tiveram teor de proteína bruta acima de 22%, com exceção do Estilosantes. A Cratília teve maior teor de FDN e lignina em comparação às demais leguminosas ( $P<0,05$ ), também numericamente teve maior FDNi e hemicelulose e menor DIVMS. O Feijão Guandu teve maior relação FDA/FDN e maior resistência a moagem ( $P<0,05$ ), no qual também foi verificado altos teores de FDNi e lignina. Houve correlação significativa e positiva entre a relação FDA/FDN e resistência a moagem ( $r=0,70$ ;  $P<0,05$ ), e entre o teor de matéria seca e resistência a moagem ( $r=0,66$ ;  $P<0,05$ ). Também foi verificado correlação significativa e positiva entre teor de Lignina e FDN ( $r=0,83$ ;  $P<0,05$ ), lignina e FDA ( $r=0,81$ ;  $P<0,05$ ), bem como lignina e relação FDA/FDN ( $r=0,55$ ;  $P<0,05$ ). Concluiu-se que a leguminosa Cratília tem maior teor de FDN e lignina. O Feijão Guandu apresenta maior resistência moagem, consequentemente alta relação FDA/FDN. E a relação FDA/FDN correlaciona positivamente com a resistência a moagem. Consequentemente, essa análise química pode ser utilizada como indicador indireto da resistência a moagem em leguminosas tropicais.

**PALAVRAS CHAVES:** fibra, forragem, lignina, proteína, ruminante

## ABSTRACT

Little is known about the physical analyzes of tropical legumes and whether there is a correlation between the physical and chemical characteristics of these forages. Therefore, the objective was to evaluate the chemical and physical composition of six species of tropical legumes used to feed ruminants and verify whether there is a correlation. between these characteristics. The legumes were collected at the Glória Experimental Farm and the physical and chemical analyzes were carried out at the Laboratory of Bromatology and Animal Nutrition (LABAN) of the Faculty of Veterinary Medicine of the Federal University of Uberlândia (UFU). In November 2023, three replications of each of the six legumes were collected: Forage Peanut, Cratília, Estilosantes cv. Mineirão, Feijão Guandu, Gliricidia and Leucena, totaling 18 samples. The samples were dried in a forced ventilation oven for 72 hours and divided into two samples, one intended for grinding resistance analysis, and then for chemical-bromatological analysis. The physical analysis (grinding resistance) and chemical analyzes (dry matter, mineral matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin, iNDF and in vitro digestibility of dry matter) were compared using a mean test. 5% probability level for type I error. The experiment was conducted in a completely randomized design. All legumes had a crude protein content above 22%, with the exception of Estilosantes. Cratília had higher NDF and lignin content compared to other legumes ( $P < 0.05$ ), also numerically it had higher NDFi and hemicellulose and lower DIVMS. Guandu Beans had a higher FDA/NDF ratio and greater resistance to grinding ( $P < 0.05$ ), which also showed high levels of iNDF and lignin. There was a significant and positive correlation between the ADF/NDF ratio and grinding resistance ( $r = 0.70$ ;  $P < 0.05$ ), and between dry matter content and grinding resistance ( $r = 0.66$ ;  $P < 0.05$ ). A significant and positive correlation was also found between Lignin and NDF content ( $r = 0.83$ ;  $P < 0.05$ ), lignin and ADF ( $r = 0.81$ ;  $P < 0.05$ ), as well as lignin and ADF ratio /FDN ( $r = 0.55$ ;  $P < 0.05$ ). It was concluded that the legume Cratília has a higher NDF and lignin content. Guandu Beans have greater grinding resistance, consequently a high FDA/NDF ratio. And the FDA/NDF ratio positively correlates with grinding resistance. Consequently, this chemical analysis can be used as an indirect indicator of grinding resistance in tropical legumes.

**KEYWORD:** fiber, forage, lignin, protein, ruminant

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. OBJETIVOS.....	9
3. HIPÓTESE .....	9
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	9
4.1. Importância das leguminosas na alimentação dos ruminantes.....	9
4.2 Utilização de leguminosas em consórcios com gramíneas.....	10
4.3 Banco de Proteína.....	14
4.4 Utilização de leguminosas picadas e fornecidas no cocho <i>in natura</i> , seca (feno) e ensilada (silagem).....	15
4.5 Leguminosas tropicais utilizadas na alimentação de ruminantes .....	16
4.5.1 Amendoim forrageiro ( <i>Arachis Pintoï</i> ).....	16
4.5.2 Cratília ( <i>Cratylia argentea</i> ) .....	18
4.5.3 Estilosantes Mineirão ( <i>Stylosanthes guianensis</i> var. Mineirão).....	19
4.5.4 Feijão Guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ) .....	19
4.5.5 Gliricídia ( <i>Gliricidia sepium</i> ) .....	20
4.5.6 Leucena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) .....	22
4.6 ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS EM ALIMENTOS TROPICAIS .....	23
4.6.1. Análises Físicas .....	23
4.6.1.1 Resistência a moagem .....	23
4.6.2 Análises químicas.....	24
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.1 ANÁLISES FÍSICAS.....	29
5.1.1 Resistência a moagem. ....	29
5.2 Análises químicas.....	30

<b>5.3 Delineamento experimental</b> .....	31
<b>5.4 Análises Estatísticas</b> .....	31
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes em pastagens é predominante no Brasil, aproveitando as vastas áreas e o clima favorável para a pecuária. No entanto, durante a época seca, as pastagens frequentemente enfrentam redução na produção de forragem, o que impacta negativamente o desempenho dos animais.

No Centro-Oeste e Sudeste, a produção de forragem não é constante ao longo do ano devido à estacionalidade da produção, influenciada pelas estações do ano. Durante a estação chuvosa, há abundância de alimento devido às condições ambientais favoráveis. No entanto, na estação seca, a forragem torna-se escassa devido à menor luminosidade, precipitação reduzida e temperaturas mais baixas (SANTOS e MARTUSCELLO, 2022). Esses eventos reduzem o crescimento das gramíneas e piora a qualidade da forragem, pois ocorre diminuição na quantidade de folhas vivas e aumento de material morto, o que gera redução no consumo de pasto e ocasiona redução no consumo e conseqüentemente no desempenho animal (SILVA et al., 2016).

Nesse cenário, o uso de leguminosas surge como estratégia alternativa viável. As leguminosas têm a capacidade de melhorar a fertilidade do solo, posteriormente melhorando a qualidade das forragens, especialmente quando há escassez de água e queda na qualidade da forragem das gramíneas. Isso se deve ao fato de que as leguminosas geralmente possuem teores elevados de proteínas no período das secas e outros nutrientes essenciais em comparação às gramíneas (OLIVEIRA, 2022). Também, são forrageiras que mantêm seu valor nutritivo por mais tempo durante o período seco, preservando nutrientes essenciais para os animais, sendo uma fonte alimentar economicamente viável em comparação com alimentos concentrados como milho, soja e sorgo, frequentemente utilizados em sistemas intensivos (MEDEIROS et al., 2015).

Ademais, as leguminosas fazem a fixação do nitrogênio atmosférico e assim desempenham papel significativo na fertilidade do solo, contribuindo em grande parte para maior sustentabilidade dos sistemas de produção (THOMAS, 1995). O aumento no aporte de N das leguminosas para a pastagem, via processo simbiótico da fixação biológica do nitrogênio, reduz a necessidade de fertilizantes nitrogenados e diminui impactos ambientais, com menor emissão de gases do efeito estufa, como óxido nitroso, para a atmosfera (OLIVEIRA, 2022).

As leguminosas podem ser utilizadas na alimentação dos ruminantes de várias formas. Quando a leguminosa é utilizada para pastejo em área separada das gramíneas é denominada de “Banco de Proteína”. Quando utilizada para corte e fornecimento *in natura* ou secas no

cocho, recebe o nome de “Legumineira” (PEREIRA & HERLING, 2016). A utilização de pastagens consorciadas, com a presença da gramínea e leguminosa na mesma área para ser pastejada pelos animais, é a forma mais comum de ser utilizada.

Diferentes estudos já foram realizados com objetivo de conhecer a composição química das leguminosas (OLIVEIRA, 2008). Silva et al. (2013) conduziram estudo com o propósito de avaliar a taxa de degradação das frações proteicas e de carboidratos e verificar a sincronização da degradação desses componentes no rúmen de ruminantes alimentados com diferentes forragens, amoreira e leucena. Suas descobertas mostraram que a amoreira quanto a leucena são alimentos altamente degradáveis, tanto em termos de conteúdo celular quanto de parede celular, o que sugere boa sincronização entre a degradação de carboidratos e proteínas nessas forrageiras.

No entanto, a degradabilidade das leguminosas no rúmen não está relacionada apenas com sua composição química-bromatológica, mas também com suas características físicas. Plantas forrageiras com alto grau de fragmentação sofrem rápida redução no tamanho de partícula, o que aumenta a chance de escaparem do rúmen, bem como diminui o número de partículas longas que formam o *mat* ruminal (ALLEN et al. 2000), além de terem menor efeito em reduzir o consumo de matéria seca nos ruminantes.

As leguminosas apresentam maior fragilidade do que gramíneas, sendo a relação FDA/FDN possui uma correlação com a fragilidade da forragem (KAMMES e ALLEN, 2012). Leguminosas de clima temperado apresentam relação FDA/FDN de aproximadamente 0,8, enquanto gramíneas de 0,6 (VOELKER-LINTON e ALLEN, 2008). No entanto, são escassos os estudos para avaliar a fragilidade em leguminosas forrageiras de clima tropical.

Nesse contexto, existe a hipótese de que leguminosas com maior resistência à quebra de partículas apresentam maior quantidade de lignina, FDNi e menor digestibilidade. Sendo necessário realizar estudos para verificar se existem correlações entre as características físicas e químicas das forrageiras, considerando diferentes espécies de leguminosas tropicais utilizadas na alimentação dos ruminantes.

## **2. OBJETIVOS**

Avaliar a composição química e a resistência a moagem de seis espécies de leguminosas tropicais utilizadas na alimentação de ruminantes.

Ademais, verificar se existe correlação entre essas características nessas leguminosas.

## **3. HIPÓTESE**

Espera-se que a composição química e a resistência a moagem das seis espécies de leguminosas tropicais utilizadas na alimentação de ruminantes é diferente.

Existe correlação entre as características químicas e a resistência a moagem nas seis espécies de leguminosas.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1. Importância das leguminosas na alimentação dos ruminantes.**

Durante a época de escassez hídrica do ano, as pastagens que são compostas por gramíneas podem apresentar teores de proteína bruta inferiores a 7%. É necessário se atentar a esse valor, pois quando abaixo, o crescimento das bactérias fibrolíticas no ambiente ruminal podem ser severamente prejudicadas, pois não terão nitrogênio suficiente para sintetizar proteínas em quantidade adequada. Isso pode levar a redução na atividade dos microrganismos, prejudicando a digestão da fibra, a produção de ácidos graxos de cadeia curta e, conseqüentemente, afetando o desempenho dos animais. Isso afeta diretamente o consumo voluntário de alimentos, a digestibilidade da dieta e, conseqüentemente, o desempenho dos animais. Nesse contexto, as leguminosas desempenham papel crucial nos sistemas de produção animal. Elas podem suprir a deficiência de proteína nos animais, melhorando seu desempenho e eliminando a necessidade de suplementação mineral proteica (SANTOS e MARTUSCELLO, 2022).

O emprego das leguminosas na produção animal desempenha grande contribuição na busca por sistemas agropecuários intensificados e sustentáveis. Essas plantas, devido à sua capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico no solo, proporcionam não apenas uma fonte rica em proteínas de alta qualidade e nutrientes essenciais na dieta dos animais, como também é possível reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados sintéticos. Nesse sentido, as leguminosas podem ajudar a mitigar os impactos ambientais associados à produção animal, como a lixiviação de nitrogênio e a emissão de gases de efeito estufa. Assim, ao integrar

estrategicamente leguminosas na alimentação animal, não apenas se aprimora a qualidade nutricional da dieta, como também se impulsiona a sustentabilidade econômica, ambiental e social dos sistemas agropecuários (PATHANIA et al., 2020).

As leguminosas ajudam na adaptação das pastagens às mudanças climáticas, proporcionando nutrientes estáveis para as plantas em condições variáveis de crescimento. Por fim, ao melhorar o valor nutritivo da dieta animal, essas plantas aumentam a eficiência da conversão de forragem em proteína animal (RODRIGUES, 2021).

O uso de leguminosas favorece a recuperação de áreas de pastagens degradadas, proporcionando maior cobertura e melhor proteção do solo. A incorporação de leguminosas nas áreas degradadas oferece diversos benefícios, como a capacidade de fixação biológica no solo, através da associação simbiótica entre a leguminosa e bactérias fixadoras de nitrogênio, o que resulta na adição substancial de nitrogênio ao sistema solo-planta (TERRA et al., 2019). O nitrogênio fixado pela leguminosa mantém a produtividade da forragem e estende sua vida útil (BARCELLOS et al., 2008).

As leguminosas podem ser utilizadas na alimentação dos ruminantes de várias formas. Nos sistemas intensivos de produção, tem-se sugerido que as leguminosas sejam cultivadas em áreas separadas das gramíneas. Quando a leguminosa é utilizada para pastejo em áreas específicas destinadas para isso, é denominada de “Banco de Proteína”. Quando utilizada para corte e fornecimento in natura ou secas no cocho, recebe o nome de “Legumineira” (PEREIRA & HERLING, 2016).

#### **4.2 Utilização de leguminosas em consórcios com gramíneas.**

O sistema de consórcio de pastagens consiste no plantio de duas espécies de forrageira na mesma área, sendo na maioria das vezes, a integração feita com uma espécie de gramínea e outra espécie de leguminosa (SILVA et al., 2023).

A forma mais comum de realizar o consórcio de pastagens é combinar espécies de leguminosas com gramíneas, apesar de apresentar desafios técnicos significativos. O consórcio pode ser estabelecido desde o início da formação da pastagem, com o plantio das culturas simultaneamente. Além disso, também é possível introduzir sementes e/ou mudas de leguminosas em pastagens já estabelecidas posteriormente. Para obter sucesso na formação de consórcios, é crucial considerar características como a persistência das leguminosas na pastagem, sua resistência à escassez hídrica e a capacidade de retenção das folhas durante a

época seca. Esses aspectos são fundamentais para garantir uma dieta de qualidade para os animais durante esse período crítico na produção. (SANTOS e MARTUSCELLO, 2022).

Diante dos baixos índices produtivos nos sistemas de ruminantes, a adoção do consórcio entre gramíneas e leguminosas emerge como alternativa promissora, pois permite aumento da produção de forragem, especialmente durante o período seco, sendo as leguminosas de melhor valor nutritivo em comparação com as gramíneas tropicais comumente utilizadas. Algumas espécies de leguminosas são mais resistentes à seca, proporcionando distribuição mais equitativa da produção de forragem ao longo do ano, em quantidade e qualidade adequadas às necessidades nutricionais dos animais. Todos esses benefícios resultam em incrementos nos índices produtivos e reprodutivos do rebanho, redução dos custos pela substituição de fertilizantes nitrogenados e pesticidas, além do aumento da rentabilidade e competitividade na pecuária (VALENTIM & ANDRADE, 2005).

Nesse contexto, as leguminosas desempenham papel crucial na adaptação às mudanças climáticas, contribuindo para redução da degradação do solo, tanto em seus aspectos físicos quanto químicos. Além disso, sua capacidade de fixação de nitrogênio melhora a fertilidade do solo, enquanto reduz a prevalência de plantas invasoras, pragas e doenças (HASSEN et al., 2017). A introdução de leguminosas em pastagens possibilita melhorar a eficiência no uso da terra nos sistemas agropecuários promovendo maior proteção do solo contra erosão e lixiviação de nutrientes. Também, a capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, promove maior atividade microbiana no solo e melhorias nas condições físico-químicas do solo. De fato, novilhos da linhagem Charolês utilizando pasto de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. BRS Kurumi) e com acesso a pasto consorciado com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. cv. Amarillo) apresentaram aumento de 38% no ganho médio diário (GMD) em comparação com os animais que receberam apenas capim elefante anão como alimentação. Os pesquisadores também observaram redução no tempo de pastejo, sem evidência de aumento na produção de metano em gramas por quilo de matéria seca ingerida nos animais que receberam o amendoim forrageiro (ANDRADE et al., 2014).

Também, Silva et al. (2022) avaliaram o sistema de consórcios de capim-marandu com Macrotiloma e foi possível oferecer maior qualidade nutricional e maior digestibilidade da dieta aos bovinos, o que gerou aumento de 74% no GMD (ganho médio diário) nos animais mantidos em sistema de consórcio em comparação aos que foram pastejavam somente capim-marandu. Também foi possível reduzir em até 66% a emissão de metano pelos animais.

A palatabilidade da leguminosa é uma característica crucial na escolha da espécie para realizar o consórcio com gramíneas em áreas de pastagens (PERES, 1988). De modo que, durante a fase inicial de crescimento da leguminosa, esta deve ser menos palatável do que a gramínea, garantindo à leguminosa a capacidade de competir com a gramínea, sem correr risco de desaparecer da área de pastagem com o tempo. O consórcio entre espécies de braquiária e amendoim forrageiro tem recebido recomendações positivas para algumas localidades, apresentando resultados favoráveis (VALENTIM et al., 2001).

Resultados positivos da consorciação de braquiárias com amendoim forrageiro também foram destacados por Suárez-Vásquez et al. (1992), Argel & Villarreal (1998) e Valentim et al. (2001). No entanto, é importante notar que o estabelecimento e a manutenção de leguminosas tropicais perenes consorciadas com gramíneas tropicais têm enfrentado desafios, e sua baixa persistência sob pastejo representa o principal obstáculo para a pesquisa.

Embora o emprego de leguminosas em pastagens represente significativa contribuição para a produção em pasto, sua adoção permanece restrita no Brasil (SIMIONI et al., 2014). Barcellos et al. (2008) indicam que diversos fatores limitam a incorporação de leguminosas em sistemas de produção a pasto, incluindo a escassez de variedades disponíveis, altos custos iniciais, a limitada persistência sob pastejo, o estabelecimento lento e, principalmente, a falta de uma descrição abrangente de seu real papel nos sistemas de produção.

O cultivo e o manejo de pastagens consorciadas de gramíneas com leguminosas pode se tornar desafiador devido às notáveis diferenças fisiológicas entre esses dois grupos de forrageiras, incluindo os ciclos de fixação do carbono ( $C_3$  e  $C_4$ ). As gramíneas são mais eficientes na fotossíntese, o que resulta em taxas de crescimento e potencial de produção de forragem superiores às leguminosas. Além disso, as gramíneas demonstram maior eficiência na utilização de água e nutrientes (NASCIMENTO JR et al., 2002).

Em sistemas de consórcio, certas espécies de *Arachis*, conhecidas como amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Kaprov. & W. C. Greg. e *Arachis repens* Handro), se destacam pela persistência elevada e boas características bromatológicas, contribuindo para qualidade da pastagem (BARCELLOS et al., 2008; VALENTIM et al., 2017). No entanto, as variedades existentes enfrentam baixa adoção, devido aos desafios na produção e distribuição de sementes e mudas, resultando em custos elevados de implantação e limitando sua aplicação em consórcio ou como cobertura do solo em grandes áreas (ASSIS et al., 2013). A emergência de novas pragas e doenças, juntamente com a demanda mais resistentes a períodos prolongados de estiagem, destaca a necessidade de buscar variedades com desempenho aprimorado.

O amendoim forrageiro adapta-se bem a altitudes de até 1800 metros acima do nível do mar e precipitação anual superior a 1200 mm. Embora tolere solos ácidos e de baixa fertilidade e permeabilidade, sua sensibilidade a períodos extensos de estiagem é evidente (VALLS; SIMPSON, 1994; ASSIS et al., 2011; 2013). A espécie mostra-se promissora em sistemas silvipastoris e agroecológicos, apresentando boa produtividade e tolerância ao sombreamento (ANDRADE; VALENTIM, 1999; ANDRADE et al., 2004; BARRO et al., 2012). Sua adaptabilidade a diversas condições ambientais permite a associação com diferentes gramíneas, principalmente do gênero *Brachiaria* e *Cynodon nlemfuensis*, esta última considerada altamente compatível em regiões tropicais (OLIVEIRA et al., 2003; ANDRADE et al., 2006; ANDRADE, 2013; CASSAL et al., 2013).

Além disso, o amendoim forrageiro exibe considerável potencial para a ciclagem de nutrientes e a recuperação de pastagens e áreas degradadas (SANTOS et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003). Em plantações puras, a cobertura completa do solo é alcançada aproximadamente 120 dias após o plantio (VALENTIM et al., 2003; ASSIS et al., 2008), com sua persistência sendo notável devido ao hábito estolonífero e aos pontos de crescimento geralmente pouco acessíveis ao pastejo animal.

Oliveira (2016) propôs determinar a disponibilidade de forragem e a contribuição dos elementos botânicos e estruturais em pastagens de Tifton 85 e Coastcross, seja individualmente ou em consórcio com Amendoim Forrageiro, durante os primeiros pastejos. Dois cultivares de *Cynodon* (Tifton 85 e Coastcross) e uma leguminosa do gênero *Arachis* (Amendoim Forrageiro, cv. Amarillo) foram empregados em doze piquetes. O experimento consistiu em quatro tratamentos com três repetições: Tifton 85 cultivado isoladamente, Coastcross cultivado isoladamente, Tifton 85 consorciado com Amendoim Forrageiro e Coastcross consorciado com Amendoim Forrageiro. As conclusões foram que a quantidade de forragem nas pastagens não é influenciada pelo consórcio entre as gramíneas Tifton 85 e Coastcross com o Amendoim Forrageiro. Contudo, houve aumento nos valores de massa de forragem no terceiro pastejo após a implantação. Os valores de lâmina foliar e colmo + bainha são superiores quando a pastagem é estabelecida exclusivamente pela gramínea, independentemente da cultivar utilizada. A quantidade de outras espécies e material morto não é impactada pelo consórcio no início do período de utilização das pastagens perenes. A inclusão do Amendoim Forrageiro nas pastagens consorciadas, proporcionando 75% da área para o desenvolvimento da leguminosa, além de manter uma massa de forragem semelhante às pastagens puras de gramíneas, contribui com 29,54% na massa de forragem total, no início de sua utilização.

Estudo conduzido por Paris et al. (2009) avaliou o manejo de novilhas de corte em pastagens de Coastcross-1 consorciadas com *Arachis pintoii*. Foram analisadas várias variáveis, incluindo massa de forragem, taxa de acúmulo diário, oferta de forragem, taxa de lotação, porcentagem de *Arachis pintoii*, ganho médio diário e ganho por hectare. O manejo adotado foi de lotação contínua com carga animal variável, utilizando novilhas mestiças em grupos de três animais-testes por consórcio. Os resultados mostraram que a massa de forragem variou entre os tratamentos, destacando-se o consórcio sem adubação nitrogenada com a maior oferta de forragem e menor taxa de lotação. A porcentagem de *Arachis pintoii* foi mais elevada na primavera. Quanto ao ganho médio diário, os melhores resultados foram observados no cultivo em consórcio com adubação de 200 kg de nitrogênio, assim como na pastagem de Coastcross em cultivo exclusivo com a mesma adubação. Os ganhos anuais por hectare foram superiores a 1.000 kg/ha/ano, com maior destaque no verão.

#### **4.3 Banco de Proteína**

O sistema de banco de proteína consiste em uma abordagem integrada para o uso de pasto, permitindo que os animais tenham acesso contínuo ou programado a áreas de leguminosas. Segundo Colonnelli et al. (2002), os animais devem ter acesso durante algumas horas do dia, em determinados dias da semana, ou apenas em épocas específicas do ano. O acesso ao banco de proteína deve ser restrito, pelo fato de algumas leguminosas possuírem fatores antinutricionais, sendo prejudicial aos animais quando consumidas em grande quantidade.

No entanto, o uso de leguminosas em banco de proteína enfrenta algumas limitações, uma delas está relacionada aos baixos níveis de fósforo em solos tropicais, que é um nutriente crucial e bastante demandado por essas espécies (STIVARI et al., 2011).

Lourenço (1991) realizou experimento com bovinos nelores em lotes homogêneos, usando dois tipos de pasto (capim-colonião exclusivo e capim-colonião consorciado com soja perene), foram utilizadas 5 espécies de leguminosas tropicais como banco de proteína. As leguminosas utilizadas foram: Guandu, Leucena, Kudzo Tropical, Mucuna Treta e Yarana. Foram utilizados dez piquetes com apenas o capim coloniã e outros dez com o capim consorciado com as cinco espécies de leguminosas. Os animais que foram mantidos nos pastos de coloniã consorciado com soja perene ganharam 710 g/animal/dia, já os animais que foram mantidos em pasto exclusivo de capim-coloniã ganharam 639 g/animal/dia. Essa diferença de ganho de peso pode ser explicada pela contribuição da soja perene selecionada pelos animais.

Já os animais que tiveram livre acesso aos bancos de proteína com o Guandu obtiveram ganho médio diário de 477 g/animal/dia, com leucena 450 g/animal/dia, com kudzu 362 g/animal/dia, com mucuna 327 g/animal/dia e com yarana 337 g/animal/dia. A média do ganho de peso por hectare no pasto de capim colonião consorciado foi de 483 kg/há, sendo superior ao do pasto com capim-colonião exclusivo de 434 kg/há. Os ganhos por hectare obtido nos animais que tiveram acesso aos bancos de proteína foram 103 kg/ha no guandu, 97 kg/ha na leucena, 71 kg/ha na mucuna, 73 kg/ha na yarana e 78 kg/ha no kudzu.

#### **4.4 Utilização de leguminosas picadas e fornecidas no cocho *in natura*, seca (feno) e ensilada (silagem).**

As leguminosas tropicais são mais suscetíveis ao pastejo em comparação com as gramíneas, conforme observado por Pereira (2009). Em sistemas consorciados, é comum que os animais demonstrem preferência pelas leguminosas, resultando em menor proporção delas na pastagem. No entanto, é crucial considerar que os efeitos da desfolhação na persistência das leguminosas dependem dos mecanismos de resistência da planta e do grau de seletividade exercido pelos animais. Em sistemas intensivos de produção, recomenda-se o cultivo separado de leguminosas e gramíneas.

Quando as leguminosas são destinadas ao pastejo, são chamadas de "Banco de Proteínas". Se utilizadas para corte e fornecimento verde no cocho, são denominadas "Legumineiras". Geralmente, tanto no Banco de Proteínas quanto na Legumineira, a área cultivada corresponde a 20-30% da área total da pastagem com gramíneas tropicais. No Banco de Proteínas, a área é dividida em piquetes, e o pastejo ocorre por cerca de 2 horas/dia (CAMARÃO e AZEVEDO, 2005).

A escolha da leguminosa apropriada para esses sistemas deve considerar adaptação local, tolerância à seca, alto teor proteico, produção satisfatória de forragem, boa recuperação pós-pastejo e aceitação pelos animais. A ensilagem de leguminosas pode contribuir para equilibrar dietas quando fornecido volumoso pobre em proteína bruta, como a cana-de-açúcar. Contudo, é importante estar atento ao risco de fermentação indesejável na ensilagem, o que pode ser controlado com o uso de aditivos à base de inoculantes microbianos. O pré-murchamento, seguido de picagem e compactação no silo, juntamente com aditivos ricos em carboidratos, pode melhorar a fermentação das silagens de leguminosas.

Apesar das desvantagens associadas à fenação de leguminosas, como perdas durante a desidratação e dificuldades de manejo, essa prática é viável. Entretanto, cuidados devem ser

tomados devido às diferenças na velocidade de desidratação entre caules e folhas, o que pode resultar em perdas significativas se não houver atenção durante o processo. Além disso, as leguminosas enfrentam desafios relacionados à limitada capacidade de suportar cortes frequentes, com rebrota mais lenta e dificuldades de mecanização (LEMOS et al., 2020)

Lemos et al. (2020) avaliaram a substituição parcial do farelo de soja por feno ou silagem de *Gliricidia sepium* sobre o desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça de cordeiros em terminação. Foram utilizados 18 cordeiros  $\frac{1}{2}$  Dorper  $\times$   $\frac{1}{2}$  Santa Inês, inteiros, com aproximadamente 120 dias de idade e peso corporal médio de  $21 \pm 2.2$  kg. Os ingredientes utilizados nas dietas experimentais foram feno de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), farelo de soja, milho moído, feno e silagem de Gliricídia. Os tratamentos foram constituídos da dieta controle (100% de farelo de soja como fonte de proteína); dieta composta por feno de Gliricídia (42,6% farelo de soja e 57,4% feno de Gliricídia); e dieta composta por silagem de Gliricídia (42,6% farelo de soja e 57,4% silagem de Gliricídia). Os animais alimentados com feno de Gliricídia em substituição parcial ao farelo de soja, obtiveram maiores ( $P < 0,05$ ) consumos de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais.

#### **4.5 Leguminosas tropicais utilizadas na alimentação de ruminantes**

##### **4.5.1 Amendoim forrageiro (*Arachis Pintoi*)**

O *Arachis pintoi* é uma leguminosa rasteira de ciclo de vida longo, originária da América do Sul, sendo nativa da flora brasileira, é caracterizada por flores amarelas que florescem várias vezes ao longo do ano (VALSS & SIMPSON, 1994). Apresenta boa tolerância ao pastejo intensivo devido à abundância de sementes viáveis presentes abaixo do solo (GONZÁLEZ et al., 1996). Sua adaptação abrange diferentes tipos de solo e climas, sendo uma planta rica em cálcio e amplamente aceita pelos animais.

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é uma leguminosa bastante usada em pastagens devido à sua persistência e capacidade de cobrir o solo de forma duradoura. Suas ramificações vegetativas, principalmente pelos estolões que crescem rente ao solo, permitem que ele forme uma camada densa e resistente. Isso ajuda a reduzir a erosão do solo e contribui para a fertilidade, pois sendo uma leguminosa, ele fixa nitrogênio no solo, beneficiando as plantas próximas. A persistência do amendoim forrageiro é uma característica essencial em sistemas de integração com pastagens, pois ele tem boa tolerância ao pisoteio dos animais e se adapta bem a diferentes condições de clima e solo. Esse fator também o torna vantajoso em áreas com

necessidade de recuperação de solo ou onde se busque uma forragem perene e nutritiva (DE LIMA et al., 2003).

Conforme Lascano (1994), o *Arachis pintoi* possui baixa quantidade de tanino (2,5%), o que não exerce efeitos notáveis sobre consumo. O tanino apresenta sabor amargo, assim tornando menos palatável aos animais e causando redução no consumo. Essa característica torna o amendoim forrageira uma escolha favorável para inclusão na dieta animal.

O amendoim forrageiro é frequentemente utilizado como banco de proteínas, onde um piquete é designado para o seu plantio. Após a formação do piquete, os animais são permitidos a entrar e pastejar por algumas horas, geralmente entre 4 e 5 horas, sendo retirados em seguida (MIRANDA PENA et al., 2018). Além disso, o amendoim forrageiro é empregado na recuperação de pastagens degradadas, pois seu cultivo promove revitalização de pastagens deterioradas, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo, mitigação da erosão, controle de plantas invasoras, provisão de alimento nutritivo para o gado, podendo ser consorciado com gramíneas para melhorar a qualidade da dieta (GONZÁLEZ et al., 1996).

Essa leguminosa demonstra notável resistência ao pisoteio, essa resistência é atribuída às características do sistema radicular e ao crescimento prostrado do amendoim forrageiro, que contribuem para sua capacidade de recuperação após o pisoteio. Também, possui elevada compatibilidade com gramíneas de porte baixo, como o quicuío-da-Amazônia (*Brachiaria humidicola*) e a grama-estrela-roxa (*Cynodon nlemfuensis*), possibilitando a formação de consórcios mais duradouros (VALENTIM, 2021). De acordo com Gobbi et al. (2008), o amendoim forrageiro apresenta teores aproximados de 15,2% a 19,2% de Matéria Seca, 17,1% a 19,5% de Proteína Bruta, 50,5% a 52,15% de FDN (Fibra em Detergente Neutro) e 28% a 33% FDA (Fibra em Detergente Ácido). De acordo com Gomes (2010) o teor de lignina dessa leguminosa está entre 8 e 12%. Esses valores indicam perfil nutricional adequado para alimentação dos ruminantes em pastejo.



**Figura 1** – Amendoim Forrageiro Fonte: (EMBRAPA)

#### 4.5.2 Cratília (*Cratylia argentea*)

A *Cratylia*, segundo Argel e Lascano (1998), é de origem neotropical e tem distribuição natural no Peru, Bolívia, Argentina e Brasil, podendo ser encontrada nos biomas da Caatinga, Cerrado e na Mata Atlântica. Essa leguminosa destaca-se por sua notável adaptação a áreas tropicais, com secas prolongadas e solos ácidos de baixa fertilidade. Nessas condições, a *Cratylia* demonstra bom rendimento forrageiro e capacidade de rebrotar durante o período seco do ano, graças ao seu vigoroso sistema radicular desenvolvido.

A *Cratylia* surge como alternativa viável para melhorar o padrão alimentar dos animais durante o período seco. Quando comparada com as gramíneas, ela apresenta alto teor proteico, melhor digestibilidade e maior resistência ao período seco. Sua utilização pode ocorrer de diversas formas, como feno, silagem e consorciada com gramíneas ou plantadas em áreas exclusivas para serem utilizadas como bancos de proteína (COSME, 2018).

Teixeira (2023) conduziu estudo com 24 cordeiros da raça Lacaune, não castrados, com idades entre 5 e 6 meses e peso corporal médio de 21,5 kg, no qual foi feita a substituição do feno de Tifton-85 pelo feno de Cratília nos níveis de 0%, 20%, 30%, 40% e 100%. Não foi verificada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) no consumo de matéria seca em resposta aos diferentes níveis de substituição de Tifton 85 por Cratília. No entanto, observou-se aumento no consumo de matéria seca (CMS) de 12,5%, 17,64%, 18,75% e 16,67% com os respectivos aumentos nas proporções (0%, 20%, 30%, 40% e 100%) de Cratília no período final de coleta ( $P < 0,05$ ), em comparação com o período inicial. Em geral, a substituição do feno de Cratília pelo Tifton 85 mostrou que o desempenho dos cordeiros pode ser mantido, independentemente do nível de substituição utilizado nas dietas. Portanto, essa substituição pode ser recomendada como estratégia de intervenção alimentar para apoiar a produção pecuária sem custos adicionais com fertilizantes químicos. De acordo com Aroeira et al. (1991), o teor de FDN é de 67,6% e o teor de FDA é de 38%. E o teor de lignina dessa varia de 13 a 18% (GOMES, 2010).



**Figura 2** – Cratília (Fonte: Flickr)

#### 4.5.3 Estilosantes Mineirão (*Stylosanthes guianensis* var. Mineirão)

A leguminosa Mineirão é originária do Brasil, sendo nativa da região de Diamantina, Minas Gerais. Essa planta perene apresenta características distintas, especialmente durante o período da seca, quando possui teor de proteína superior aos capins. O aumento na qualidade nutricional ocorre devido à capacidade do Mineirão de fixar o nitrogênio atmosférico por meio da associação simbiótica com bactérias nativas do Cerrado. De acordo com Silva (1997) o Mineirão é uma opção versátil, podendo ser utilizado como banco de proteína para pastejo animal, em consórcio com gramíneas ou até mesmo na recuperação de pastagens degradadas. Os teores de proteína bruta na parte aérea dessa leguminosa variam entre 12% e 18%, o que destaca a significativa contribuição nutricional que o Mineirão pode oferecer aos animais, sendo alternativa valiosa como estratégia de alimentação animal para sistemas de manejo sustentáveis (SILVA, 1997). De acordo com Lopes et al. (2012), a composição química encontrada foi 38% Matéria Seca, 12,6% Proteína Bruta, 61% de FDN e 32% de FDA.

A introdução do Estilosantes Mineirão em pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis* demonstrou ser responsável por aumento no ganho diário de peso de novilhas nelore, além de contribuir para aumento da produtividade da pastagem. Essa inclusão resultou em incremento significativo de 4,5@ por hectare por ano. Do ponto de vista econômico, a incorporação do Mineirão mostrou-se vantajosa, pois a diferença de custo entre os dois sistemas (com e sem a leguminosa) foi apenas o valor correspondente a 0,8 quilos de sementes de Mineirão por hectare, conforme destacado por Paciullo et al. (2001). De acordo com Gomes (2010) o teor de lignina dessa leguminosa está entre 10 e 15%.



**Figura 3** - Estilosantes cv. Mineirão (Fonte: Boi Saúde)

#### 4.5.4 Feijão Guandu (*Cajanus cajan*)

O *Cajanus cajan*, popularmente conhecido como feijão guandú, andu ou guandu, tem origem na África, tendo sido introduzido no Brasil por meio dos navios negreiros (SANTOS,

2000). O feijão guandu é versátil em sua forma de utilização, podendo ser pastejado pelos animais, oferecido *in natura* no cocho ou conservado por meio de técnicas como fenação ou ensilagem. Uma prática comum é separar um piquete e plantá-lo para servir como banco de proteína, onde os animais podem pastejar por algumas horas, geralmente entre 4 e 5 horas, sendo retirados em seguida. O feijão guandu contém substâncias como taninos e cianamida, porém em baixas concentrações, não representando perigo aos animais (MIRANDA PENA et al., 2018). Todas essas características tornam o feijão guandu opção valiosa para ser utilizado em sistemas de produção sustentáveis, como também estratégias de manejo agrícola.

De acordo com a plataforma de Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos (CQBAL), o Feijão-guandu possui 35% de Matéria Seca, 16% de Proteína Bruta, 58% de FDN (Fibra Detergente Neutra) e 32% de FDA (Fibra Detergente Ácida). De acordo com Gomes (2010) o teor de lignina dessa leguminosa está entre 8 e 12%.

Schaffhausen (1966) ao empregar o guandu plantado nas curvas de nível em pastagens de capim pangola, registrou ganhos médios de bovinos de 376 g/dia durante o período de seca. Favoreto et al. (1989) também observaram aumentos significativos nos ganhos de peso de bovinos durante a estação seca em pastagens de colonião, quando esses tinham acesso a banco de proteína de guandu, em comparação, os pastos exclusivos apenas de colonião adubados com 100kg de nitrogênio por hectare apresentaram ganhos médios de 0,356 kg/cab/dia e 0,262 kg/cab/dia. Conclui-se que o feijão guandu se apresenta como alternativa de baixo custo para suplementação volumosa de bovinos na recria durante a época seca.



**Figura 4** – Feijão Guandu (Fonte: Syngenta)

#### **4.5.5 Gliricídia (*Gliricidia sepium*)**

A Gliricídia, originária do México e da América Central, é uma planta de ciclo de vida longo, apresentando porte arbóreo com altura variando entre 12 e 15 metros. Sua capacidade de ser tolerante a solos de baixa fertilidade a torna excelente escolha para recuperação de áreas

degradadas. Amplamente utilizada na alimentação animal por agricultores em todo o mundo, essa planta destaca-se pela disponibilidade de suas folhas durante todo o ano e pela significativa concentração de proteínas nas mesmas.

O fornecimento de Gliricídia aos ruminantes pode ser feito através do corte e fornecimento no cocho *in natura*, ensilada ou na forma de feno, ou através do pastejo em áreas consorciadas ou bancos de proteína. Apesar de seus benefícios nutricionais, é importante ressaltar que a Gliricídia contém fatores antinutricionais, como a cumarina, é um composto orgânico tóxico que em altas quantidades inibe a vitamina K, afetando a coagulação sanguínea. Também estão presentes nessa leguminosa, taninos, alcaloides e saponinas. Esses compostos em altas quantidade podem afetar a digestibilidade e a absorção de nutrientes pelos animais, levando a potenciais impactos negativos na saúde e no desempenho animal. Recomenda-se que a quantidade fornecida não ultrapasse 30% da matéria seca total ingerida pelos animais (MIRANDA PENA et al., 2018).

De acordo com Dantas et al. (2008), a composição química da Gliricídea é de 28,2% de Matéria Seca, 24,05% de PB, 57,79% de FDN e 32,07% de FDA. Essas informações destacam a Gliricídia como fonte forrageira para alimentação dos ruminantes. De acordo com Gomes (2010) o teor de lignina dessa leguminosa é de 15%.

Silva et al. (2012) conduziram experimento com 32 borregos da raça Santa Inês, não castrados, recém-desmamados, com peso corporal médio de 14,5 kg e idade aproximada de quatro meses. Os animais foram submetidos a quatro dietas: T1 - silagem de milho (60%) + concentrado (40%); T2 - silagem de milho (60%) + silagem de gliricídia (13,3%) + concentrado (26,7%); T3 - silagem de milho (60%) + silagem de gliricídia (26,7%) + concentrado (13,3%) e T4 - silagem de milho (60%) + silagem de gliricídia (40%). Os animais obtiveram ganho médio diário (GMD) de 151, 160, 140 e 82 g/dia nos tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Com os dados obtidos foi possível concluir que o ganho de peso médio diário dos cordeiros foi influenciado positivamente pelos diferentes níveis de silagem de gliricídia.



**Figura 5** – Gliricídia (Fonte: Embrapa)

#### **4.5.6 Leucena (*Leucaena leucocephala*)**

A Leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma leguminosa nativa da América Central, perene, apresenta boa resistência à seca e palatabilidade, sendo amplamente utilizada na alimentação de suínos, bovinos e caprinos (FERREIRA et al., (2002). Essa espécie, de ciclo de vida longo e porte arbóreo, pode atingir até 20 metros de altura. Sua tolerância à seca e aceitação pelo gado fazem dela uma escolha valiosa para consórcios em pastagens, pois suas folhas não sombreiam o pasto, assim não prejudicando o crescimento das gramíneas (PENA et al., 2018).

A Leucena é utilizada em consórcio com gramíneas ou em bancos de proteínas para pastejo, ou para corte e fornecimento no cocho. No entanto, é importante destacar que a Leucena contém fator anti-nutricional chamado mimosina, em todas as partes da planta, podendo ocasionar problemas nos animais, quando a leucena é fornecida como única fonte de alimento. A mimosina, apresenta toxicidade devido à capacidade de se decompor em substâncias químicas nocivas quando ingerida. Após o metabolismo, a mimosina se transforma em 3,4 diidroxifenilalanina (DHP), composto similar à fenilalanina, um aminoácido, que interfere no processo de síntese de proteínas, podendo ocasionar danos ao organismo. Além disso, a mimosina também pode prejudicar a absorção de minerais essenciais, como zinco e ferro, resultando em problemas gastrointestinais e outros efeitos adversos à saúde. A mimosina possui efeitos tóxicos caracterizados por alopecia e menos frequentemente, catarata, atrofia de gengiva, ulcerações da língua e esôfago, bócio, infertilidade e menores ganho de peso (RADOSTITS et al. 2000) para ruminantes e não ruminantes (HAMMOND 1995, RADOSTITS et al. 2000, TOKARNIA et al. 2000).

Para evitar intoxicação, recomenda-se que seu fornecimento não ultrapasse 30% da ingestão total de matéria seca por dia (MIRANDA PENA et al., 2018). Por isso, o período de

utilização da Leucena como banco de proteína deve ser limitado à poucas horas, geralmente entre 4 a 5 horas. (KUMARI, 2017).

A composição química da Leucena obtida por Dantas et al. (2008) foi 28,2% de MS, 23,9% de PB, 57,7% de FDN e 32,5% de FDA. Essas informações ressaltam a importância da Leucena como fonte nutricional valiosa na alimentação animal. De acordo com Gomes (2010) o teor de lignina dessa leguminosa está entre 12 e 18%.

Souza et al. (1999) conduziram experimento na época das secas com 28 borregos da raça Morada Nova, idade de 12 meses e peso corporal de 22 kg, esses animais foram submetidos à três tratamentos: 1) pasto de capim buffel; 2) capim buffel e suplementação com feno de leucena (250 g/animal/dia); e 3) pasto com capim buffel e suplementação com feno de leucena (500 g/animal/dia). Os animais que foram mantidos exclusivamente no pasto de capim buffel obtiveram ganho de 21,4 g/dia, os animais que receberam o capim buffel e 250 g de feno de leucena tiveram ganho de 31,7 g/dia e os animais que receberam o capim buffel com 500 g de feno de leucena ganharam 59,6 g/animal/dia. A principal conclusão do estudo foi que a suplementação com leucena na estação da seca é capaz de melhorar a taxa de crescimento dos animais.



**Figura 6** – Leucena (Fonte: Rio Moros)

## **4.6 ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS EM ALIMENTOS TROPICAIS**

### **4.6.1. Análises Físicas**

#### **4.6.1.1 Resistência a moagem**

A análise de resistência à moagem em forrageiras é um método que permite avaliar as características físicas dessas plantas como fonte de alimento para os animais. Este processo envolve submeter a amostra ao procedimento de moagem e observar a facilidade ou dificuldade com que são reduzidas até partículas menores (VELÁSQUEZ, 2006).

A resistência à moagem está diretamente ligada à composição química das leguminosas, incluindo a estrutura celular e a presença de componentes como lignina, que pode conferir

maior resistência. Leguminosas com maior resistência à moagem podem apresentar lenta degradação pelos microrganismos, o que pode reduzir a eficiência alimentar.

Diversas abordagens têm sido empregadas na análise da resistência física das gramíneas. Por exemplo, a avaliação da resistência à moagem tem sido adotada para investigar a relação entre essa resistência física, a composição química e a digestibilidade das forragens (Mir et al., 1990). A energia demandada durante o processo de moagem tem sido associada à taxa de ingestão de forragens com composições químicas similares (Weston, 1985; Wales et al., 1990). Contudo, uma crítica comum às técnicas baseadas na moagem é que o material vegetal seco e triturado pode não representar fielmente o que é consumido pelo animal (HERRERO et al., 2001)

Essa análise pode ser conduzida utilizando equipamentos de laboratório, como moinhos de facas. Os resultados obtidos fornecem informações valiosas para seleção e manejo adequado das leguminosas na dieta dos animais, visando maximizar a digestibilidade e a utilização dos nutrientes disponíveis. Portanto, compreender a resistência à moagem em leguminosas é essencial para garantir a eficácia da utilização dessas plantas na alimentação animal e para otimizar a produção (VELÁSQUEZ, 2006).

Para avaliar a resistência à moagem, as amostras de leguminosas são primeiramente secas em estufa ventilada e, em seguida, moídas em moinho do tipo Wiley utilizando a peneira com abertura de 5 mm. Após isso, 20 g desse material é submetido a uma segunda moagem no mesmo moinho, dessa vez com peneira de abertura de 1 mm, durante o período de 25 segundos. O que passou pela abertura de 1 mm e o resíduo de material não moído (acima da peneira) são pesados em balança semi-analítica. Esse procedimento permite quantificar a resistência à moagem, que consiste na proporção das 20 g de amostra no tamanho de partícula de 5 mm que não foram reduzidas até o tamanho de 1 mm (HUGHES et al., 1998).

Rezende (2021) avaliou a composição química e a resistência à moagem de perfilhos vegetativos e reprodutivos de forrageiras (capim marandu, ipyporã, mavuno e mulato II) diferidas por 90 dias e verificou que não houve diferença na resistência à moagem entre as gramíneas e tipos de perfilhos. No entanto, não se conhece se existe variações na resistência a moagem nas diferentes leguminosas utilizadas na alimentação dos ruminantes.

#### **4.6.2 Análises químicas**

A avaliação química dos alimentos é essencial para a formulação de dietas balanceadas e para melhorar a eficiência na produção. Parâmetros químicos e bromatológicos, como matéria

seca, proteína bruta, fibras, extrato etéreo, cinzas, amido e matéria orgânica residual, são indicadores cruciais da qualidade nutricional dos alimentos e afetam diretamente o desempenho dos animais. Ao ter acesso a esses dados, nutricionistas e produtores podem desenvolver dietas específicas que atendam às necessidades dos animais em diferentes fases, como crescimento, reprodução e lactação.

A determinação do teor de matéria seca desempenha papel crucial no contexto das leguminosas, representando a porção da planta que permanece após a remoção da água por meio do processo de secagem. Compreender sua importância na nutrição dos ruminantes é fundamental. Na dieta animal, a matéria seca exerce uma influência significativa, pois afeta diretamente a quantificação dos nutrientes disponíveis. Sua determinação é realizada por meio de métodos convencionais, como a secagem em estufa, em temperatura específica, seguida da pesagem da amostra (REIS, 2018).

A análise química da matéria mineral é essencial para garantir que os animais recebam uma dieta balanceada e adequada às suas necessidades nutricionais. O objetivo desta análise é determinar a concentração dos minerais presentes nos alimentos, possibilitando a formulação de dietas específicas que atendam às exigências nutricionais dos animais. A determinação da concentração de minerais na matéria mineral pode ser realizada por meio de métodos de análise química laboratorial, como a utilização de mufla. Esse método consiste na incineração da amostra a altas temperaturas, seguida da análise dos resíduos inorgânicos deixados após a queima. Essa análise proporciona informações precisas sobre a quantidade de minerais presentes nos alimentos, orientando a formulação de dietas equilibradas (SANTOS, 2015).

A Fibra em Detergente Neutro (FDN) é uma medida que quantifica a fração fibrosa presente nas forragens, composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina. Essa medida é fundamental para compreender a composição nutricional das forragens e seu potencial de utilização na alimentação animal. A FDN desempenha papel crucial na nutrição animal, influenciando diretamente o consumo das forragens pelos ruminantes, uma vez que forragens com altos teores de FDN tendem a diminuir o consumo devido à sua menor digestibilidade e maior resistência à fermentação ruminal (VAN SOEST, 1991).

A determinação da Fibra em Detergente Ácido (FDA) é essencial para avaliar a qualidade das forragens e prever seu impacto no desempenho dos animais. A FDA está diretamente relacionada à digestibilidade da forragem, representando a fração dos componentes da planta que são mais difíceis de serem degradados no trato digestivo dos animais. Ao determinar a quantidade de FDA em uma forragem, os nutricionistas podem estimar sua

digestibilidade, ou seja, o quanto dessa forragem será efetivamente utilizada pelos animais. Forragens com maiores teores de FDA tendem a ter uma digestibilidade reduzida, pois a presença de fibras mais complexas, como a lignina, dificulta a ação dos microrganismos do rúmen na quebra dos componentes fibrosos (MERTENS, 1997).

A relação entre FDA (fibra detergente ácido) e FDN (fibra detergente neutra) é uma ferramenta útil para a avaliação da composição e qualidade das fibras na dieta. A leguminosa é mais frágil, porém sua relação FDA/FDN é maior que a relação da gramínea, pois a leguminosa possui teor de lignina maior em relação a gramínea, porém é uma lignina que não interfere muito na questão da digestibilidade quando é utilizada pelos animais (MERTENS, 1997).

A lignina é um componente estrutural presente nas paredes celulares das plantas forrageiras, responsável pela sua rigidez e resistência. Trata-se de uma macromolécula polimérica complexa, originada da polimerização de compostos fenólicos, e tem papel fundamental na determinação da estrutura e qualidade dessas plantas. Especialmente para animais ruminantes, a lignina desempenha papel crucial na qualidade da forragem. Sua presença influencia diretamente a digestibilidade das gramíneas forrageiras. Por ser um componente resistente à degradação microbiana no rúmen, a lignina reduz a digestibilidade da forragem, tornando-a menos acessível aos microrganismos ruminais. Portanto, a concentração de lignina em gramíneas forrageiras é um indicador importante da qualidade nutricional e do potencial de utilização dessas forragens na alimentação animal (DETMANN, 2014).

A FDN<sub>i</sub> desempenha papel crucial na nutrição animal, especialmente para os animais ruminantes. Sua importância está relacionada à determinação da taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo. A presença de FDN<sub>i</sub> influencia diretamente a velocidade com que os alimentos são digeridos e passam pelo sistema digestivo dos animais, afetando a eficiência da digestão e a utilização dos nutrientes contidos na dieta (VALENTE, 2011). Quando se tem uma dieta com um maior teor de FDN<sub>i</sub>, tem-se a menor taxa de passagem e menor consumo de matéria seca, pois isso sugere uma dieta com maior teor de fibras de baixa qualidade, que são digeridas mais lentamente e limitam a ingestão de alimentos pelo animal. Isso pode resultar em uma digestão menos eficiente e, possivelmente, em menor desempenho animal, pois é uma fibra que demora a sair do rúmen e não é degradada pelos micro-organismos (SANTOS, 2012).

A digestibilidade da matéria seca é fundamental na avaliação bromatológica dos alimentos para animais. Isso ocorre porque está diretamente ligada à quantidade de nutrientes disponíveis para o animal após o processo de digestão. Uma alta digestibilidade indica maior disponibilidade de nutrientes para o animal, o que se traduz em melhor eficiência de conversão

alimentar e, conseqüentemente, um melhor desempenho animal. Portanto, ao avaliar a qualidade nutricional de uma dieta animal, é essencial considerar sua digestibilidade de matéria seca. Existem diversos métodos para avaliar a digestibilidade de matéria seca, sendo os mais comuns os ensaios de digestibilidade *in vitro* e *in vivo*. Segundo Mac Dougall, os métodos laboratoriais de digestibilidade *in vitro* geralmente envolvem a simulação das condições do trato digestivo do animal em laboratório, permitindo a análise da taxa de digestão e absorção dos nutrientes. Já os métodos *in vivo* envolvem a alimentação dos animais com a amostra a ser testada, seguida pela coleta e análise das fezes para determinar a quantidade de nutrientes digeridos e absorvidos. Ambos os métodos são importantes ferramentas para avaliar a qualidade nutricional dos alimentos e podem fornecer informações valiosas para a formulação de dietas balanceadas para os animais (VAN SOEST, 1991).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

As leguminosas foram coletadas na Fazenda Experimental do Glória, as análises químicas e físicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN) da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

As leguminosas estudadas foram: Amendoim Forrageiro (*Arachis pintoi*), Cratília (*Cratylia argentea*), Estilosantes Mineirão (*Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão), Feijão Guandu (*Cajanus cajan*), Gliricídia (*Gliricidia sepium*) e Leucena (*Leucaena leucocephala*). Durante a primavera, no mês de novembro de 2023, foram colhidas amostras das folhas em cada parcela, constituindo 3 repetições (plantas) de cada leguminosa, totalizando 18 amostras.



**Figura 7** – Coleta Amendoim Forrageiro (Fonte: Arquivo pessoal)



**Figura 8** – Coleta Cratílea (Fonte: Arquivo pessoal)



**Figura 9** – Coleta Estilosantes Mineirão (Fonte: Arquivo pessoal)



**Figura 10** – Coleta Feijão Guandu Fonte (Arquivo pessoal)



**Figura 11** – Coleta Gliricídea F onte (Arquivo pessoal)



**Figura 12** – Coleta Leucena (Fonte: Arquivo pessoal)

As amostras foram pesadas e subdivididas em duas partes, sendo colocada em estufa de ventilação forçada (65°C/72h) e novamente pesada para determinação da pré-secagem (1ª Matéria Seca), logo após foram armazenadas em sacos plásticos devidamente fechados e identificados para posterior análise física (resistência a moagem, RM). Após a mensuração da RM, todas as amostras foram moídas no tamanho de partícula de 1mm para determinação das análises química-bromatológica.

## **5.1 ANÁLISES FÍSICAS**

### **5.1.1 Resistência a moagem.**

Para realização da resistência a moagem (RM), as amostras de leguminosas foram secas em estufa ventilada, posteriormente moídas na peneira de 5mm, em seguida 20 g desse material foi moído novamente em moinho tipo Wiley com peneira de abertura de 1mm por 25 segundos. O material moído (1 mm) e o resíduo de material não moído dessas subamostras foram pesados. Nesse processo foi realizada a quantificação da resistência à moagem, mediante a proporção de 20 g no tamanho da amostra no tamanho de 5 mm, que não foram moídas até 1 mm, sendo, portanto, considerados os materiais com maior resíduo não moído, ou seja, mais resistentes à moagem. Quanto mais próximo de 1 a amostra será mais resistente, e quanto mais próximo de 0 a amostra será menos resistente (mais frágil) (HUGHES et al., 1998).

O cálculo da resistência a moagem se dá pelo seguinte cálculo:

$RM = \frac{\text{amostra de TP 5mm que ficou retida na peneira de 1mm}}{20\text{g amostra com TP 5mm}}$

Onde: RM: resistência a moagem; TP; tamanho de partícula



**Figura 13** – Moinho tipo Wiley (Fonte: Arquivo pessoal)

## 5.2 Análises químicas

Nas amostras de leguminosas foram analisadas os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de acordo com métodos propostos pelo INCT-CA (DETMANN et al., 2021). A relação FDA/FDN foi obtida através da divisão entre o teor de FDA pelo teor de FDN.

A análise de digestibilidade *in vitro* (DIVMS) consistiu em adicionar, em cada jarro, 400 ml de inóculo ruminal e 1600 ml de solução de McDougall com pH adequadamente ajustado em 6,8. O espaço livre dos jarros foi saturado com CO<sub>2</sub>, sendo estes fechados e acondicionados no interior da incubadora, que já foi previamente aquecida em uma temperatura de 39°C e permaneceram no local por 48 horas. Logo após esse período os sacos de TNT foram lavados com água destilada quente (temperatura superior a 90°C), realizando leve pressão manual para retirada dos gases neles contidos. Após essa lavagem, todos os sacos foram secos na estufa de ventilação a 55°C por 24h, logo após em estufa não ventilada a 105°C por 16h e depois pesados, assim obtendo o resíduo aparentemente não digerido da MS. A determinação da DIVMS foi calculada da seguinte forma:

Primeiramente foi calculado o resíduo aparentemente não digerido (sem correção para o branco):

$$U = F_A - T$$

Em que: U = resíduo aparentemente não digerido (g de matéria seca); F<sub>A</sub>: peso do filter bag contendo a amostra após incubação (g) e T: tara ou peso do filter bag na pré-incubação (g)

$$\%U_{(ASA)} = U - B / ASA * 100$$

$$\%U_{(MS)} = \%U_{(ASA)} / \%ASE * 100$$

$$\%DIVMS = 100 - \%U_{(MS)}$$

Em que: %U<sub>(ASA)</sub>: indigestibilidade com base na amostra seca ao ar (ASA); ASA: amostra seca ao ar (g); %U<sub>(MS)</sub>: indigestibilidade com base na matéria seca;

Para determinação da FDN indigestível (FDNi) foram pesadas 0,80 g de amostra seca processadas no tamanho de partícula de 2 mm, após a pesagem foram colocados em sacos de tecido não tecido (TNT). Os sacos de TNT foram colocados dentro de sacos de filó fechados com linha sintética. Os sacos de filó foram fixados a uma corrente com um peso na ponta e levados para dentro do rúmen do animal, onde permaneceu por 288 horas. Após esse período, os sacos de filó e TNT foram retirados de dentro do rúmen, lavados com água corrente até a água ficar clara. Logo após isso foram acondicionados em coletores universais dentro da autoclave, utilizando 80 mL de solução detergente neutro na temperatura de 105°C por uma hora. Em seguida foram lavados com água quente com temperatura superior a 90°C e com acetona para retirada do detergente neutro e levados para estufa ventilada a 60°C por 48 horas. Após esse processo foram levados por 2 horas na estufa não ventilada a 105°C e acondicionados em dessecador (no máximo de 20 sacos em cada dessecador) após todo procedimento foi feita a pesagem (DETMANN et al., 2021).

### **5.3 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em parcelas repetidas no espaço, sendo estudadas seis espécies de leguminosas, totalizando 18 amostras e três repetições (parcelas).

### **5.4 Análises Estatísticas**

As médias dos tratamentos foram analisadas quantos aos pressupostos de normalidade e homogeneidades das variâncias, aquelas que atenderem aos pressupostos foram avaliadas por meio da análise de variância, seguida de teste de médias (teste de Tukey). Aquelas que não atenderam os pressupostos, foram avaliadas por meio de análise não paramétrica ao nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I, utilizando os testes de Kruskal Wallis. Os dados de

resistência a moagem foram correlacionados com as características químicas utilizando a correlação de Pearson.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença entre as leguminosas em relação ao teor de proteína bruta (PB) ( $P < 0,05$ ; Tabela 1). Com exceção do Estilosantes, todas leguminosas tiveram teor de proteína bruta acima de 22%. Mostrando serem forrageiras extremamente ricas nesse nutriente, confirmando que o uso de leguminosas para aumentar a ingestão de proteína na dieta dos animais é de extrema importância, principalmente no período seco do ano (LAZZARINI, et al, 2009). As gramíneas tropicais durante o período seco, possuem teores de proteína bruta inferiores a 10% (VAN SOEST, 1994), o que dificulta o atendimento das exigências dos animais para crescimento e produção, sendo, portanto, o fornecimento das leguminosas é uma estratégia nutricional interessantes para atender os requerimentos de nitrogênio dos microrganismos ruminais.

**Tabela 1.** Composição química bromatológica de leguminosas tropicais expressos com base no teor de matéria seca.

	MS	ÁGUA	MM	PB	FDN	FDA	FDA/FDN
Amendoim	19,01 a	80,99 b	90,40 b	23,27 a	51,65 c	24,57 c	0,48 b
Cratília	31,32 ab	68,68 ab	92,28 ab	22,13 a	63,88 a	32,25 a	0,50 b
Estilosantes	31,21 ab	68,79 ab	92,99 ab	15,60 a	48,22 c	21,69 c	0,45 b
Feijão Guandu	34,99 b	65,01 a	93,02 ab	23,88 a	56,44 b	33,22 a	0,59 a
Gliricídea	20,58 ab	79,42 ab	93,38 ab	23,75 a	51,10 c	23,61 c	0,46 b
Leucena	20,85 ab	79,15 ab	94,20 a	23,46 a	56,09 b	28,56 b	0,51 b

\*MS: Matéria seca; MM: Matéria Mineral; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; FDA/FDN: Relação Fibra Insolúvel em Detergente Neutro e Fibra Insolúvel em Detergente Ácido. \*Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Kruskal-Wallis (variáveis não paramétricas) e teste Tukey ao nível de 5% de significância.

As leguminosas apresentam características foliares típicas de plantas C3, com maior concentração de proteínas em suas folhas que apresentam feixes vasculares cercados por bainha com parede espessa na parte interna e outra bainha com parede mais fina na parte externa. Os feixes vasculares estão separados por mesofilo, cujas células são dispostas de forma mais dispersa. Por outro lado, as forrageiras do tipo C4, possuem bainha composta por células grandes, com parede celular até cinco vezes mais espessa que as células do mesofilo, que envolve o feixe vascular, isso faz com que as gramíneas (plantas C4) tenham menor teor de PB quando comparado com as leguminosas (plantas C3) (TAIZ, et al, 2017). Nas espécies

forageiras o teor de proteína é mais elevado nas folhas, possuindo maior valor biológico com aminoácidos de alta qualidade (SILVA, 2010).

A maioria das leguminosas tropicais estudadas apresentaram teor de proteína bruta acima de 22%. No entanto, somente o teor de PB não nos traz informações sobre como esse nutriente é utilizado pelos animais. Sendo necessário, nesse sentido o conhecimento das frações que compõe essa proteína, pois os ruminantes têm sistema digestivo complexo que envolve a fermentação microbiana no rúmen. O objetivo de entender as frações de proteína bruta (PB) presentes nas leguminosas para ruminantes é otimizar a eficiência da utilização da proteína e melhorar o desempenho produtivo, além de minimizar o desperdício de nitrogênio no ambiente.

**Tabela 2.** Composição química bromatológica e resistência a moagem de leguminosas tropicais expressos com base no teor de matéria seca.

	LIGNINA	FDNi	FDNpd	RM	DIVMS	HEMICELULOSE
Amendoim	2,90 b	9,98	41,46	0,28 b	84,00	27,07
Cratília	12,89 a	31,25	32,63	0,22 c	58,42	31,63
Estilosantes	2,86 b	11,36	36,19	0,31 b	73,77	26,54
Feijão Guandu	10,94 a	28,71	33,28	0,66 a	68,82	25,57
Gliricídea	7,99 a	14,92	36,18	0,19 d	79,17	27,49
Leucena	11,52 a	25,99	30,11	0,19 d	55,90	27,53

\*FDNi: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro Indigestível; FDNpd: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro Potencialmente Digestível; RM: resistência a moagem; DIVMS: Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca. \*Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Kruskal-Wallis (variáveis não paramétricas) e teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Os teores de FDN obtidos no presente estudo para o Amendoim Forrageiro, Feijão Guandu e Leucena foram próximos aos obtidos por Gobbi et al. (2008) e Dantas et al. (2008). Para conhecer melhor o processo de digestão da fibra no trato gastrointestinal (TGI) é fundamental avaliar outros parâmetros relacionados à digestibilidade. Entre eles, destacam-se o teor de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), a lignina e a digestibilidade *in vitro*. O teor de FDNi é importante pois ele corresponde à fração da fibra que resiste à digestão, enquanto a lignina, é um componente estrutural da parede celular das plantas e interfere negativamente na digestibilidade. Já a digestibilidade *in vitro* permite simular as condições do de digestão dentro do rúmen em laboratório, fornecendo uma estimativa mais precisa de como a fibra será degradada no organismo. Avaliando esses parâmetros, pode-se ter uma compreensão mais completa e detalhada da eficiência de digestão da fibra (VAN SOEST, 1994).

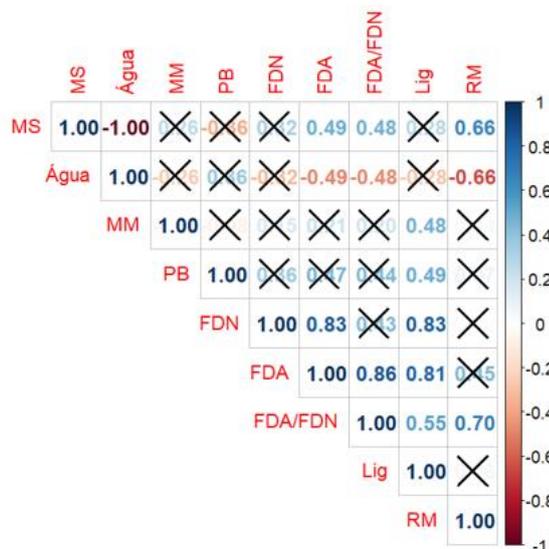
A Cratília teve maior teor de FDN em relação às demais leguminosas que foram estudadas e consequentemente maior teor lignina ( $P < 0,05$ ; Tabela 1). Numericamente maior FDNi, hemicelulose e menor DIVMS, sendo possível inferir que a Cratília não seria adequada para consumo pelos ruminantes, devido sua baixa qualidade da fibra, sendo mais indicada para uso na adubação verde. Segundo Reis (2021) a lignina está ligada à celulose na parede celular das plantas, desempenhando a função de conferir rigidez, impermeabilidade e resistência contra-ataques mecânicos e microbiológicos aos tecidos vegetais. Sua decomposição ocorre de forma mais lenta em comparação com a celulose e a hemicelulose, o que torna as plantas com maior teor de lignina menos adequadas para consumo pelos ruminantes.

Os teores de FDA obtidos no presente estudo para o Feijão Guandu foram próximos ao obtido na biblioteca de alimentos do CQbal. Os teores de lignina obtidos no presente estudo para Cratília, Feijão Guandu e Leucena foram próximos aos obtidos por Gomes (2010).

O Feijão Guandu teve maior relação FDA/FDN e maior resistência a moagem, no qual também foi verificado altos teores de FDNi e lignina ( $P < 0,05$ ; Tabela 2). Embora a análise de FDA seja apenas uma etapa na determinação do teor de lignina nos alimentos, a relação FDA/FDN pode fornecer informações importantes sobre as características físicas das forragens, onde maior relação FDA/FDN indica forragens que são menos frágeis e mais resistentes à moagem. A fragilidade das forragens está diretamente relacionada às quantidades de celulose, hemicelulose e lignina presentes nas plantas. Portanto, essa relação FDA/FDN pode ser utilizada como indicador indireto da resistência das forragens (FRIEDRICHSEN, 2023).

Houve correlação significativa e positiva entre a relação FDA/FDN e a resistência a moagem ( $r = 0,70$ ;  $P < 0,05$ ; Figura 1). Isso ocorre porque na fração da FDA está mais concentrado a lignina, sendo a fração da fibra de pior digestibilidade, tornando esse material mais resistente.

Também houve correlação significativa e positiva entre o teor de matéria seca e resistência a moagem ( $r = 0,66$ ;  $P < 0,05$ ; Figura 1). Ou seja, quanto mais seco é o material, maior será a resistência e menor a fragilidade.



X: correlação não significativa;

Coefficientes de correlação em azul: correlação significativa e positiva;

Coefficiente de correlação em vermelho: correlação significativa e negativa.

Figura 14. Coeficientes de Correlação de Pearson entre os componentes químicos e resistência a moagem em leguminosas forrageiras.

Coeficiente de Correlação	Classificação
$r = 0$	Nula
$0 < r \leq  0,3 $	Fraca
$ 0,3  < r \leq  0,6 $	Moderada
$ 0,6  < r \leq  0,9 $	Forte
$ 0,9  < r <  1 $	Muito Forte
$r = 1$	Perfeita

Figura 15. Categorização dos valores do coeficiente de correlação segundo Callegari (Jacques, 2009)

À medida que as plantas forrageiras crescem e progridem no seu ciclo de desenvolvimento, ocorre aumento expressivo nas frações fibrosas, como celulose, hemicelulose e lignina, enquanto a concentração de água diminui. Esse processo torna os tecidos vegetais mais rígidos e resistentes, o que favorece a estrutura da planta, mas pode reduzir sua qualidade nutricional para os animais. Esse incremento na fração fibrosa compromete a digestibilidade das plantas, já que a lignina, especificamente, não pode ser degradada pelos microrganismos do rúmen. Como resultado, plantas mais maduras tendem a apresentar menor valor nutritivo, uma vez que, a quantidade de fibra indigestível aumenta, e a concentração de nutrientes, como proteína bruta e carboidratos solúveis, diminui. Isso justifica a importância de colher ou

fornecer a forragem em estágios menos avançados de crescimento, quando a planta ainda retém maior teor de água e possui menor fração fibrosa, o que favorece a digestibilidade e o valor nutricional para os ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Houve correlação significativa e positiva entre teor de Lignina com FDN ( $r=0,83$ ), com FDA ( $r=0,81$ ) e com a relação FDA/FDN ( $r=0,55$ ;  $P<0,05$ ; Figura 1), o que evidencia que a relação FDA/FDN indica o teor de lignina do material, sendo portanto, uma variável química que reflete a característica física da forrageira.

## **7. CONCLUSÕES**

A leguminosa Cratília tem maior teor de FDN e lignina. O Feijão Guandu apresenta maior resistência moagem, conseqüentemente alta relação FDA/FDN.

A relação FDA/FDN correlaciona positivamente com a resistência a moagem. Conseqüentemente, essa análise química pode ser utilizada como indicador indireto da resistência a moagem em leguminosas tropicais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

([S.d.]). Embrapa.br. **Amendoim Forrageiro para Consorciação de Pastagens e Sistemas Intensivos de Produção** Recuperado 3 de fevereiro de, 2024 de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229323/1/27243.pdf>. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1138002/brs-oquiria-amendoim-forrageiro-para-consorciacao-de-pastagens-e-sistemas-intensivos-de-producao>. Acesso em 16 jan. 2024

ALLEN, M.S. 2000. **Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle**. J.Dairy Sci. 83:1598-1624. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030200750302> Acesso em: 03 abr. 2024

AROEIRA, L. J. M.; XAVIER, D. F. **Digestibilidade e degradabilidade da Cratylia floribunda no rumen. Pasturas Tropicais**, v. 13, 1991. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/64735ebd08fd68d5460343b4>. Acesso em 25 set 2024

**Banco de proteína de Leucena, mais uma alternativa interessante** MilkPoint. 2009. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/banco-de-proteina-de-leucena-mais-uma-alternativa-interessante-58386n.aspx>. Acesso em: 12 jan. 2024

BARCELLOS, A. O.; *et al.* **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, [S.L.], v. 37, n., p. 51-67, jul. 2008. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982008001300008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/KwNbj7GpY83JLJFfxWRGNxr/>. Acesso em: 19 jan. 2024.

CARVALHO, C. B. de M.; MACAMBIRA, G. M.; SANTOS, A. C. F. dos.; OLIVEIRA, H. S. de H.; SILVA, D. A. da.; RIBEIRO, A. G.; SILVA, G. D.; PESSOA, D. V.; MACIEL, M. dos S.; MARINHO, J. B. M.; MEDEIROS, A. S.; SOARES, G. S. C.; SALES, T. B.; SILVA, P. H. F. da.; SILVA, G. K. de F. **Methods of analysis of the chemical composition and nutritional value of ruminant feeds**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e523101019047, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.19047. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19047>. Acesso em 30 jan. 2024.

CÂMARA, Bárbara. **Valor nutricional do feno das folhas de Cratylia Argentea na alimentação de coelhos em crescimento**. Orientador: Leonardo Fonseca. 2017..42 f. Dissertação (Programa de Mestrado em Ciência Animal) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas. Disponível em: <http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/handle/jspui/170>. Acesso em: 11 jan. 2024.

DA SILVA, Gonçalo Mesquita et al. **Avaliação de forrageiras tropicais: Revisão**. Pubvet, v. 10, p. 190-270, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/972a/63d507680a170084f116f435b64352cdf6fb.pdf>. Acesso em 20 jan. 2024.

D'ANGELIS, A. C. (2023, janeiro 23). **Consórcio de pastagem: os melhores para o gado.** Boi Saúde. Disponível em <https://dicas.boisaude.com.br/consorcio-de-pastagem/>. Acesso em 15 jan. 2024.

DANTAS, F. R. *et al.* **Qualidade das silagens de keucena (*Leucaena leucocephala*) e GLIRICÍDIA (*Gliciridia sepium*) SOB DIFERENTES ÉPOCAS DE ABERTURA DOS SILOS** Portal Embrapa. 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/161410/qualidade-das-silagens-de-leucena-leucaena-leucocephala-e-gliciridia-gliciridia-sepium-sob-diferentes-epocas-de-abertura-dos-silos>. Acesso em: 15 jan. 2024.

DA SILVA, G. M., *et al.* **Avaliação de forrageiras tropicais:** Revisão. Pubvet, v. 10, p. 190-270, 2016. ISSN: 1982-1263. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/972a/63d507680a170084f116f435b64352cdf6fb.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2024

DE JESUS, C. W. S., SOUZA, E. Y. B., DA SILVA ANDRADE, B. M., DE OLIVEIRA ARGOLO DELFINO, G., DE ALBUQUERQUE RANGEL, J. H., MUNIZ, E. N., & SANTOS, D. O. ([s.d.]). **Avaliação da cratília (*Cratylia argentea*).** Embrapa.br. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186411/1/Cratilia.pdf>. Acesso em: 08 abr.2024.

DE LIMA, Josiane Aparecida *et al.* **AMENDOIM FORRAGEIRO** (*Arachis pintoi* Krapov. & Gregory). 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ronan-Santana/publication/238090785\\_AMENDOIM\\_FORRAGEIRO\\_Arachis\\_pintoi\\_Krapov/links/546b4f240cf2f5eb18091871/AMENDOIM-FORRAGEIRO-Arachis-pintoi-Krapov.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ronan-Santana/publication/238090785_AMENDOIM_FORRAGEIRO_Arachis_pintoi_Krapov/links/546b4f240cf2f5eb18091871/AMENDOIM-FORRAGEIRO-Arachis-pintoi-Krapov.pdf). Acesso em: 05 nov. 2024.

DE SÁ, F. A., GOMES, T. GUTEMBERG J., LOIOLA EDVAN, R., & ARAÚJO DE SOUSA, P. H. **Fenação de leguminosas tropicais como alternativa para aumentar a segurança alimentar do rebanho.** REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [en línea]. 2017, 18(2), 1-15[fecha de Consulta 26 de Marzo de 2024]. ISSN: 1695-7504. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63651262004>. Acesso em: 17 jan. 2024.

DETMANN, E. *et al.* **An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation.** Livestock Science, [S.L.], v. 162, p. 141-153, abr. 2014. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.029>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141314000833>. Acesso em: 02 fev. 2024.

EQUIPE BEEFPOINT. **Uso de leguminosas em sistemas de produção:** 4. Guandu. 7 de março de 2002. Disponível em: <https://beefpoint.com.br/uso-de-leguminosas-em-sistemas-de-producao-4-guandu-5173/>. Acesso em: 18 jan. 2024.

EQUIPE BIODIESEL BRASIL **Leguminosa cratília pode ser alternativa para alimentar rebanhosdurante a seca.** Biodiesel Brasil, 18 de abril de 2020, Disponível em: <https://biodieselbrasil.com.br/leguminosa-cratilia-pode-ser-alternativa-para-alimentar-rebanhos-durante-a-seca/>. Acesso em: 14 jan. 2024.

GOBBI, K.F. *et al.* **Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento.** Arch. zootec., Córdoba, v. 59, n. 227, p. 379-390, set. 2010. Disponível em [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-05922010000300006&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922010000300006&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 09 jan. 2024.

GRANT, R. J. 2010. **Forage fragility, fiber digestibility, and chewing response in dairy cattle.** Pages 27–40 in Proc. 19th Ann. Tri-State Dairy Nutr. Conf., Ft. Wayne, IN. The William H. Miner Agricultural Research Institute. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?cites=9189909790468709921&as\\_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=pt-BR](https://scholar.google.com.br/scholar?cites=9189909790468709921&as_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=pt-BR) Acesso em: 09 abr. 2024.

HUGHES, N., BORGES, C. V., HERRERO, M. **Estimativa de resistencia ao cisalhamento e a moagem em quatro especies de Brachiaria.** Anais da 35 Reuniao da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 27-31 julho, 1998, Botucatu, Sao Paulo, p. 47-49. Nairobi, Kenya: ILRI. Disponível em: <https://www.ilri.org/index.php/knowledge/publications/estimativa-de-resistencia-ao-cisalhamento-e-moagem-em-quatro-especies-de>. Acesso em: 25 mar. 2024

KAMMES, K.L., e M. S. Allen. 2012c. **Rates of particle size reduction and passage are faster for legume compared to cool-season grass, resulting in lower rumen fill and less effective fiber.** J.Dairy Sci. 95:3288-3297. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?cites=3472611602784258372&as\\_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=pt-BR](https://scholar.google.com.br/scholar?cites=3472611602784258372&as_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=pt-BR) Acesso em: 03 abr. 2024

LAZZARINI, Isis *et al.* **Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 2021-2030, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/knpwGcHfKWF7GNGcGGqt8bG/?lang=en>. Acesso em: 09 out. 2024

LOURENÇO, A. J. **Leguminosas tropicais como banco de proteína em pastagens: efeitos no solo, na dieta e no ganho de peso de bovinos.** Orientador: Celso Boin.191. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1991. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.11.1991.tde-20210104-170624>. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20210104-170624/en.php>. Acesso em: 25 jan. 2024.

LOPES, J. *et al.* **Valor nutritivo do estilosantes Mineirão em função da correção do solo. Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 99-105, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-40632012000100014>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/pat/a/vcxMqsgNCnztThbjTfQGNHz/?format=html>. Acesso em: 15 fav. 2024.

DE MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, Davi José. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações.** 2015. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1010951>. Acesso em 05. Nov 2024.

MERTENS, D.R. **Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows.** Journal of Dairy Science, [S.L.], v. 80, n. 7, p. 1463-1481, jul. 1997. American Dairy Science Association. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76075-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76075-2). Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297760752>. Acesso em: 30 jan. 2024.

MIRANDA JUNIOR, M. da M.; CAMARÃO, A. P.; DE AZEVEDO, G. P. C. **Manejo do banco de proteína para produção leiteira da zona Bragantina.** 2000. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/395366/1/p153155.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2024.

MIRANDA, E. M.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. **Seleção de fungos micorrízicos arbusculares para o amendoim forrageiro consorciado com braquiária.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, [S.L.], v. 43, n. 9, p. 1185-1191, set. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2008000900013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/psFh6dbtcV4vSJFzkk7BjPQ/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 20 jan. 2024.

MIQUELONI, Daniela Popim; DE ASSIS, Giselle Mariano Lessa. **Amendoim forrageiro: principais características, uso e melhoramento genético.** 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1125028> Acesso em: 15 fev. 2024

NETTO, Antônio Joelson et al. **Uso de banco de proteínas em sistemas silvipastoris.** In: II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Anais II CONIDIS. 2017. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO\\_EV074\\_MD4\\_SA3\\_ID1151\\_03102017000226.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD4_SA3_ID1151_03102017000226.pdf). Acesso em 12 mar. 2024

OLIVEIRA, Lidiane Fonseca de. **Pastagens de Tifton 85 e Coastcross consorciadas ou não com amendoim forrageiro.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11151>. Acesso em: 08 abr. 2024.

PACIULLO, D. S. C.; *et al.* **Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, [S.L.], v. 44, n. 11, p. 1528-1535, nov. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2009001100022>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/7fJGBLZfL9ZWxmwkn8J9Rts/?lang=pt#>. Acesso em: 18 jan. 2024.

PARIS, Wagner et al. **Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com Arachis pintoi com e sem adubação nitrogenada.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 122-129, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/y5zV4gJQfpzbwPsnRt7gn/?lang=pt>. Acesso em 26 mar. 2024

PATHANIA, Ruhi et al. **Uma avaliação das potenciais propriedades nutritivas e medicinais de Mucuna pruriens: uma leguminosa alimentar natural.** 3 Biotecnologia, v. 10, n. 6, pág. 261, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-020-02253-x>. Acesso em: 23 mar. 2024.

REIS, Douglas Rafael Lopes. **Caracterização agrônômica de Cratylia argentea (Desv.) O. Kuntze sob diferentes alturas e frequências de corte.** 2021 Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptR&as\\_sdt=0%2C5&q=CARACTERIZA%20%28Desv.%29+O.+kuntze+SOB+DIFERENTES+ALTURAS+E+FREQU%20%28ANCIAS+DE+CORTE+&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptR&as_sdt=0%2C5&q=CARACTERIZA%20%28Desv.%29+O.+kuntze+SOB+DIFERENTES+ALTURAS+E+FREQU%20%28ANCIAS+DE+CORTE+&btnG=). Acesso em: 25 set. 2024

RENZI, Juan Pablo et al. **Como o uso de parentes silvestres de culturas no melhoramento poderia aumentar a adaptação das culturas a ambientes marginais?** *Fronteiras na Ciência Vegetal*, v. 886162, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.886162/full>. Acesso em: 23 mar. 2024.

REZENDE, V. G. **Morfologia e resistência à moagem de perfilhos dos capins Marandu, Mavuno, Mulato II e Ipyporã submetidos ao diferimento.** 2021. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/33023>. Acesso em: 03 mar. 2024.

RODRIGUES, P. H. M., *et al.* **Uso de leguminosas na dieta de ruminantes: adaptação às mudanças climáticas e mitigação da emissão de gases de efeito estufa. Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal.** Tradução. Pirassununga: 5D Editora, 2021. Disponível em: <https://posvnp.org/wp-content/uploads/2022/03/USP-SIMPOSIO-VNP-POS-2021-Livro.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2024.

SANTOS, Stefanie Alvarenga et al. **Intake, digestibility and nitrogen use efficiency in crossbred F1 Holstein× Zebu grazing cows.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, p. 1025-1034, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/JYgD3M5gLjFBgpptmJnj9tt/?lang=en>. Acesso em: 09 abr. 2024.

SANTOS, MANOEL EDUARDO ROZALINO; MARTUSCELLO, JANAINA AZEVEDO. **TODO ANO TEM SECA! ESTÁ PREPARADO? ESTRATÉGIAS PARA PRODUÇÃO E USO DO PASTO NA ÉPOCA SECA.** – São Paulo: Reino Editorial, 2022. 447 p.: il.; 23 cm - 1ª Edição. Acesso em: 20 jun. 2024.

SBRISIA, André Fischer et al. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Andre-Sbrissia/publication/266493099\\_MORFOGENESE\\_DINAMICA\\_DO\\_PERFILHAMENTO\\_E\\_DO\\_ACUMULO\\_DE\\_FORRAGEM\\_EM\\_PASTOS\\_DE\\_CAPIM\\_MARANDU\\_SOB\\_LOTACAO\\_CONTINUA/links/565f359e08aefe619b285946/MORFOGENESE-DINAMICA-DO-PERFILHAMENTO-E-DO-ACUMULO-DE-FORRAGEM-EM-PASTOS-DE-CAPIM-MARANDU-SOB-LOTACAO-CONTINUA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andre-Sbrissia/publication/266493099_MORFOGENESE_DINAMICA_DO_PERFILHAMENTO_E_DO_ACUMULO_DE_FORRAGEM_EM_PASTOS_DE_CAPIM_MARANDU_SOB_LOTACAO_CONTINUA/links/565f359e08aefe619b285946/MORFOGENESE-DINAMICA-DO-PERFILHAMENTO-E-DO-ACUMULO-DE-FORRAGEM-EM-PASTOS-DE-CAPIM-MARANDU-SOB-LOTACAO-CONTINUA.pdf). Acesso em: 20 mar. 2024.

SILVA, L. F., *et al.* **Ganho de peso de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem de gliricídia.** In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 7.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 13., 2012, Maceió. Anais... Maceió: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75266/1/Ganho-de-peso-de-cordeiros-Santa-Ines-alimentados-com-dietas-contendo-diferentes-niveis-de-silage.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2024.

SILVA, M. P. **Estilosantes –*Stylosanthes*spp. Fauna e Flora do Cerrado, Campo Grande,** junho 2004. Disponível em: <https://cloud.cnpgc.embrapa.br/faunaeflora/plantas-forrageiras/estilosantes-stylosanthes-spp/>. Acesso em: 27 jan. 2024.

SILVA, S.P.; RODRIGUES M. T.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, M. M. C. **In vitro degradation kinetics of protein and carbohydrate fractions of selected tropical forages**. Bioscience Journal, v. 29, n. 5, p. 1300-1310, 2013. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-946931>. Acesso em: 09 abr. 2024.

SILVA, Simone Pedro da. **Cinética de degradação das frações de proteína e carboidrato em forrageiras tropicais e simulação do desempenho de caprinos**. 2010. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/5668>. Acesso em: 23 set. 2024

SOUFIZADEH, Mostafa et al. **Fibras em detergente neutro indigestíveis: Relação entre fragilidade da forragem e digestibilidade das fibras em detergente neutro na ração total mista e alguns alimentos em bovinos leiteiros**. In: Fórum de Pesquisa Veterinária. Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Urmia, Urmia, Irã, 2018. p. 49. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5913561/>. Acesso em: 23 mar.2024.

SOUZA, A. Al.; ESPÍNDOLA, G. B. **Efeito da suplementação com feno de Leucena (Leucaena leucocephala (Lam) de Wit) durante a estação seca sobre o desenvolvimento ponderal de ovinos**. Revista Brasileira de Zootecnia, [S.L.], v. 28, n. 6, p. 1424-1429, 1999. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35981999000600034>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/CgbsFqT6qwykmWS8JnzdXzx/?lang=pt#>. Acesso em: 15 jan. 2024.

VALENTE, T. N. P.; *et al.* **Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles**. Revista Brasileira de Zootecnia, [S.L.], v. 40, n. 11, p. 2565-2573, nov. 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/LPD3yHdcbJCNbBxx3hkCT9P/>. Acesso em: 20 mar. 2024.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. **Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition**. Journal Of Dairy Science, [S.L.], v. 74, n. 10, p. 3583-3597, out. 1991. American Dairy Science Association. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030291785512>. Acesso em: 17 fev. 2024

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, 1994. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=-mwBv6PL1UgC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Van+Soest,+P.+J.+\(1994\).+Nutritional+Ecology+of+the+Ruminant+\(2nd+ed.\).+Cornell+University+Press.&ots=DRQBw2HfMI&sig=OWG2ZvFNGML6ciDV6GC5NXda7FM#v=onepage&q=Van%20Soest%2C%20P.%20J.%20\(1994\).%20Nutritional%20Ecology%20of%20the%20Ruminant%20\(2nd%20ed.\).%20Cornell%20University%20Press.&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=-mwBv6PL1UgC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Van+Soest,+P.+J.+(1994).+Nutritional+Ecology+of+the+Ruminant+(2nd+ed.).+Cornell+University+Press.&ots=DRQBw2HfMI&sig=OWG2ZvFNGML6ciDV6GC5NXda7FM#v=onepage&q=Van%20Soest%2C%20P.%20J.%20(1994).%20Nutritional%20Ecology%20of%20the%20Ruminant%20(2nd%20ed.).%20Cornell%20University%20Press.&f=false). Acesso em: 25 set. 2024

VELÁSQUEZ, P. A. T. ([s.d.]). **Composição química, digestibilidade e produção de gases “in vitro” de três espécies forrageiras tropicais**. Unesp.br. Disponível em: <https://www.fca.v.unesp.br/Home/download/pgtrabs/zoo/m/2856.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2024

VOELKER-LINTON, J.A., E M. S. ALLEM. 2008, **Nutrient demand interacts with forage family to affect intake and digestion responses in dairy cows**. J.Dairy Sci. 91:2694-2701. Acesso em: 03 abr. 2024