



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Desenvolvimento de modelos matemáticos para estimativa da área foliar de leguminosas
forrageiras

Larissa Morane Pinto Guimarães

Recife - PE
Outubro – 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Desenvolvimento de modelos matemáticos para estimativa da área foliar de leguminosas
forrageiras

Larissa Morane Pinto Guimarães
Graduanda

Professor Dr. Márcio Vieira da Cunha
Orientador

Recife - PE
Outubro – 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- G963d Guimarães, Larissa Morane Pinto
Desenvolvimento de modelos matemáticos para estimativa da área foliar de leguminosas forrageiras / Larissa Morane Pinto Guimarães. - 2020.
42 f. : il.
- Orientador: Marcio Vieira da Cunha.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Zootecnia, Recife, 2020.
1. método destrutivo. 2. não destrutivo. 3. dimensões foliares. 4. imagens digitais. I. Cunha, Marcio Vieira da, orient. II. Título



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LARISSA MORANE PINTO GUIMARÃES

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 27/10/2020.

EXAMINADORES:

Professor Dr. Márcio Vieira da Cunha
Orientador

Prof.^a Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Examinador

Dr. Janerson José Coelho
Examinador

A minha mãe,
Maria do Socorro Pinto Sousa,
Pelo amor, confiança, dedicação e incentivo aos estudos. Te amo.

A meu esposo,
Michel Carlos da Silva,
Pelo carinho, amor, dedicação e incentivo para realizar meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder o dom da vida, por estar sempre comigo, me dando saúde, sabedoria e determinação para alcançar meus objetivos, sempre mostrando que os obstáculos que se apresentam durante a vida podem ser superados.

A minha mãe Maria do Socorro, símbolo de amor, simplicidade, luta e dedicação, que me ensinou o quanto é gratificante a conquista através da luta, que sempre me incentivou a procurar melhorias na vida, mesmo quando tudo parecia impossível, Te amo!

Ao meu esposo Michel Carlos, pelo amor e apoio, puxões de orelha, paciência, e que junto a minha mãe solidificou minha base, a minha família.

As minhas grandes amigas Beth e Karol, que estão comigo desde o início da graduação, pela paciência e apoio nos momentos difíceis e pelos inúmeros momentos felizes proporcionados durante os anos de amizade. A Edite Consuelo, por sua amizade e apoio, por me ajudar com a formatação do meu trabalho de acordo com as normas.

Aos colegas de graduação, pelos momentos compartilhados durante esse período. Aos professores do departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelos conhecimentos compartilhados.

Ao meu orientador, Marcio Vieira da Cunha, pelas oportunidades e iniciação científica, por todos os ensinamentos, conselhos e incentivo, que me proporcionaram o crescimento profissional e pessoal.

A Dra. Carla Giselly, Thalita Polyana e Pedro Henrique por se disponibilizarem a ler este trabalho, dar sugestões de melhoria e conselhos.

A UFRPE e Departamento de Zootecnia que foram uma segunda casa para mim ao longo desses anos. Aos funcionários que de alguma forma contribuíram para a minha jornada.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. Leguminosas Forrageiras	15
3.1.1. <i>Gliricidia Sepium</i>	16
3.1.2. <i>Leucaena Leucocephala</i>	17
3.1.3. <i>Stylosanthes</i>	19
3.2. Índice de área foliar (IAF)	21
3.3. Métodos para estimar área foliar	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1. Local do experimento	24
4.2. Coleta de dados	24
4.3. Análise estatística	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise descritiva das dimensões foliares de três leguminosas forrageiras	27
Tabela 2. Coeficientes e parâmetros de ajuste e performance de modelos para estimar a área foliar de leguminosas forrageiras em função de dimensões foliares.	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta de Gliricídia (<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp). Fonte: ATAPATTU et al., 2017.	16
Figura 2. Planta de Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit.).	18
Figura 3. Planta de Estilosantes (<i>Stylosanthes seabrana</i> BL Maass & 't Mannetje).....	20
Figura 4. Posição de comprimento (C) e largura (L) da folha de <i>Leucaena</i>	24
Figura 5. Quadrados para efetuar calibragem do app para smartphone Easy Leaf Area.	25
Figura 6. Foto da folha de <i>Stylosanthes Seabrana</i> para obtenção da área foliar no app para smartphone Easy Leaf Area.....	25
Figura 7. Área foliar de leguminosas forrageiras (Leucena, Gliricídia e Estilosantes) em função do produto do comprimento e largura foliar (C x L).	29

RESUMO

A área foliar é uma importante característica das plantas forrageiras. Por meio dela é possível acompanhar o desenvolvimento das plantas e calcular o índice de área foliar, o qual tem sido usado como um parâmetro de manejo de plantas forrageiras. O objetivo deste trabalho foi avaliar modelos matemáticos para estimar área foliar das leguminosas Estilosantes seabrana (*Stylosanthes seabrana* B.L. Maass & 't Mannelje), Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) e Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) em função do comprimento, largura e do produto do comprimento e largura foliar. Foram coletadas 200 folhas expandidas por espécie de leguminosa. Para medições das dimensões foliares (comprimento e largura), foi utilizado uma trena graduada em centímetros e para a área foliar foi utilizado o aplicativo Easy Leaf Area Free, para smartphone. Foi realizada análise estatística descritiva das variáveis estudadas (área foliar, comprimento e largura) e testados três modelos lineares para cada espécie e para o conjunto de folhas de todas as espécies, totalizando 12 modelos, utilizando a área foliar como variável dependente. O desempenho dos modelos foi avaliado pelo RMSE (root mean squared error) e o R^2 . O modelo com o produto do comprimento e largura foliar como variável independente apresentou melhor ajuste e estimativa da área foliar. Dessa forma, foi possível estimar a área foliar das leguminosas forrageiras com maior precisão por meio do produto do comprimento e largura foliar, em todas as leguminosas, notadamente na Gliricídia. Além disso, o melhor modelo foi obtido integrando todas as folhas das espécies. O aplicativo para smartphone Easy Leaf Area Free mostrou-se eficiente e de fácil uso para estimar a área foliar das leguminosas estudadas.

Palavras chave: método destrutivo, não-destrutivo, dimensões foliares, imagens digitais.

ABSTRACT

The leaf area is an important characteristic of forage plants. Through it, it is possible to monitor the development of plants and calculate the leaf area index, which has been used as a parameter for the management of forage plants. The objective of this work was to evaluate mathematical models to estimate leaf area of the styling leguminous seabrana (*Stylosanthes seabrana* BL Maass & 't Mannetje), *Leucena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) And *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) Depending on the length, width and product of the leaf length and width. 200 expanded leaves were collected per legume species. For measurements of leaf dimensions (length and width), a measuring tape graduated in centimeters was used and for the leaf area, the Easy Leaf Area Free application was used for smartphones. Descriptive statistical analysis of the studied variables (leaf area, length and width) was performed and three linear models were tested for each species and for the set of leaves of all species, totaling 12 models, using the leaf area as a dependent variable. The performance of the models was evaluated by RMSE (root mean squared error) and R^2 . The model with the product of leaf length and width as an independent variable showed the best fit and estimate of the leaf area. Thus, it was possible to estimate the leaf area of forage legumes with greater precision through the product of leaf length and width, in all legumes, notably in *Gliricidia*. In addition, the best model was obtained by integrating all leaves of the species. The Easy Leaf Area Free smartphone application proved to be efficient and easy to use to estimate the leaf area of the studied legumes.

Keywords: destructive, non-destructive method, leaf dimensions, digital images.

1. INTRODUÇÃO

As leguminosas forrageiras são plantas com elevada importância para os sistemas de produção animal. Sua utilização pode proporcionar aumentos na produtividade, retorno dos investimentos, manutenção do homem no campo e promover a sustentabilidade dos agrossistemas. Por isso, a utilização de leguminosas, seja para pastejo direto, em cultivo exclusivo, ou em consorciações, tem recebido grande destaque no que diz respeito a alimentação animal (BARCELLOS et al., 2008).

Os principais benefícios do uso da leguminosa são: 1) maior aporte de nitrogênio para as pastagens, reduzindo o uso de fertilizantes químicos; 2) aumento da oferta de forragem em períodos de escassez; 3) incremento do valor nutritivo da forragem, favorecendo aumento na produtividade animal (LÜSCHER et al., 2014; TUBIN, 2019). Além disso, favorece a atividade biológica do solo em pastos consorciados, pois contribui para aumento da ciclagem de nutrientes e a redução de perdas por incorporação dos resíduos, atuando para elevação dos estoques de carbono (TERRA et al., 2019).

A adoção do uso de leguminosas na formação de pastagens é orientada pela capacidade da espécie mais adequada às condições ambientais, à sua forma de exploração e à disponibilidade de recursos. Dentre os gêneros, destacam-se o *Stylosanthes* e a *Leucaena* por serem considerados os mais cultivados e/ou mais promissores (BARCELLOS et al., 2008). O gênero *Stylosanthes* é nativo do Brasil, bastante adaptada a solos ácidos e é considerada pouco exigente em fertilidade do solo (MACEDO et al., 2013). Algumas espécies do gênero possuem bom valor nutritivo apresentando teores de proteína bruta entre 13% e 18% na planta inteira e chegando até 22% nas folhas, durante o período chuvoso (REBONATTI, 2015).

Já a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) é uma planta perene originária da América Central. É uma leguminosa tropical, de crescimento ereto e seu porte varia de arbustivo a arbóreo. Os solos mais apropriados para seu cultivo são aqueles bem drenados, profundos e que sejam de média a alta fertilidade (DRUMOND e RIBASKI, 2010). A gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) é uma espécie de grande interesse comercial e econômico para regiões tropicais pelas suas características de uso múltiplo (ANDRADE et al., 2013). Apresenta alta capacidade de regeneração, resistência à seca e facilidade de propagação de forma sexuada e assexuadamente. Além de ser explorada como forrageira, também é utilizada como cerca viva e alternativa energética (RANGEL, 2009).

Com o cultivo de plantas forrageiras, surgiu a necessidade de utilização de métodos que auxiliem na obtenção de dados das características estruturais das espécies estudadas, como o índice de área foliar (IAF), este pode ser definido como a relação entre a área de uma das faces da folha e a área do solo ocupada pelas mesmas (WATSON, 1947). Bredá (2003) aponta que o IAF é um índice chave quando se trata de compreensão do comportamento da vegetação, já que determina processos produtivos como trocas gasosas e de água, interceptação de luz, além de influenciar em aspectos ecológicos, tais como: competição entre plantas, retenção de carbono e conservação do solo. Com relação aos métodos existentes para estimá-lo, estes podem ser classificados como diretos, denominados destrutivos, e métodos indiretos, ou não destrutivos. Os métodos destrutivos fornecem maior precisão, porém há a necessidade de destruir uma planta para a obter as medidas, além de seu alto custo. Com utilização dos métodos não destrutivos, as plantas permanecem inteiras, sendo possível realizar outras medidas (MIRANDA et al., 2017).

O método não destrutivo que correlaciona área foliar com comprimento e largura do limbo foliar tem sido mais utilizado e gerado equações com elevada precisão de estimativa (NEPOMUCENO et al., 2013). Silva et al. (2015) avaliaram métodos para estimar área foliar de mangueiras e evidenciaram que não há diferenças significativas entre os métodos destrutivos e não destrutivos. Dentre os métodos diretos destrutivos tem-se o integrador de área foliar. Este equipamento permite a precisa determinação da área foliar por meio da análise individual de todas as folhas da cultura. E entre os não destrutivos, sobressaem-se: o processamento de imagens, medida de interceptação luminosa e medidas de dimensões foliares (MIRANDA et al., 2017), e modelos de regressão, baseados em medidas lineares do limbo foliar (CARDOZO et al., 2011).

Cargnelutti Filho et al. (2015) estudaram métodos para estimar área foliar de canola por dimensões foliares para identificar melhores modelos de mensuração da área foliar através de fotos digitais, em função de comprimento, ou largura, sem necessidade de corte de partes da planta. Os mesmos autores afirmam que a quantificação da área foliar por métodos diretos exige técnicas destrutivas e as vezes, equipamentos de alto custo, que podem interferir no crescimento foliar durante determinado período de tempo.

Portanto, torna-se importante a estimação da área foliar por métodos não destrutivos, por meio de modelos que integrem a área foliar em função de variáveis não-destrutivas, como comprimento e largura foliar. As equações de forma geral são consideradas de fácil utilização, rápida execução, permitindo avaliações sucessivas durante o crescimento da planta estudada

(ZUCOLOTO et al., 2008) além de terem baixo custo, pois não há necessidade de aquisição e utilização de equipamentos caros (ROUPHAEL et al., 2010).

2. OBJETIVO

O objetivo do estudo foi desenvolver modelos matemáticos para estimar a área foliar nas leguminosas Estilosantes (*Stylosanthes seabrana* BL Maass & t Mannetje), Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) e Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) por meio do comprimento e largura foliar, utilizando o aplicativo para smartphone Easy Leaf Area Free para medir a área foliar.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Leguminosas Forrageiras

As leguminosas forrageiras tropicais possuem raízes profundas e são mais tolerantes ao déficit hídrico. Isto faz com que algumas espécies preservem maior quantidade de folhas verdes durante o período de estiagem. Além disso, possuem alta concentração proteica, maior digestibilidade e baixa redução do valor nutritivo com o avanço do seu crescimento, apresentando teores de potássio, cálcio, fósforo e magnésio, muito importante para uma adequada nutrição animal (COSTA et al., 2004).

As leguminosas nos sistemas de produção são importantes para os ruminantes, pois podem apresentar baixo custo de produção para os criadores. Isso porque, o custo com adubação nitrogenada para a manutenção de pastagens é elevado e, assim, o uso de leguminosas forrageiras pode ser uma opção viável para contornar esse tipo de problema (CANTARUTTI e BODDEY, 1997; CARVALHO e PIRES, 2008).

O esgotamento do solo, manejo inadequado das plantas, uso indisciplinado do fogo e cultivo exclusivo de gramíneas pode levar a degradação das pastagens, nesse sentido, as leguminosas podem constituir alternativa para recuperação destas áreas quando consorciadas com gramíneas, uma vez que há aumento do aporte de nitrogênio nas pastagens (PACIULLO et al., 2003; ANDRADE et al., 2003; SIMIONI et al., 2014;). Assim, a fixação biológica de N₂ passa a ser um ponto chave ao uso dos fertilizantes químicos. Lira et al. (2006) sugerem que a manutenção de 25% de leguminosas na composição botânica da pastagem (peso seco), é equivalente a uma adubação de aproximadamente 100 kg/ha/ano de N. Segundo Simioni et al. (2014), as leguminosas nodulíferas Estilosantes e Leucena fixam nitrogênio em torno de 20-263 e 400-900 kg/ha/ano, respectivamente.

Outro fator de elevada importância é que as leguminosas podem melhorar de forma direta o valor nutritivo da dieta dos animais aumentando sua produção, já que possuem alto teor de proteína bruta quando comparadas às gramíneas tropicais (GIMENES et al., 2017). Dentre as leguminosas forrageiras, destaca-se a Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp), a Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) e as do gênero *Stylosanthes*, por apresentarem capacidade de adaptação a diversos tipos de solos e por seu elevado teor de proteína.

3.1.1. Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp)

A Gliricídia (Figura 1), é uma leguminosa nativa do México e da América Central, que se distribui pelas regiões tropicais da América do Sul, Caribe, África e Ásia (ELEVITCH e FRANCIS, 2006). Foi introduzida no Brasil na década de 70 século XX para sombrear culturas de cacau no litoral da Bahia. Porém, só foi introduzida no semiárido nordestino de Sergipe e Pernambuco na década de 80 do mesmo século para alimentação animal (ANDRADE et al., 2015).



Figura 1. Planta de Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp)

Fonte: ATAPATTU et al. (2017).

É uma planta perene, de porte arbóreo, podendo alcançar até 15 metros de altura, com diâmetro do caule a altura do peito de aproximadamente 30 cm (DRUMOND et al., 2010). Seu crescimento é cespitoso e pode se reproduzir por sementes (sexuada) e por estacas (assexuada), com alta capacidade de rebrota. É resistente a seca, principalmente por possuir raiz pivotante profunda (DRUMOND e CARVALHO FILHO, 1999; ANDRADE et al., 2013; EDVAN et al., 2016).

A Gliricídia é uma das espécies mais utilizadas nas regiões tropicais, principalmente por pequenos produtores, podendo ser utilizada como cerca viva, por ser de fácil propagação, por fornecer estacas e por sua resistência a repetição de cortes (ANDRADE et al., 2015; NUNES et al., 2020).

A Glirícidia tem despertado interesse de pesquisadores e produtores por suas características agrônômicas e bromatológicas, como o teor de proteína bruta em suas folhas de 20 a 30%, capacidade de adaptar-se às condições climáticas semiáridas (CASTRO FILHO, 2014), elevada produção de biomassa, podendo alcançar até 80t/há/ano (RANGEL et al., 2000), e fixação de nitrogênio no solo. Segundo Paulino et al. (2009), a Glirícidia com três podas anuais forneceu 56,4 e 80,3 kg/ha/ano de nitrogênio, sendo 45 e 64 kg derivados da fixação biológica de nitrogênio, em dois anos consecutivos. Barreto et al. (2004) informam que após o corte, a planta consegue recompor toda parte aérea em torno de quatro meses. Além disso, permite que haja maior disponibilidade de massa forrageira de qualidade, sendo considerada alternativa para alimentar os animais em tempos de seca (MASSAFERA et al., 2015).

Silva et al., (2019) ao analisaram a composição bromatológica da Glirícidia in natura obtiveram os seguintes valores: 143,9 g/kg de MS; 212,2 g/kg de PB; 38,6 g/kg de EE; 195 g/kg de FDA; 348,8 g/kg de FDN.

A silagem de Glirícidia possui adequada qualidade, com 282g/kg de MS; 240,5 g/kg de PB; 44,7 g/kg de EE; 403,7 g/kg de FDN; 277,2 g/kg de FDA (DANTAS 2008; SILVA et al., 2015).

3.1.2. Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.)

A Leucena (Figura 2), é originária da América Central e presente em todas as regiões tropicais do mundo. Foi introduzida no Brasil na década de 40, para fins de produção de madeira, forragem e recuperação de áreas degradadas (ALVES et al., 2014). Tem porte arbóreo-arbustivo, podendo alcançar aproximadamente 10 a 12 m de altura (COSTA, 2017), apresenta raiz pivotante, muito bem desenvolvida e profunda, as folhas são compostas, alternadas, bipinadas, com até 20 cm de comprimento (LORENZI et al., 2003; DECKER et al., 2011).



Figura 2. Planta de Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.).

Do ponto de vista econômico, a Leucena tem se revelado como uma das espécies mais promissoras para a alimentação animal, devido as suas propriedades e palatabilidade, com boa aceitação pelos animais ruminantes (CÂMARA et al., 2015), Piñeiro-Vásquez (2017) diz que as folhas de Leucena são ricas em proteína e pode melhorar o desempenho produtivo de um bovino quando representam até 30% do consumo diário total. Possui a capacidade de manter-se verde, mesmo durante a maior parte da época seca do ano, em função de seu sistema radicular profundo que propicia a reciclagem dos nutrientes do subsolo, como também a absorção de água das camadas mais profundas do solo. Esta espécie é muito utilizada em reflorestamentos e tolera diferentes tipos de solos, apresentando boa fixação de nitrogênio por meio de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam em torno de 500 a 600 kg/ha/ano de nitrogênio (ABBAS et al., 2001; DRUMOND E RIBASKI, 2010), crescimento acelerado com maturação precoce e fácil adaptação a diferentes condições climáticas (DECKER et al., 2011).

Entre as leguminosas forrageiras tropicais, a Leucena possui excelente qualidade de forragem. Suas folhas e ramos finos são nutritivos e apresentam teores de proteína bruta em torno de 250 g/kg enquanto nas folhas e ramos mais velhos esses teores caem para 15 a 20% (COSTA, 2017). A proteína é de alto valor biológico, semelhante à da alfafa, e seus aminoácidos encontram-se em proporções balanceadas, além de ser uma excelente fonte de minerais (SANTANA NETO et al., 2015). Sua digestibilidade da matéria seca pode variar de 50 até 70% (FIGUEIREDO et al., 2011). Também é uma alternativa para produção de feno para alimentação de ruminantes no semiárido, pois segundo Edwards et al. (2012), o feno de leucena

apresenta teor de proteína bruta em torno de 180 g/kg. Bayão et al. (2016) consideraram o feno de Leucena adequado para inclusão nas dietas dos animais ruminantes, com valores de 913,2 g/kg de MS, 177 g/kg de PB e 41,5 g/kg de EE. Reis et al. (2001), ao analisarem a composição química bromatológica da leucena, encontraram valores médios para FDN de 496,5 g/kg e FDA de 296,6 g/kg. Estes valores foram considerados satisfatórios para o atendimento da demanda energética dos ruminantes.

3.1.3. *Stylosanthes*

O gênero *Stylosanthes* é originário das Américas Central e do Sul. É utilizado em pastagens de regiões tropicais e subtropicais. No Brasil ocorrem 25 espécies, encontradas principalmente no Cerrado (UBIALI et al., 2013). A maioria das espécies é perene, possui um sistema radicular forte e grande capacidade de colonização, se reproduzindo majoritariamente de autopolinização ou por polinização cruzada, responde bem à adubação e é bem aceita pelos animais (GALDINO, 2014). São plantas tolerantes à toxicidade do manganês e a altas saturações de alumínio e, geralmente, pouco exigentes em fósforo (BARROS et al., 2005; GROF et al., 2005).

O porte das plantas de Estilosantes varia de subarbustos eretos, semieretos ou prostrado, podendo alcançar até 1,5 m (BARROS et al., 2005; MEDEIROS E FLORES, 2014). Suas folhas são trifolialadas, com flores pequenas que apresentam coloração amarela, amarelo alaranjado ou branca, variando de acordo com as características morfológicas e agrônômicas de cada espécie. (ANDRADE E KARIA, 2000). Atualmente, três espécies de Estilosantes são mais utilizadas agronomicamente, devido ao seu grande potencial de uso e a avaliações desenvolvidas nos últimos trinta anos, sendo estas: *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., *Stylosanthes capitata* Vogel e *Stylosanthes macrocephala* M.B. Ferreira & S. Costa (KARIA et al., 2002; SILVA, 2004).

No Brasil, a Embrapa desenvolveu a cultivar cv. Campo Grande (*Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande) lançado em 2000, que é uma mistura física de sementes de duas espécies: *S. macrocephala* (sementes com 20% em peso) e o *S. capitata* (sementes com 80% em peso), este último sendo tolerante à antracnose (VERZIGNASSI e FERNANDES, 2002; QUOOS et al., 2019). Da *S. guianensis* há as cultivares Bandeirantes e Mineirão, da *S. macrocephala*, a cv. Pioneiro e da *S. capitata*, a cv. Lavradeiro (GIANLUPPI et al., 2002; VERZIGNASSI, 2007).

A espécie *S. capitata* é subarbusciva, perene, com crescimento ereto a prostrado, ramosos, com o caule revertido por pelos claros e curtos. O *S. macrocephala* é uma espécie

subarbuscula ou herbácea perene, com crescimento semi-prostrado, galhos pilosos, cujo tamanho pode variar de 20 a 80 cm de altura (KARIA et al., 2010; SILVA et al., 2010).

A *Stylosanthes seabrana* BL Maass & 't Mannetje (Figura 3), foi reconhecida a primeira vez como um taxon distinto em 1980 pelo CSIRO's Plant, Grupo de introdução no Laboratório Davies na Austrália e pelo Grupo de Recursos Genéticos do CIAT na Colômbia, a partir de exemplares coletados na Bahia. Para os dois grupos de pesquisa a espécie foi considerada intermediária em crescimento e morfologia entre *Stylosanthes hamata* Taubert e *Stylosanthes scabra* Vogel L. (VANNI e FERNANDEZ, 2011). A espécie foi introduzida na Índia em 1988, anteriormente conhecida como *Stylosanthes* sp. Aff *S. Scabra*. É considerada altamente nutritiva e apresenta bom estabelecimento em diferentes tipos de solos (ANAND et al., 2011). É uma planta diplóide de porte ereto, sendo considerada altamente palatável. Quando comparada a *S. scabra*, possui maior tolerância a geadas, alto nível de aminoácidos essenciais, melhor rendimento e teor de proteína (CHANDRA, 2009).



Figura 3. Planta de Estilosantes (*Stylosanthes seabrana* BL Maass & 't Mannetje).

As plantas de Estilosantes são ricas em proteína e possui excelente capacidade de fixação biológica de nitrogênio no solo, além de apresentar boa capacidade de produção de massa. Desta forma, os cultivares desta leguminosa vem contribuindo na redução de custos com insumos agrícolas, bem como para a redução dos impactos ambientais, além de possibilitar

melhoria no desempenho animal (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2007). A cultivar Campo Grande, possui ótimos valores nutritivos, sendo estes aproximadamente 270 g/kg de MS, 53 g/kg de MM na MS, 13 g/kg de EE na MS, 119 g/kg de PB na MS, 653 g/kg de FDN na MS, 500 g/kg de FDA na MS (SILVA et al., 2013).

Fernandes et al. (2015) verificaram que alguns dos genótipos de *Stylosanthes* spp. não são hospedeiros de *Pratylenchus brachyurus*, um patógeno importante para as culturas da soja, milho e outras culturas nos Cerrados brasileiros. Dessa forma, os produtores das mesmas culturas já utilizam essa leguminosa forrageira em rotação de culturas como estratégia de manejo do nematoide em áreas da região centro-oeste brasileiro. Segundo Silva e Zimmer (2004), a principal forma de utilização tem sido em consorciação com *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Comum, *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf cv. Marandu e *Andropogon gayanus* Kunth. Também apresenta um grande potencial na utilização para a recuperação de pastagens e de áreas degradadas.

3.2. Índice de área foliar (IAF)

O índice de área foliar (IAF) é definido como a área total das folhas por unidade de área projetada no solo (CHEN et al., 1991). Está associado a inúmeros processos fisiológicos e biofísicos, tais como, fotossíntese, respiração, transpiração, ciclo do carbono, produtividade primária líquida e trocas energéticas (BONAN, 1993). Com o desenvolvimento dos estudos acerca dessa variável, outros conceitos como IAF crítico, ótimo e teto foram elaborados (BROWN, 1968; SILVA E NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

O IAF ótimo de uma planta forrageira está associado com elevados rendimentos, bem distribuídos ao decorrer do período de crescimento. Isto ocorre normalmente quando a planta intercepta cerca de 90% de energia radiante incidente. Dessa forma, leguminosas interceptam mais luz por unidade de área foliar, pois possuem folhas na posição horizontal. Já o IAF crítico é aquele em que ocorre a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre as plantas (COSTA et al., 2004). Brougham (1958) constatou que o IAF para máxima interceptação da radiação luminosa, ou seja, o IAF teto, depende de diversos fatores como espécie forrageira, elevação do sol, orientação das folhas e da largura das mesmas.

Ademais, o IAF é um importante elemento dos modelos de crescimento baseados em processos e uma variável indispensável para determinação da produtividade primária líquida de ecossistemas florestais através de ferramentas de sensoriamento remoto (GOWER et al., 1999; ALMEIDA et al., 2003; GIUNTI NETO et al., 2015).

A área foliar é uma importante medida para avaliação das culturas e sua eficiência fotossintética e posterior influência sobre a produção final. Sua determinação torna-se relevante em estudos que envolvam a análise de crescimento das plantas e suas respostas, tais como: propagação vegetativa, nutrição, competição por luz, água e nutrientes, relações solo-água-planta, e por fim respostas às pragas e doenças (GOMIDE et al., 1977; GOMIDE E GOMIDE, 2013). Para determinar o IAF é de suma importância medir a área foliar.

3.3. Métodos para estimar área foliar

Vários métodos têm sido adotados para estimar área foliar das plantas que podem ser classificados em métodos diretos e indiretos. Os diretos, quando a medição é feita diretamente nas folhas, normalmente são destrutivos e pode envolver corte e pesagem da forragem em quantidades consideráveis, que podem modificar a estrutura dos dosséis forrageiros (SOUZA et al., 2012) ou das copas das árvores, no caso de leguminosas arbóreas. Malagi et al. (2010) mencionam que os métodos destrutivos são precisos e simples, porém muito onerosos em trabalho e tempo, além da destruição da área foliar. Os métodos indiretos são aqueles nos quais a área foliar é avaliada por equações que correlacionam uma variável de fácil medida (independente) com a área foliar real (TOEBE et al., 2010) ou até mesmo usando instrumentos de medições, como integradores de área foliar e ceptômetros, a exemplo do AccupAR, LAI-2200, CID 120 entre outros (KEANE et al., 2005). Além disso, é possível usar medidores eletrônicos ou técnicas de planimetria, assim como a relação entre o peso e área (PINTO et al., 2006). Esses métodos também podem ser aplicados às estimativas de área foliar de leguminosas arbóreas ou herbáceas.

Nos métodos não-destrutivos também podem ser utilizadas fotos digitais ou mensurações diretas na planta (FLUMIGNAN et al., 2008). Neste método, as medidas são tomadas na planta, sem remoção de estruturas, preservando a integridade e permitindo acompanhar o crescimento e a expansão foliar da planta ao longo do ciclo ou do experimento. Além disso, o método não destrutivo pode reduzir o erro experimental associado com procedimentos de amostragens destrutivas, tornando-se imprescindível para avaliar o crescimento das plantas nas condições de campo (FLUMIGNAN et al., 2008; FIGUEIREDO, et al., 2012).

Figueiredo et al. (2012) testaram métodos não-destrutivos a partir de dimensões foliares para determinar uma equação que permitisse estimar a área foliar de feijoeiro cv. Perola (*Phaseolus vulgaris* L.). A área foliar real foi determinada utilizando um planímetro. Foram

avaliados oito modelos teóricos, com equações dos tipos potencial e linear (interceptando a origem), para estimar a área foliar com precisão. Os modelos foram feitos a partir das medidas de largura e/ou comprimento de cada folíolo. Os autores verificaram que existe forte correlação entre os dados medidos e estimados da área foliar do feijão, através das variáveis de comprimento e largura.

O aplicativo para smartphone Easy Leaf Area Free, criado por Ealson e Bloom (2014), foi desenvolvido com o intuito de processar inúmeras imagens da planta *Roseta arabidopsis* em minutos. O aplicativo usa proporções de cores de cada pixel para discernir folhas e áreas de calibração de seu fundo e compara as contagens de pixels das folhas com uma área de calibração vermelha para extinguir a necessidade de cálculos de distâncias de câmera ou mesmo a medição manual de escala de régua que outros métodos normalmente exigem. As áreas das folhas estimadas por este software a partir de imagens obtidas de um aparelho smartphone foram mais precisas quando comparadas as estimativas da ImageJ, a partir de imagens de scanner de mesa. Assim, Easy Leaf Area Free tornou-se um método fácil, rápido e de eficiente medição da área foliar, além de ser uma estimativa não-destrutiva da área foliar a partir de fotografias digitais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

O trabalho foi desenvolvido na Coleção de Plantas Forrageiras, no Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE-sede), Recife-PE, situado sob as coordenadas geográficas de 8°04'03"S e 34°55'00" W. A região apresenta clima do tipo As' e Ams' (quente e úmido), segundo a classificação climática de Koppen. A temperatura média anual é 25.8 °C, com pluviosidade média anual de 1804 mm.

4.2. Coleta de dados

Foram coletadas 200 folhas intactas e expandidas das leguminosas *Leucena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), *Gliricídia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp) e *Estilosantes* (*Stylosanthes seabrana* B.L. Maass & t Mannelje), totalizando 600 folhas. As plantas já eram maduras. As folhas foram coletadas pela manhã, 30 a cada dia, e em seguida levadas para o laboratório para realização imediata das medições. As medidas de largura e comprimento foliar em cada folha foram realizadas individualmente. Para o comprimento foliar, as medidas foram do pulvino até o final do mais distal folíolo ou foliólulo. Já para largura foi considerada a extensão lateral máxima do limbo foliar, com auxílio de uma trena graduada em centímetros (Figura 4). Em seguida, as folhas foram destacadas e colocadas individualmente num saco plástico A4 sobre um papel branco A4. Foi utilizado um *app* para smartphone para medir a área foliar chamado Easy Leaf Area Free (EALSON e BLOOM, 2014).

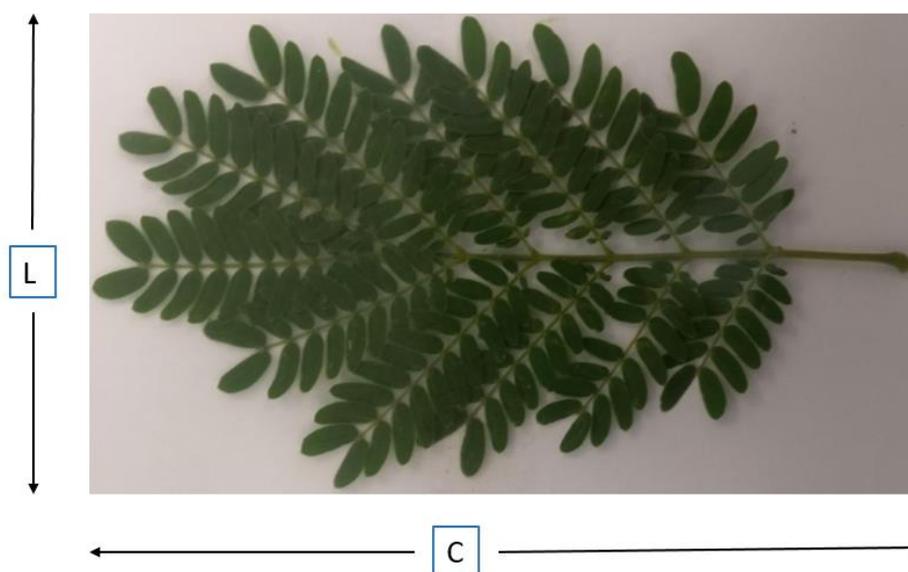


Figura 4. Posição de comprimento (C) e largura (L) da folha de *Leucena*.

A área de cada uma das folhas foi medida por meio de fotografia feita no *app* Easy Leaf Area Free. Para tanto, foi necessário utilizar um quadrado da cor vermelha com medidas de $2 \times 2 \text{ cm}^2$ e um quadrado verde medindo $3 \times 3 \text{ cm}^2$ para calibração do app, no qual a medição da área pelo app deveria resultar em aproximadamente 9 cm^2 (Figura 5). Posteriormente, posicionou-se a folha ao lado do quadrado vermelho para foto e obtenção da área foliar (Figura 6). A cada 10 medições por fotos digitais, foi realizado calibragem do app para diminuir variações dos valores obtidos.



Figura 5. Quadrados para efetuar calibragem do app para smartphone Easy Leaf Area Free.



Figura 6. Foto da folha de *Stylosanthes seabrana* para obtenção da área foliar no app para smartphone Easy Leaf Area Free.

4.3. Análise estatística

Inicialmente foi realizada análise descritiva das variáveis estudadas (comprimento e largura e área foliar). Foi testada a relação entre área foliar e as dimensões foliares (comprimento e largura foliar) por meio do desenvolvimento de modelos lineares simples, na análise de regressão. A área foliar foi considerada a variável dependente, enquanto as variáveis independentes foram comprimento, largura e o produto do comprimento e largura foliar. Desta forma, foram testados três modelos para cada espécie e para o conjunto de folhas de todas as espécies, totalizando 12 modelos.

Para avaliar o ajuste do modelo aos dados e a performance do modelo, o conjunto de dados foi separado numa proporção 80:20 (80% dos dados para ajuste do modelo e 20% dos dados para testar o modelo). Para ajuste dos dados aos modelos, os parâmetros estimados foram ser (residual standard error) e R^2 (coeficiente de determinação). O RSE representa a variação média dos pontos em torno da linha de regressão ajustada. Quanto menor o RSE, melhor o modelo se ajusta aos dados. O R^2 representa a correlação quadrada entre os valores de resultados conhecidos observados e os valores previstos pelo modelo. Quanto maior o R^2 , melhor é o ajuste. O teste t a 5% de probabilidade foi realizado para verificar se os coeficientes angulares (a) e de regressão (b) foram ou não significativamente diferentes de zero. Um coeficiente b diferente de zero significa que há uma relação significativa entre a variável independente e a variável dependente (área foliar).

Para avaliar a performance do modelo foi estimado o RSME (root mean squared error), que mede o erro de predição do modelo e portanto, quanto menor o valor, menor o erro de predição. Corresponde à diferença média entre os valores conhecidos observados do resultado e o valor previsto pelo modelo. Também foi determinado o R^2 , que neste caso, quanto maior o valor, melhor é o modelo. Todas as análises foram feitas pelo RStudio®.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Gliricídia apresentou as maiores folhas, com maiores médias tanto para comprimento (33,00 cm) como largura das folhas (15,07 cm), assim como maior desvio padrão (Tabela 1). Já a Leucena obteve maiores comprimento e largura de folhas (14,33 cm e 8,58 cm, respectivamente) que a Estilosantes. Estas também se destacaram com relação a moda, pois apresentaram valores mais frequentes no conjunto de dados, onde a Leucena foi trimodal e a Gliricídia bimodal. Com relação ao erro padrão, a Leucena e Gliricídia obtiveram valores superiores para o comprimento e largura de folha quando comparada a Estilosantes. As dimensões e área foliares da Leucena e Gliricídia foram mais variáveis que as de Estilosantes.

Tabela 1. Análise descritiva das dimensões foliares de três leguminosas forrageiras.

Parâmetros	Leucena			Gliricídia			Estilosantes		
	C ¹	L ²	A	C	L	A	C	L	A
Média	14,33	8,58	45,00	33,00	15,07	213,06	2,61	2,53	2,59
Mediana	14,33	8,50	42,91	33,05	15,70	220	2,70	2,50	2,61
Moda	12,50	9,20	29,38; 41,81; 47,28	33,00	16,00	139,75; 292,51	2,70	2,50	2,45
Desvio padrão	3,16	1,89	20,26	3,14	2,63	71,04	0,28	0,35	0,59
Mínimo	7,10	3,90	8,12	24,80	8,40	90,65	1,9	1,80	1,14
Máximo	26,0	13,80	114,46	41,50	20,00	349,9	3,2	3,50	4,04
Amplitude	18,9	9,90	106,34	16,70	11,60	259,25	1,3	1,70	2,9
Erro padrão	0,22	0,32	1,43	0,22	0,16	5,02	0,02	0,03	0,04

¹Comprimento foliar. ²Largura foliar. A= área foliar

As leguminosas apresentam diversidade de formatos e dimensões das folhas, motivo pelo qual houve variações entre os valores apresentados. A Gliricídia apresentou maior área foliar, seguida por Leucena e Estilosantes. Costa et al. (2004) citam que as folhas de Gliricídia medem aproximadamente entre 15 e 25 cm, valores abaixo do encontrado nas medidas do presente trabalho que variaram de 24,8 a 41,5 cm. Freitas et al. (2001), ao analisarem características morfológicas de híbridos de *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*, verificaram em alguns indivíduos, médias de comprimento da folha que variaram de 8,6 a 30,6 cm. Os autores atribuíram esses valores a heterogeneidade da população em relação ao tamanho das folhas. Segundo Brewbaker (1978), a espécie *L. leucocephala* apresenta folhas que variam entre 15 a 35 cm de comprimento, valor superior as medidas obtidas, que variaram entre 7,1 a 26 cm.

Os valores médios encontrados para Estilosantes no presente estudo (Tabela 1) foram superiores aos relatadas por Sousa (2017), que obteve 2,1 cm para comprimento e 0,7 cm para largura do Estilosantes campo grande. Tais médias foram atribuídas ao estágio reprodutivo da planta, onde ocorre paralização no crescimento da mesma. Porém, essa variação nos valores pode estar relacionada as diferenças morfológicas entre as duas espécies.

Em relação aos modelos testados, todos os coeficientes angulares (a) e de regressão (b) dos modelos foram significativamente diferentes de zero, o que indica relação significativa entre a variável independente e a variável dependente (área foliar). Os modelos com o produto do comprimento e largura foliar como variável independente (modelos 3, 6, 9 e 12) obtiveram melhor ajuste e desempenho em todas as leguminosas e no conjunto de todas as leguminosas, com destaque para a Gliricídia (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes e parâmetros de ajuste e performance de modelos para estimar a área foliar de leguminosas forrageiras em função de dimensões foliares.

Modelo	Modelo testado	Coeficientes ajustados				Ajuste do modelo		Performance do modelo	
		A	EP	B	EP	RSE	R ²	RMSE	R ²
Leucena									
1	AF = a+bC	-28,09	4,64	5,08	0,32	12,12	0,62	12,18	0,74
2	AF = a+bL	-29,97	4,41	8,71	0,50	11,54	0,65	14,21	0,64
3	AF = a+b(CxL)	4,30	2,29	0,31	0,02	10,84	0,69	11,22	0,78
Gliricídia									
4	AF = a+bC	-379,72	36,98	17,90	1,11	44,28	0,62	51,80	0,46
5	AF = a+bL	-131,33	18,42	22,89	1,20	39,76	0,69	34,88	0,74
6	AF = a+b(CxL)	-61,44	10,28	0,55	0,02	29,98	0,82	28,73	0,83
Estilosantes									
7	AF = a+bC	-2,14	0,23	1,81	0,09	0,31	0,73	0,33	0,70
8	AF = a+bL	-0,78	0,21	1,33	0,08	0,36	0,62	0,39	0,56
9	AF = a+b(CxL)	0,20	0,10	0,35	0,01	0,27	0,79	0,30	0,76
Todas as espécies									
10	AF = a+bC	-33,42	2,82	7,21	0,13	37,89	0,86	37,24	0,87
11	AF = a+bL	-61,02	3,33	17,00	0,33	38,78	0,85	38,34	0,86
12	AF = a+b(CxL)	-6,33	1,29	0,44	0,004	20,53	0,96	19,90	0,96

EP= erro padrão; AF= área foliar; C= comprimento; L= largura; A=coeficiente angular; B=regressão.

Estes modelos apresentaram menor variação média dos pontos (RSE) e maior correlação entre os valores conhecidos (R²), indicando melhor ajuste. Além disso, também apresentaram menores RMSE, indicando melhor desempenho, pois o erro de predição do modelo foi menor.

Destes modelos, o modelo 12 foi o que apresentou melhor ajuste e desempenho (Tabela 2 e Figura 7). Esse resultado pode estar relacionado com a padronização do tamanho das folhas das leguminosas estudadas, uma vez que as folhas selecionadas de cada espécie eram expandidas, portanto apresentaram certa uniformidade nos tamanhos (NEPOMUCENO et al., 2013). Zucoloto et al. (2008), ao estimar área foliar da bananeira Prata Anã verificou que o

maior valor de R^2 (0,89) foi do modelo que utilizou o produto do comprimento pela largura da terceira folha de bananeira, pois dessa forma apresentou maior precisão para a estimativa da área foliar, valor relativamente próximo aos encontrados no presente trabalho.

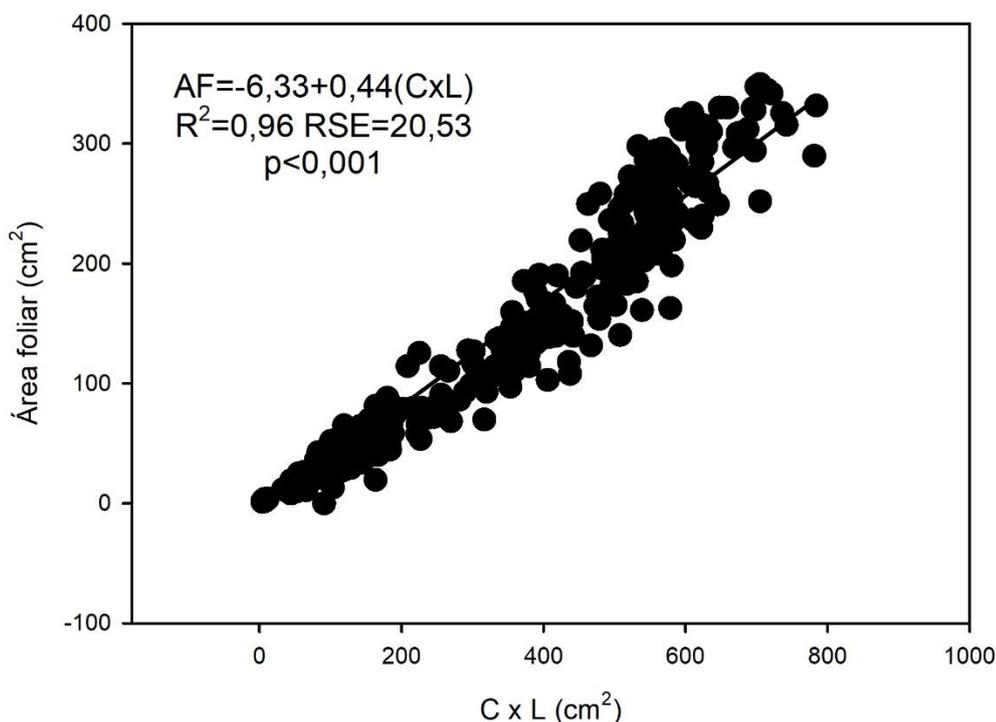


Figura 7. Área foliar de leguminosas forrageiras (Leucena, Gliricídia e Estilosantes) (medida por meio app Easy Area Leaf Free) em função do produto do comprimento e largura foliar ($C \times L$).

Schildt et al. (2016), ao testarem modelos matemáticos para estimativa da área foliar de Eucalipto, verificaram que os melhores ajustes foram para as equações lineares que usaram o produto do comprimento e largura como variável explicativa, e consequentemente obtiveram os maiores valores dos coeficientes de determinação (R^2).

Os modelos que utilizam somente a largura e/ou o comprimento para estimativa da área foliar permitem reduzir a quantidade de medições no campo (MALDANER et al., 2009), por outro lado, podem apresentar baixa precisão, podendo levar a erros estatísticos (SOUZA et al., 2014). No entanto, modelos que utilizam o produto do comprimento e da largura das folhas são destacados por alguns autores, como aqueles que mais se ajustam aos dados, sendo utilizado para várias espécies de origem vegetal, como a *Crotalaria juncea* L. (CARDOZO et al., 2011), o pessegueiro (SACHET et al., 2015), a *Euphorbia heterophylla* (DUARTE et al., 2009) e nabo forrageiro (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012).

Os modelos estatísticos desenvolvidos para estimar a área foliar das leguminosas possuem suma importância quando se trata de facilidade e rapidez para execução, aliado a característica de não ser destrutivo. Nesse sentido, o modelo que melhor prediz a área foliar pode ser aplicado ao uso no campo, possibilitando várias avaliações ao longo do desenvolvimento da planta, fazendo-se necessário para o cálculo adequado do índice de área foliar (IAF), que é um importante parâmetro fisiológico da planta, pois está relacionado a fatores como biomassa, altura, fotossíntese, trocas gasosas, senescência, variações sazonais, entre outros. Tornando possível a tomada de decisões com relação ao manejo apropriado para a cultura.

O uso do *app* Easy Leaf Area Free, permitiu medir a área foliar de forma simplificada e rápida através de imagens digitais, uma vez que está disponível para smartphone, não necessitando de outros equipamentos que em sua maioria possuem custo elevado. É importante testar outros modelos não lineares, como quadrático, de potência, entre outros, com maior quantidade de folhas e variados tamanhos, de mais espécies leguminosas.

6. CONCLUSÃO

Os modelos matemáticos testados foram eficientes para o propósito de estimar a área foliar das leguminosas, porém faz-se necessário mais testes para comprovação da eficiência de cada modelo individualmente.

Verificou-se que o modelo que utiliza o produto do comprimento e largura foliar estimou com adequada precisão a área foliar das leguminosas forrageiras, notadamente na *Gliricídia*. Além disso, o melhor modelo foi obtido integrando todas as folhas das espécies.

O *app* para smartphone Easy Leaf Area Free mostrou-se eficiente e de fácil uso para estimar a área foliar das leguminosas estudadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, M.; MONIB, M.; RAMMAH, A. et al. Intercropping of sesbania (*Sesbania sesban*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*) with five annual grasses under semi-arid conditions as affected by inoculation with specific rhizobia and associative diazotrophs. **Agronomie**, v. 21, n. 6-7, p. 517-525, 2001.

ALMEIDA, A.C.; SOARES, J.V. Comparação entre o uso da água em plantações de *Eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (Mata Atlântica). **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 159-170, 2003.

ALVES, J.S.; REIS, L.B.O.; SILVA, E.K.C. et al. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. In: FABRICANTE JR. **Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga**. Bookes, v. 4, p. 13-18, 2014.

ANAND, A.; BHARDWAJ, J.; NAGARAJAN, S. Comparative evaluation of seed coat dormancy breaking treatments in *Stylosanthes seabrana*. **Grass and Forage Science**, v. 66, p. 272-276, 2011.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1845-1850, 2003.

ANDRADE, R.R.; LIMA, N.R.S.; MENDONÇA, M.C. Análise da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.). **Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde**, v.1, n.17, p.135-146, 2013.

ANDRADE, R. P.; KARIA, C.T. O uso de *Stylosanthes* em pastagens no Brasil. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGEM, 1., 2000, Lavras. **Temas em evidências**. Lavras: UFLA, 2000, p.273-309.

ANDRADE, B.M.S.; SOUZA, S. F.; SANTOS, C.M.C. et al. Uso da gliricídia (*Gliricidia sepium*) para alimentação animal em Sistemas Agropecuários Sustentáveis. **Scientia Plena**, v. 11, n. 4, p. 1-7, 2015.

ATAPATTU, A. A. A. J.; RAVEENDRA, S.A.S.T.; PUSHPAKUMARA, D.K.N.G., et al. Regeneration potential of *gliricidia sepium* (jacq.) Kunth ex walp. As a fuelwood species. **Indian Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 1, p. 32-39, 2017.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L. 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**, v.37, p.51-67, 2008.

BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F.; CARVALHO FILHO, O.M. Cultivo de alamedas de *Gliricídia* (*Gliricidia sepium*) em solos de tabuleiros costeiros. EMBRAPA-Tabuleiros Costeiros. **Circular Técnica**, 36, 2004.

BARROS, A.M.; FALEIRO, F.G.; KARIA, C.T. et al. Variabilidade genética e ecológica de *Stylosanthes macrocephala* determinadas por RAPD e SIG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 899-909, 2005.

BAYÃO, G. F. V.; EDVAN, R. L.; CARNEIRO, M. S. S. et al. Desidratação e composição química do feno de *Leucena* (*Leucena leucocephala*) e *Gliricidia* (*Gliricidia sepium*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.3, 2016.

BONAN, G.B. Importance of leaf area index and forest type when estimating photosynthesis in boreal forests. **Remote Sensing of Environment**, v. 43, n. 3, p. 303-314, 1993.

BRÉDA, N.J.J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 392, p. 2403-2417, 2003.

BREWBAKER, J. L. Guide to the systematics of the genus *Leucaena* (Mimosaceae). Cali: **CIAT**, p. 17, 1978.

BROWN, R. H. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, p.1-9, 1968.

BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 9, p. 39-52, 1958.

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

CÂMARA, C.S.; ALVES, A.A.; FILHO, M.A.M. et al. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras Anglo-Nubianas de tipo misto em lactação. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, n. 2, p. 443-450, 2015.

CARDOZO, N. P. et al. Estimativa da área foliar de *Crotalaria juncea* L. a partir de dimensões lineares do limbo foliar. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C., et al. Estimativa da área foliar de nabo forrageiro em função de dimensões foliares. **Bragantia**, v.71, n.1, 2012.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; ALVES, M. B. et al. Estimação da área foliar de canola por dimensões foliares. **Bragantia**, v.74, n.2, 2015.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 103-113, 2008.

CASTRO FILHO, E. S. **Aspectos produtivos da gliricídia em diferentes densidades de cultivo e avaliação nutricional de silagens de gliricídia com diferentes proporções de milho**. 2014. 50 F. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2014.

COSTA, N. L.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSEND, C. R. et al. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. In: COSTA, N.L. (Ed.) **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, p. 9-29, 2004.

COSTA, B. M.; CAPINAN, G. C. S.; SANTOS, H. H. M. et al. Métodos de plantio de gliricídia (*Gliricidia sepium* (jacq.) walp.) em estacas para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 6, s. 2, 2004.

COSTA, S. S. Produção, composição química de degradabilidade “*in situ*” da matéria seca de Leucena (*Leucaena leucocephala*) em diferentes idades de rebrotação. Monografia (Bacharelado em zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, UFMA. Chapadinha, p. 33, 2017.

CHANDRA, A. Diversity among *Stylosanthes* species: Habitat, edaphic and agro-climatic affinities leading to cultivar development. **Journal of Environmental Biology**, v. 30, n. 4, p. 471-478, 2009.

CHEN, J. M.; BLACK, T. A.; ADAMS, R. S. Evaluation of hemispherical photography for determining plant area index and geometry of a forest stand. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.56, p.129-143, 1991.

DANTAS, F. R.; ARAÚJO, G. G. L. de; BARROSO, D. D. et al. Qualidade das silagens de leucena (*Leucaena leucocephala*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) sob diferentes épocas de abertura dos silos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008.

DECKER, V.; KLOSOWSKI, E.S.; MALAVASI, U.C. et al. Avaliação da intensidade luminosa no desenvolvimento inicial de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 609-618, 2011.

DUARTE, D.J.; BIANCO, S.; LEONARDO B.C. et al. Estimativa da área foliar de *Euphorbia heterophylla*. **Planta daninha**, v.27, n.3, 2009.

DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M. Introdução e avaliação da *Gliricidia sepium* na região semiárida do Nordeste brasileiro. In: **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido/Embrapa Recursos Genéticos - Cenargen, 1999.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. Embrapa semiárido, Petrolina, PE Dezembro, 2010. (Embrapa Semiárido, **Comunicado Técnico**, 142).

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J.; SA, I. B., et al. Espécies arbóreas exóticas de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. **Embrapa Semiárido**, c. 7, p. 243-274, 2010.

EDVAN, R.L.; CARNEIRO, M.S. de S.; DA SILVA, E.B. et al. Análise de crescimento da gliricídia submetida a diferentes manejos de corte. **Archivos de Zootecnia**. v.65, n.250, p.163-169, 2016.

EDWARDS, A.; MLAMBO, V.; LALLO, C.H.O., et al. Yield, chemical composition and *in vitro* ruminal fermentation of the leaves of *Leucaena Leucocephala*, *Gliricidia Sepium* and *Trichanthera Gigantea* as influenced by harvesting frequency. **Journal of Animal Science Advances**, v.2, s. 3.2, p.321-331, 2012.

EASLON, H.M.; BLOOM, A.J. Easy Leaf Area: automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. **Applications in Plant Sciences**, 2014.

ELEVITCH, R. C.; FRANCIS, J. K. *Gliricidia sepium* (Gliricidia). **Species Profiles for Pacific Island Agroforestry**, v. 2.I, p. 1-18, 2006.

EMBRAPA GADO DE CORTE. Cultivo e uso do estilosantes Campo Grande. Campo Grande: Embrapa CNPGC, 2007. 11p. (Embrapa Gado de Corte, **Comunicado Técnico**, 105).

FERNANDES, C.D.; GROF, B.; CHAKRABORTY, S. et al. Estilosantes Campo Grande in Brazil: a tropical forage legume success story. In: PROCEEDINGS OF THE XX INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 2005, Dublin. **Proceed**. Dublin: Wageningen Academic Publishers, 2005, p.223.

FERNANDES, C.D.; VERZIGNASSI, J.R.; QUEIROZ, C.A., et al. Hospedabilidade de gramíneas e leguminosas forrageiras a *Pratylenchus brachyurus*. In: 48º Congresso Brasileiro

de Fitopatologia, 2015, São Pedro-SP. **Anais do 48º Congresso Brasileiro de Fitopatologia**. Brasília-DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2015, p.1.

FIGUEIREDO, T.A.G.; CRERES, P.B.; CANSIAN, K., et al. Influência da altura de cortes nas características morfofisiológicas de *Leucaena leucocephala* vc. Peru, em diferentes espaçamentos na região do alto pantanal. In: VII SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP - VIII ENCONTRO DE ZOOTECNIA – UNESP, 2011, Dracena. **Anais...** 2011, p. 1-4.

FIGUEIREDO, E. S.; SANTOS, M. E.; GARCIA, A. Modelos de determinação não destrutivo da área foliar do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Nucleus**, v.9, n.1, 2012.

FLUMIGNAN, D.L.; ADAMI, M.; FARIA, R. T. Área foliar de folhas inteiras e danificadas de café (*Coffea arabica* L.) determinada por dimensões foliares e imagem digital. **Coffee Science**, v. 3, p. 1-6, 2008.

FREITAS, L.H.C.; SCHIFINO-WITTMANN, M.T.; PAIM, N.R. Variabilidade intra e intergenotípica em uma população de híbridos entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.36, n.8, p.1069-1076, 2001.

GALDINO, A.C. **Ocorrência e multiplicação de *Stylosanthes* em Pernambuco**. 2014. 94 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal do Ceará, Recife.

GIANLUPPI, V.; SMIRDELE, O. J.; GIANLUPPI, D. Utilização e cultivo do Estilosantes Lavradeiro nas áreas de cerrado de Roraima. Embrapa Roraima. **Circular Técnica**, 2; p.9, 2002.

GIMENES, F.M.A.; BARBOSA, H.Z.; GERDES, L., et al. The utilization of tropical legumes to provide nitrogen to pastures: a review. **African Journal of Agricultural Research**. v. 12, n.2, p.85-92, 2017.

GIUNTI NETO, C. J.; HAKAMADA, R. J.; OTTO, M. S. G., et al. Calibração de dois métodos indiretos para estimativa do índice de área foliar em plantações de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**. v. 43, n. 108, p. 919-930, 2015.

GOMIDE, J. A., GOMIDE, C. A. M. Morfofisiologia de gramíneas forrageiras. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1. ed. FUNEP/UNESP, p. 31-50. 2013.

GOMIDE, M.B.; LEMOS, O.V.; TOURINO, D. et al. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros mundo novo e Catuaí. **Ciência e Prática**, v.1, n.2, p.118- 123, 1977.

GOWER, S. T.; KUHARIK, C. J.; NORMAN, J. M. Direct and indirect estimation of leaf area index, fApar, and net primary production of terrestrial ecosystems. **Remote Sensing of Environment**, v.70, n.1, p.29-51, 1999

GROF, B.; FERNANDES, C.D.; VERZIGNASSI, J.R. Recent avances in *Stylosanthes* research in tropical America. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 2005, Dublin. **Proceed**. Dublin: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 232.

KARIA, C.T.; ANDRADE, R.P.; FERNANDES, C.D., et al. Gênero *Stylosanthes*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed). **Plantas Forrageiras**. UFV, 2010. p.366 – 401.

KARIA, C. T.; ANDRADE, R. P.; CHARCHAR, M. J. D., et al. Caracterização Morfológica de Acessos do gênero *Stylosanthes* no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Cerrados – coleção 1994/1995. Planaltina – DF. **Embrapa Cerrados**. 2002.

KEANE, R.E.; REINHARDT, E.D.; SCOTT, J., et al. Estimativa da densidade do dossel da floresta usando seis métodos indiretos. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 35, p. 724-739, 2005.

LIRA, M.A., SANTOS, M.V.F., DUBEUX, J.C.B., et al. 2006. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. Em: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. João Pessoa, 43, 2006. João Pessoa. Anais... SBZ. João Pessoa.

LORENZI, H. et al. Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa, **Instituto Plantarum**, 2003.

LÜSCHER, A.; MUELLER-HARVEY, I.; SOUSSANA, J. F., et al. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. **Grass and forage science: the journal of the British Grassland Society**, v. 69, n. 2, p. 206-228, 2014.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N., et al. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. **Embrapa Gado de Corte**, 2013.

MALAGI, G.; CITADIN, I.; SCARIOT, S. et al. Método não destrutivo para determinação da área foliar da videira, cultivar BRS-Violeta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1250-1254, 2010.

MALDANER, I.C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L.H. et al. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.

MASSAFERA, D.A.; FLORENTINO, L.A.; RABELO, C.H.S. et al. Replacement of aruana grass by gliricidia (*Gliricidia sepium*) on silage quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, n. 7, p. 231-239, 2015.

MEDEIROS, E. C. S.; FLORES, A. S. O gênero *Stylosanthes* (leguminosae) em Roraima, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, p. 235-244, 2014.

MIRANDA, R. F.; CASAROLI, D.; JUNIOR, J. A., et al. Calibração de métodos não destrutivos para determinação da área foliar do pequiheiro. **Global Science and Technology**, v.10, n.02, p.58-66, 2017.

NEPOMUCENO, D. D.; ALMEIDA, J. C. C.; GALZERANO, L., et al. Medidas lineares na estimativa da área foliar de leguminosas forrageiras tropicais. **Global Science and Technology**, v.6, n.1, 2013.

NUNES, H. S. A.; MANESCHY, R. Q.; OLIVEIRA, G. F. et al. Implantação inicial de cercas vivas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) em criações de bovinos de agricultores familiares através

do método da pesquisa-ação. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, v. 14, n. 1, p. 165-183, 2020.

PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; ALVIM, M.J. et al. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.421-426, 2003.

PAULINO, G. M.; ALVES, B. J. R.; BARROSO, D. G., et al. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1598-1607, 2009.

PINTO, M. S. C.; CAVALCANTE, M. A. B.; ANDRADE, M. V. M. Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas. **REDVET**, v.7, n.04, Abril, 2006.

PIÑEIRO-VASQUEZ, A. T.; JIMÉNEZ-FERRER, G. O.; CHAY-CANUL, A. J., et al. Intake, digestibility, nitrogen balance and energy utilization in heifers fed low-quality forage and *Leucaena leucocephala*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 228, p. 194-201, 2017.

QUOOS, R.; FRIES, D.; OLIVEIRA, A. et al. Produtividade e nodulação de *Stylosanthes* spp. cv. (Estilosantes Campo Grande) em função do sombreamento e adubação fosfatada. **Revista Fitos**, p.70-75, 2019.

RANGEL, J.H.A. Gliricida traz mais qualidade para o pasto. Embrapa Tabuleiros Costeiros - Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2009.

RANGEL, J.H.A.; CARVALHO FILHO, O.M.; ALMEIDA, E.S.A. Experiências com uso de *Gliricidia sepium* na alimentação animal no nordeste brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2000, Fortaleza. **Anais**. EMBRAPA-Agroindústria Tropical/SBF. Fortaleza.

REBONATTI, M.D. Recuperação de pastagem com estilosantes Campo Grande e adubação Fosfatada. 2015. 53 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2015.

REIS, J. B. de C.; NASCIMENTO, M do P. S. C. B.; OLIVEIRA, M. E., et al. Composição químico-bromatológica de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.) em tres alturas de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, p. 286-287, 2001.

ROUPHAEL, Y.; MOUNEIMNE, A.H.; ISMAIL, A. et al. Modelagem da área foliar individual de rosa (*Rosa hybrida* L.) com base na medição do comprimento e largura da folha. **Photosynthetica**, v.48, p.9-15, 2010.

SACHET, M.R.; PENSO, G.A.; PERTILLE, R.H. et al. Estimativa da área foliar de pessegueiro por método não destrutivo. **Ciência Rural**, v.45, n.12, 2015.

SANTANA NETO, J. A.; OLIVEIRA, V. S.; VALENÇA, R. L. Leguminosas adaptadas como alternativa alimentar para ovinos no semiárido – revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 2, p. 191-200, 2015.

SCHMILDT, E R.; PARIS, J.O.; NUNES JUNIOR, J.A.A. et al. Equações para estimar área foliar em Eucalipto. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.28, n.1, 2016.

SILVA, J. S. **Perfil fermentativo de silagem mista de capim xaraés e estilosantes campo grande**. 2014. 39f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2013.

SILVA, H. W.; PINTO, L. E. V.; ANDRIGUETTI, S. C., et al. Produção de Biomassa e composição químico-bromatológica de Gliricídia. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 31676-31685, 2019.

SILVA, M.D.A.; CARNEIRO, M.S.S.; PINTO, A.P., et al. Avaliação da composição químico-bromatológica das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.571-578, 2015.

SILVA, M.P. Estilosantes – *Stylosanthes* spp. **Fauna e Flora do Cerrado**, Campo Grande, Junho 2004. Disponível em: <http://cloud.cnpqg.embrapa.br/faunaeflora/plantas-forrageiras/estilosantes-stylosanthes-spp>. Acesso em: 01 Maio, 2020.

SILVA, M. P. & ZIMMER, A. H. Avaliação agronômica de consorciações de braquiárias e *Andropogon gayanus* com novos acessos de estilosantes sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. A produção animal e a segurança alimentar: **anais dos simpósios e dos resumos**. Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Embrapa Gado de Corte, 2004.

SILVA, V.J.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; TEIXEIRA, V.I. et al. Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p 97-102, 2010.

SILVA, S. F.; CABANEZ, P. A.; MENDONÇA, R. F. et al. Modelos alométricos para estimativa da área foliar de mangueira pelo método não destrutivo. **Revista Agro Ambiente**, v. 9, n.1, p. 86-90, 2015.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. especial, p.121-138, 2007.

SIMIONI, A. T.; GOMES, F. J.; TEIXEIRA, U. H. G., et. al. Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. **PUBVET**, v. 8, n. 13, ed. 262, Art. 1742, 2014.

SOUSA, R. R. J. **Adubação nitrogenada e consórcio de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e estilosantes cv. Campo Grande**. 2017. 65 F. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2017.

SOUZA, A.P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S., et al. Estimativas da área da folha de figueiras ‘Roxo de Valinhos’ usando dimensões lineares do limbo foliar. **Ciência Rural**, v.44, n.7, p.1172-1179, 2014.

SOUZA, M. S.; ALVES, S. S. V.; DOMBROSKI, J. L. D., et al. Comparação de métodos de mensuração de área foliar para a cultura da melancia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.241-245, 2012.

TERRA, A. B. C.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V., et al. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n.2, Lisboa, jun. 2019.

TOEBE, M. et al. Estimativa de plastocrono em crambe. **Ciência Rural**, v.40, n.4, p.793-799, 2010.

TUBIN, J. **Leguminosas em consórcio com gramíneas hibernais na produção vegetal e uso do nitrogênio em um sistema de integração lavoura pecuária**. 2019. 52 F. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

UBIALI, D. G.; SILVA, R. G. F.; OLIVEIRA, L. P., et al. Obstrução intestinal em bovinos associada ao consumo de *Stylosanthes* sp. (Fabaceae Papilionoideae). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 148-154, 2013.

VANNI, R.O.; FERNANDEZ, A. The true identity of *Stylosanthes seabrana* B.L. Maass & L. 't Mannetje (Leguminosae Papilionoideae). **Caryologia**, v. 64, n. 3, p. 247-250, 2011.

VERZIGNASSI, J.R. Cultivo e uso do estilosantes Campo Grande. **Comunicado Técnico**, 105, Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2007.

VERZIGNASSI, J.R.; FERNANDES, C.D. Estilosantes Campo Grande: situação atual e perspectivas. **Comunicado Técnico**, 70, Embrapa-CNPGC, 2002.

WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. t. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v.2, p.41-76, 1947.

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J.S.; COELHO, R. I. Modelo matemático para estimativa de área foliar total de bananeira Prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, 2008.