



ANA LÉA ARMOND CARVALHO

**USO DE MÉTODOS INDIRETOS NA ESTIMATIVA DE CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E BROMATOLÓGICAS DA *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A.
Rich.) Stapf. cv. MARANDU**

**LAVRAS-MG
2021**

ANA LÉA ARMOND CARVALHO

**USO DE MÉTODOS INDIRETOS NA ESTIMATIVA DE CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E BROMATOLÓGICAS DA *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A.
Rich.) Stapf.cv. MARANDU**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Márcio André Stefanelli Lara
Orientador

**LAVRAS-MG
2021**

ANA LÉA ARMOND CARVALHO

**USO DE MÉTODOS INDIRETOS NA ESTIMATIVA DE CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E BROMATOLÓGICAS DA *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A.
Rich.) Stapf.cv. MARANDU**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Ms. Daniel da Cunha UFLA
Dr. Bruno Grossi Costa Homem UFLA

Prof. Dr. Márcio André Stefanelli Lara
Orientador

Ms. Sérgio Domingos Simão
Coorientador

**LAVRAS-MG
2021**

*Aos meus pais Ângelo Carvalho e Fátima Armond e ao meu irmão Pedro Carvalho,
que sempre estiveram presentes e me incentivaram a estudar, não medindo esforços
para apoiarem-me no que fosse preciso.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Márcio André Stefanelli Lara, pela confiança, pela orientação e por todo ensinamento no meio acadêmico e no científico.

Ao pós-graduando Sérgio Domingos Simão, pelo incentivo constante e pela ajuda diária.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de fazer parte do curso de Agronomia e aos professores, por possibilitarem meu crescimento e conhecimento.

Aos meus amigos de curso e aos amigos de jornada, que durante toda a trajetória pela universidade sempre me deram o apoio e a confiança necessária para sempre batalhar e seguir em busca dos meus objetivos.

A todos do Setor de Forragicultura, pela convivência, por compartilharem conhecimentos práticos, pelo comprometimento e seriedade. Por me ajudarem no progresso profissional e pessoal.

OBRIGADA

RESUMO

Medidas indiretas podem ser utilizadas para mensuração de respostas agronômicas e bromatológicas da *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu e sua relação com o uso de nitrogênio (N) e água. Objetivou-se utilizar o clorofilômetro portátil *atLEAF CHL PLUS* para avaliar a correlação dos teores de clorofila (leitura SPAD) *versus* dados bromatológicos (Proteína Bruta – PB, Fibra em Detergente Neutro - FDN e Digestibilidade *In Vitro* da MS - DIVMS) e relacionar os resultados agronômicos (Acúmulo de Forragem – AF, Interceptação Luminosa – IL e Índice de Área Foliar - IAF) *versus* Prato Ascendente (Prato) e Altura do cultivar Marandu quanto a combinações de duas doses de N e o uso ou não de irrigação. O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial (sistemas de produção: Sequeiro e Irrigado × adubação nitrogenada: 0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) com três repetições, com 12 parcelas de 28 m² cada. Foram avaliados dois ciclos de rebrotação de 28 dias no verão (26/11/2018 a 23/01/2019) na cidade de Lavras, Minas Gerais, Brasil. Em cada ciclo foram mensurados os teores SPAD e os teores de clorofila nos dias: 4, 9, 17 e 28 e foi mensurado o AF, colhendo a forragem delimitada em molduras metálicas retangulares a 15 cm do nível do solo (dois pontos por parcela). A estimativa da concentração de clorofila foi em 10 folhas no retângulo de amostragem. As medidas de Prato, Altura, IL e IAF foram realizadas nos dias: 0, 4, 9, 17 e 28 de cada ciclo. As análises bromatológicas foram de PB, FDN e a DIVMS. A análise de correlação de Pearson e regressão foram utilizadas para verificar a relação linear das variáveis: AF, IL e IAF *versus* Prato e Altura, e a relação da PB, FDN e DIVMS × SPAD. Houve correlação linear positiva entre o AF × Prato no sistema irrigado nas doses 0 e 550 e no sistema sequeiro na dose 550. Houve correlação linear positiva entre o AF × Altura no sistema sequeiro na dose 550 e no sistema irrigado na dose 550. Houve correlação linear positiva da IL e IAF × Prato e Altura nos sistemas nas doses 0 e 550. Houve correlação linear positiva da variável PB × SPAD no sistema sequeiro nas doses 0 e 550. Houve correlação linear negativa da FDN × SPAD no sistema sequeiro na dose 550 e correlação linear positiva no sistema irrigado na dose 550. Houve correlação linear positiva da DIVMS × SPAD no sistema sequeiro nas doses 0 e 550. E houve correlação linear da DIVMS × SPAD no sistema irrigado na dose 550. É possível usar a leitura do clorofilômetro para obter PB e DIVMS, sendo adequados na estimativa de dados bromatológicos, e chegar indiretamente ao AF. Já o Prato Ascendente e a Altura são bons para dados agronômicos, além do Prato medir de forma indireta o AF e indiretamente relacionar com a FDN. Ambos são métodos indiretos e não-destrutivos, sendo indicados para os fazendeiros realizarem o manejo de pastagens.

Palavras-chave: SPAD; Acúmulo de forragem; Correlações; Valor nutritivo; Adubação.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Precipitação (mm) e médias mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas ($^{\circ}$ C) em Lavras, MG no período de novembro de 2018 a janeiro de 2019..... 14
- Figura 2** – Análise de Correlação linear (-1 a 1) entre as variáveis: SPAD, Proteína Bruta (PB -% MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN - % MS), Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca (DIVMS - % MS), Prato Ascendente (Prato - cm), Altura (cm), Interceptação Luminosa (IL - %), Índice de Área Foliar (IAF) e Acúmulo de Forragem (AF - kg de MS ha^{-1}) nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) \times adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha^{-1} ano $^{-1}$) para o cultivar Marandu. *: significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade; ***: significativo a 0,0001% de probabilidade. 18
- Figura 3** - Análise de regressão das variáveis: Acúmulo de Forragem (AF - kg de MS ha^{-1}), Interceptação Luminosa (IL - %) e Índice de Área Foliar (IAF) versus o Prato Ascendente (cm) nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) \times adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha^{-1} ano $^{-1}$) para o cultivar Marandu. 20
- Figura 4** - Análise de regressão das variáveis: Acúmulo de Forragem (AF - kg de MS ha^{-1}), Interceptação luminosa (IL - %) e Índice de Área Foliar (IAF) versus a variável independente Altura (cm) nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) \times adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha^{-1} ano $^{-1}$) para o cultivar Marandu. 22
- Figura 5** - Análise de regressão das variáveis: Proteína Bruta (PB - % MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN - % MS) e Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca (DIVMS - % MS) versus a variável independente SPAD nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) \times adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha^{-1} ano $^{-1}$) para o cultivar Marandu. 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intervalos de confiança (IC) a 95% para os modelos de regressão lineares com as variáveis Acúmulo de Forragem (AF), Interceptação Luminosa (IL) e Índice de Área Foliar (IAF) versus as variáveis Prato e Altura nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.25

Tabela 2 - Intervalos de confiança (IC) a 95% para os modelos de regressão lineares e não lineares com as variáveis: Proteína Bruta (PB - % MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN - % MS) e Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca (DIVMS - % MS) versus a variável independente SPAD nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.....26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Uso do clorofilômetro	11
2.2 Uso do Prato Ascendente	11
2.3 Valor nutritivo e efeito da proteína bruta	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Descrição do experimento, delineamento experimental e tratamentos	13
3.2 Acúmulo de forragem (AF).....	14
3.3 Interceptação Luminosa (IL) e Índice de área foliar (IAF).....	15
3.4 Altura do dossel e Prato Ascendente	15
3.5 Medidas com o clorofilômetro (SPAD).....	15
3.6 Análises bromatológicas.....	16
3.7 Análise estatística.....	16
4 RESULTADOS	18
5 DISCUSSÃO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

Dentre tantas espécies de forrageiras existentes em ambientes tropicais, a *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu se destaca pela alta produção de forragem, persistência ao pisoteio e ao pastejo, boa capacidade de rebrotação, tolerância ao fogo, à seca e ao frio (NUNES, 1984). Embora largamente utilizada, essa planta forrageira apresenta variações na produção e conseqüentemente mudanças na composição nutricional dependendo das condições de manejo e do ambiente de produção.

O valor nutritivo da forragem é avaliado pela sua digestibilidade e pelos seus teores de proteína bruta (PB) e de parede celular (GOMIDE et al., 2001). De acordo com Burton (1998) as adubações, especialmente a nitrogenada, aumenta a produção de matéria seca (MS), aumenta o teor de PB, e em alguns casos, diminui o teor de fibras da forragem, contribuindo para a melhoria do valor nutritivo.

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) de uma forragem é considerado importante não só para a avaliação de sua composição química, mas também pelo fato de a FDN estar relacionada com o consumo máximo de MS (MERTENS, 1994). Com isso, forragens com teores de FDN alto teriam menor potencial de consumo pelos animais em pastejo. Van Soest (1965) concluiu que o teor de FDN é o maior limitante do consumo de volumosos.

Além do manejo do pastejo e da adubação, o impacto das mudanças climáticas sobre o desenvolvimento de plantas forrageiras ainda é pouco conhecido e pode determinar alterações importantes nos cenários futuros de produção e cultivo das forragens.

Os modelos de cultura são considerados funções dinâmicas do sistema solo-planta-atmosfera e integram os conhecimentos dos processos biofísicos que regem o sistema solo-água-planta, permitindo identificar e avaliar as incertezas na produção, associadas às diferentes opções de manejo. Além disso, permitem aperfeiçoar a eficiência da pesquisa, permitindo a análise do desempenho de cultivares em diferentes solos, condições climáticas, manejos da irrigação e épocas de aplicação de nitrogênio (HEINEMANN et al., 2000, 2002b; ZHANG et al., 2007).

Devido à alta correlação que existe entre os teores de nitrogênio (N) e clorofila (EVANS, 1983; MARENCO; LOPES, 2007), o clorofilômetro tem sido usado principalmente para estimar o teor de nitrogênio das folhas. Sendo um instrumento portátil que fornece leituras, assim relacionando com o teor de clorofila presente na folha. Permite medições de forma rápida e prática, ainda em campo a um custo baixo. Esse método se torna então uma ferramenta viável

para o diagnóstico precoce da deficiência de N, auxiliando na prevenção da carência pelo nutriente, que pode ser utilizado inúmeras vezes sem destruir o limbo foliar.

Objetivou-se utilizar o clorofilômetro portátil *atLEAF CHL PLUS* para avaliar a correlação dos teores de clorofila (leitura SPAD) *versus* dados bromatológicos (PB, FDN e Digestibilidade *In Vitro* da MS) e relacionar os resultados agronômicos (Acúmulo de Forragem, Interceptação Luminosa e Índice de Área Foliar) *versus* Prato Ascendente e Altura da *B. brizantha* cv. Marandu quanto a combinações de duas doses de N e o uso ou não de irrigação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso do clorofilômetro

A emissão de luz está aproximadamente na região do vermelho 650 nm e infravermelho em 940 nm, no qual os picos de absorção de luz pela clorofila são máximos (e não afetados por outros pigmentos) e mínimo, respectivamente. A luz transmitida pela folha foi convertida em sinais elétricos, e estes, em sinais digitais microprocessados em unidade SPAD (MINOLTA, 1989).

Segundo Cavallo et al. (2017), o modelo *atLEAF* se apresenta com um modelo de baixo custo, dentre os clorofilômetros. O medidor *atLEAF Chl* pode ser usado como uma alternativa econômica ao medidor SPAD-502, embora este último tenha sido considerado mais fácil de manusear (Zhu et al., 2012). Mendoza-Tafolla et al. (2019), mostraram um alto coeficiente de correção linear ($r = 0.96$, $R^2 = 0.91$, $RMSE = 0.02$, $\alpha = 0.01$) entre a concentração de N com as leituras do *atLEAF CHL PLUS*, indicando que este pode ser usado para uma estimativa rápida e confiável.

Santos Jr. (2001), trabalhou com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e analisou um aumento de matéria seca com as idades de crescimento. Mostrando assim, que a cor da lâmina foliar está relacionada diretamente com a matéria seca, sendo medida pelo clorofilômetro. A determinação do índice SPAD pelo clorofilômetro apresenta as vantagens de a leitura não ser influenciada pelo consumo de luxo de N pela planta e pode ser feita em poucos segundos, possibilitando rápido diagnóstico da situação da pastagem. Assim, permite melhor análise das condições do pasto, possibilitando se estimar a produção esperada como o teor de PB, que também irá facilitar na determinação da necessidade de suplementação proteica dos animais (MARANHÃO et al., 2009).

2.2 Uso do Prato Ascendente

É um equipamento cujo método indireto de avaliação da massa de forragem que envolve a relação entre a altura da sedimentação de um disco de acrílico com 900 cm² e 480,2 g de peso que se movimenta livremente por uma barra graduada (BRANSBY; TANTON, 1977). O método do disco ou prato medidor é uma das técnicas indiretas mais eficientes para quantificar a massa de forragem em dosséis de porte médio e baixo, de espécies folhosas e de colmos macios (PEDREIRA, 2001)

Silva e Cunha (2008) trabalharam com o prato ascendente em diversas forrageiras e chegaram à conclusão de que este método indireto se mostrou ágil e mais rápido do que os outros.

2.3 Valor nutritivo e efeito da proteína bruta

Além de aumentar a produtividade das gramíneas, a adubação nitrogenada contribui com a melhoria da qualidade da forragem. O suprimento de N via adubação tem efeito direto na concentração dos nutrientes na planta. O valor nutritivo das gramíneas é determinado pelas diferenças entre as espécies, idade da planta e adubação, principalmente a nitrogenada. O N fornecido adequadamente, em condições favoráveis para o crescimento das plantas, proporciona aumento da produção de massa seca e do teor de proteína a partir da produção de carboidratos (HAVLIN et al., 2005; COSTA et al., 2009). Farias (2019) afirma que o valor nutritivo de pastagens possibilita a identificação de causas restritivas de produção animal.

Costa et al. (2009) constataram um aumento linear na produção de massa seca com o aumento das doses de N, em todas as cultivares de *Brachiaria brizantha*. Sendo a adubação nitrogenada um método para aumentar a densidade volumétrica da forragem. Também observaram que a aplicação de N proporcionou aumento linear nos teores de PB e que reduziram de forma linear os teores de FDN de todos os cultivares de *Brachiaria brizantha*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do experimento, delineamento experimental e tratamentos

O Experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Lavras, Minas Gerais, Brasil (21° 14' 45" Sul, 44° 59' 59" Oeste, 919 m de altitude).

Foi utilizado o genótipo forrageiro de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu cultivado com duas taxas de aplicação de nitrogênio - N (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) *versus* dois sistemas de cultivo (sequeiro e irrigado), totalizando quatro tratamentos distribuídos em 12 unidades experimentais. Cada unidade experimental (parcela) possuía 28 m² (4 x 7 metros). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com três repetições num esquema fatorial 2x2.

O solo da área experimental foi amostrado para análise no dia 05/08/2014 e as recomendações de calagem e adubação para semeadura foram realizados de acordo com o Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (RAIJ et al., 1997). As características químicas do solo para a profundidade de 0-20 cm, no início do experimento foram: pH = 5,2, P = 0,8 mg dm⁻³ (método de Melich-1), matéria orgânica (MO) = 2,9 g dm⁻³, K = 1,9 mmol_c dm⁻³, Ca = 10,0 mmol_c dm⁻³, Mg = 4,0 mmol_c dm⁻³, H+Al = 40,0 mmol_c dm⁻³, soma de bases (SB) = 16,0 mmol_c dm⁻³, saturação por bases = 28,8%. Utilizou-se como meta atingir uma saturação de bases de 70% e foi aplicado superficialmente 2307 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (36-38% de óxido de Cálcio – CaO e 12 a 14% de óxido de magnésio - MgO) utilizando uma espalhadora de calcário. O calcário foi então incorporado ao solo por meio de uma aração e duas gradagens.

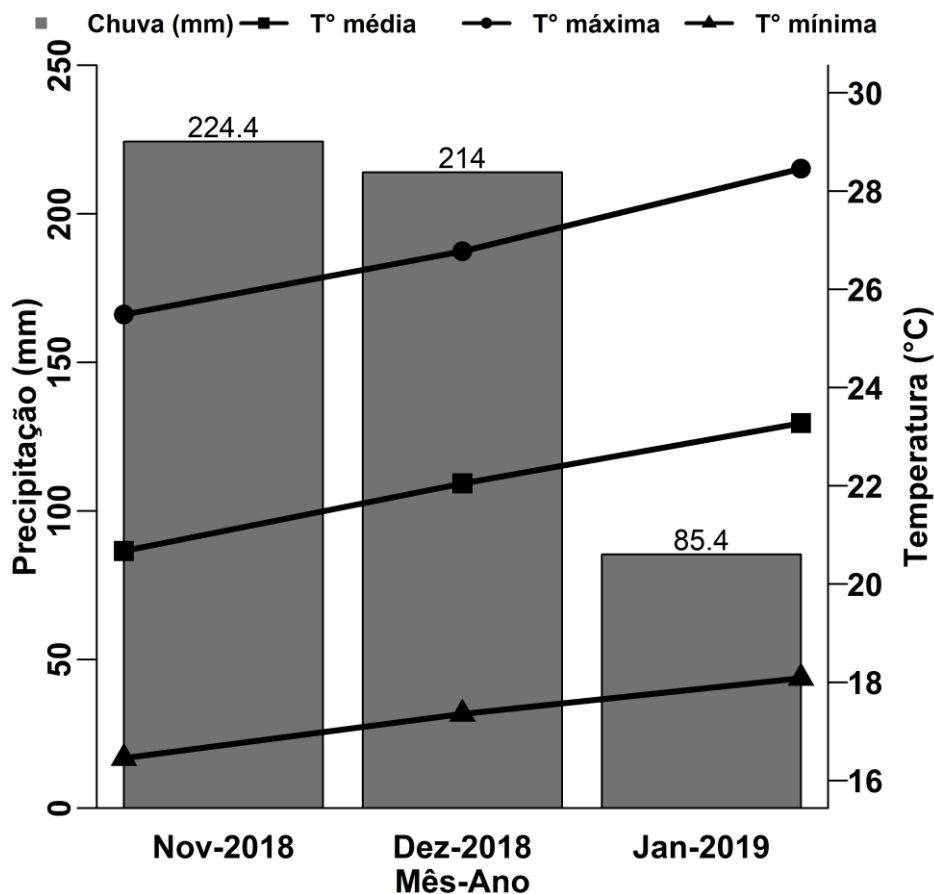
A semeadura (2 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis) e adubação fosfatada (100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ na forma de superfosfato simples - 18% de P₂O₅ e 20% de Ca) ocorreram no dia 01/11/2015. A adubação com fósforo se repetiu no mês de fevereiro de cada ano e foi aplicada à lanço na superfície. As adubações de N e K₂O ocorreram ao longo de cada ano logo após a colheita da forragem, cada parcela recebeu 50 kg de N e K₂O ha⁻¹ divididos em 11 adubações em função dos ciclos de rebrotação. Foram utilizados como fonte de N e K₂O sulfato de amônio (20% N e 22% S) e cloreto de potássio (58% de K₂O).

Quanto ao suprimento de água, em um dos experimentos as plantas cresceram apenas em função da precipitação pluviométrica enquanto no outro foi instalado um sistema de irrigação por aspersão. A lâmina de irrigação foi controlada com base na evapotranspiração de

referência conforme Allen et al. (1998).

O período de coleta de dados foi de 85 dias no auge do verão agrostológico iniciando-se no dia 28 de novembro de 2018 e se estendendo até 22 de janeiro de 2019 (dois ciclos de rebrotação com avaliações nos dias 0, 4, 9, 17 e 28 dias). Os dados de precipitação diária (mm) e de temperatura mínima, média e máxima (°C) dos 85 dias experimentais foram coletados da estação meteorológica da Universidade distante 1 km da área experimental (Figura 1).

Figura 1 - Precipitação (mm) e médias mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas (° C) em Lavras, MG no período de novembro de 2018 a janeiro de 2019.



3.2 Acúmulo de forragem (AF)

As parcelas foram mantidas sob frequências de corte aos 4, 9, 17 e 28 dias durante dois ciclos no verão agrostológico e uniformizadas no último dia de cada ciclo. Nesses dias mensurou-se o acúmulo de forragem (AF) em dois pontos médios da parcela, colhendo-se a forragem delimitada o interior de molduras metálicas retangulares (0,25 × 1,0 m) a 15 cm do

nível do solo para o cultivar Marandu (CARNEVALLI et al., 2006; EUCLIDES et al., 2014; GIACOMINI et al., 2009; TRINDADE et al., 2007), para tanto utilizou-se um aparador de cerca viva. As amostras frescas foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e levadas ao Laboratório de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFLA. As amostras de forragem frescas foram pesadas e divididas em duas subamostras com peso de aproximadamente 400 g, uma subamostra foi acondicionada em saco de papel, pesada e logo em seguida levada para a estufa de circulação de ar forçada a 55 °C para determinação do teor de matéria seca (MS). O AF (kg MS ha⁻¹) foi calculado usando a média das massas secas de cada amostra da parcela acima do resíduo.

3.3 Intercepção Luminosa (IL) e Índice de área foliar (IAF)

Para as medições de índice de área foliar (IAF) e intercepção luminosa (IL), utilizou-se o aparelho LAI-2200 (LI-COR, LINCOLN, NEBRASKA, USA). Essas variáveis foram mensuradas aos 0, 4, 9, 17 e 28 dias em dois ciclos no verão agrostológico com duas medidas de referência acima do dossel e 25 medidas abaixo do dossel em cada parcela, sempre utilizando um padrão visual de leitura entre touceiras com o padrão semelhante de densidade de folhas.

3.4 Altura do dossel e Prato Ascendente

As medições de altura foram realizadas juntamente com as mensurações de IL e IAF, aos 0, 4, 9, 17 e 28 dias em dois ciclos no verão agrostológico e foram mensuradas em 20 pontos por parcela. As medidas de altura foram realizadas com medidor adaptado a partir de bastão de madeira graduado e uma folha de radiografia recortada com 35 cm de diâmetro num formato circular (FRAME, 1981; PEQUENO, 2010). A altura do dossel, que consiste na medição da altura da pastagem com régua graduada em centímetros, procurando a altura média das folhas da pastagem com base no deslocamento da radiografia na régua.

Outro método de medição de forragem de forma indireta utilizado foi o prato ascendente: *Rising Plate Meter* (Prato ou Disco Medidor Convencional). A medida é feita caracterizando a biomassa vegetal comprimida pelo prato e foi realizada em 10 pontos por parcela.

3.5 Medidas com o clorofilômetro (SPAD)

A estimativa da concentração de clorofila foi realizada por meio do aparelho *atLEAF CHL PLUS*. Foram realizadas leituras em 10 folhas dentro do retângulo de amostragem (0,25 × 1 m) utilizado para mensuração do acúmulo de forragem, realizada na porção média das folhas mais jovens completamente expandidas escolhidas dentro do retângulo em função da condição média do dossel forrageiro. Sendo que as medidas do teor SPAD foram realizadas antes da coleta do AF (2 pontos por parcela e 10 folhas por retângulo de amostragem). Com os valores obtidos em campo foi possível realizar a calibração da seguinte equação $\hat{y} = -11,5687 + 1,228x$ com o coeficiente de determinação (R^2) de 98,39% para obter os teores de clorofila presente nas folhas em micrograma cm^{-2} . E obteve-se os valores SPAD por meio do clorofilômetro a *atLEAF CHL PLUS*.

3.6 Análises bromatológicas

Amostras de forragem do capim Marandu foram coletadas em duplicata, e foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 h para determinação da MS (AOAC, 1990) e, posteriormente moídos em moinho do tipo *Willey* com peneira de crivo de 1 mm para determinação da Proteína Bruta (PB), conforme a AOAC (1990), quantificação da Fibra em Detergente Neutro (FDN) conforme Van Soest, Robertson e Lewis (1991).

A Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca (DIVMS) foi determinada pelo método proposto por Holden (1999), por meio do equipamento DAISY II (ANKOM TECHNOLOGY CORP, FAIRPORT, NY, EUA). O fluído ruminal foi coletado via cânula de dois animais mantidos em pastejo, a coleta era realizada no período da manhã (10:00 h).

3.7 Análise estatística

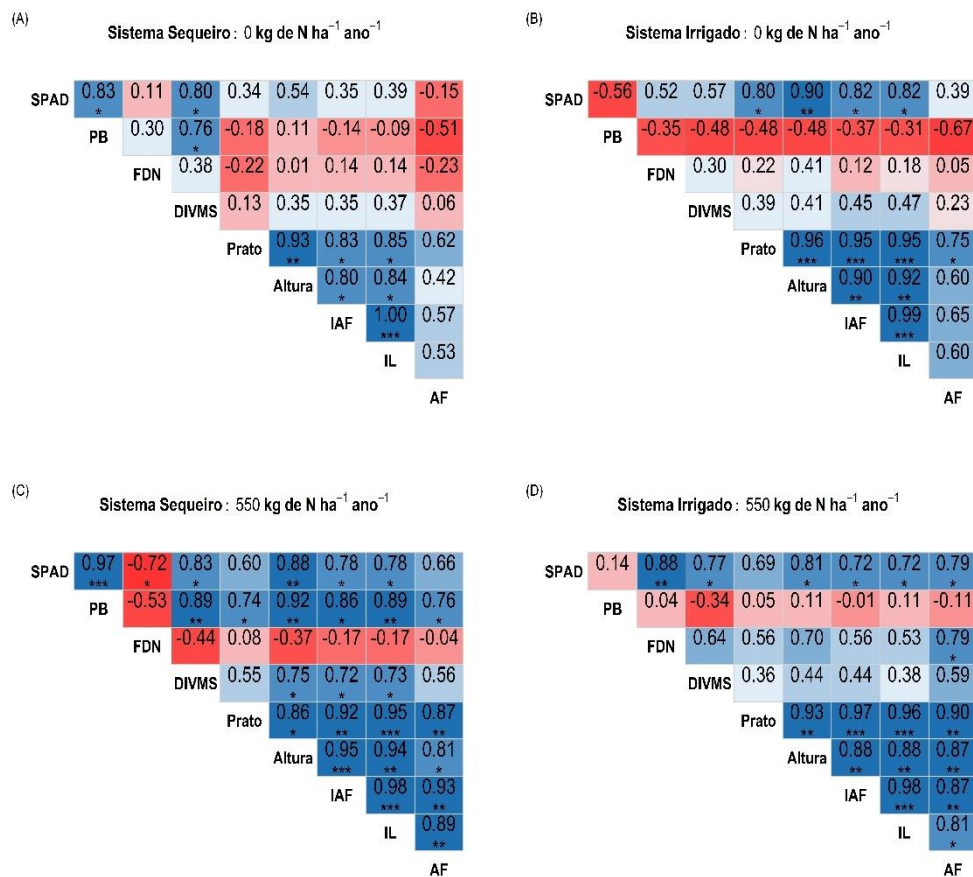
Os dados foram divididos nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$). A análise de correlação de Pearson foi utilizada para verificar a relação linear das variáveis: Acúmulo de Forragem (AF - kg MS ha^{-1}), Interceptação Luminosa (IL - %) e Índice de Área Foliar (IAF) com as variáveis independentes: Prato Ascendente (cm) e Altura (cm), e a relação das variáveis bromatológicas: Proteína Bruta (PB - % MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN - % MS) e Digestibilidade *In Vitro* da MS (DIVMS - % MS) com a variável independente clorofilômetro (SPAD). As análises foram realizadas, considerando nível de probabilidade de 5%, por meio da função *corrgram* do pacote *corrgram* do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2021).

Em seguida foram realizadas as análises de regressão das variáveis com a função *nlsfit* do pacote *easynls* do programa estatístico R. Utilizou-se o modelo de regressão linear simples a 5% de probabilidade para a relação do AF, IAF *versus* o Prato Ascendente e Altura, e para a composição bromatológica (PB, FDN e DIVMS) *versus* SPAD. A análise de regressão não linear platô e quadrático platô foi ajustada para a relação DIVMS *versus* SPAD. Os critérios de seleção de modelos foram no maior R^2 ajustado e menor critério Bayesiano - BIC.

4 RESULTADOS

Na Figura 2 estão os resultados das análises de correlação entre as variáveis dependentes (agronômicas e bromatológicas) e independentes (Prato, Altura e SPAD) para o cultivar Marandu.

Figura 2 – Análise de Correlação linear (-1 a 1) entre as variáveis: SPAD, Proteína Bruta (PB - % MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN - % MS), Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca (DIVMS - % MS), Prato Ascendente (Prato - cm), Altura (cm), Interceptação Luminosa (IL - %), Índice de Área Foliar (IAF) e Acúmulo de Forragem (AF - kg de MS ha⁻¹) nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu. *: significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade; ***: significativo a 0,0001% de probabilidade.



Houve correlação linear positiva entre o AF *versus* a variável Prato Ascendente no sistema irrigado (Figura 2 – B e D) nas doses 0 ($\rho = 0,75$; $P = 0,0305$) e 550 ($\rho = 0,90$; $P = 0,0023$) e no sistema sequeiro (Figura 2 – C) na dose 550 ($\rho = 0,87$; $P = 0,0045$). Não houve correlação linear no sistema sequeiro na dose 0 ($\rho = 0,62$; $P = 0,1042$ – Figura 2 - A). Houve correlação linear positiva entre o AF *versus* a variável Altura no sistema sequeiro (Figura 2 – C) na dose 550 ($\rho = 0,81$; $P = 0,0152$) e no sistema irrigado (Figura 2 – D) na dose 550 ($\rho =$

0,87; $P = 0,0045$). Não houve correlação linear nos sistemas (sequeiro e irrigado) na dose 0 ($\rho = 0,42$ e $0,60$; $P = 0,2973$ e $0,1156$), respectivamente (Figura 2 – A e B).

Houve correlação linear positiva da IL e IAF *versus* a variável Prato Ascendente nos sistemas (sequeiro e irrigado) nas doses 0 ($\rho = 0,85, 0,83, 0,95$ e $0,95$; $P = 0,0075, 0,0103, 0,0002$ e $0,0003$) e 550 ($\rho = 0,95, 0,92, 0,96$ e $0,97$; $P = 0,0004, 0,0011, 0,0002$ e $0,0001$), respectivamente. E de modo semelhante houve correlação linear positiva das variáveis IL e IAF *versus* a variável Altura nos sistemas (sequeiro e irrigado) nas doses 0 ($\rho = 0,84, 0,80, 0,92$ e $0,90$; $P = 0,0093, 0,0172, 0,0010$ e $0,0022$) e 550 ($\rho = 0,94, 0,95, 0,88$ e $0,88$; $P = 0,0006, 0,0004, 0,0039$ e $0,0043$), respectivamente (Figura 2 – A, B, C e D).

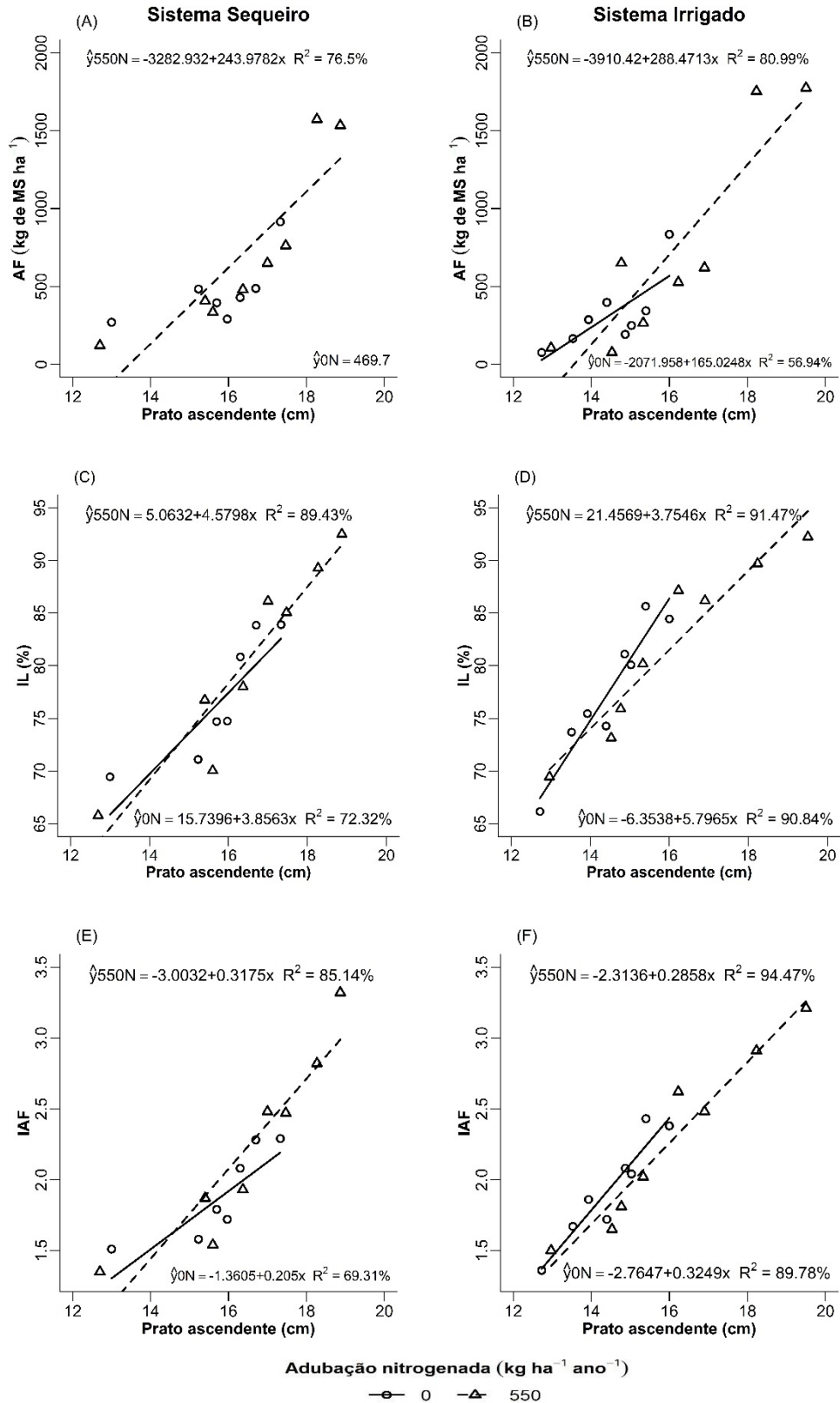
Houve correlação linear positiva da variável PB *versus* clorofilômetro (SPAD) no sistema sequeiro (Figura 2 – A e C) nas doses 0 e 550 ($\rho = 0,83$ e $0,97$; $P = 0,0105$ e $0,0000$), respectivamente. E não houve correlação linear da PB *versus* SPAD no sistema irrigado nas doses 0 e 550 ($\rho = -0,56$ e $0,10$; $P = 0,2201$ e $0,7428$), respectivamente (Figura 2 – B e D).

Não houve correlação linear (Figura 2 – A e B) da FDN *versus* SPAD nos sistemas sequeiro e irrigado na dose 0 ($\rho = 0,11$ e $0,52$; $P = 0,7896$ e $0,1910$), respectivamente. Houve correlação linear negativa da FDN *versus* SPAD no sistema sequeiro (Figura 2 – C) na dose 550 ($\rho = -0,72$; $P = 0,0459$) e houve correlação linear positiva no sistema irrigado (Figura 2 – D) na dose 550 ($\rho = 0,88$; $P = 0,0254$).

Houve correlação linear positiva da DIVMS *versus* SPAD no sistema sequeiro (Figura 2 – A e C) nas doses 0 e 550 ($\rho = 0,80$ e $0,83$; $P = 0,0167$ e $0,0101$), respectivamente. E não houve correlação linear da DIVMS *versus* SPAD no sistema irrigado (Figura 2 – B) na dose 0 ($\rho = 0,57$; $P = 0,1434$) e houve correlação linear positiva na dose 550 ($\rho = 0,77$; $P = 0,0254$ - Figura 2 - D).

Na Figura 3 têm-se a análise de regressão das variáveis: AF (kg de MS ha⁻¹), IL (%) e IAF *versus* o Prato Ascendente (cm) nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.

Figura 3 - Análise de regressão das variáveis: Acúmulo de Forragem (AF - kg de MS ha⁻¹), Interceptação Luminosa (IL - %) e Índice de Área Foliar (IAF) versus o Prato Ascendente (cm) nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.



De acordo com a Figura 3 - A, a variável AF *versus* Prato Ascendente no sistema sequeiro na dose 0 não houve ajuste de regressão linear ($P = 0,1042$) com um valor médio de 469,7 kg de MS ha⁻¹ e na dose 550 houve ajuste de regressão linear de 1º grau:

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1$$

$$\hat{y} = 3282,932 + 243,9782x_1$$

onde y: AF (kg de MS ha⁻¹); x₁: Prato Ascendente (cm). Os valores-p dos parâmetros foram respectivamente: 0,0115 e 0,0045 (Tabela 1). Os intervalos de confiança (IC) a 95% para β_0 e β_1 são dados por:

$$\text{IC } (\beta_0)_{95\%}: (-5520,17; -1045,69),$$

$$\text{IC } (\beta_1)_{95\%}: (108,88; 379,08),$$

mostrando que existem evidências de que todos os parâmetros do modelo (β_0 e β_1) são significativamente diferentes de zero ao nível de 5% de significância. Ainda com a variável AF *versus* Prato Ascendente no sistema irrigado nas doses (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) houve ajuste de regressão linear ($P = 0,0023$ e 0,0305), respectivamente.

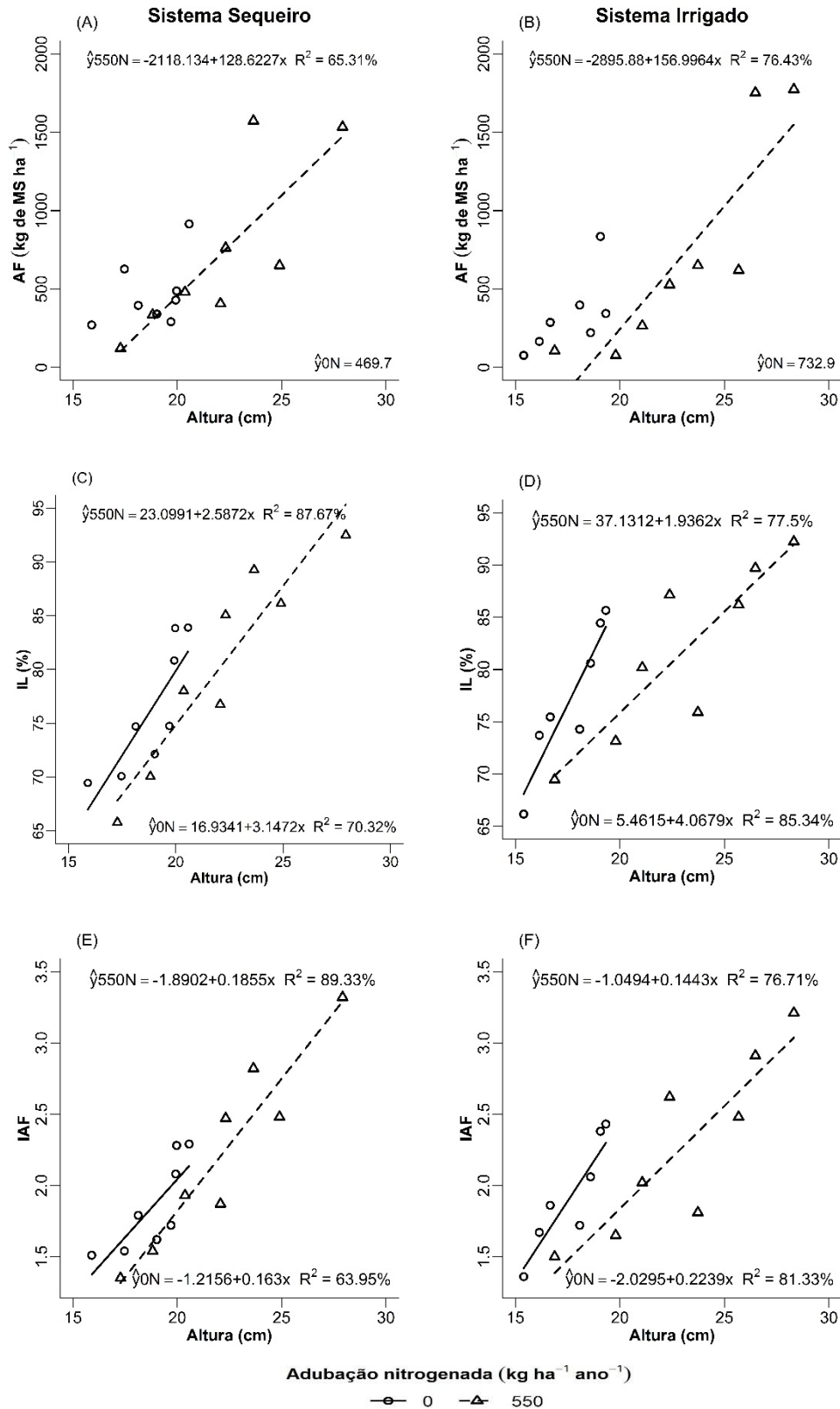
Para variável IL *versus* Prato Ascendente nos sistemas sequeiro e irrigado nas doses (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) houve ajuste de regressão linear ($P = 0,0075$, 0,0004, 0,0002 e 0,0002), respectivamente (Figura 3 – C e D). E para variável IAF *versus* prato ascendente nos sistemas sequeiro e irrigado nas doses (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) houve ajuste de regressão linear ($P = 0,0103$, 0,0011, 0,0004 e < 0,0001), respectivamente (Figura 3 – E e F).

Na Figura 4 têm-se a análise de regressão das variáveis: AF (kg de MS ha⁻¹), IL (%) e IAF *versus* a variável Altura (cm) nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.

A variável AF *versus* Altura (cm) nos sistemas sequeiro e irrigado (Figura 4 – A e B) na dose 0 não houve ajuste de regressão linear ($P = 0,2973$ e 0,1155) com valores médios de 469,7 e 732,9 kg de MS ha⁻¹ e na dose 550 houve ajuste de regressão linear ($P = 0,0152$ e 0,0045 - Tabela 1).

Para variável IL *versus* Altura nos sistemas sequeiro e irrigado nas doses (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) houve ajuste de regressão linear simples ($P = 0,0093$, 0,0006, 0,0010 e 0,0039), respectivamente (Figura 4 – C e D). E para variável IAF *versus* Altura nos sistemas sequeiro e irrigado nas doses (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) houve ajuste de regressão linear ($P = 0,0172$, 0,0004, 0,0022 e 0,0043), respectivamente (Figura 4 – E e F).

Figura 4 - Análise de regressão das variáveis: Acúmulo de Forragem (AF - kg de MS ha⁻¹), Interceptação luminosa (IL - %) e Índice de Área Foliar (IAF) versus a variável independente Altura (cm) nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.



Na Figura 5 têm-se a análise de regressão das variáveis: PB (% MS), FDN (% MS) e DIVMS (% MS) *versus* a variável independente SPAD nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) \times adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.

Para a variável PB (% MS) *versus* SPAD no sistema sequeiro (Figura 5 - A) nas doses (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) houve ajuste de regressão linear ($P = 0,0105$ e $< 0,0001$ - Tabela 2), respectivamente. E no sistema irrigado nas doses (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) não houve ajuste de regressão linear ($P = 0,1504$ e $0,7429$) com valores médios de PB (8,4 e 10,7 % MS - Figura 5 - B).

Para a variável FDN (% MS) *versus* SPAD nos sistemas sequeiro e irrigado na dose 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ houve ajuste de regressão linear decrescente e crescente ($P = 0,0459$ e $0,0039$), respectivamente e nos sistemas sequeiro e irrigado (Figura 5 - C e D) na dose 0 não houve ajuste de regressão linear ($P = 0,7896$ e $0,1910$) com valores médios de FDN 57,8 e 59,6 % MS.

Para variável DIVMS (% MS) *versus* SPAD no sistema sequeiro na dose 0 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ houve ajuste de regressão não linear platô ($P < 0,0001$, $0,0322$ e $< 0,0001$), respectivamente (Figura 5 - E) e na dose 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ houve ajuste de regressão não linear platô ($P < 0,0001$, $0,0299$ e $< 0,0001$), respectivamente, sendo que há partir de 61,638 e 61,625 % MS na DIVMS e valores SPAD (25,495 e 30,579) há um platô nas doses de N (0 e 550). Já no sistema irrigado na dose 0 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ não houve ajuste de regressão linear ($P = 0,1434$) com valores médios de DIVMS (54,9 % MS) e na dose 550 houve ajuste de regressão não linear quadrático platô ($P = 0,0002$, $0,0036$ e $0,0148$), respectivamente, com um máximo de DIVMS em 59,48% e um máximo de SPAD (29,50).

Na Tabela 1 têm-se os intervalos de confiança (IC) a 95% para os modelos de regressão lineares com as variáveis agrônômicas *versus* Prato e Altura nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) \times adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.

Figura 5 - Análise de regressão das variáveis: Proteína Bruta (PB - % MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN - % MS) e Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca (DIVMS - % MS) versus a variável independente SPAD nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.

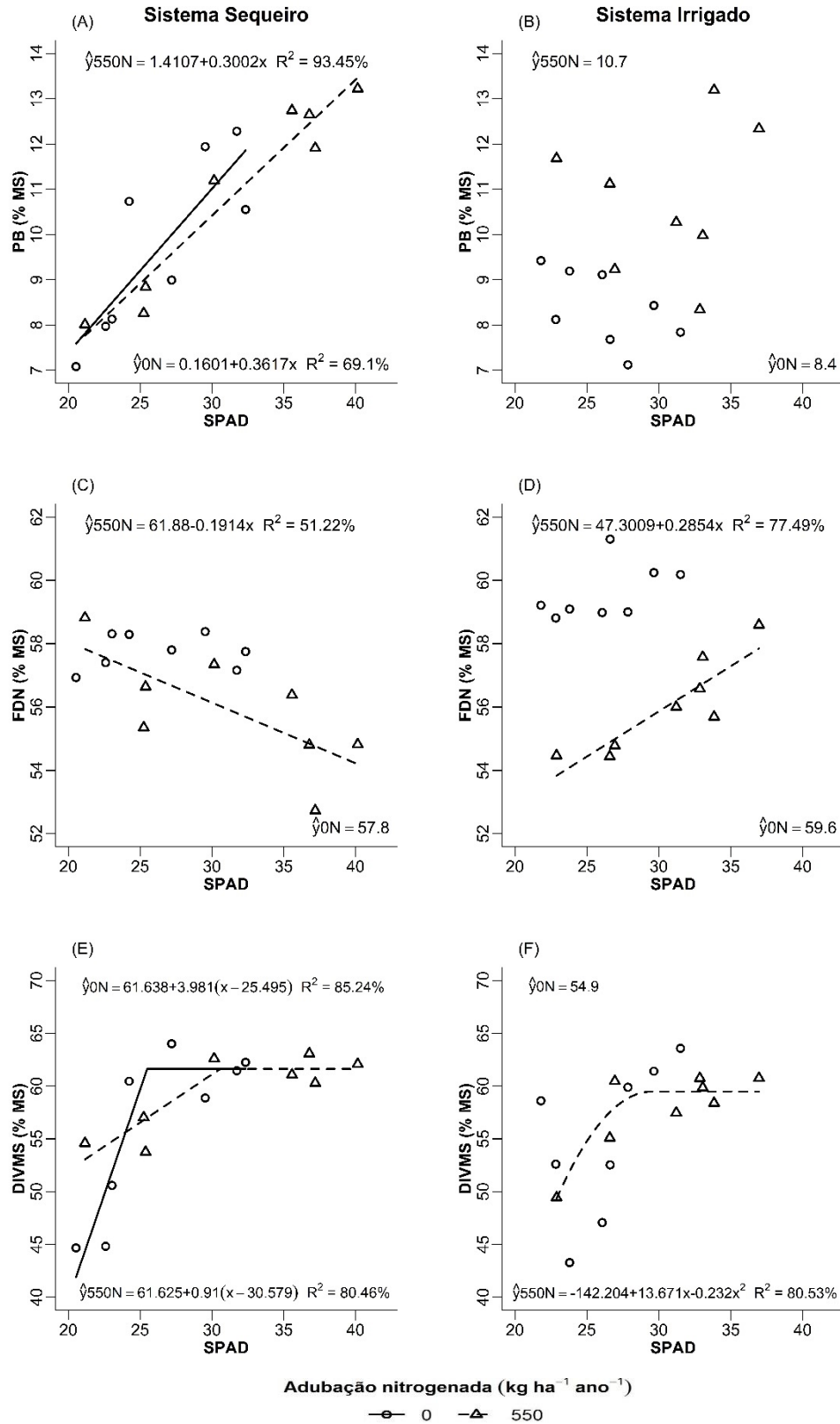


Tabela 1 - Intervalos de confiança (IC) a 95% para os modelos de regressão lineares com as variáveis Acúmulo de Forragem (AF), Interceptação Luminosa (IL) e Índice de Área Foliar (IAF) versus as variáveis Prato e Altura nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.

Modelo	Sistema	N	P	LI	LS	EPM	Valor-p
AF × Prato	Sequeiro	0	β_0	-3148,08	917,72	830,8	0,2280 ^{ns}
			β_1	-28,18	230,30	52,82	0,1042 ^{ns}
	Irrigado	550	β_0	-5520,17	-1045,69	914,31	0,0115 ^{**}
			β_1	108,88	379,08	55,21	0,0045 ^{**}
		0	β_0	-4153,47	9,56	850,67	0,0508 ^{ns}
			β_1	21,67	308,38	58,59	0,0305 ^{**}
550	β_0	-6168,93	-1651,91	923,00	0,0055 ^{**}		
	β_1	148,88	428,06	57,05	0,0023 ^{**}		
IL × Prato	Sequeiro	0	β_0	-21,7452	53,2244	15,3192	0,3438 ^{ns}
			β_1	1,4732	6,2394	0,9739	0,0075 ^{**}
	Irrigado	550	β_0	-20,9767	31,1031	10,6420	0,6510 ^{ns}
			β_1	3,0074	6,1523	0,6426	0,0004 ^{**}
		0	β_0	-33,0489	20,3413	10,9097	0,5815 ^{ns}
			β_1	3,9579	7,6349	0,7513	0,0002 ^{**}
550	β_0	2,9283	39,9855	7,7520	0,0298 ^{**}		
	β_1	2,6093	4,8998	0,4680	0,0002 ^{**}		
IAF × Prato	Sequeiro	0	β_0	-3,5037	0,7827	0,8759	0,1714 ^{ns}
			β_1	0,0687	0,3412	0,0557	0,0103 ^{**}
	Irrigado	550	β_0	-5,1973	-0,8091	0,8967	0,0154 ^{**}
			β_1	0,1849	0,4499	0,0541	0,0011 ^{**}
		0	β_0	-2,3550	-1,1743	0,6499	0,0053 ^{**}
			β_1	0,2154	0,4345	0,0447	0,0004 ^{**}
550	β_0	-3,4312	-1,1959	0,4567	0,0023 ^{**}		
	β_1	0,2167	0,3548	0,0282	<0,0001 ^{**}		
AF × Altura	Sequeiro	0	β_0	-2935,62	1713,53	950,00	0,5440 ^{ns}
			β_1	-65,66	180,41	50,28	0,2973 ^{ns}
	Irrigado	550	β_0	-4215,18	-21,09	857,02	0,0484 ^{**}
			β_1	34,98	222,27	38,27	0,0152 ^{**}
		0	β_0	-3618,05	883,09	919,76	0,1880 ^{ns}
			β_1	-31,45	221,56	51,70	0,1155 ^{ns}
550	β_0	-4926,31	-865,45	829,80	0,0130 ^{**}		
	β_1	69,89	244,09	35,60	0,0045 ^{**}		
IL × Altura	Sequeiro	0	β_0	-21,6524	55,5206	15,7695	0,3242 ^{ns}
			β_1	1,1049	5,1896	0,8347	0,0093 ^{**}
	Irrigado	550	β_0	1,3979	44,8002	8,8690	0,0404 ^{**}
			β_1	1,6181	3,5563	0,3960	0,0006 ^{**}
		0	β_0	-24,5021	35,4251	12,2455	0,6712 ^{ns}
			β_1	2,3836	5,7521	0,6883	0,0010 ^{**}
550	β_0	12,8349	61,4274	9,9293	0,0096 ^{**}		
	β_1	0,8939	2,9784	0,4259	0,0039 ^{**}		
IAF × Altura	Sequeiro	0	β_0	-3,5245	1,0932	0,9436	0,2451 ^{ns}
			β_1	0,0407	0,2851	0,0499	0,0172 ^{**}
	Irrigado	550	β_0	-3,3249	-0,4555	0,5863	0,0180 ^{**}
			β_1	0,1215	0,2496	0,0262	0,0004 ^{**}
		0	β_0	-3,9362	-0,1228	0,7792	0,0404 ^{**}
			β_1	0,1167	0,3311	0,0438	0,0022 ^{**}
550	β_0	-2,9004	0,8016	923,00	0,2147 ^{ns}		
	β_1	0,0648	0,2237	57,05	0,0043 ^{**}		

P: Parâmetros do modelo; β_0 : Intercepto da regressão; β_1 : Coeficiente angular; LI: Limite Inferior do IC; LS: Limite Superior do IC; EPM: Erro-padrão da média; ns: não significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 têm-se os intervalos de confiança (IC) a 95% para os modelos de regressão lineares e não lineares com as variáveis bromatológicas *versus* SPAD nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu

Tabela 2 - Intervalos de confiança (IC) a 95% para os modelos de regressão lineares e não lineares com as variáveis: Proteína Bruta (PB - % MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN - % MS) e Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca (DIVMS - % MS) *versus* a variável independente SPAD nos sistemas de produção (Sequeiro e Irrigado) × adubação nitrogenada (0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) para o cultivar Marandu.

Modelo	Sistema	N	P	LI	LS	EPM	Valor-p	
PB × SPAD	Sequeiro	0	β_0	-6,2967	6,6199	2,6388	0,9536 ^{ns}	
			β_1	0,1200	0,6032	0,0987	0,0105 ^{**}	
		550	β_0	-1,1382	3,9596	1,0417	0,2240 ^{ns}	
			β_1	0,2208	0,3795	0,0324	< 0,0001 ^{**}	
		Irrigado	0	β_0	6,5938	17,2760	2,1828	0,0016 ^{**}
				β_1	-0,3378	0,0659	0,0825	0,1504 ^{ns}
	550		β_0	-1,3618	19,9379	4,3524	0,0768 ^{ns}	
			β_1	-0,2967	0,3937	0,1411	0,7429 ^{ns}	
	FDN × SPAD	Sequeiro	0	β_0	54,0817	60,6800	1,3483	< 0,0001 ^{**}
				β_1	-0,1093	0,1375	0,0504	0,7896 ^{ns}
			550	β_0	55,8877	67,8724	2,4489	< 0,0001 ^{**}
				β_1	-0,3779	-0,0048	0,0763	0,0459 ^{**}
Irrigado			0	β_0	50,1467	61,9799	2,4180	< 0,0001 ^{**}
				β_1	-0,0889	0,3583	0,0914	0,1910 ^{ns}
		550	β_0	42,5608	52,0409	1,9371	< 0,0001 ^{**}	
			β_1	0,1317	0,4390	0,0628	0,0039 ^{**}	
DIVMS × SPAD		Sequeiro	0	β_0	56,9894	66,2856	1,8080	< 0,0001 ^{**}
				β_1	0,4992	7,4637	1,3550	0,0322 ^{**}
			550	β_2	22,4758	28,5134	1,1740	< 0,0001 ^{**}
				β_0	59,1473	64,1026	0,9639	< 0,0001 ^{**}
	Irrigado		0	β_1	0,1316	1,6883	0,3028	0,0299 ^{**}
				β_2	24,7639	36,3935	2,2620	< 0,0001 ^{**}
		550	β_0	-23,5962	69,6490	19,0536	0,2720 ^{ns}	
			β_1	-0,5502	2,9740	0,7201	0,1434 ^{ns}	
			β_0	-150,2538	-95,3538	10,1522	0,0002 ^{**}	
			β_1	8,2636	18,2549	1,0815	0,0036 ^{**}	
			β_2	-0,3518	-0,1018	0,0815	0,0148 ^{**}	

P: Parâmetros do modelo; β_0 : Intercepto da regressão; β_1 : Coeficiente angular; β_2 : Coeficiente da regressão não linear quadrático platô; LI: Limite Inferior do IC; LS: Limite Superior do IC; EPM: Erro-padrão da média; ^{ns}: não significativo a 5% de probabilidade; ^{**}: significativo a 5% de probabilidade.

5 DISCUSSÃO

As variáveis dependentes e independentes, quando comparadas entre si por meio da avaliação da correlação linear, não linear platô e quadrático platô, não foram totalmente semelhantes à medida que foram utilizadas para ajuste do modelo estatístico. Com isso, não foi possível trabalhar com somente uma variável para correlacionar com todas as outras, e assim, foram selecionadas três variáveis (Figura 2). A finalidade dessas relações foi encontrar métodos indiretos para chegar aos resultados bromatológicos e agronômicos desejados (acúmulo de forragem, PB, FDN e DIVMS).

Por meio da leitura do SPAD, houve correlação de 0,83 e 0,97 com PB no sistema sequeiro nas doses de 0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, com isso têm-se regressão linear ($P = 0,0105$ e $< 0,0001$ - Tabela 2), respectivamente. De acordo com Costa et al. (2009) ocorreu um aumento linear nos teores de PB com a aplicação de N de todos os cultivares de *B. brizantha* e influenciaram os teores de clorofila (unidade SPAD). Isso ocorre porque o N é um dos principais constituintes da proteína que participa ativamente na síntese de compostos orgânicos necessários ao metabolismo vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Houve também, por meio da leitura SPAD, correlação de -0,72 e 0,88 com FDN nos tratamentos adubados, no sistema sequeiro e irrigado, com regressão linear decrescente e crescente ($P = 0,0459$ e $0,0039$), respectivamente. Que segundo Benett et al. (2008) constataram um padrão de resposta linear negativo conforme as doses crescentes aplicadas ao solo. Além disso, resultados identificados por Dias et al. (2000), dependendo das condições ambientais, doses mais elevadas de N podem modificar o teor de FDN das forrageiras.

Além disso, pela leitura SPAD obteve uma correlação de 0,80 e 0,83 com DIVMS no sistema sequeiro nas doses de 0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, e no sistema irrigado na dose de 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, com 0,77. De acordo com Corsi (1984), a adubação nitrogenada influencia positivamente a digestibilidade da matéria seca das forrageiras, uma vez que estimula o crescimento de novos tecidos e diminui a porcentagem dos carboidratos estruturais.

As curvas de regressão linear de IAF, IL e AF com o Prato ascendente alcançados durante o experimento (Figura 3), apresentaram bom ajuste dos dados, uma vez que as correlações passaram de 0,90, na sua maioria, ou se aproximaram deste valor (Figura 2). Somente no sistema sequeiro na dose de 0 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, que não houve correlação significativa.

Já as leituras de altura, tiveram correlações de 0,80 e 0,95 com IAF, nas doses de 0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, no sistema sequeiro e de 0,90 e 0,88, nas duas doses, no sistema

irrigado. Também ocorreram correlações de 0,84, 0,94, 0,92 e 0,88 das leituras de Altura *versus* IL, nas doses de 0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, no sistema sequeiro e nas doses de 0 e 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, no sistema irrigado, respectivamente. Estes resultados foram semelhantes ao de Coêlho (2016), já que houve correlações significativas e positivas entre alturas comprimida e média no dossel de *Brachiaria ssp.* em monocultura, com IAF e IL. E por meio da medida de altura, houve correlação de 0,81 e 0,87 nas doses de 550 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, nos dois sistemas. Isso ocorre, porque a adubação nitrogenada faz com que aumente a produção de forragem, em detrimento do aumento de AF.

O presente estudo prova que é possível realizar avaliações simples e rápidas nas pastagens, como o *atLEAF* que tem fácil utilização e uma boa estimativa da clorofila das folhas. Podendo usar a leitura do clorofilômetro para obter PB e DIVMS, sendo bom com dados bromatológicos, e chegar indiretamente ao AF. Já o Prato Ascendente e a Altura são bons para dados agronômicos, além do Prato medir de forma indireta o AF e indiretamente relacionar com a FDN. Ambos são métodos indiretos e não-destrutivos, sendo indicados para os fazendeiros realizarem o manejo de pastagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.1598-1624, 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 12.ed. Washington: AOAC International, p.1098, 1990.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; BERGAMASCHINE, A. F.; FABRÍCIO, J. A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-MG, v.32, n.5, p.1629-1636, 2008.
- BRANSBY, D. I; TAINTON, N. M. The disc pasture meter: possible applications in grazing management. *Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa*, 12, 115-118, 1977.
- BURTON, G. W. Registration of Tifton 78 Bermudagrass. *Crop Science*, v.28, n.2, p.187-188, 1998.
- CARNEVALLI, R. A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, Cali, v.40, p.165-176, 2006.
- CAVALLO, D. P.; CEFOLA, M.; PACE, B.; LOGRIECO, A. F.; ATTOLICO, G. Contactless and non-destructive chlorophyll content prediction by random forest regression: A case study on fresh-cut rocket leaves. *Computers and Electronics In Agriculture*, v.140, n.1, p.303-310, ago. 2017.
- COÊLHO, L. D. Características estruturais e produtivas de *Brachiaria decumbens* Stapf. Em monocultivo e em sistemas silvipastoris, na Zona da Mata de Pernambuco. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.
- CORSI, M. Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical Grass *Panicum maximum*, Jacq. Thesis (Doctor of the tropical Grass *Panicum maximum*, Jacq. Thesis (Doctor of Philosophy) – The Ohio State University, Ohio. 125f, 1984.
- COSTA, K. A. P.; DE OLIVEIRA. I. P.; FAQUIN, V.; SILVA, G. P.; SEVERINO, E. C. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-MG, v.33, n.6, p.1578-1585, 2009.
- DIAS, P. F.; ROCHA, G. P.; ROCHA FILHO, R. R. Produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, avaliadas no período das águas, sob diferentes doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n1, p.260-271, 2000.
- EUCLIDES, V. P. B. et al. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v.61, p.808-818. nov/dez, 2004.

EVANS, J. R. Nitrogen and photosynthesis in the flag leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.) *Plant Physiol.*, 72: p.297-302, 1983.

FARIAS, T. M. VALOR NUTRICIONAL DA *Brachiaria brizantha* CV MARANDU, SOBRE PASTEJO DURANTE A ÉPOCA DAS ÁGUAS POR DIFERENTES MÉTODOS DE AMOSTRAGEM. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

FRAME, J. Herbage mass. In : HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A. et al. (Ed.) *Sward measurement handbook*. Berkshire: British Grassland Society, 1981. cap.3, p.39-67.

GIACOMINI, A. A. et al. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermitente stocking. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.66, p.733-741, 2009.

GOMIDE, J. A.; WENDLING, I. J.; BRAS, S. P.; QUADROS, H. B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, p.1194-1199, 2001.

GUIMARÃES, M. M. C.; MATSUMOTO, S. N.; FIGUEIREDO, M. P.; CRUZ, P. G.; ARAÚJO, G. S. Estimativa da composição química do Capim Braquiária cv. Marandú por meio de um clorofilômetro portátil. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, v.4, n.2, p.85-98, 2001.

HAVLIN, J. L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. 7.ed. New Jersey: Pearson, 2005. 515p.

HEINEMANN, A. B.; HOOGENBOOM, G.; FARIA, R. T. Determination of spatial water requirements at county and regional levels using crop models and GIS - an example for the State of Parana, Brazil. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.52, n.3, p.177-196, jan. 2002b.

HEINEMANN, A. B.; HOOGENBOOM, G.; GEORGIEV, G. A.; FARIA, R. T.; FRIZZONE, J. A. Center pivot irrigation management optimization of dry beans in humid áreas. *Transactions of the ASAE*, St Joseph, v.43, n.6, p.1507-1516, nov/dec. 2000.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.1791-1794, 1999.

MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição químico-bromatológico de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com índice SPAD. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá-PR, v.31, n.2, p.117-122, 2009.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. *Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição animal*. 2 ed. Editora UFV, Viçosa-MGp.469, 2007.

MENDOZA-TAFOLLA, R. O.; JUAREZ-LOPEZ, P.; ONTIVEROS-CAPURATA, R. E.; SANDOVAL-VILLA, M.; ALLIA-TEJACAL, I.; ALEJO-SANTIAGO, G. Estimating Nitrogen Chlorophyll Status of Romaine Lettuce Using SPAD and at LEAF Readings. *Not Bot Horti Agrobo*, v.47, n.3, p.751-756, 2019.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Madison: University of Nebraska, p.450-493, 1994.

MINOLTA (1989). Chlorophyll meter SPAD-502. Instruction manual. Minolta Co., Ltd., Radiometric Instruments Operations, Osaka, Japan.

NUNES, S.F.; BOOK, A.; PENTEADO, M.I. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 1984. 31p. (EMBRAPA Gado de Corte. Documentos, 21).

PEDREIRA, C.G.S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., Recife, 2001. Anais... Recife:SBZ, 2001, p. 100-150.

PEQUENO, D. N. L. Intensidade de pastejo como condicionante da estrutura do dossel e da assimilação de carbono de pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. Cv. Xaraés] sob lotação contínua. 2010, p.73. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010.

RAIJ, B. V. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed., Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico 100).

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2021. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

SANTOS JÚNIOR, J. D. G. Dinâmica de crescimento e nutrição do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio. (Dissertação Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 2001.

SILVA, S. C.; CUNHA, W. F. Métodos indiretos para estimar a massa de forragem em pastos de *Cynodon* spp. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.38, n.8, p.981-989, ago. 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
TRINDADE, J. K. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégia de pastejo rotativo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, p.883-890, 2007.

VAN SOEST, P. J.; ROVERTSON, J. B; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, oct. 1991.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science*, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

ZHANG, X.; LEE, J. H. C.; ABAWI, Y.; KIM, Y.; MCCLYMONT, D.; KIM, H. Testing the simulation capability of APSIM-ORYZA under different levels of nitrogen fertiliser and transplanting time regimes in Korea. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Melbourne, v.47, n.12, p.1446-1454, 2007.

ZHU, J.; TREMBLAY, N.; LIANG, Y. Comparing SPAD and atLEAF values for chlorophyll assessment in crop species. *Can. J. Soil Sci.* 92: 645-648, 2012. Acesso: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/cjss2011-100>.