

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

ARTHUR LUAN DIAS CANTARELLI

**CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E BALANÇO HÍDRICO DE GRAMÍNEAS
FORRAGEIRAS, NOS TABULEIROS COSTEIROS DE ALAGOAS.**

Rio Largo – AL

2019

ARTHUR LUAN DIAS CANTARELLI

**CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E BALANÇO HÍDRICO DE GRAMÍNEAS
FORRAGEIRAS, NOS TABULEIROS COSTEIROS DE ALAGOAS.**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia na área de Produção Vegetal.

ORIENTADOR

Prof. Dr. Guilherme Bastos Lyra

CO-ORIENTADOR

Dr. Ivomberg Dourado Magalhães

Rio Largo – AL

2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

C229c Cantarelli, Arthur Luan Dias.
Crescimento, produtividade e balanço hídrico de gramíneas forrageiras nos
tabuleiros costeiros de Alagoas / Arthur Luan Dias Cantarelli. – 2019.
67f. : il.

Orientador: Dr. Guilherme Bastos Lyra.
Co-orientador: Dr. Ivomberg Dourado Magalhães.

Dissertação (Mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) – Programa de Pós-
graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de
Alagoas.. Rio Largo, 2019.

Inclui bibliografia

1. Altura de dossel. 2. IAF. 3. Produtividade. 4. Modelagem.
I. Título.

CDU: 633.3:981.35

TERMO DE APROVAÇÃO

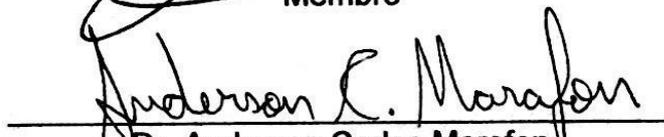
ARTHUR LUAN DIAS CANTARELLI (Matrícula 17130227)

"CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E BALANÇO HÍDRICO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS, NOS TABULEIROS COSTEIROS DE ALAGOAS"

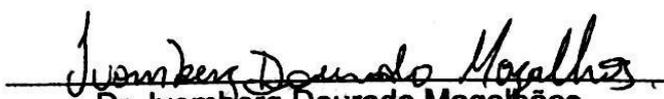
Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em trinta de julho de 2019, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.


Prof. Dr. Guilherme Bastos Lyra
Presidente


Prof. Dr. Iêdo Teodoro
Membro


Dr. Anderson Carlos Marafon
Membro


Prof. Dr. Marcos Alex dos Santos
Membro


Dr. Ivomberg Dourado Magalhães
Membro

Rio Largo - AL
Julho/2019

DEDICATÓRIA

Deus por me guiar em minha vida, sempre me dando força para continuar a minha caminhada.

Ao meu avô José de Anchieta Cantarelli, por me ensinar o caminho correto da vida.

Aos meus familiares e amigos que sempre estiveram ao meu lado apoiando e incentivando.

A todos que contribuíram e contribuem com os fundamentos e inovações das ciências agrárias.

DEDICO!

AGRADECIMENTO

Aos meus avós José de Anchieta Cantarelli (*in memorian*), Marlene Jambo Cantarelli (*in memorian*), Álvaro Ramos Dias e Dinalva Araujo Dias (*in memorian*), pelo acolhimento, ensinamentos, incentivo, carinho e amor, com o qual me ajudaram a ser o que sou.

Aos meus pais Lênio Jorge Jambo Cantarelli e Nadja Maria Dias Cabral, por me criarem me dando sabedoria, amor e carinho, conselhos e ensinamentos.

A minha prima Núbia Maria Dias e minha tia Liane Jambo Cantarelli, por ajudar a me criar mostrando o certo e o errado da vida, pelo carinho e pelo companheirismo.

Ao meu primo e irmão Jeferson Miguel, por ser meu companheiro de curso, dando conselhos, também pelo carinho e companheirismo.

A todos os meus familiares, pelo apoio, incentivo e parceria.

A minha namorada Rayanne Vieira pelo apoio, força e incentivo.

Aos meus amigos Thiago Ramos, Augusto César, Gleydson Sarmiento e Constantinos Júnior e Neto por serem além de parceiros de setor e de turma, amigos e irmão que eu consegui com o decorrer da graduação.

Aos meus orientadores, professor Dr. Guilherme Bastos Lyra e professor Dr. Iêdo Teodoro, pela amizade, respeito, confiança, dedicação, orientações, incentivos e conselhos durante a graduação e mestrado;

Aos Doutores, mestres e amigos Ricardo Morais, Lekson Rodrigues, Wemerson Saulo e Ivomberg Magalhães pela convivência, amizade, contribuição e ajuda;

A todos os meus colegas e amigos de turma e do CECA, pela amizade, ajuda e convivência.

Ao corpo docente do CECA, pela importante contribuição na minha formação profissional;

A todos os que acreditaram em mim e me ajudaram de forma na conclusão deste trabalho.

AGRADEÇO!

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade”.

(Albert Einstein)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Croqui da área experimental e da locação dos cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana..... 31
- Figura 2.** Temperatura máxima (T máx), média (T méd) e mínima do ar (T mín) no período 17 de abril de 2017 a 12 de agosto de 2017, na Região da Zona da Mata alagoana 35
- Figura 3.** Precipitação pluvial e períodos de avaliação de cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés, no período de 17 de abril de 2017 a 12 de agosto de 2017na Região da Zona da Mata alagoana. 35
- Figura 4.** Altura de dossel observada e estimada pelo modelo Sigmoidal de Boltzman no período de cinco cortes para as gramíneas: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana 36
- Figura 5.** Índice de área foliar observado, índice de área foliar estimado e chuva no período de cinco cortes para os capins: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana. 39
- Figura 6.** Croqui da área experimental e da locação dos genótipos de capim: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana..... 49
- Figura 7.** Curvas e equações de calibração da umidade do solo em função do pulso do TDR nas cultivares: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés na Região da Zona da Mata alagoana..... 52
- Figura 8.** Precipitação pluvial (P), temperatura média do ar (T) e períodos de avaliação das cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés, no período de 17 de abril de 2017 a 12 de agosto de 2017na Região da Zona da Mata alagoana. 54

Figura 9. Evapotranspiração da cultura das cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés, no período de 17 de abril de 2017 a 12 de agosto de 2017 na Região da Zona da Mata alagoana. 55

Figura 10. Capacidade de água disponível (CAD), água facilmente disponível (AFD) e armazenamento de água no solo pelo método do balanço hídrico de Pearce (ARM) e pelo método de Bernardo et al. (2006) (LAA) nas cultivares de gramíneas: BRS Kurumi (A), Massai (B), Basilisk (C), Mulato II (D), Mombaça (E) e Xaraés (F) no período de 17 de abril a 12 de agosto de 2018, na Região da Zona da Mata alagoana. 57

Figura 11. Umidade real observada por reflectometria no domínio do tempo (TDR), armazenamento de água no solo pelo método do balanço hídrico de Pearce (ARM) e pelo método de Bernardo et al. (2006) (LAA) para os genótipos de capim: BRS Kurumi (A), Massai (B), Basilisk (C), Mulato II (D), Mombaça (E) e Xaraés (F) no período de 17 de abril a 12 de agosto de 2018, na Região da Zona da Mata alagoana. 59

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Período de avaliação de cinco ciclos das cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana..... 32
- Tabela 2.** Altura máxima (a), altura inicial (b), graus-dia acumulados (x0) e coeficiente de determinação (R^2) estimado pelo modelo sigmoidal para altura de dossel em cinco cortes de genótipos de capim na Região da Zona da Mata alagoana. 38
- Tabela 3.** Valores estimados de ajuste do modelo linear para índice de área foliar em cinco cortes de genótipos de capim na Região da Zona da Mata alagoana. 40
- Tabela 4.** Análise de variância para índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (I.L.), altura de dossel (A.D.), período entre cortes (P.E.C.), massa fresca (M.F.), massa seca (M.S.) e quadro de médias para cinco cortes em seis genótipos de capim na Região da Zona da Mata alagoana. 42
- Tabela 5.** Percentagem de dias na fase de crescimento para os capins: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés na Região da Zona da Mata alagoana. 51
- Tabela 6.** Valores de capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) do solo do experimento em quatro profundidades Região da Zona da Mata alagoana. . 51
- Tabela 7.** Valores de graus de liberdade (GL) umidade observada média (O), umidade estimada média (P), desvio padrão (s), “ t ” de Student, “ d ” de willmott (1982) e raiz quadrada do erro médio (RMSE), pelas metodologias do Balanço hídrico de Pearce e Bernardo et al. (2006) para os genótipos de capim: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés na Região da Zona da Mata alagoano. 60

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	12
2. CAPÍTULO I: História da arte do cultivo de gramíneas forrageiras	13
2.1. Aspectos gerais e importância econômica de gramíneas forrageiras	13
2.2. Cultivares de gramíneas forrageiras	14
2.3. Crescimento de cultivares de gramíneas forrageiras e manejo de corte	18
2.4. Modelagem das variáveis de crescimento	19
2.5. Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) e Balanço Hídrico	20
2.6. Referências bibliográficas.....	21
3. CAPÍTULO II: Crescimento e produção de cultivares de gramíneas forrageiras de capim na Região da Zona da Mata alagoana.....	28
3.1. Resumo:	28
3.2. Abstract:.....	29
3.3. Introdução.....	30
3.4. Material e métodos	31
3.4.1. Localização, delineamento estatístico e tratamentos	31
3.4.2. Manejo do solo, Implantação e avaliações do experimento	32
3.4.3. Variáveis analisadas e modelos empíricos	33
3.5. Resultados e discussão	34
3.5.1. Condições climáticas	34
3.5.2. Variáveis de crescimento.....	36
3.6. Conclusão	42

3.7.Referências bibliograficas.....	43
4. CAPÍTULO III: Balanço hídrico de gramíneas forrageiras nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas	45
4.1.Resumo:.....	45
4.2.Abstract:.....	46
4.3.Introdução.....	47
4.4.Material e métodos	48
4.4.1. Localização, delineamento estatístico e tratamentos.....	48
4.4.2. Manejo do solo, Implantação do experimento e avaliações	49
4.4.3. Balanço hídrico e variáveis.....	50
4.5.Resultados e discussão.....	54
4.5.1. Variáveis meteorológicas	54
4.5.2. Balanço hídrico.....	55
4.5.3. Métodos de monitoramento de água no solo	57
4.6.Conclusão	61
4.7.Referências bibliograficas	61

1. APRESENTAÇÃO

A presente dissertação consiste na apresentação da história da arte, além de resultados de um experimento realizado na Zona da Mata alagoana com seis cultivares de gramíneas forrageiras. Essa dissertação é composta por três capítulos, em que o Capítulo I tem como tema, “História da arte do cultivo de gramíneas forrageiras”; o Capítulo II tem como tema, “Crescimento e produção de cultivares de gramíneas forrageiras de capim na Região da Zona da Mata alagoana” e o Capítulo III tem como tema, “Balanço hídrico de gramíneas forrageiras nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas”

2. CAPÍTULO I: História da arte do cultivo de gramíneas forrageiras

2.1. Aspectos gerais e importância econômica de gramíneas forrageiras

A vegetação do Brasil por volta do século XV era caracterizada em sua grande parte (cerca de 90%) por formações florestais, divididas em floresta (equatoriais, tropicais e subtropicais), cerrado e caatinga, os outros 10% eram ocupados com formações campestres. Alguns anos depois as áreas de pastagem começaram a aumentar, e no começo do século XX os produtores ocuparam áreas com florestas que foi se intensificando a partir das décadas de 30 e 40 (ROCHA, 1988).

No século XX a pecuária começou a se expandir no país devido aos processos de crescimento nos setores industriais, aumentando a demanda por alimentos e conseqüentemente fizeram com que o setor agropecuário fosse se modernizando os processos de produção de carne, visando melhorar o aproveitamento do rebanho e dos sistemas de cultivo (MEDRADO, 2013). A partir desse momento o setor agropecuário cresceu ainda mais com o passar dos anos.

A evolução do sistema agropecuário foi publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), mostrando aumento de 281,56% na área ocupada por pastagens plantadas, além de um aumento de 169,04% no efetivo bovino entre os anos de 1975 e 2017, portanto o setor vem crescendo de forma exponencial com o passar dos anos. Um dos fatores responsáveis por esse aumento é o uso de técnicas e equipamentos mais sofisticados para os modelos de produção (FALEMA *et al.*, 2013).

Brasil é o segundo maior produtor de carne bovina, com quase 16,00% (12,28 milhões de toneladas) da produção mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos que produziu cerca de 20,00% (9,90 milhões de toneladas) de carne bovina do mundo. O Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo com 19,29% (2,02 milhões de toneladas) de participação no mercado de exportação, interferindo positivamente na economia do país (USDA, 2018). O setor agropecuário também tem grande importância social, gerando cerca de 19,00 milhões de empregos no país (CAGED, 2017) movimentando aproximadamente 70,29 bilhões de reais no ano de 2017, com 5,70% de contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) que foi de 1,64 trilhões de reais (IBGE, 2017).

A Região Centro-Oeste possui a maior quantidade de cabeças de gado do país (74,13 milhões de cabeças). A Região Nordeste apresenta 27,74 milhões cabeças de gado

bovino, aproximadamente 37,42% do total Brasileiro. O estado de Alagoas tem apenas 2,85% do total da Região Nordeste e 0,46% do Brasil, um efetivo bovino de 0,79 milhões de cabeças (IBGE, 2017).

2.2. Cultivares de gramíneas forrageiras

A produção de bovinos, principalmente de corte, ocorre predominantemente a pasto, em que as pastagens tropicais se tornam as principais fontes de alimentos para os ruminantes, além de ser uma forma mais econômica que os alimentos concentrados. Portanto a qualidade e a produtividade do capim são de fundamental importância para a produção de carne bovina e conseqüentemente para a economia do país (STABILE *et al.*, 2010; AGUIAR *et al.*, 2000).

Os fatores que afetam a qualidade das pastagens são: Temperatura, Radiação solar, Água, condições de solo, Ecofisiologia e manejo do pasto e a Espécie forrageira adotada. A grande variação ambiental e diversidade genética das forrageiras tropicais permite mudanças nas estruturas das plantas e na composição química, gerando complexidade na interpretação das respostas fisiológicas das plantas, então uma alternativa para melhorar a qualidade dessas pastagens é o manejo adequado e a utilização de genótipos mais adaptados a região (SANTOS *et al.*, 2011).

2.2.1. Capim elefante cv. BRS Kurumi

O capim Elefante (*Panicum purpureum*, S.) cv. BRS Kurumi foi desenvolvido pelo programa de melhoramento genético da Embrapa e foi lançado em 2012. Esse genótipo possui alto valor nutritivo e elevada produção de forragem que permite altas taxas de lotação e excelente desempenho por animal, ele apresenta porte baixo, adequado para sistemas de pastejo. Possui também crescimento vegetativo vigoroso, rápida expansão foliar e altas taxas de perfilhamento e afilhamento (GOMIDE *et al.*, 2015).

Almeida *et al.* (2003), avaliando novos genótipos de capim Elefante na Região de Itaporanga entre os anos de 2001 e 2002, encontraram valores de produtividade de matéria seca total de 16,20 t ha⁻¹ para o BRS Kurumi, mais de 200,00% maior que a produtividade da CV. Mott que foi de 7,70 t ha⁻¹. Os mesmos autores obtiveram valores médios de afilhos basais por m² de 36 e 24 para o BRS Kurumi e Mott, respectivamente e afilhos axilares por m² de 96 para o BRS Kurumi e 66 para o Mott.

Paciullo *et al.* (2015) trabalhando com três genótipos de capim, um de porte intermediário (CNPGL 00-1-3), um de porte normal (Nopier) e o BRS Kurumi, obtiveram produtividades de 4,72, 7,68 e 5,19 t ha⁻¹ ciclo de pastejo⁻¹, respectivamente. Os pesquisadores concluíram que a cultivar BRS Kurumi se destacou pela maior densidade volumétrica de folhas, alta digestibilidade, baixo teor de fibra e maior facilidade de manejo, se tornando boa opção para intensificação da produção animal a pasto.

2.2.2. *Panicum maximum* cv. Massai

O capim *Panicum maximum* cv. Massai é um híbrido espontâneo entre *Panicum maximum* e *Panicum infestum*, esse genótipo foi coletado na Tanzânia, África, pelo *institut de Recherche Pour le Developpement* (IRD) e liberado em 2001 pela Embrapa. A planta tem como características de crescimento a formação de touceiras com altura média em torno de 60 cm, possui excelente produção de forragem com grande velocidade de estabelecimento e rebrota e boa resistência a pragas e períodos de seca (EMBRAPA, 2001).

Silva *et al.* (2018) avaliando a composição morfológica e acúmulo de forragem do capim Massai sob doses de Nitrogênio e fontes Ureia na Região de Seropédica, Rio de Janeiro, observaram valor máximo de massa de forragem igual a 8,59 t ha⁻¹. Os autores concluíram que o genótipo tem comportamento de acúmulo de forragem linearmente proporcional a adição de N como adubação. Já Costa *et al.* (2015) estudando a resposta do capim Massai à fertilização fosfatada, em casa de vegetação, observaram rendimento de matéria seca de 9,02 g vaso⁻¹ na dose máxima de P.

Martuscello *et al.* (2015) avaliando o efeito da adubação nitrogenada na morfogênese e na produção do capim Massai em Arapiraca-AL, obtiveram efeito linear positivo da massa total de forragem seca e concluíram que a morfologia e a produção de massa seca do genótipo são influenciadas positivamente pelo uso do nitrogênio.

2.2.3. *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk

A *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk é um genótipo originário da Região de Uganda na África, foi introduzido no Brasil por volta do ano de 1960, esse genótipo é um dos mais plantados nas regiões do país pois o capim apresenta boa resistência a seca,

bastante vigor, é exigente a fertilidade e possui boa produção de forragem (CRISPIM & BRANCO, 2002).

Euclides *et al.* (2000) estudando o consumo voluntário de capim *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo na Região de Campo Grande, Mato Grosso, observaram valores de matéria seca total de 3,20 t ha⁻¹ e concluíram que o consumo desse genótipo de capim Basilisk no período seco favoreceu o maior ganho de peso ao animais em estudo.

2.2.4. *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II ou Convert HD364

A *Brachiaria* híbrida Convert HD364 mais conhecida como Mulato II foi desenvolvida pelo programa de melhoramento e plantas forrageiras do CIAT, sendo resultado do cruzamento entre *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (LAI-KEE-HIM *et al.*, 2002). Esse genótipo apresenta hábito de crescimento decumbente e estolonífero com alta capacidade de estabelecimento, alto vigor, produção de sementes férteis, apresenta folhas lineares lanceoladas na cor verde intenso e com alta pubescência, as raízes são profundas, possui alta resistência a secas e tolerância a baixas temperaturas, possui elevada produtividade e qualidade de forragem, tolerância a pragas de pastagens, rápida rebrota, florescimento tardio e alto teor de proteína (EMBRAPA, 2006; SNIFFEN *et al.*, 1992).

Nos anos de 2014 e 2015, Jacovetti (2016) avaliou a produção e composição bromatológica do capim Mulato II sob doses de nitrogênio e tipos de Ureia na Região de Goiânia, Goiás, o autor obteve valores para peso de matéria seca variando de 6,74 (0 Kg ha⁻¹ de N) a 9,68 t ha⁻¹ (150 Kg ha⁻¹ de N). o pesquisador concluiu que o aumento das doses de N proporciona maior acúmulo de forragem, conseqüentemente a produtividade.

Teixeira *et al.* (2018), também trabalharam com o capim Mulato II e avaliaram doses de fósforo e nitrogênio na produção. A pesquisa foi realizada em Alta floresta, Mato Grosso, e o resultado para a massa de matéria seca total variou de 1,10 t ha⁻¹, no tratamento sem nitrogênio e no terceiro corte, a 3,40 t ha⁻¹, no tratamento com nitrogênio e no primeiro corte. O tratamento com fósforo a massa de matéria seca total foi de 1,03 t ha⁻¹, no tratamento sem fósforo, e 3,30 t ha⁻¹, no tratamento com 180 Kg ha⁻¹ de fósforo, concluindo que a aplicação conjunta de fósforo e nitrogênio proporciona aumento na massa de matéria seca do capim.

2.2.5. *Panicum maximum* cv. Mombaça

O genótipo de capim Mombaça teve sua origem na África e foi lançado pela Embrapa – gado de corte, em 1993, que fica situada em Campo Grande, Mato Grosso. O mesmo se destacou em meio a 165 acessos de *Panicum maximum* (Jacq.), devido as suas características agronômicas (ROCHA FREITAS *et al.*, 2005; BRANCIO *et al.*, 2002).

O capim Mombaça apresenta estrutura ereta e cespitosa, com altura média de 1,60 a 1,65 m, possui alta percentagem de folhas quebradiças, com 3,00 cm de largura, apresenta 10,00 a 40,00% da produção anual no período de seca e proporciona 60,00 a 80,00% de cobertura do solo (CARNEVALLI, 2003). A produção desse genótipo é a maior das espécies tropicais, podendo chegar de 33,00 a 41,00 t ha⁻¹ de massa de matéria seca, com alto valor nutricional (JANK *et al.*, 1994; LISTA *et al.*, 2007a).

Silva (2008) avaliou ao potencial produtivo e nutricional do capim Mombaça submetido a doses de nitrogênio e altura de cortes em Goiânia, Goiás, e observou valores de massa de matéria seca total anual variando de 4,03 t ha⁻¹ (0 Kg ha⁻¹ de N) a 20,39 t ha⁻¹ (500 Kg ha⁻¹ de N). O pesquisador concluiu que o capim Mombaça possui grande potencial produtivo e nutricional.

Silva *et al.* (2016) avaliaram características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum* na Região de Diamantina, Minas Gerais. Os pesquisadores observaram valores de produção de matéria seca igual a 21,49, 17,75, 24,04, 27,11 e 27,92 t ha⁻¹ para os capins Basilisk, Marandu, Xaraés, Mombaça e Tanzânia, respectivamente, e concluíram que todas as cultivares poderiam ser recomendadas atendendo-se as suas exigências nutricionais.

2.2.6. *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés

A *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés também conhecida como MG-5, foi coletada em Burundi na África, foi lançada pela Embrapa em 2002. É uma planta cespitosa, de altura média de 1,50 m, colmos verdes de aproximadamente 6,00 mm de diâmetro e pouco ramificados, também apresenta porte ereto com colmos que podem enraizar em contato com o solo, há baixa presença de pelos, a lâmina foliar tem coloração verde-escura, com pilosidade curta na face superior e bordos áspero/cortantes. O capim ainda apresenta moderada resistência a cigarrinha das pastagens, bom valor nutritivo, boa produção de forragem, rápida rebrota após o pastejo, capacidade de suporte durante o período chuvoso

e florescimento tardio, tornando o valor nutritivo mais alto por mais tempo (EMBRAPA, 2004).

Alonso & Costa (2017) estudaram o comportamento do capim *Brachiara brizantha* cv. Xaraés submetido a doses de biofertilizante de dejetos de bovino de leite em Araquara, São Paulo. Eles encontraram valores de massa verde variando de 7,63 a 46,76 t ha⁻¹ nos tratamentos com 0 e 20 m³ ha⁻¹, respectivamente. Os valores de matéria seca, expresso em porcentagem, variou de 11,53 a 22,50 MS% ha⁻¹ nas doses de 0 e 10 m³ ha⁻¹, respectivamente, concluindo que as maiores dosagens de biofertilizantes apresentaram os melhores resultados.

2.3. Crescimento de cultivares de gramíneas forrageiras e manejo de corte

O crescimento das plantas está condicionado a obtenção de energia proveniente da radiação solar, através da interceptação e utilização nos processos de fotossíntese, em que a fotossíntese realizada pelo dossel reflete na produção de biomassa, a qual poderá ser influenciada pela luz, temperatura, umidade, fertilidade do solo e também pelo manejo adotado, se tornando um importante condicionante da arquitetura do dossel (LOPES *et al.*, 2012). Ainda de acordo com os autores, as idades de crescimento proporcionam mudanças nas trocas gasosas e nos índices de crescimento das plantas.

Costa *et al.* (2013) trabalhando com análise de crescimento de *Panicum maximum* cv. Centenário nos cerrados de Rondônia, observaram relação exponencial para a taxa de crescimento relativo (TCR) em função da idade de rebrota, em que a medida que aumenta a idade de rebrota diminui a TCR. Já a taxa de expansão foliar (TEF) e o índice de área foliar (IAF) apresentaram comportamento quadrático, de forma que o IAF aumenta e a TEF diminui, concluindo-se que a idade de rebrota afeta diretamente a produtividade, as taxas de crescimento, a expansão foliar e o índice de área foliar das gramíneas.

Bezerra *et al.* (2017) avaliaram as características agrônômicas de capim *Urochloa mosambicensis* em função de doses de nitrogênio e fósforo, observaram oscilação na variável altura de planta de 78,75 e 59,00 cm, com média de 68 cm. O comprimento do colmo variou de 58,50 a 82,65 cm, com média de 71,45 cm. Além desses resultados os pesquisadores observaram uma taxa de crescimento relativo de aproximadamente 2,39 cm dia⁻¹. Concluindo que o capim aumenta o crescimento e a produção de fitomassa com o uso de adubação nitrogenada. Junior *et al.* (2018), também trabalhando com o capim

Urochloa mosambicensis, concluiu que o acúmulo de fitomassa e a taxa de acúmulo de fitomassa responde linearmente em função do incremento nas doses de esterco suíno.

Costa *et al.* (2016) avaliaram a dinâmica de crescimento e produtividade de forragem de *Trachypogon plumosus* sob níveis de correção da fertilidade do solo e idades de rebrota em Boa Vista-RO. De acordo com o autor essa gramínea também apresenta respostas positivas às melhorias na fertilidade do solo, assim como a idade de rebrota interfere negativamente no rendimento do capim. Também concluíram que o uso da adubação com a calagem reduz o período de recuperação do pasto, corroborando com os resultados obtidos por Trindade *et al.* (2018), que observou aumento no rendimento e na qualidade do capim elefante à medida que faz adubação. Portanto o crescimento de espécies de capim é responsivo ao uso de melhorias no manejo e insumos.

2.4. Modelagem das variáveis de crescimento

A modelagem é uma ferramenta bastante utilizada nos últimos anos. Ela pode ser definida como o conjunto de hipóteses sobre a estrutura ou comportamento de um sistema físico pelo qual se pretende explicar ou prever, dentro de uma teoria científica, as propriedades do sistema. O objetivo dessa ferramenta é quantificar os efeitos das variáveis ambientais no crescimento e desenvolvimento das culturas (CORRÊA *et al.*, 2011; FERREIRA, 1999).

No ramo das ciências agrárias a modelagem começou com De Wit (1965) que introduziu a teoria de sistemas e as técnicas de simulação nos processos dinâmicos dos sistemas agrícolas. Essa ferramenta tem cunho interdisciplinar, atuando nos processos de previsão, simulação de características genéticas, verificação de taxas fotossintéticas, além de gerenciar processos e irrigação e adubação (SUGUITANI, 2006; BOOTE *et al.*, 1996).

Para a criação de um modelo é necessário passar por cinco sequências lógicas e organizadas, são elas: identificação do problema; formulação dos objetivos; determinação dos limites, variações e processos que farão parte do modelo; parametrização do modelo com análise bibliográfica ou uso de banco de dados experimentais e a última é a validação do modelo, que consiste em um “teste” para comprovar os resultados obtidos anteriormente em condições ou locais diferentes (RAGSDALE, 2014; NELSON, 2010).

Os modelos foram classificados de acordo com os tipos em: Dinâmicos ou Estáticos; Empíricos ou Mecanísticos e Deterministas ou Estocásticos. Os modelos Dinâmicos são aqueles que incluem o tempo físico como um de suas variáveis

descrevendo as mudanças ocorridas em função do tempo. Já os modelos Estáticos são aqueles que não consideram o tempo como uma variável que os compõe, gerando respostas para instantes fixos. Os modelos Empíricos ou Mecanísticos levam em consideração a forma como se contemplam as informações, em que os Empíricos são os que se baseiam em dados simplesmente observados, geralmente por equações matemáticas. Já os Mecanísticos se baseiam nas leis da Física, Química e Biologia envolvidas no processo. Nos Deterministas ou Estocásticos a forma como as respostas são obtidas é que são levadas em consideração, em que os Deterministas são aqueles que sempre obtêm a mesma solução para um determinado conjunto de variáveis de entrada e os Estocásticos são aqueles que o processo é descrito por meio das leis das probabilidades, gerando uma distribuição de respostas para certos conjuntos de variáveis de entrada, ou seja, esse modelo leva em consideração o acaso (THORNLEY, 2001).

Lara & Rackocecic (2013) afirmou que o desenvolvimento de modelos para a atividade agropecuária tem aplicabilidade tanto para a pesquisa como para os sistemas de produção, ainda afirma que esse é uma ferramenta muito valiosa para a vida prática na tomada de decisões e com perspectivas de cada vez mais ser aplicada.

2.5. Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) e Balanço Hídrico

O uso da água pelas culturas em regiões dependentes de água das chuvas é alimentado pela absorção de água pelas raízes, escoamento superficial e pela drenagem profunda (PASSIOURA, 2006). O uso da água é o principal fator limitante do rendimento das culturas em condição de escassez, portanto para aumentar a biomassa das plantas, que é refletida na evapotranspiração, é necessário fazer o manejo correto da água no sistema, fazendo com que o solo absorva mais água. Concluindo-se que o manejo de culturas visando melhorar a disponibilidade hídrica no solo é necessário para maximizar o uso efetivo da água (BLUM, 2011; TURNER, 2004). Portanto existe uma necessidade constante de métodos que permitam acessar a quantidade de água na condição local do solo.

Os métodos que medem essa quantidade de água no solo podem ser direto ou indiretos, em que um dos métodos diretos é o gravimétrico, mais preciso e de custo relativamente baixo, porem esse método é destrutivo e não pode ser automatizado, tornando-se pouco adequado para monitorar o teor de água no solo. Os métodos indiretos são aqueles que estima o teor de água no solo a partir das propriedades físicas do solo,

facilitando a constante coleta de informações do solo, sem precisar mudar a estrutura do solo (SOUZA *et al.*, 2016).

O método do TDR é um método indireto que é baseado em ondas eletromagnéticas, esse é considerado o mais eficiente e preciso, por causa da frequência das ondas, que fornece respostas precisas independentes do tipo de solo (TOPP *et al.*, 1980; LEDIEU *et al.*, 1986; DIRKSEN & DASBERG, 1993). Chung *et al.* (2019) afirmaram que o TDR pode fornecer condições iniciais mais precisas e avaliações em tempo real para análise de estabilidade de taludes e previsões de inundação, comprovando a alta precisão do equipamento.

Outro método indireto de verificação da umidade no solo é através de balanços hídricos, seja ele climatológico ou para a cultura, esse método pode ser realizado por três formas distintas, pela metodologia de Veihmeyer e Hendrickson, Thornthwaite e Mather e pela metodologia proposta por Pearce. As variáveis envolvidas nessas formas de monitoramento de água no solo são: Precipitação pluvial, evapotranspiração de referência, dependendo da metodologia, coeficiente da cultura, profundidade efetiva do sistema radicular, capacidade de campo, ponto de murcha permanente, fator de depleção e fator de disponibilidade hídrica (BERNARDO *et al.* 2006).

2.6. Referências bibliográficas

AGUIAR, R.S.; VASQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C. Produção e composição químico-bromatológica do capim-Furachão (*Panicum repens* L.) sob adubação e diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.325-333, 2000.

ALMEIDA, E. X.; SETELICH, E. A.; PEREIRA, A. V. Avaliação de novos genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob pastejo. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003 (1 CD-ROM).

ALONSO, R. A.; DA COSTA, L. V. C. CARACTERES AGRONÔMICOS DE *B. brizantha* cv. Xaraés (MG5), SOB DIFERENTES DOSES DE BIOFERTILIZANTE DE DEJETO DE BOVINO LEITEIRO/AGRONOMIC CHARACTERS OF *B. brizantha* cv. Xaraés (MG5), UNDER DIFFERENT DOSES OF BIOFERTILIZER OF DAIRY CATTLE. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 11, n. 4, p. 400-411, 2017.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. –Viçosa: Ed. UFV. **625p**, 2006.

BEZERRA, Fábio et al. CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DE *Urochloa mosambicensis* EM FUNCAO DO NITROGENIO E FOSFORO. **Agrarian Academy**, [s.l.], v. 4, n. 7, p.92-102, 31 jul. 2017. Centro Cientifico Conhecer. http://dx.doi.org/10.18677/agrarian_academy_2017a9.

BLUM, Abraham. **Plant breeding for water-limited environments**. Springer Science & Business Media, 2010.

BOOTE, Kenneth J.; JONES, James W.; PICKERING, Nigel B. Potential uses and limitations of crop models. **Agronomy journal**, v. 88, n. 5, p. 704-716, 1996.

BRÂNCIO, Patrícia Amarante et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. Composição química e digestibilidade da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1605-1613, 2002.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 136f.** 2003. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)–Curso de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, Universidade de São Paulo.

CHUNG, Chih-Chung et al. Investigation of non-unique relationship between soil electrical conductivity and water content due to drying-wetting rate using TDR. **Engineering Geology**, v. 252, p. 54-64, 2019.

CORREIA, Simone Toni Ruiz et al. Aplicações e limitações da modelagem em agricultura: revisão. **Revista de Agricultura**, v. 86, n. 1, p. 1-13, 2011.

COSTA, Newton de Lucena et al. Resposta de *Panicum maximum* cv. Massai à fertilização fosfatada. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Marigá, v. 9, n. 10, p.429-433, out. 2015.

COSTA, Newton de Lucena et al. Dinâmica de crescimento e produtividade de forragem de *trachypogonplumosus* sob níveis de correção da fertilidade do solo e idades de rebrota. **Ciência Animal Brasileira**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.175-184, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v17i218715>.

CRISPIM, Sandra Mara Araújo; BRANCO, Oslain Domingos. Aspectos gerais das braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. **Embrapa Pantanal-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2002.

DE LIMA SILVA, Janaina et al. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de Brachiaria e Panicum. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 342-348, 2016.

DE LUCENA COSTA, Newton et al. Análise de crescimento de Panicum maximum cv. Centenário nos cerrados de Rondônia. **PUBVET**, v. 7, p. 1981-2087, 2013.

DE WIT, Cornelis Teunis. **Photosynthesis of leaf canopies**. Pudoc, 1965.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino. Diagnóstico das pastagens no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2014.

DIRKSEN, C.; DASBERG, S. Improved calibration of time domain reflectometry soil water content measurements. **Soil Science Society of America Journal**, v. 57, n. 3, p. 660-667, 1993.

EMBRAPA, Embrapa Gado de Corte. Capim-massai (Panicum maximum cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens. **Embrapa Gado de Corte-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2001.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2006.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. USDA.gov - United States Department of Agriculture. Disponível em: <<https://www.usda.gov/>>. Acesso em: 14 mar. de 2019.

EUCLIDES, Valéria Pacheco Batista et al. Consumo voluntário de Brachiaria decumbens cv. Basilisk e Brachiaria brizantha cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2200-2208, 2000.

FELEMA, João; RAIHER, Augusta Pelinski; FERREIRA, Carlos Roberto. Agropecuária Brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p.555-574, set. 2013. TOKUDA, Flavio Sueo; SOUZA NETO, João Menezes de. Suplementação Alimentar para Bovinos de Corte. **Casa da Agricultura**: bovino de corte, São Paulo, v. 4, p.15-16, dez. 2011.

MEDRADO, Joana. **Do pastoreio à pecuária: a invenção da modernização rural nos sertões do Brasil central.** 2013. 255 f. Tese (Doutorado) - Curso de História, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

SILVA, Alzira Gabriela da. **POTENCIAL PRODUTIVO E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO E ALTURAS DE CORTES.** 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

THORNLEY, J.H.M. Modeling grassland ecosystems. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19.,2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.1029-1036.

JACOVETTI, Reginaldo. **DESEMPENHO AGRONÔMICO E NUTRICIONAL DO CAPIM "MULATO II" SOB DOSES E FONTES NITROGÊNIO.** 2016. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

SANTOS, Nailson Lima et al. FATORES AMBIENTAIS E DE MANEJO NA QUALIDADE DE PASTOS TROPICAIS. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, p.531-549, 2011.**

PACIULLO, Domingos Sávio Campos et al. Características do pasto e desempenho de novilhas leiteiras em pastagem de capim-elefante cv. BRS Kurumi. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, p.1-22, 2015.**

ROCHA, Geraldo Leme da. **A EVOLUÇÃO DA PESQUISA EM FORRAGICULTURA E PASTAGENS NO BRASIL.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1988. 45 v.

LOPES, Marcos Neves et al. Trocas gasosas e índices de crescimento em capim-braquiária manejado sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. **Agro@ambiente On-line, Boa Vista, v. 7, n. 1, p.10-17, abr. 2013. Disponível em: <www.agroambiente.ufrr.br>. Acesso em: 14 mar. 2019.**

LARA, M.A.S. ; RAKOCEVIC, M. . Uso de Modelos Matemáticos no Estudo de Patagens. Uso de Modelos Matemáticos no Estudo de Patagens. 1ed.Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2013, v. 1, p. 333-342.

STABILE, Samuel dos Santos et al. Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião colhidos em três estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p.1418-1428, nov. 2010. Disponível em: <www.sbz.org.br>. Acesso em: 13 mar. 2019.

SILVA, Aline Barros da et al. Composição morfológica e acúmulo de forragem do capim Massai sob doses de nitrogênio e fontes de ureia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 4, p.1407-1416, ago. 2018.

MARTUSCELLO, Janaina Azevedo et al. ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CAPIM-MASSAI: MORFOGÊNESE E PRODUÇÃO. **Ciência Animal Brasileira**, [s.l.], v. 16, n. 1, p.1-13, mar. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1089-68916i118730>.

LAI-KEE-HIM, Joséphine et al. In Vitro Versus in Vivo Cellulose Microfibrils from Plant Primary Wall Synthases: Structural Differences. **Journal of Biological Chemistry**, v. 277, n. 40, p. 36931-36939, 2002.

SNIFFEN, C. J. et al. A NET CARBOHYDRATE AND PROTEIN SYSTEM FOR EVALUATING CATTLE DIETS. II: CARBOHYDRATE AND PROTEIN AVAILABILITY. **Journal of animal science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

TEIXEIRA, Soraia Olivastro et al. Doses crescentes de fósforo e nitrogênio na produção de Brachiaria híbrida cv. Mulato II. **Ceres**, v. 10, n. 1, 2018.

JÚNIOR, Eduardo Henrique Sá et al. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE CAPIM-CORRENTE (*Urochloa mosambicensis*) ADUBADO COM ESTERCO SUÍNO E SUBMETIDO A DUAS ALTURAS DE CORTE. **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018.

TRINDADE, Paula Cristiane et al. DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DA SILAGEM DO CAPIM ELEFANTE COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 8, n. 2, p. 62-70, 2018.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa. In: **Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 1999.

GOMIDE, CA de M. et al. Informações sobre a cultivar de capim-elefante BRS Kurumi. **Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017. Censo agropecuário 2017: Resultados Preliminares –Rio de Janeiro, v. 7, p. 1-108, 2017.

JANK, L. et al. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África: 1. Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 3, 1994.

LEDIEU, J. et al. A method of measuring soil moisture by time-domain reflectometry. **Journal of Hydrology**, v. 88, n. 3-4, p. 319-328, 1986.

LISTA, Fábio Nunes et al. Avaliação nutricional de pastagens de capim-elefante e capim-mombaça sob manejo rotacionado em diferentes períodos de ocupação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1406-1412, 2007.

LOPES, Rogério dos Santos MAPA et al. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2005.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Cadastro Geral de Empregados e Desempregados – CAGED. Disponível em:< <http://trabalho.gov.br/caged/default.asp>> . Acesso em: 14 de mar. de 2019.

NELSON, Barry L. **Stochastic Modeling: Analysis & Simulation**. Courier Corporation, 2010.

PASSIOURA, John. Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management. **Agricultural water management**, v. 80, n. 1-3, p. 176-196, 2006.

RAGSDALE, Cliff. **Spreadsheet modeling and decision analysis: A practical introduction to business analytics**. Nelson Education, 2014.

ROCHA FREITAS, Karina et al. Avaliação do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 1, 2005.

SOUZA, C. F. et al. Monitoramento do teor de água no solo em tempo real com as técnicas de TDR e FDR. **Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.

SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana-de-açúcar: avaliação do modelo Mosicas. 2006. 60 p.** 2006. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Fitotecnia)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TOPP, G. Clarke; DAVIS, J. L.; ANNAN, Aa P. Electromagnetic determination of soil water content: Measurements in coaxial transmission lines. **Water resources research**, v. 16, n. 3, p. 574-582, 1980.

TURNER, Neil C. Agronomic options for improving rainfall-use efficiency of crops in dryland farming systems. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 407, p. 2413-2425, 2004.

VALLE, CB do et al. O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária. **Campo Grande: Embrapa Gado de Corte**, 2004.

3. CAPÍTULO II: Crescimento e produção de cultivares de gramíneas forrageiras de capim na Região da Zona da Mata alagoana.

3.1. Resumo:

A pecuária de forma geral caracteriza-se pela exploração de pastagens extensivas com baixa qualidade e baixa produtividade, com isso o objetivo com essa pesquisa avaliar o crescimento e a produção de seis cultivares de gramíneas para pasto, ajustar modelos empíricos às variáveis de crescimento e identificar o(s) melhor(es) genótipo(s). O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias (CECA) na Região dos tabuleiros costeiros de Alagoas, com o delineamento estatístico de blocos casualizados, com trinta parcelas. Os tratamentos foram compostos pelas cultivares de capim: Capim Elefante cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Massai e *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. O período de avaliações foi de 17/04/2018 a 12/08/2018. As variáveis analisadas nesse experimento foram: índice de área foliar (IAF), índice de interceptação luminosa (I.L.), a altura média de plantas (I.D.) e biomassa fresca (M.F.) e seca (M.S.). O modelo Sigmoidal de 3 parâmetros foi ajustado à média da altura de plantas e o modelo linear foi ajustado ao IAF. As variáveis qualitativas significativas foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. No período de avaliação não houve restrição hídrica e térmica. Os valores estimados pelo modelo sigmoidal e linear se ajustaram aos dados observados. De acordo com o teste F houve diferença significativa no nível de 1% de probabilidade de erro para a altura de dossel (A.D.), dias entre cortes (P.E.C.) e massa fresca (M.F.). Para a massa seca (M.S.) houve diferença significativa no nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos. Com isso concluiu-se que os modelos empíricos se ajustaram bem as variáveis analisadas e que os capins *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Panicum maximum* cv. Massai e Capim elefante cv. Kurumi, são as cultivares mais indicados para a região dos tabuleiros costeiros.

Palavras-chave: Altura de dossel, IAF, Produtividade e Modelagem.

3.2. Abstract:

Livestock farming is generally characterized by the extensive exploitation of pastures with low quality and low productivity, with the aim of evaluating the growth and production of six grass genotypes for pasture, adjusting empirical models to growth variables and identifying the best genotype (s). The experiment was conducted at the Agricultural Sciences Center (CECA) in the Alagoas Coastal Trails Region, with a randomized complete block design with thirty plots. The treatments were composed of grass genotypes: Capim Elefante cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Massai and *Panicum maximum* cv. Mombasa and *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. The evaluation period was from 04/17/2018 to 08/12/2018. The variables analyzed in this experiment were leaf area index (LAI), light interception index (I.L.), mean plant height (I.D.) and fresh biomass (M.F.) and dry biomass (M.S.). The 3-parameter Sigmoidal model was adjusted to the mean plant height and the linear model was adjusted to the LAI. The significant qualitative variables were submitted to the Tukey test at the 5% level of error probability. In the evaluation period there was no water and thermal restriction. The values estimated by the sigmoidal and linear model were adjusted to the observed data. According to the F test there was no significant difference between the treatments at the 5% probability level for the LAI and light trap (IL) variables, but there was a significant difference at the 1% probability level of the canopy height error (AD), days between cuts (PEC) and fresh mass (MF). For the dry mass (DM) there was a significant difference in the level of 5% of probability between treatments. With this, it was concluded that the empirical models fit well the analyzed variables and that the *Panicum máximo* cv. Mombasa, *Panicum máximo* cv. Massai and Capim elefante cv. Kurumi, are the most suitable genotypes for the coastal board region.

Key-words: Canopy Height, IAF, Productivity and Modeling

3.3. Introdução

A bovinocultura brasileira de forma geral caracteriza-se pela exploração extensiva de pastagens com baixa qualidade e baixa produtividade, em comparação com outros países mais desenvolvidos. De acordo com o censo de 2018 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo com 0,22 milhões de toneladas de carne *in natura* exportada, gerando 888,21 milhões de dólares no segundo trimestre de 2018. Também de acordo com o IBGE houve um aumento de 0,15 milhões de toneladas entre os dois primeiros trimestres de 2017 (3,63 milhões de toneladas) e 2018 (3,78 milhões de toneladas) na produção de carne bovina no Brasil.

Os estados do Brasil que mais abateram gado bovino foram: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás com 1,17; 0,81 e 0,80 milhões de cabeças de animais, respectivamente. O Estado de Alagoas não se apresenta entre os dez maiores produtores de carne bovina do país, com produção de apenas 0,04 milhões cabeças de gado abatida, comprovando a baixa produção do estado. Existem vários fatores que causam essa baixa produção, um deles é a utilização de forrageiras de baixo potencial produtivo e técnicas rudimentares utilizadas nos tratamentos culturais. O processo de intensificação da produção de leite e carne bovina depende do uso de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca (ALENCAR, 2007). Portanto o aumento de produção da bovinocultura alagoana, assim como as demais, depende de melhorias no manejo das pastagens e uso de cultivares de gramíneas adaptadas a cada sistema de produção.

A estacionalidade do crescimento de plantas forrageiras é um fenômeno que ocorre na maioria das espécies tropicais, que é determinada, principalmente, pelas limitações de luz, disponibilidade de água e variação da temperatura do ar e do solo, bem como pelo acúmulo de nutrientes nas plantas (MALDONADO *et al.*, 1997).

Tendo em vista esses impasses, o manejo da fertilidade do solo, a prática da adubação, o conhecimento das exigências nutricionais e dos efeitos da irrigação e do clima são fatores de grande importância o manejo de pastagens, que se reflete na maior ou menor produção de biomassa (DIAS FILHO, 2012). Para isso, é necessário fazer o monitoramento e análises referentes ao manejo de pastagens para fornecer informações úteis para posterior uso pelos produtores.

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar o crescimento e a produção de seis cultivares de gramíneas forrageiras, ajustar modelos empíricos às variáveis de crescimento e identificar o(s) melhor(es).

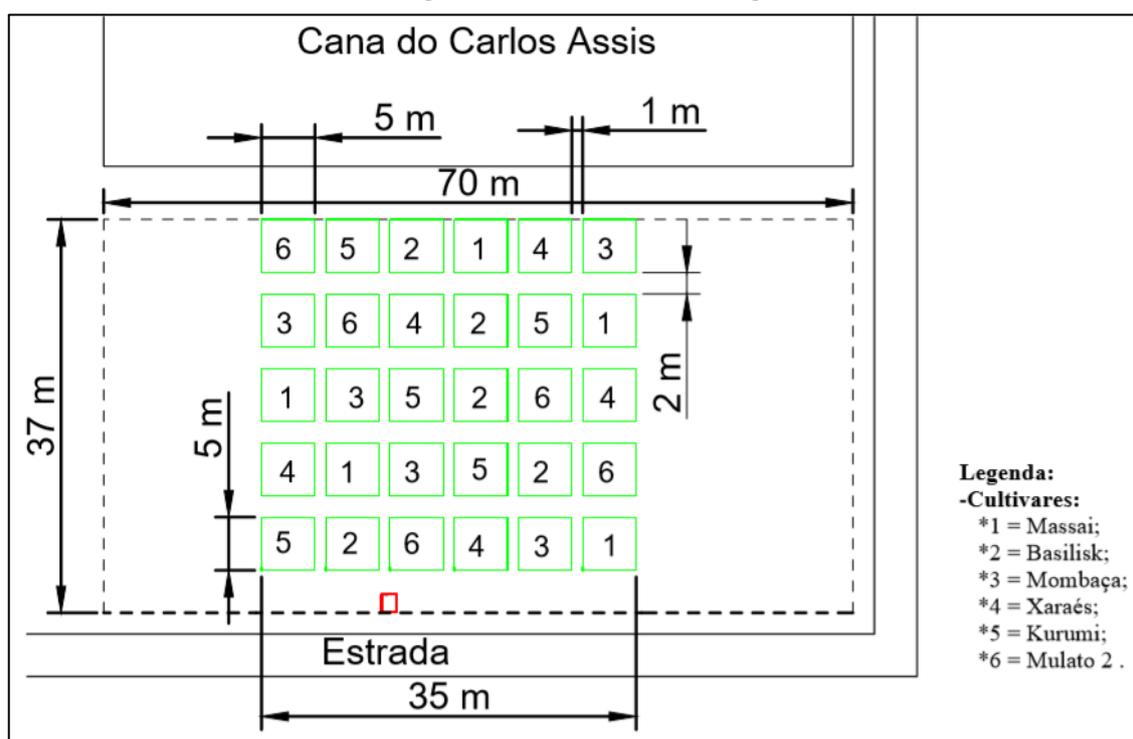
3.4. Material e métodos

3.4.1. Localização, delineamento estatístico e tratamentos

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), na Região de Rio Largo (9° 29' 45" S, 35° 49' 54" W e altitude de 127 m), situada nos tabuleiros costeiros de Alagoas. O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Argissólico, de textura média/argilosa e declividade inferior a 2%. A temperatura média do ar é de 23,14°C e a precipitação pluvial anual média é de 1.800 mm, com o período chuvoso iniciando na primeira quinzena de abril e terminando na segunda quinzena de outubro, à probabilidade de 80% (SOUZA *et al.*, 2004).

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e cinco repetições, totalizando trinta parcelas, em que os tratamentos foram compostos pelas cultivares de capim: *Capim Elefante* cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Massai e *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.

Figura 1. Croqui da área experimental e da localização dos cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana.



3.4.2. Manejo do solo, Implantação e avaliações do experimento

A calagem e adubação foram feitas com base na análise química do solo, conforme a recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA (CAVALCANTI, 1998). A calagem teve como objetivo elevar o volume de saturação por bases para 70%. Na adubação de fundação foi feita com 10 Kg ha⁻¹ de N, 100 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 Kg ha⁻¹ de K₂O em forma de Ureia, Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio, respectivamente. As adubações de cobertura foram realizadas a cada dois meses a partir da implantação do pasto com 70 Kg/ha de nitrogênio em forma de Ureia.

Para a formação do pasto a área foi irrigada por sistema de aspersão convencional, que tomou como base a evapotranspiração da cultura (ET_c) (ALLEN *et al.*, 1998). O turno de rega adotado foi de 2 dias, e até a formação do pasto foram realizados três cortes de uniformização baseados na interceptação luminosa (90%), para depois começar as avaliações.

O período de avaliações foi de 17/04/2018 a 12/08/2018, período considerado chuvoso na região (SOUZA *et al.*, 2004). As variáveis de crescimento foram coletadas a cada três dias durante cinco cortes, como segue Tabela 1, para cada genótipo.

Tabela 1. Período de avaliação de cinco ciclos das cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana.

Genótipos	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5
Capim Elefante cv. BRS Kurumi	17/04 - 29/4	29/04 - 14/05	14/05 - 01/06	01/06 - 04/07	04/07 - 28/07
<i>Panicum maximum</i> cv. Massai	17/04 - 04/05	04/05 - 19/05	19/05 - 15/06	15/06 - 15/07	15/07 - 05/08
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	17/04 - 02/05	02/05 - 20/05	20/05 - 16/06	16/06 - 22/07	22/07 - 12/08
<i>Brachiaria híbrida</i> cv. Mulato II	18/04 - 28/04	28/04 - 13/05	13/05 - 06/06	06/06 - 15/07	15/07 - 05/08
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	20/04 - 02/05	02/05 - 20/05	20/05 - 10/06	10/06 - 07/07	07/07 - 28/07
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés	18/04 - 04/05	04/05 - 22/05	22/05 - 18/06	18/06 - 18/07	18/07 - 05/08

3.4.3. Variáveis analisadas e modelos empíricos

As variáveis analisadas nesse experimento foram: índice de área foliar (IAF), índice de interceptação luminosa (I.L.), a altura média de plantas (I.D.) e biomassa fresca (M.F.) e seca (M.S.). O IAF e a I.L. foram medidos com o equipamento “LAI-2000”, a altura média de plantas foi medida com o auxílio de uma régua graduada, a biomassa fresca foi coletada em uma área de 0,25 m² à medida que o índice de interceptação luminosa atingiu 90%, e as partes coletadas das plantas foram 40% da altura média do dossel, posteriormente essas amostras foram secadas em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a 65°C para se obter a matéria seca das amostras.

Após o termino das avaliações o modelo Sigmoidal de 3 parâmetros foi ajustado à média da altura de plantas, como segue:

$$y = \frac{A1 - A2}{1 + e^{-\left(\frac{x-x0}{b}\right)}} \quad (1)$$

em que “A1” é a altura inicial, “A2” altura final, “b” é o centro da curva e “x0” é a constante do tempo;

O modelo Linear (Equação 2) foi ajustado ao IAF, pois essa variável apresenta comportamento linear ao longo do período de pastejo.

$$y = y0 + ax \quad (2)$$

em que o “y0” é o intercepto da curva e o “a” é a inclinação da curva.

As variáveis meteorológicas foram cedidas pelo Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia (LIA), que mantém uma estação automática à aproximadamente 400 metros da área experimental. Os Graus-dia acumulados foram calculados usando a temperatura basal de 10°C, com a equação 3.

$$GDA = \sum_{l=1}^n \left(\frac{T_{máx} + T_{mín}}{2} - T_b \right) \quad (3)$$

As variáveis qualitativas significativas, Índice de Área Foliar máximo (IAF), Altura média máxima de Dossel (A.D.), Período Entre Cortes (P.E.C.), Matéria Fresca (M.F.) e

Seca (M.S.), foram submetidas ao teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade de erro para determinar as cultivares que melhor se adaptaram a região.

3.5. Resultados e discussão

3.5.1. Condições climáticas

No período de avaliação (de 17 de abril de 2019 a 18 de agosto de 2019) não houve restrição térmica para as cultivares de gramíneas forrageiras, porque a temperatura máxima do ar variou de 31,1 a 24,7 °C, com média de 27,9 °C, já a temperatura mínima variou de 22,5 a 17,2 °C e a mínima média ficou em torno de 20,1 °C. Como pode ser observado na Figura 2 a temperatura média do ar variou de 21,3 a 25,72 °C com média de 24,0 °C, dentro das faixa determinada por Sherman & Riveros (1990) que vai de 15 a 35°C. As condições ambientais, radiação, precipitação pluvial, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura do ar, são variáveis determinantes na velocidade de crescimento, na estrutura do dossel e principalmente na produção de matéria seca em espécies forrageiras (Nabinger & Pontes, 2002; Costa *et al*, 2017).

A precipitação pluvial acumulada durante o período de avaliação do experimento foi de 591,3, 610,6, 611,9, 595,9, 574,3 e 595,9 mm para as cultivares: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés, respectivamente (Figura 3). De acordo com Souza *et al.* (2004), a precipitação pluvial média da região é de 1800 mm por ano em 80% de chance, em que a maior parte desse montante ocorre na chamada “quadra chuvosa” da região, portanto os valores apresentados durante o experimento corroboram com a normal climatológica. A frequência de eventos chuvosos de 38,14% e intensidade média de 5,19 mm por dia.

Figura 2. Temperatura máxima (T máx), média (T méd) e mínima do ar (T mín) no período 17 de abril de 2017 a 12 de agosto de 2017, na Região da Zona da Mata alagoana

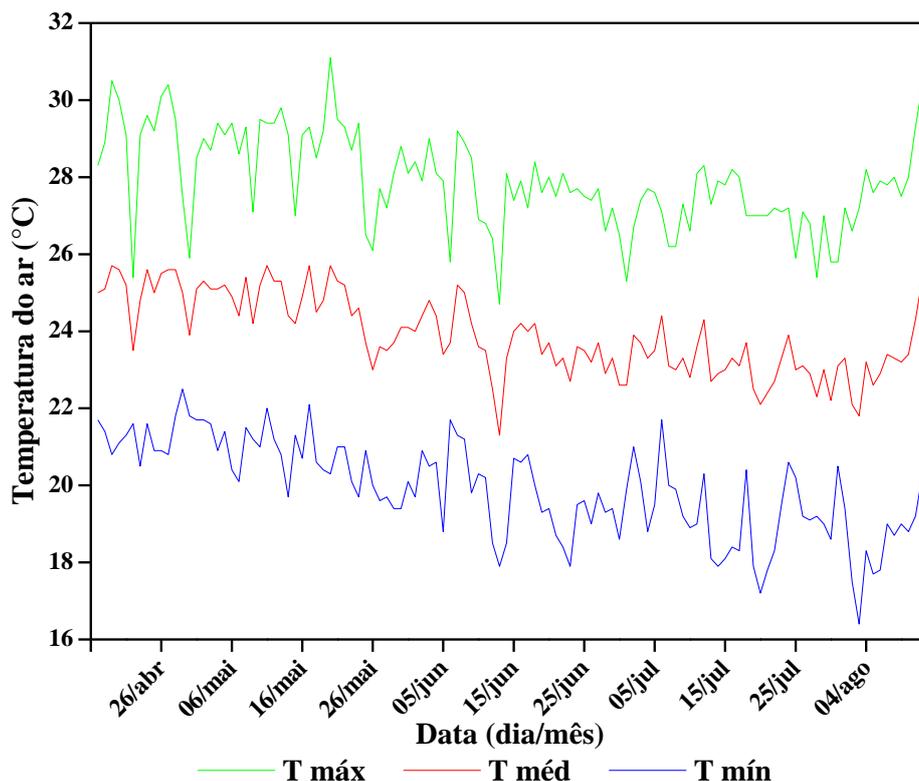
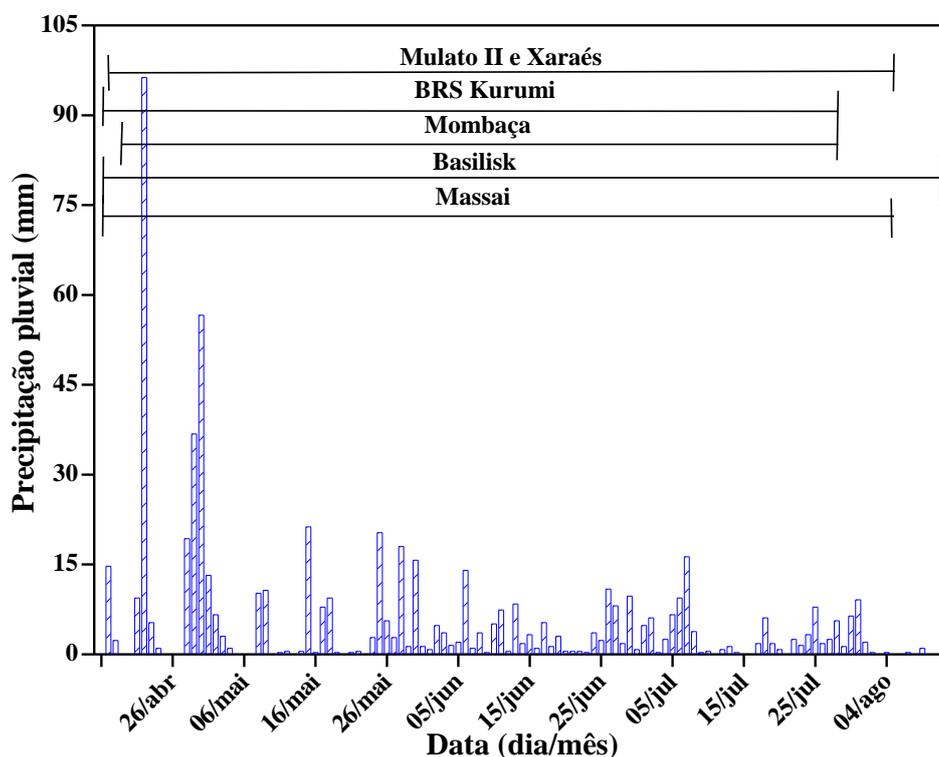


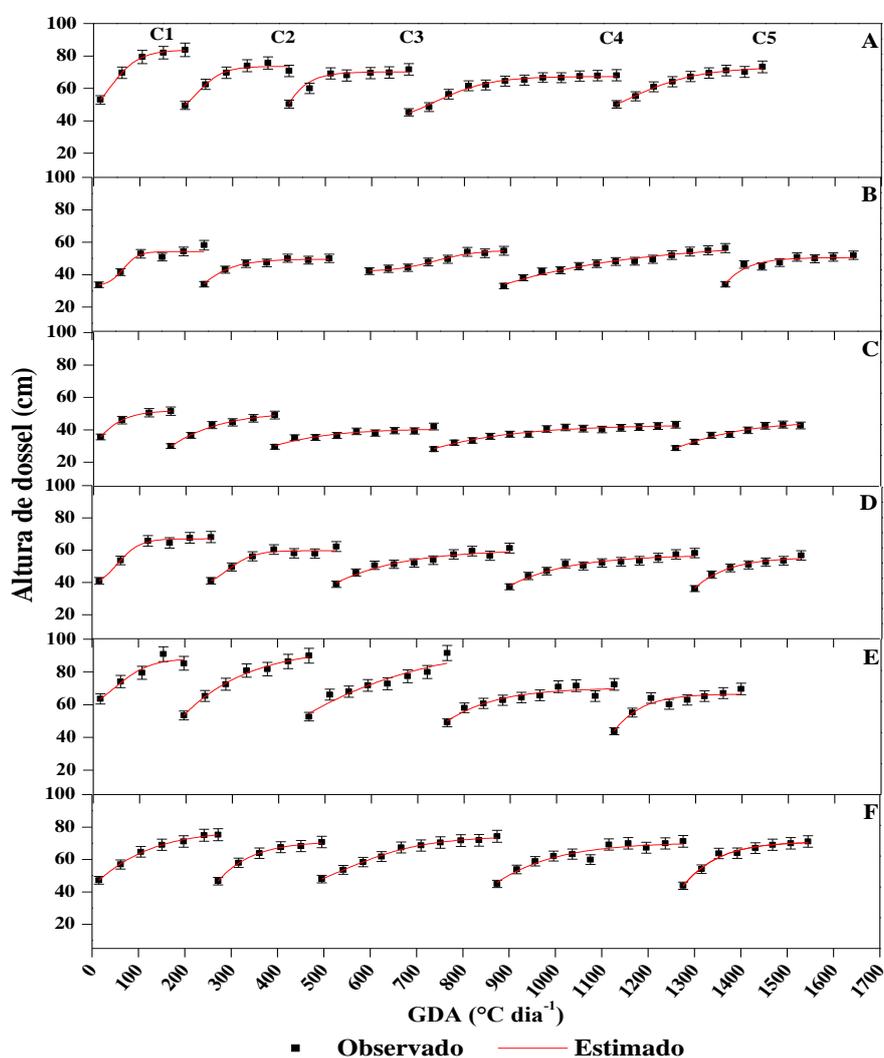
Figura 3. Precipitação pluvial e períodos de avaliação de cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés, no período de 17 de abril de 2017 a 12 de agosto de 2017 na Região da Zona da Mata alagoana.



3.5.2. Variáveis de crescimento

Na Figura 4 está presente os valores de altura média máxima do dossel foliar (AMD) e os graus-dia acumulados (GDA) em cinco ciclos de avaliação, em que para o genótipo Kurumi variou 18,70% entre o ciclo com a maior e a menor AMD. Já nos capins Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai essa variação foi respectivamente 13,90%, 18,30%, 16,70%, 24,00% e 5,90%. Portanto as médias de AMD e de GDA para os capins foi de 74,52 cm com 300,06 °C dia⁻¹ para o genótipo Kurumi, 54,28 cm e 339,76 °C dia⁻¹ para o Basilisk, 45,79 cm e 317,51 °C dia⁻¹ para o Mulato II, 61,32 cm e 291,10 °C dia⁻¹ para o Xaraés, 82,90 cm e 291,10 °C dia⁻¹ para o Mombaça, 72,53 cm e 296,23 °C dia⁻¹ para o Massai, respectivamente.

Figura 4. Altura de dossel observada e estimada pelo modelo Sigmoidal de Boltzman no período de cinco cortes para as gramíneas: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana



Os valores estimados pelo modelo sigmoidal se ajustaram aos dados observados, apresentando coeficientes de determinação (R^2) acima de 83,10% e significância para todas variáveis do modelo (Tabela 2). Os capins Kurumi e Basilisk apresentaram R^2 variando de 99,70 e 89,90% no primeiro corte, 94,00 e 97,60% no segundo corte, 95,80 e 93,70% no terceiro corte, 98,10 e 96,50% no quarto corte e 98,80 e 87,10% no quinto corte, respectivamente. No genótipo Mulato II o R^2 do primeiro corte se ajustou perfeitamente devido ao número de pontos que tiveram, quatro, portanto os R^2 foram 100,00; 98,80; 86,90; 96,70 e 97,00% para os cortes 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Nas cultivares Xaraés e Massai os R^2 foram respectivamente 97,40 e 99,30% para o corte 1, 92,80 e 99,20% para o corte 2, 87,70 e 99,10% para o corte 3, 92,90 e 89,60% no corte 4 e 95,70 e 97,40% no corte 5. Na cultivar Mombaça o R^2 foi 83,10% (Corte 1), 98,60% (Corte 2), 87,70% (Corte 3), 85,50% (Corte 4) e 87,70% (Corte 5).

De acordo com o modelo a altura máxima para o capim elefante variou de 68,21 a 84,54 cm entre os cortes. Na *Brachiaria decumbens* essa variação foi de 49,57 a 60,41 cm, no mulato II de 41,18 a 51,82 cm, no Xaraés de 55,48 a 68,09 cm, no Mombaça de 66,60 a 91,99 cm e no Massai de 70,39 a 76,91 cm.

Teixeira *et al.* (2007) trabalhando com *Brachiaria decumbens* na Região Sudoeste da Bahia avaliando doses de nitrogênio, obtiveram altura de pasto média de 73,00 cm. Já Macedo *et al.* (2017) trabalhando com o capim Tanzânia no município de Igarapé-Açu – PA, observaram resultados próximos aos observados no estudo, em que à uma Interceptação Luminosa de 95,0% a altura média do dossel foi em torno de 63,00 cm.

No IAF os genótipos apresentaram comportamento semelhante entre os cortes, com pouca variação. No capim elefante cv. BRS Kurumi o IAF máximo observado variou de 2,56 a 3,00 nos cortes 2 e 4, respectivamente, já a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk apresentou variação de 2,64 no corte 2 e 3,10 no corte 3. Nos genótipos Mulato II e Xaraés essa variação foi de 2,99 (corte 5) a 3,27 (corte 3) e 2,90 (corte 5) a 3,11 (corte 2), respectivamente. Para o Mombaça a variação foi de 2,77 (corte 5) a 3,36 (corte 3) e no Massai foi de 2,80 (3º corte) a 3,06 (corte 2) (Tabela 3).

Macedo *et al.* (2017) avaliando IAF e frequências de desfolha do capim-Tanzânia, observaram resultados superiores ao dessa pesquisa, com IAF de 5,10 e interceptação luminosa (I.L.) de 95,00%, eles também afirmam que IAF acima de 5, as folhas inferiores passam a ser sombreadas e se tornam menos eficientes fotossinteticamente, modificando a dinâmica de acúmulo de matéria seca, reduzindo a formação de lâminas foliares e aumentando rapidamente o acúmulo de colmos e material morto, provocado pelo aumento

das perdas respiratórias, em consequência do sombreamento excessivo, que resulta em balanço negativo de carbono.

Tabela 2. Altura máxima (a), altura inicial (b), graus-dia acumulados (x0) e coeficiente de determinação (R²) estimado pelo modelo sigmoidal para altura de dossel em cinco cortes de genótipos de capim na Região da Zona da Mata alagoana.

Capim elefante							
Cortes	Variáveis						
	A		B		x0		R²
1° Corte	84,535	(±0,728) **	43,179	(±2,981) **	-6,890	(±2,204) ns	0,997
2° Corte	73,930	(±1,747) **	41,226	(±11,041) *	168,817	(±10,329) **	0,940
3° Corte	70,774	(±1,032) **	45,660	(±10,408) **	381,376	(±10,006) **	0,958
4° Corte	68,208	(±0,653) **	93,451	(±9,212) **	624,049	(±8,888) **	0,981
5° Corte	74,158	(±1,118) **	103,893	(±11,754) **	1.054,070	(±8,874) **	0,988
Brachiaria decumbens							
Cortes	Variáveis						
	A		B		x0		R²
1° Corte	57,543	(±3,382) **	60,985	(±23,099) ns	-5,227	(±14,830) ns	0,899
2° Corte	49,572	(±0,551) **	44,817	(±6,683) **	205,252	(±7,103) **	0,976
3° Corte	79,967	(±3,897) ns	394,691	(±374,208) ns	566,704	(±451,328) ns	0,937
4° Corte	60,415	(±3,384) **	228,477	(±48,937) **	814,738	(±17,790) **	0,965
5° Corte	50,597	(±1,158) **	41,249	(±13,469) *	1.331,693	(±14,861) **	0,871
Mulato II							
Cortes	Variáveis						
	A		B		x0		R²
1° Corte	51,823	(±0,036) **	36,449	(±0,261) **	-13,569	(±0,222) *	1,000
2° Corte	49,980	(±1,155) **	71,272	(±9,749) **	138,026	(±5,593) **	0,988
3° Corte	41,177	(±1,655) **	114,833	(±46,065) *	271,061	(±46,834) **	0,869
4° Corte	42,755	(±0,599) **	133,730	(±17,571) **	644,094	(±16,312) **	0,967
5° Corte	44,920	(±1,536) **	99,392	(±20,396) **	1.203,127	(±11,767) **	0,970
Xaraés							
Cortes	Variáveis						
	A		B		x0		R²
1° Corte	68,088	(±1,323) **	46,309	(±8,378) *	-3,102	(±6,381) ns	0,974
2° Corte	60,377	(±1,371) **	50,468	(±13,410) *	219,841	(±13,330) **	0,928
3° Corte	60,832	(±2,553) **	125,678	(±38,262) *	440,182	(±27,765) **	0,913
4° Corte	57,175	(±1,486) **	110,766	(±25,809) **	819,028	(±23,057) **	0,929
5° Corte	55,477	(±1,409) **	59,529	(±13,430) *	1.259,738	(±11,293) **	0,957
Mombaça							
Cortes	Variáveis						
	A		B		x0		R²
1° Corte	90,173	(±7,392) **	62,779	(±40,916) **	-37,959	(±31,615) **	0,831
2° Corte	91,993	(±2,471) **	90,813	(±13,110) **	163,831	(±6,9001) **	0,986
3° Corte	159,855	(±236,773) ns	376,964	(±477,338) ns	685,563	(±1.125,385) ns	0,877
4° Corte	70,795	(±2,373) **	96,075	(±34,441) *	675,187	(±35,585) **	0,855
5° Corte	66,596	(±1,773) **	47,674	(±15,444) **	1.090,739	(±15,626) **	0,877
Massai							
Cortes	Variáveis						
	A		B		x0		R²
1° Corte	76,911	(±1,073) **	79,108	(±7,328) **	-21,879	(±4,680) **	0,993
2° Corte	70,652	(±0,795) **	56,379	(±5,693) **	233,507	(±4,765) **	0,992
3° Corte	75,637	(±1,069) **	123,420	(±11,376) **	430,576	(±7,380) **	0,991
4° Corte	70,636	(±2,175) **	104,182	(±28,532) **	805,113	(±25,117) **	0,896
5° Corte	70,394	(±1,094) **	54,975	(±8,058) **	1.247,233	(±7,018) **	0,974

(**): Significativo a 1%; (*): significativo a 5%; (ns): não significativo a 5%.

Na Figura 5 observa-se que os valores estimados se ajustaram aos observados no experimento, em que os coeficientes de determinação para os genótipos ficaram acima de 85,80% (Tabela 3). No capim Elefante o R^2 foi de 92,60% no corte 4 a 98,30% no corte 2, o capim Basilisk apresentou R^2 variando de 85,80% (2° corte) a 96,60% (5° corte). Nos capins Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai o valor do R^2 vaiou de 90,20 (3° corte) a 97,30% (2° corte); 87,60 (5° corte) a 96,10% (2° corte); 91,40 (3° corte) a 95,40% (4° corte) e 88,50 (2° corte) a 96,30% (5° corte), respectivamente.

Para o IAF o modelo que melhor se ajustou foi o modelo linear, devido ao índice de interceptação luminosa, que por não atingir 100,00%, o IAF tende a não estabilizar, porém se o período de corte demorasse mais, a curva poderia se estabilizar. Rodrigues *et al.* (2011) trabalhando com capim-Tanzânia na Região de Parnaíba-Pi, utilizou o modelo Linear para ajustar as idades de rebrotação ao IAF e encontrou R^2 de 98,00%.

Figura 5. Índice de área foliar observado, índice de área foliar estimado e chuva no período de cinco cortes para os capins: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana.

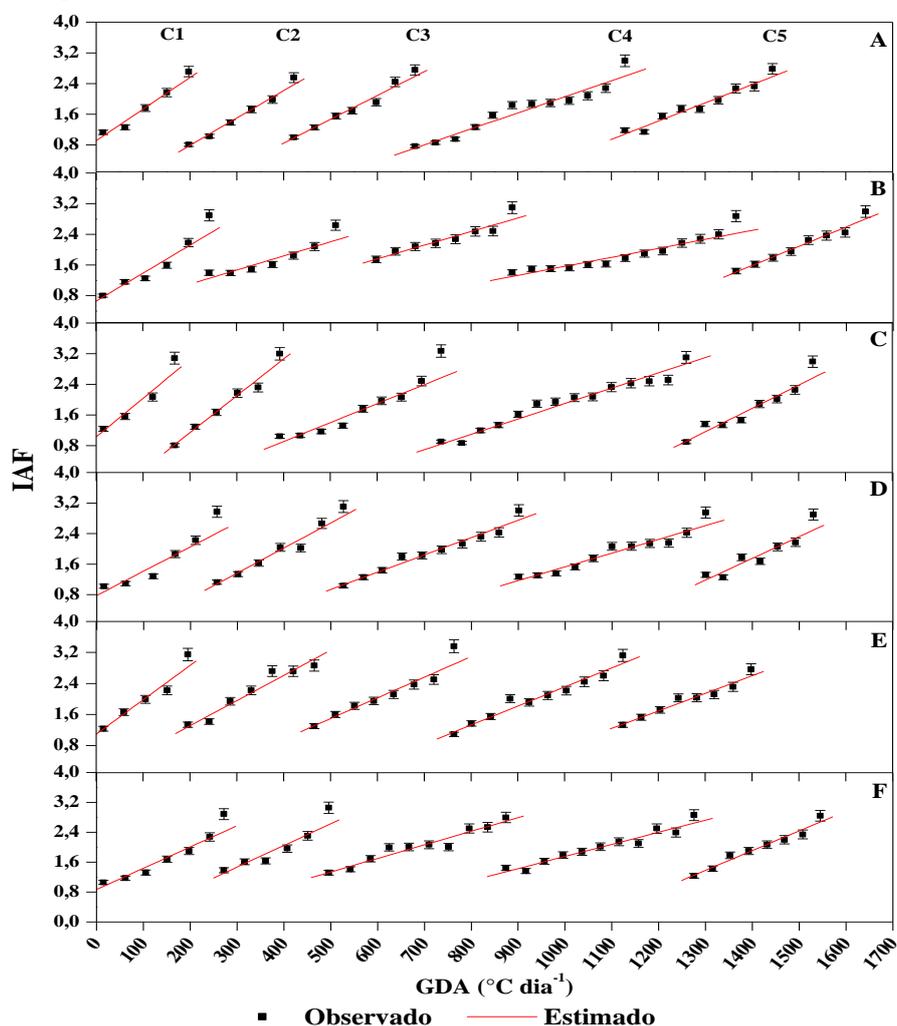


Tabela 3. Valores estimados de ajuste do modelo linear para índice de área foliar em cinco cortes de genótipos de capim na Região da Zona da Mata alagoana.

Capim elefante						
Cortes	Variáveis					
	y0			A		R²
1° Corte	0,856	(±0,112)	**	0,009	(±0,001)	** 0,971
2° Corte	-0,775	(±0,158)	**	0,008	(±0,001)	** 0,983
3° Corte	-1,852	(±0,270)	**	0,007	(±0,001)	** 0,974
4° Corte	-2,190	(±0,353)	**	0,004	(±0,000)	** 0,926
5° Corte	-4,485	(±0,524)	**	0,005	(±0,000)	** 0,955
Brachiaria decumbens						
Cortes	Variáveis					
	y0			A		R²
1° Corte	0,519	(±0,179)	*	0,009	(±0,001)	** 0,932
2° Corte	0,147	(±0,3057)	ns	0,004	(±0,001)	** 0,858
3° Corte	-0,560	(±0,406)	ns	0,004	(±0,001)	** 0,893
4° Corte	-1,126	(±0,318)	**	0,003	(±0,000)	** 0,892
5° Corte	-5,744	(±0,604)	**	0,005	(±0,000)	** 0,966
Mulato II						
Cortes	Variáveis					
	y0			a		R²
1° Corte	0,925	(±0,245)	ns	0,012	(±0,002)	* 0,930
2° Corte	-0,843	(±0,240)	*	0,010	(±0,001)	** 0,973
3° Corte	-1,621	(±0,435)	**	0,006	(±0,001)	** 0,902
4° Corte	-1,925	(±0,231)	**	0,004	(±0,000)	** 0,959
5° Corte	-7,529	(±1,122)	**	0,007	(±0,001)	** 0,920
Xaraés						
Cortes	Variáveis					
	y0			a		R²
1° Corte	0,638	(±0,208)	*	0,008	(±0,001)	** 0,906
2° Corte	-0,800	(±0,258)	*	0,007	(±0,001)	** 0,961
3° Corte	-1,349	(±0,238)	**	0,005	(±0,000)	** 0,960
4° Corte	-2,297	(±0,389)	**	0,004	(±0,000)	** 0,930
5° Corte	-7,119	(±1,518)	**	0,006	(±0,001)	** 0,876
Mombaça						
Cortes	Variáveis					
	y0			a		R²
1° Corte	1,030	(±0,183)	*	0,010	(±0,002)	** 0,934
2° Corte	0,088	(±0,236)	ns	0,006	(±0,001)	** 0,944
3° Corte	-1,457	(±0,454)	*	0,006	(±0,001)	** 0,914
4° Corte	-2,552	(±0,360)	**	0,005	(±0,000)	** 0,954
5° Corte	-3,838	(±0,562)	**	0,005	(±0,000)	** 0,947
Massai						
Cortes	Variáveis					
	y0			a		R²
1° Corte	0,761	(±0,152)	**	0,007	(±0,001)	** 0,920
2° Corte	-0,643	(±0,484)	ns	0,007	(±0,001)	** 0,885
3° Corte	-0,477	(±0,236)	ns	0,004	(±0,000)	** 0,936
4° Corte	-1,580	(±0,304)	**	0,003	(±0,000)	** 0,940
5° Corte	-5,525	(±0,601)	**	0,005	(±0,000)	** 0,963

(**): Significativo a 1%; (*): significativo a 5%; (ns): não significativo a 5%.

De acordo com a análise de variância (ANAVA) pelo teste F (Tabela 4) não houve diferença significativa entre as cultivares ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis IAF e interceptação luminosa (I.L) com coeficiente de variação (CV) de 13,05 e 3,91%, respectivamente. Porém houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F para as variáveis altura de dossel (A.D.), período entre cortes (D.E.C.) e massa fresca (M.F.) que apresentaram CV de 8,99%, 11,77% e 25,35%, respectivamente. Para a massa seca (M.S.) houve diferença significativa pelo teste F no nível de 5% de probabilidade entre as cultivares com CV de 27,06%.

Para a A.D. de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, o capim que apresentou maior porte, ou seja, o capim que apresentou maior altura média foi o capim Mombaça (81,77 cm), os capins Kurumi e Massai apresentou a segunda maior altura média, com 72,53 cm e o Xaraés a terceira maior altura média (61,33 cm). A cultivar mais baixa foi o Mulato II (45,68 cm) e o segundo menor, o Basilisk com 54,28 cm.

Mello & Pedreira (2004) em valores de I.L. próximos de 95,00%, observaram valores de altura média do dossel em torno de 55 cm. Castro *et al.* (2010) observaram aumento da altura com o aumento da idade de corte de capim-Tanzânia de 42 dias até 84 dias, porém sem diferença significativa entre as idades de 84 a 126 dias.

O período entre os cortes (P.E.C.) das cultivares que mais se destacaram, ou seja, que atingiram 90% de interceptação luminosa mais rápido foram o BRS Kurumi e o Mulato II com média de 24 dias. O Basilisk foi o que mais demorou a atingir a I.L. para corte, média de 30 dias, os demais genótipos foram os intermediários, em que o Mombaça (29 dias) e o Massai (28 dias) foram semelhantes a Basilisk e ao Xaraés (27 dias), porém o Xaraés não se assemelha a Basilisk.

Para a M.F. o BRS Kurumi apresentou maior média (8.577,38 ton ha⁻¹), se assemelhando ao Mombaça (7.237,18 ton ha⁻¹). os capins Basilisk (5.232,93 ton ha⁻¹), Mulato II (5.710,48 ton ha⁻¹), Xaraés (6.611,90 ton ha⁻¹) e Massai (6.533,57 ton ha⁻¹) foram semelhantes entre si, apresentando menor M.F., porém o Mombaça se assemelha ao Xaraés e Massai e difere da Basilisk e Mulato II.

Na M.S. o genótipo com maior produção de matéria seca foi o Massai, com 1.367,90 ton ha⁻¹, que diferiu estatisticamente do Kurumi (1.007,78 ton ha⁻¹) e se assemelhou aos demais. Já o BRS Kurumi não diferiu estatisticamente da Basilisk (1.092,91 ton ha⁻¹), Mulato II (1.188,13 ton ha⁻¹), Xaraés (1.169,96 ton ha⁻¹) e Mombaça (1.286,60 ton ha⁻¹).

Tabela 4. Análise de variância para índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (I.L.), altura de dossel (A.D.), período entre cortes (P.E.C.), massa fresca (M.F.), massa seca (M.S.) e quadro de médias para cinco cortes em seis genótipos de capim na Região da Zona da Mata alagoana.

C. de variação	GL	Quadrado médio							
		A.D. (cm)		P.E.C. (dias)		M.F. (ton ha ⁻¹)		M.S. (ton ha ⁻¹)	
Tratamento	5	4.561,40	**	152,11	**	34.826.801,16	**	419.488,85	*
Bloco	4	47,35	ns	0,16	ns	5.824.921,39	ns	366.074,56	*
Cortes	4	436,91	**	9016,02	**	7199896,459	*	438821,767	ns
Resíduo	136	34,03		10,08		2.880.291,59		144.343,09	
CV (%)		8,99		11,77		25,52		32,05	
Genótipos	Médias ^(I)								
C. elefante		72,53	b	24,00	a	8.577,38	a	1.007,78	b
B. decumbens		54,28	d	30,00	c	5.232,93	c	1.092,91	ab
Mulato II		45,68	e	24,00	a	5.710,48	c	1.188,13	ab
Xaraés		61,33	c	27,40	b	6.611,90	bc	1.169,96	ab
Mombaça		81,77	a	28,60	bc	7.237,18	ab	1.286,60	ab
Massai		72,53	b	27,84	bc	6.533,57	bc	1.367,90	a

(**): Significativo a 1%; (*): significativo a 5%; (ns): não significativo a 5%; (I): teste de médias Tukey a 5% de probabilidade; médias seguidas da mesma letra na coluna não diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Martucello *et al.* (2011) observaram valores diferentes dos valores observados nesse experimento, eles trabalharam com a *Brachiaria decumbens* Staf. na Região de Arapiraca-AL, e os resultados observados foram massa média de matéria seca da lâmina foliar foi de 281,18 g. De acordo com Alencar (2007) a queda no metabolismo da planta reflete em menores taxas de perfilhamento, aparecimento e alongamento de folhas e colmos além de menores taxas evapotranspirométricas. Essa alteração no metabolismo da planta pode ter sido decorrente das menores temperaturas encontradas no período de outono/inverno.

3.6. Conclusão

Os modelos empíricos se ajustaram bem as variáveis analisadas nessa pesquisa, portanto os modelos Linear e Sigmoidal de 3 parâmetros explicam o comportamento do índice de área foliar e altura de plantas, respectivamente.

Os capins *Panicum máximum* cv. Mombaça, *Panicum máximum* cv. Massai e Capim elefante cv. Kurumi, são os genótipos mais indicados para a região dos tabuleiros

costeiros, por apresentar porte de médio a alto, alta produção de biomassa e boa capacidade de recuperação em relação aos demais capins.

3.7. Referências bibliográficas

ALENCAR, CAB de. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região leste de Minas Gerais. 2007. 125 f.** 2007. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMUTH, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: **FAO**, 1998, 301p. Irrigation and Drainage Paper 56.

ANDRADE TEIXEIRA, Fábio et al. Características estruturais de pastos de *Brachiaria decumbens* diferidos por 140 dias e estratégias de adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, 2011.

CAVALCANTI, Francisco José de Albuquerque. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco.** 1998.

COSTA, N. de L. et al. Produtividade de forragem, composição química e morfogênese de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sob períodos de descanso. **Embrapa Roraima- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino. Desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012.

INDICADORES, I. B. G. E. Estatística da Produção Pecuária. 2017. **KOZLOSKI, GV**, p. 191-202, 2018.

MACEDO, Vitor Hugo Maués et al. Estrutura e produtividade de Capim-Tanzânia submetido a diferentes frequências de desfolhação. **Ciência Animal Brasileira**, [s.l.], v. 18, p.1-10, 2017. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v18e-38984>.

MALDONADO, H. et al. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 34, 1997.

MARTUSCELLO, Janaina Azevedo et al. Produção de biomassa e morfogênese do capim-braquiária cultivado sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, 2011.

NABINGER, C. & PONTES, L. S. 2002. Manejo da desfolha. **Simpósio sobre manejo da pastagem**. FEALQ, Jaboticabal. p.133-158.

RODRIGUES, Braz Henrique Nunes; ANDRADE, Alex Carvalho; MAGALHÃES, João Avelar. Índice de área foliar, interceptação luminosa, produção e teor de proteína do capim-Tanzânia em diferentes idades de rebrotação. **Embrapa Meio-Norte-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2011.

SHERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Roma: FAO, 1990. 832 p.

SOUZA, J.L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R.F.F.; TEODORO, I.; SANTOS, E.A.; SILVA NETO, J.L.; SILVA, P.R.T.; CARDIM, A.H.; AMORIM, E.C. Análise da Precipitação e Temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 12, n.1, p. 131-141, 2004.

4. CAPÍTULO III: Balanço hídrico de gramíneas forrageiras nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas

4.1. Resumo:

A pecuária no Brasil é caracterizada pela exploração extensiva de pastagens naturais ou em más condições de uso, portanto um dos fatores que determinam a produtividade das pastagens é o armazenamento de água no solo. Com isso, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a umidade do solo pelos métodos do TDR e Balanço hídrico e aplicar o balanço proposto por Pearce e Bernardo *et al.* (2006) à diferentes genótipos de capim na Região da Zona da Mata. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias (CECA) na Região dos tabuleiros costeiros de Alagoas, com o delineamento estatístico de blocos casualizados, com trinta parcelas. Os tratamentos foram compostos pelos genótipos de capim: Capim Elefante cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Massai e *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. O período de avaliações foi de 17/04/2018 a 12/08/2018. Os dados agrometeorológicos foram cedidos pelo Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia. A fase de crescimento foi determinada a partir das caracterizações fisiológicas observadas em campo. O Kc foi ajustado pelo método do boletim da FAO-56. O balanço hídrico realizado para a cultura foi o proposto por Pearce e por Bernardo *et al.* (2006). As hastes do TDR foram calibradas e usadas como os dados observados para a comparação com ou demais métodos. As aproximações dos valores estimados aos dados observados foram avaliadas a partir do índice de concordância (d) de Willmott (1982), do teste de Student (t) pareado, e também pelo método da raiz quadrada do erro médio (RMSE). No período de avaliação não houve restrição hídrica e térmica. Os genótipos apresentaram deficiência hídrica abaixo de 25 mm para os dois métodos. Houve variação abaixo de 26 % entre os dados observados e os calculados pelos balanços, apresentando os armazenamentos de água no solo computado pelo TDR acima dos valores encontrados pelos métodos de balanço hídrico adotados nessa pesquisa. Com isso os testes estatísticos apresentaram diferença entre os dados observados e os estimados pelo balanço. Concluindo que, apesar dos métodos de balanço hídrico propostos por Pearce e Bernardo *et al.* proporcionarem um acompanhamento do conteúdo de água no solo satisfatório, os métodos de balanço hídrico apresentaram diferença dos dados observados pelo TDR, devido à ampla sensibilidade do equipamento em medir o conteúdo de água no solo.

Palavras-Chave: TDR, Balanço de água no solo e Cultivares de capim

4.2. Abstract:

Livestock in Brazil is characterized by the extensive exploitation of natural pastures or under bad conditions of use, so one of the factors that determine pasture productivity is the storage of water in the soil. Thus, the objective of this research was to evaluate soil moisture by the TDR and Water Balance methods and to apply the balance proposed by Pearce and Bernardo et al. (2006) to the different grass genotypes in the Zona da Mata Region. The experiment was conducted at the Agricultural Sciences Center (CECA) in the Alagoas Coastal Trails Region, with a randomized complete block design with thirty plots. The treatments were composed of grass genotypes: Capim Elefante cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria hybrid* cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Massai and *Panicum maximum* cv. Mombasa and *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. The evaluation period was from 04/17/2018 to 08/12/2018. Agrometeorological data were provided by the Laboratory of Irrigation and Agrometeorology. The growth phase was determined from the physiological characterization observed in the field. Kc was adjusted by the FAO-56 bulletin method. The water balance for the crop was proposed by Pearce and Bernardo et al. (2006). The TDR stems were calibrated and used as observed data for comparison with other methods. The approximations of the estimated values to the observed data were evaluated from the Willmott concordance index (d) (1982), the paired Student's t test, and also by the mean square error root method (RMSE). In the evaluation period there was no water and thermal restriction. The genotypes presented water deficiency below 25 mm for both methods. There was a variation below 26% between the data observed and those calculated by the balance sheets, showing the soil water storage computed by the TDR above the values found by the water balance methods adopted in this study. Thus, the statistical tests showed a difference between the data observed and those estimated by the balance sheet. Concluding that, despite the water balance methods proposed by Pearce and Bernardo et al. provided satisfactory monitoring of soil water content, water balance methods differed from the data observed by TDR, due to the wide sensitivity of the equipment in measuring soil water content

Key words: TDR, soil water balance and grass genotypes

4.3. Introdução

O cultivo de gramíneas forrageiras para a formação de pastagens expressa grande importância econômica e ambiental para a sustentabilidade do sistema de produção agropecuário (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Essa prática é a melhor estratégia para alimentação porque fornece carboidratos, proteínas, fibras e nutrientes responsáveis pela saúde e produção dos animais (FLEITAS *et al.*, 2018; FERREIRA & ZANINE, 2007).

No Brasil o rebanho bovino é aproximadamente 171,86 milhões de cabeças em uma área de aproximadamente 158,62 milhões de ha (aproximadamente 1,08 cabeças de gado bovino por hectare). Em Alagoas o efetivo bovino é de 0,79 milhões de animais em 0,82 milhões de hectare (0,96 unidade animal (UA) por hectare). Porém mais de 60% dessa área é composta por pastagens naturais ou em más condições de uso, sem manejo adequado (IBGE, 2017). Os fatores naturais ou climáticos como a seca e o calor afetam significativamente o metabolismo oxidativo dos capins gerando mudanças no desempenho bioquímico e crescimento das plantas (TOMMASINO *et al.*, 2018)

A produtividade das pastagens é definida pelo período chuvoso. De acordo com Barbosa *et al.* (2015) períodos de maior intensidade e frequência de chuvas aumenta a produtividade, porém, quando ocorre o oposto, há redução na produtividade, gerando uma estacionalidade de produção. Fatores como: características fisiológicas das plantas, radiação solar, fotoperíodo, temperatura e deficiência hídrica limitam a produção do capim. Portanto a produção satisfatória de matéria seca de forrageiras depende da disponibilidade hídrica da região (CÓSER *et al.*, 2008).

Os métodos de determinação de umidade do solo podem ser classificados como diretos ou indiretos (COSTA, 2017), em que medidas que envolvem ondas elétricas e magnéticas vêm sendo adotada, individual ou em combinações, para fornecer informações sobre o meio em estudo (CONKLIN, 2013). O equipamento de Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) é um dos métodos de medição indireta da umidade do solo, que consiste na medição da velocidade que um pulso eletromagnético se propaga pelo solo (COSTA, 2017), outro método indireto de medição de umidade no solo é através do balanço hídrico, que consiste em um processo de contabilidade em que os valores de fluxo são atribuídos a cada uma das fontes de água individuais identificadas no plano de gerenciamento de água (BOTZ *et al.*, 2016).

Contudo, além de selecionar forrageiras de melhor qualidade, produção, resistência a intempéries e adaptação das plantas às regiões de cultivo, é necessário o monitoramento

do conteúdo de água no solo, tornando a opção de aumentar a densidade de lotação das pastagens através de um manejo mais adequado para melhoria da produção bovina (VAN DER LINDEN *et al.*, 2018).

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a umidade medida com o TDR e pelos Balanços hídricos proposto por Pearce e Bernardo *et al.* (2006) à diferentes genótipos de capim na Região da Zona da Mata Alagoana.

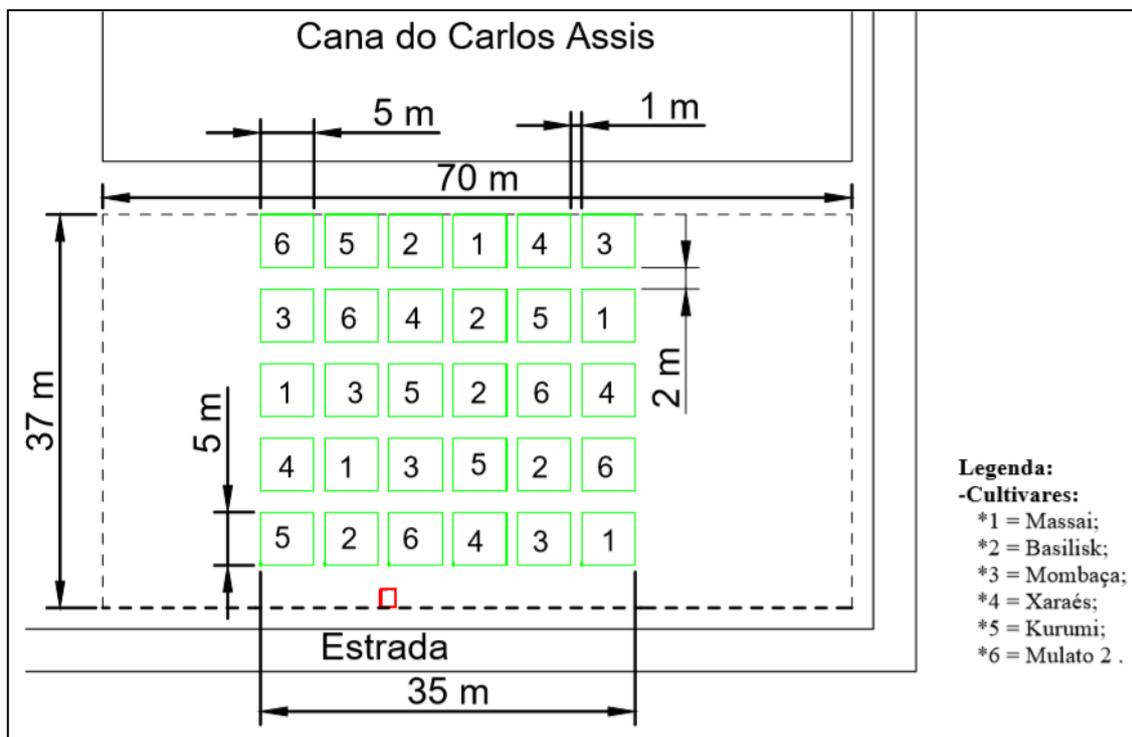
4.4. Material e métodos

4.4.1. Localização, delineamento estatístico e tratamentos

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), na Região de Rio Largo (9° 29' 45" S, 35° 49' 54" W e altitude de 127 m), situada nos tabuleiros costeiros de Alagoas. O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Argissólico, de textura média/argilosa e declividade inferior a 2%. A temperatura média do ar é de 23,14°C e a precipitação pluvial anual média é de 1.800 mm, com o período chuvoso iniciando na primeira quinzena de abril e terminando na segunda quinzena de outubro, à probabilidade de 80% (SOUZA *et al.*, 2004).

O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e cinco repetições, totalizando trinta parcelas, em que os tratamentos foram compostos pelos genótipos de capim: *Capim Elefante* cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Massai e *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (Figura 6).

Figura 6. Croqui da área experimental e da locação dos genótipos de capim: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), na Região da Zona da Mata alagoana.



4.4.2. Manejo do solo, Implantação do experimento e avaliações

A coleta do solo para a análise química foi realizada no dia 08 de setembro de 2017 em 9 pontos distribuídos aleatoriamente em forma de zig-zag na área experimental. Após o resultado da análise química do solo foi calculada a quantidade de calcário para elevar a saturação por base para 60%, total de 3,23 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (CAVALCANTI, 1998). Seguido da aplicação, o calcário foi incorporado ao solo com o auxílio de uma gradagem e deixado em pousio por 60 dias até o plantio. Cerca de uma semana antes da abertura das covas o solo recebeu mais duas gradagens, uma para revolver o solo e outra para nivelar a área. As covas foram abertas manualmente na profundidade aproximada de 0,10 a 0,15 m, espaçadas em 0,50 x 0,50 m, com o auxílio de enxadas e de gabaritos graduados. A adubação de fundação seguiu a recomendação do manual do IPA para pastagens, que foi: 10 Kg ha⁻¹ de N, 100 Kg ha⁻¹ de P2O5 e 120 Kg ha⁻¹ de K2O em forma de Ureia, Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio, respectivamente (CAVALCANTI, 1998). A adubação de cobertura foi realizada a cada dois meses a partir da implantação do pasto com 70 Kg/ha de nitrogênio em forma de Ureia. O plantio foi realizado no dia 07/11/2017 com mudas de cada genótipo de capim.

Para a formação do pasto a área foi irrigada por sistema de aspersão convencional, que tomou como base a evapotranspiração da cultura (ETc) (ALLEN *et al.*, 1998). O turno de rega foi de 2 dias e até a formação do pasto foram realizados três cortes de uniformização baseados na interceptação luminosa (90%), para a partir daí começar as avaliações. O período de avaliações foi de 17/04/2018 a 12/08/2018, período considerado chuvoso na região.

4.4.3. Balanço hídrico e variáveis

Os dados de evapotranspiração de referência (ETo), precipitação pluvial (P), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (u_2) foram cedidos pelo Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia (LIA) do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), que mantém uma estação meteorológica automática à aproximadamente 400 metros da área do experimento.

A fase de crescimento foi determinada a partir das caracterizações fisiológicas observadas em campo, em que a medida que os capins estabilizavam seu crescimento, eram identificadas as fases de crescimento e intermediária para a determinação dos coeficientes da cultura (Kc), posteriormente foi calculada pela equação 4 a percentagem média de dias na fase de crescimento (Tabela 4), a fase intermediária não foi calculada devido ao corte dos capins em função da interceptação luminosa, porque não completavam essa fase.

$$\overline{Pm} = \left(\frac{\left(\frac{Nd_1}{Nt_1} \right) + \left(\frac{Nd_n}{Nt_n} \right)}{Np} \times 100 \right) \quad (4)$$

em que: \overline{Pm} é o período médio no estágio de desenvolvimento, %; Nd_1 é o número de dias até o máximo desenvolvimento no período 1; Nd_n é o número de dias até o máximo desenvolvimento no período “n”; Nt_1 é o número total de dias no período 1; Nt_n é o número total de dias no período “n” e Np é o número de períodos.

Tabela 5. Percentagem de dias na fase de crescimento para os capins: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés na Região da Zona da Mata alagoana.

Genótipos	Dias na fase de crescimento
Capim Elefante cv. BRS Kurumi	75 %
Panicum maximum cv. Massai	91 %
Brachiaria decumbens cv. Basilisk	72 %
Brachiaria híbrida cv. Mulato II	80 %
Panicum maximum cv. Mombaça	80 %
Brachiaria brizantha cv. Xaraés	65 %

O Kc inicial para a realização do balanço hídrico foi ajustado em função da ETo média do ciclo e do intervalo de entre eventos de chuvas significantes. Já o Kc intermediário foi ajustado em função do Kc tabelado pelo boletim da FAO-56, da UR média mínima na fase, da u_2 média a 2 metros de altura na fase e da altura média das plantas durante a fase (h) (ALLEN *et al.*, 1998), como na equação 5:

$$Kc_{int} = Kc_{(tab)} + [0,04(u_2 - 2) - 0,004(UR_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0,3} \quad (5)$$

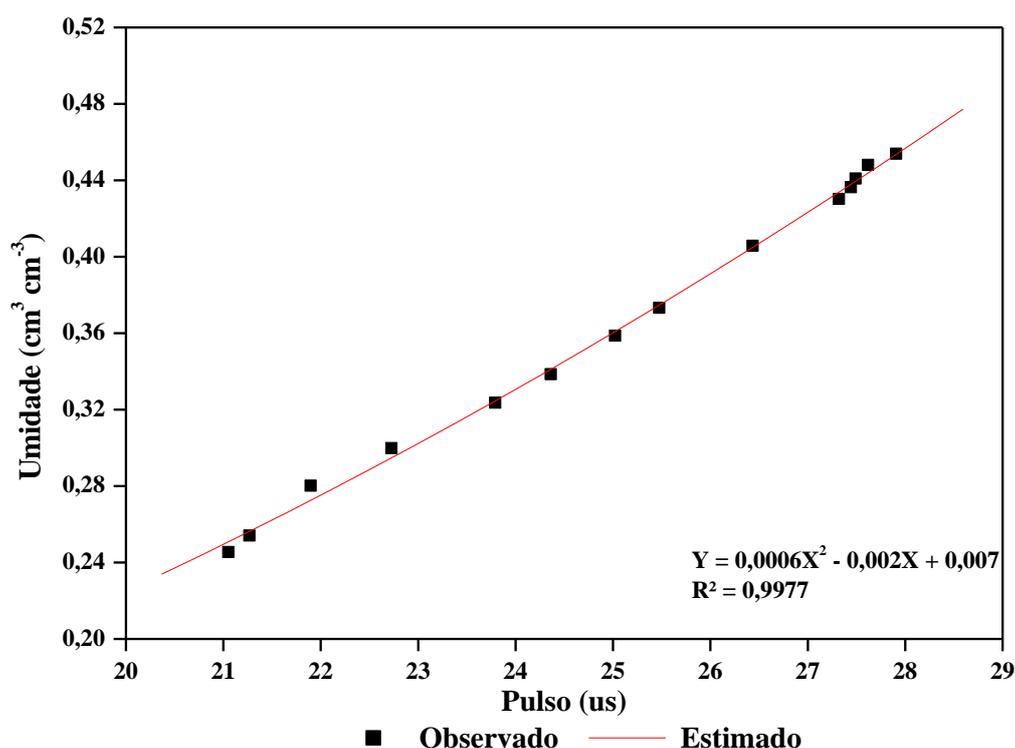
O balanço hídrico realizado para a cultura foi o proposto por Pearce que leva em consideração a variação da profundidade efetiva do sistema radicular (Z), porém no caso dessa pesquisa, no período em que começaram as avaliações a cultura já estava estabelecida e as raízes já estavam completamente desenvolvidas, portanto Z foi igual a 0,50 m para realizar os balanços hídricos. A análise física do solo mostra os valores de capacidade de campo e ponto de murcha permanente (Tabela 6), o que resultou em uma CAD de 62,00 mm e o fator de disponibilidade hídrica para o cálculo da água facilmente disponível (AFD) foi 60,00% da CAD, igual a 37,20 mm (ALLEN *et al.*, 1998).

Tabela 6. Valores de capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) do solo do experimento em quatro profundidades Região da Zona da Mata alagoana.

Profundidade (cm)	CC	PMP
0-10	15,59 %	8,32 %
10-20	20,07 %	10,09 %
20-30	24,03 %	12,10 %
30-40	25,20 %	13,24 %

As hastes do equipamento de TDR do modelo CS616 (Water Content Reflectrometers, Campbell Scientific, Logan, Utah), foram locadas ao centro de cada parcela, uma em cada tratamento, totalizando 6 hastes de monitoramento de umidade. As medidas foram feitas a cada dez minutos e armazenadas no sistema automático de aquisição de dados. No final do experimento foi realizada a calibração do equipamento pelo método gravimétrico para achar a umidade do solo (Y) em função do pulso (X) (Figura 7).

Figura 7. Curvas e equações de calibração da umidade do solo em função do pulso do TDR nas cultivares: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés na Região da Zona da Mata alagoana.



Para as avaliações do conteúdo de água no solo considerou-se os dados provenientes do TDR como os dados observados, a profundidade da raiz para as comparações igual a 30 cm e os valores do PMP. As aproximações dos valores estimados aos dados observados foram avaliadas a partir do índice de concordância (d) de Willmott (1982), que avalia a concordância existente entre os pontos simulados e observados através da aproximação ou afastamento dos dados, esse coeficiente é representado pela letra “d”, que varia de zero a um, em que zero indica a nulidade e um indica a exatidão (Equação 6).

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Si - Oi)^2}{\sum_{i=1}^n \left(|Si - \bar{O}| + |Oi - \bar{O}| \right)^2} \right] \quad (6)$$

Em que: Si é o valor estimado pelo modelo no dia i ; Oi é o valor observado no dia i e \bar{O} é a média dos valores observados.

O desempenho dos métodos também foi avaliado pelo método da raiz quadrada do erro médio (RMSE), que quantifica a dispersão entre os dados observados e estimados da análise, que de acordo com Loague e Green, (1991), quanto mais próximo de zero, melhor o resultado o ajuste do modelo para a simulação (Equação 7).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Si - Oi)^2}{n - 1}} \quad (7)$$

onde: RMSE é a raiz quadrada do erro médio; Si é o valor estimado pelo modelo; Oi é o valor observado e n é o número de dados.

O último teste usado para avaliar os dados estimados e observados foi o teste de Student (t) pareado, para comprovar se há ou não diferença significativa entre os dados estimados e os observados pelo TDR, a nível de 5% de probabilidade, como segue equação 8:

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \quad (8)$$

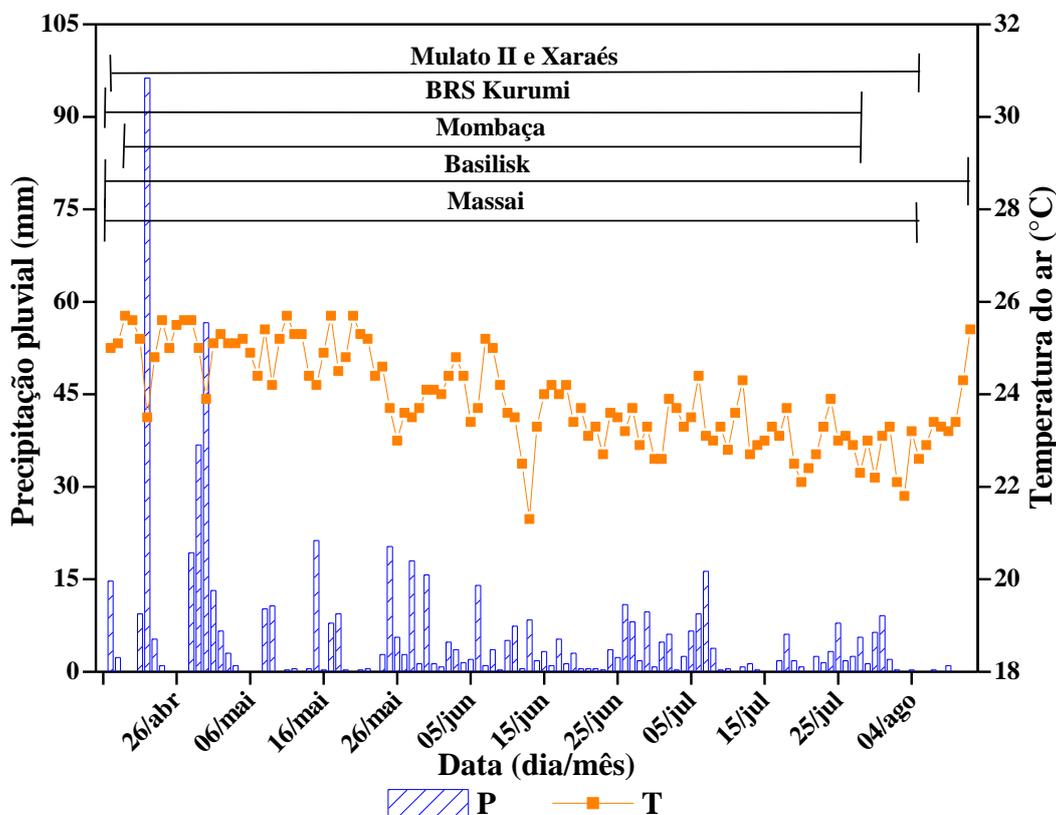
em que: t é o “t” calculado, “ \bar{d} ” é o média da diferença entre todas as observações, “ s^2 ” é a variância e o “ n ” é o número de observações.

4.5. Resultados e discussão

4.5.1. Variáveis meteorológicas

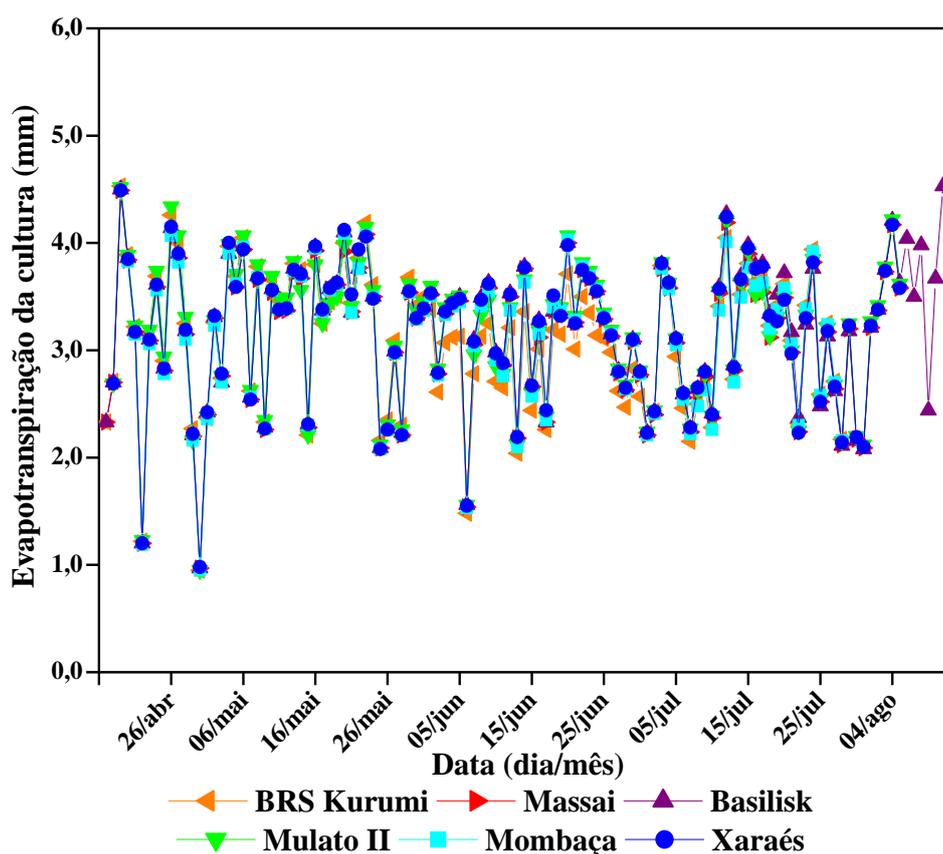
A temperatura média do ar variou de 21,3 a 25,7 °C com média de 24,0 °C, dentro da faixa determinada por Sherman & Riveros (1990) que vai de 15 a 35°C. As condições ambientais, radiação, precipitação pluvial, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura do ar, são variáveis determinantes na velocidade de crescimento, na estrutura do dossel e principalmente na produção de matéria seca em espécies forrageiras (Nabinger & Pontes, 2002; Costa *et al*, 2017). Já a precipitação total nos cinco ciclos das cultivares BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés foram 591,3, 610,6, 611,9, 595,9, 574,3 e 595,9 mm, respectivamente (Figura 8).

Figura 8. Precipitação pluvial (P), temperatura média do ar (T) e períodos de avaliação das cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés, no período de 17 de abril de 2017 a 12 de agosto de 2017 na Região da Zona da Mata alagoana.



A evapotranspiração da cultura (ET_c) variou de 0,95 mm, nos cinco ciclos de cultivo das cultivares BRS Kurumi e Mulato II, a 4,5 mm, no genótipo Basilisk, somando 318,0 (BRS Kurumi), 347,7 (Massai), 378,0 (Basilisk), 349,0 (Mulato II), 312,0 (Mombaça) e 348,6 mm (Xaraés) (Figura 9). Esses valores diferem dos encontrados por Muniz *et al.* (2014) que observou variação de evapotranspiração de 3,93 a 8,93 mm, trabalhando com o capim Mombaça na Região de Campo dos Goytacazes, norte do Rio de Janeiro.

Figura 9. Evapotranspiração da cultura das cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés, no período de 17 de abril de 2017 a 12 de agosto de 2017 na Região da Zona da Mata alagoana.



4.5.2. Balanço hídrico

De acordo com o balanço hídrico proposto por Pearce (método 1), as cultivares BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés sofreram deficiência hídrica de 2,1, 1,6, 11,4, 22,3, 1,1 e 25,1 mm, respectivamente, durante os dias do período de avaliação. Já pelo método proposto por Bernardo *et al.* (2006) (método 2), apenas o

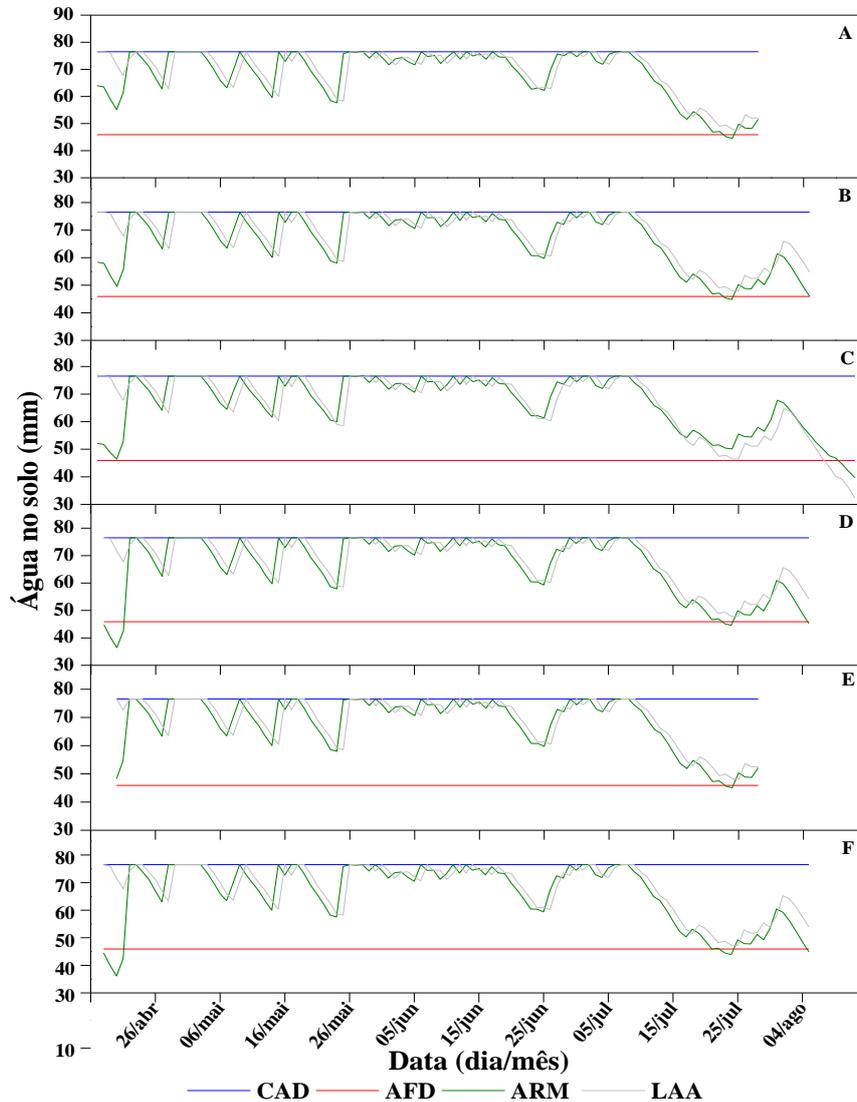
genótipo *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sofreu deficiência hídrica, de 38,30 mm, e entre os dois métodos de avaliação foi o maior (Figura 10).

O capim Elefante BRS Kurumi passou apenas 1,94% do período de avaliação com o armazenamento abaixo do nível de umidade crítica para a metodologia de Pearce, na metodologia de Bernardo *et al.* a cultivar não passou por deficiência hídrica no período de avaliação, assim como os genótipos Massai, Mulato II, Mombaça e Xaraés. A cultivar Massai pela primeira metodologia, passou por três períodos de armazenamento de água no solo abaixo da água facilmente disponível (AFD), total de X dias, cerca de 1,80% do período avaliado (X dias). No capim Basilisk o período de deficiência hídrica correspondeu a 2,54% pelo método 1 e 4,24% pelo método 2.

O maior período de estresse hídrico foi sofrido pelos capins Mulato II e o Xaraés, que de acordo com o método de Pearce de avaliação de umidade no solo, sofreu deficiência hídrica em 6,36% (X dias) de seu período de avaliação (X dias). O capim Mombaça ficou com o armazenamento de água abaixo da AFD em apenas 2,00% (X dias) do período de avaliação (x dias). Essa variação nos períodos de deficiência hídrica pelas cultivares se deu ao fato do tempo de avaliação das gramíneas ser em função de fatores externos como: tempo de corte, que foi em função da interceptação luminosa (90%), índice de área foliar (IAF), altura média de plantas, ETC etc.

Souza *et al.* (2015) na Região de Serra Talhada-PE, trabalhando com capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e o capim Corrente (*Urochloa mosambicensis*), encontraram valores de armazenamento de água no solo variando de -25,07 mm em março de 2012 a 44,23 mm em dezembro de 2013, e evapotranspirações totais de 143,63 e 372,67 mm para 2012 e 2013, respectivamente. Os autores concluíram que a evapotranspiração da pastagem foi baixa, porém foi o principal componente de saída de água do sistema (56% da precipitação pluvial), seguido pelo escoamento superficial (24% da precipitação pluvial). Além disso o fluxo de água no limite inferior ($z = 0,30$ m) do solo no ano mais seco (2012) ocorreu principalmente no sentido ascendente, sendo o inverso no ano mais chuvoso (2013), portanto mesmo em anos de seca, é necessário se quantificar o escoamento superficial e as perdas e/ou ganhos de água no limite inferior do solo para se ter uma avaliação precisa da dinâmica da água no sistema solo-pastagem.

Figura 10. Capacidade de água disponível (CAD), água facilmente disponível (AFD) e armazenamento de água no solo pelo método do balanço hídrico de Pearce (ARM) e pelo método de Bernardo et al. (2006) (LAA) nas cultivares de gramíneas: BRS Kurumi (A), Massai (B), Basilisk (C), Mulato II (D), Mombaça (E) e Xaraés (F) no período de 17 de abril a 12 de agosto de 2018, na Região da Zona da Mata alagoana.



4.5.3. Métodos de monitoramento de água no solo

Na figura 11 observa-se valores de armazenamento de água no solo (ARMS) pelos métodos de Pearce (método 1), de Bernardo *et al.* (método 2) e pelo método do TDR na profundidade de 0,30 m de profundidade no solo. Os métodos empíricos apresentaram diferentes comportamentos em relação as hastes do TDR e nas cultivares avaliadas nesta pesquisa. No Capim elefante cv. Kurumi, pelo método 1, houve variação no ARMS de 53,5 a 85,5 mm, no segundo método, essa variação foi de 56,3 a 85,5 mm e no TDR a

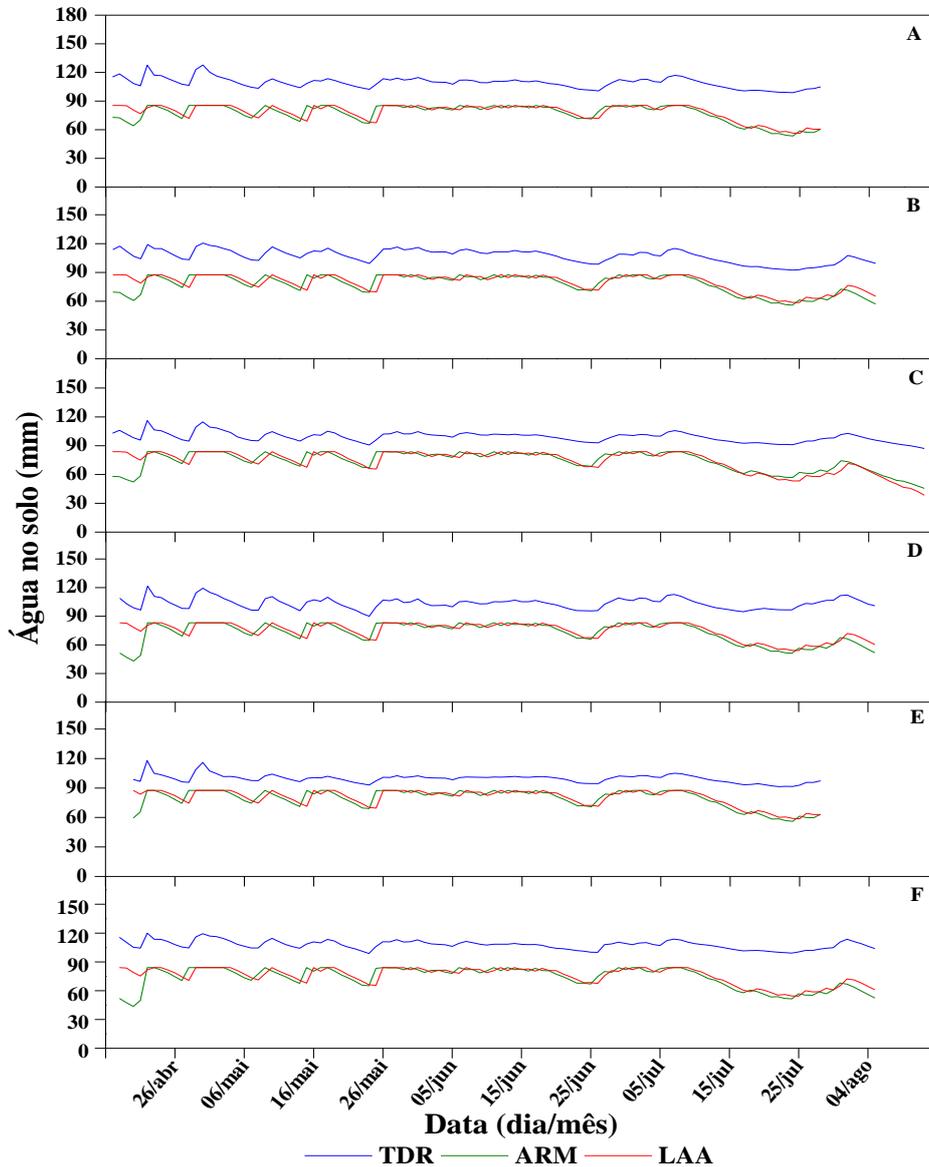
variação foi de 98,8 a 127,8 mm, em que o valor mínimo desse último método foi próximo ao valor máximo dos métodos empíricos. Já nas cultivares Massai, Basilisk, Mulato II e Xaraés, a variação no armazenamento foi de 55,9 a 87,6; 45,6 a 83,7; 43,0 a 83,1 e 43,6 a 84,0 mm, no método 1, 58,5 a 87,6; 38,5 a 87,6; 54,0 a 83,1 e 54,4 a 84,0 mm, no método 2 e 92,3 a 120,5; 87,1 a 116,2; 89,9 a 121,4 e 98,7 a 120,0 mm, no TDR, respectivamente. A variação do armazenamento médio no TDR em relação à variação nos métodos foi 37,5, 34,5, 41,9 e 46,2%, no método 1, e 34,6, 34,2, 38,0 e 42,1% superior para as cultivares Massai, Basilisk, Mulato II e Xaraés, respectivamente.

O capim Mombaça foi o que apresentou a variação dos dados do TDR mais próximo a variação dos métodos de balanço hídrico, em que a variação do ARMS para o TDR foi de 91,5 a 117,9 mm, no de Pearce foi de 56,1 a 87,6 mm e no método de Bernardo *et al.* foi de 58,7 a 87,6 mm, apresentando o armazenamento de água no solo pelo TDR em relação ao método de Pearce de 25,5% a mais e ao método de Bernardo de 23,9% a mais.

Os genótipos de capim apresentaram o ARMS computado pelo TDR acima dos valores encontrados pelos métodos de balanço hídrico adotados nessa pesquisa. Isso se dá pelo fato do TDR captar todo volume de água presente no solo, portanto as umidades acima capacidade de campo e abaixo do ponto de murcha permanente (PMP), entram no monitoramento, fato que não acontece nos balanços hídricos, em que o ARMS só pode ser no máximo a capacidade de campo e no mínimo o PMP. Além disso o erro padrão no processo de calibração e também defeito nas hastes podem levar a essa diferença nos valores dos métodos.

De acordo com Calderón (2010) fatores como a metodologia da análise utilizada para estabelecer o valor do comprimento aparente, a constante dielétrica dos minerais, efeitos de temperatura, granulometria do solo, teor de matéria orgânica, limitação do cabo coaxial, tipo da sonda empregada e o contato do solo com a sonda, são fatores que influenciam diretamente na determinação da constante dielétrica. Poucos estudos foram desenvolvidos para determinar a melhor metodologia para estabelecer o conteúdo de água no solo, porém investigações demonstraram que a posição incorreta no ponto de inflexão pode produzir uma variação de 6% de erro absoluto no teor de umidade volumétrica (LOOK & REEVES, 1992).

Figura 11. Umidade real observada por reflectometria no domínio do tempo (TDR), armazenamento de água no solo pelo método do balanço hídrico de Pearce (ARM) e pelo método de Bernardo et al. (2006) (LAA) para os genótipos de capim: BRS Kurumi (A), Massai (B), Basilisk (C), Mulato II (D), Mombaça (E) e Xaraés (F) no período de 17 de abril a 12 de agosto de 2018, na Região da Zona da Mata alagoano.



Rocha *et al.* (2014), avaliando o conteúdo de água no solo em cultivo de milho baseado no balanço hídrico e na reflectometria no domínio do tempo, na Região de Arapiraca, AL. Concluíram que o método logarítmico de avaliação da umidade do solo, foi o único método que não diferenciou dos resultados obtidos pelo TDR, apresentando o valor de “d” de Willmott igual a 0,97.

Tabela 7. Valores de graus de liberdade (GL) umidade observada média (\bar{O}), umidade estimada média (\bar{P}), desvio padrão (s), “t” de Student, “d” de willmott (1982) e raiz quadrada do erro médio (RMSE), pelas metodologias do Balanço hídrico de Pearce e Bernardo et al. (2006) para os genótipos de capim: BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés na Região da Zona da Mata alagoano.

Metodologia	Variáveis						
	BRS Kurumi						
	GL	\bar{O}	\bar{P}	s	t	d	RMSE
Pearce	102,00	109,28	77,44	32,62	9,91 ^{ns}	0,26	32,47
Bernardo	102,00	109,28	77,44	31,24	9,96 ^{ns}	0,27	31,09
	Massai						
	GL	\bar{O}	\bar{P}	s	t	d	RMSE
Pearce	110,00	107,30	78,02	29,97	10,29 ^{ns}	0,36	29,84
Bernardo	110,00	107,30	78,02	27,94	10,41 ^{ns}	0,38	27,82
	Basilisk						
	GL	\bar{O}	\bar{P}	s	t	d	RMSE
Pearce	117,00	99,10	73,68	26,58	10,39 ^{ns}	0,32	26,47
Bernardo	117,00	99,10	73,68	26,43	10,37 ^{ns}	0,34	26,32
	Mulato II						
	GL	\bar{O}	\bar{P}	s	t	d	RMSE
Pearce	109,00	103,56	72,97	32,10	10,00 ^{ns}	0,24	31,95
Bernardo	117,00	103,56	72,97	29,53	10,14 ^{ns}	0,26	29,40
	Mombaça						
	GL	\bar{O}	\bar{P}	s	t	d	RMSE
Pearce	99,00	99,66	79,42	21,39	9,46 ^{ns}	0,31	21,29
Bernardo	99,00	99,66	79,42	20,10	9,55 ^{ns}	0,32	20,01
	Xaraés						
	GL	\bar{O}	\bar{P}	s	t	d	RMSE
Pearce	109,00	107,76	73,73	35,33	10,10 ^{ns}	0,21	35,18
Bernardo	109,00	107,76	73,73	32,64	10,26 ^{ns}	0,22	32,49

(*): significativo a 5%; (ns): não significativo a 5%; (t): teste de Student a 5% de probabilidade;

De acordo com os resultados do teste de Student (t) para os capins BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés foram 9,92, 10,29, 10,39, 10,00, 9,46 e 10,10, para o método de Pearce e 9,96, 10,41, 10,37, 10,14, 9,55 e 10,26 para o método de Bernardo *et al.*, respectivamente, em que não houve diferença significativa no nível de 5% de probabilidade entre os dados do balanço e os dados observados pelo TDR. Pelo teste de Willmott (d) a aproximação entre os dados obtidos pelo balanço e os observados pelo TDR, foram 0,26, 0,36, 0,32, 0,24, 0,31 e 0,21, para o método 1 e 0,27, 0,38, 0,34, 0,26, 0,32 e 0,22, para o método 2, respectivamente para BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés. Esse teste mostrou de forma numérica a aproximação dos

valores dos métodos aos do TDR. Nos valores apresentados pelo RMSE dos dados dos balanços em função do TDR, quantificamos a diferença entre os dados, onde no método de Pearce foi 32,47, 29,84, 26,47, 31,95, 21,29 e 35,18, e no métodos de Bernardo *et al.* foi 31,09, 27,82, 26,32, 29,40, 20,01 e 32,49, para BRS Kurumi, Massai, Basilisk, Mulato II, Mombaça e Xaraés, respectivamente. (Tabela 7).

Rocha (2015) trabalhando com fluxo de energia, água e CO₂ em cultivo de cana-de-açúcar na Região de Rio Largo, Alagoas, observou que o ARM se manteve sempre acima da umidade crítica, além disso, constatou-se que o ARM foi igual a capacidade de campo em cerca de 95% do período avaliado.

Medeiros (2009) avaliando componentes do balanço de água e de radiação solar no desenvolvimento do milho, em quatro épocas de semeadura na Região do Agreste alagoano, observou pelo método do TDR o comportamento do ARM acima da umidade na capacidade de campo nas quatro épocas de plantio, constatando a sensibilidade do equipamento em situações de deficiência e excesso hídrico do solo.

4.6. Conclusão

Os métodos de balanço hídrico propostos por Pearce e Bernardo *et al.*, proporcionaram um acompanhamento do conteúdo de água no solo satisfatório.

Houve diferença significativa entre os métodos de balanço hídrico e os dados observados pelo TDR, devido á ampla sensibilidade do equipamento em medir o conteúdo de água no solo.

4.7. Referências bibliográficas

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMUTH, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: **FAO**, 1998, 301p. Irrigation and Drainage Paper 56.

BARBOSA, Brenon Diennevan Souza; OLIVEIRA, Flávio GonÇalves; FIGUEIREDO, Flávio Pimenta de. Determinação do coeficiente de cultivo (kc) do capim tanzânia irrigado no norte de minas gerais. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 2, p.11-20, 2015. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2032>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. –Viçosa: Ed. UFV. **625p**, 2006.

BOTZ, M. M.; MUDDER, T. I.; AKCIL, A. U. Cyanide treatment: physical, chemical, and biological processes. In: **Gold ore processing**. Elsevier, 2016. p. 619-645.

CALDERÓN, Victor Jack Valdivia. **Interpretação dos resultados de ensaios TDR para a determinação do teor de umidade dos solos**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CAVALCANTI, Francisco José de Albuquerque. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 1998.

CONKLIN, Alfred R. **Introduction to soil chemistry: Analysis and instrumentation**. John Wiley & Sons, 2013.

CÓSER, Antônio Carlos et al. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante, irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1625-1631, 2008.

COSTA, N. de L. et al. Produtividade de forragem, composição química e morfogênese de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sob períodos de descanso. **Embrapa Roraima- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

COSTA, Bruna Freire Domingues da. **Reflectometria no domínio do tempo (TDR) para determinação do conteúdo de água em solos tropicais do Distrito Federal**. 2017. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília.

FERREIRA, Daniele de Jesus; MOURA ZANINE, Anderson de. Importância da pastagem cultivada na produção da pecuária de corte brasileira. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria**, v. 8, n. 3, 2007.

FLEITAS, Alex Coene et al. Características morfogênicas do capim-convert HD364® adubado com fontes de fósforo de diferentes solubilidades. **Agrarian**, v. 11, n. 39, p. 59-67, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017. Censo agropecuário 2017: Resultados Preliminares –Rio de Janeiro, v. 7, p. 1-108, 2017.

LOAGUE, K., GREEN, R.E. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. *J. Contam. Hydrol.* 7, 51–73. 1991.

LOOK, B. G.; REEVES, I. N. The application of time domain reflectometry in geotechnical instrumentation. *Geotechnical Testing Journal*, v. 15, n. 3, p. 277-283, 1992.

MEDEIROS, Rui Palmeira et al. **Componentes do balanço de água e de radiação solar no desenvolvimento do milho em quatro épocas de semeadura no agreste de Alagoas.** 2009. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Alagoas.

MUNIZ, RODRIGO ALMEIDA et al. Balanço de energia e evapotranspiração do capim Mombaça sob sistema de pastejo rotacionado. *Revista brasileira de meteorologia*, v. 29, n. 1, p. 47-54, 2014.

NABINGER, C. & PONTES, L. S. 2002. Manejo da desfolha. **Simpósio sobre manejo da pastagem.** FEALQ, Jaboticabal. p.133-158.

OLIVEIRA, Patrícia Perondi Anchão et al. Balanço e emissões de gases de efeito estufa em sistemas integrados. In: **Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 1.; ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 4., Pato Branco, 2017, Palestras: intensificação com sustentabilidade. Cascavel: UTFPR, 2017., 2017.

ROCHA, Adolpho Emanuel Quintela et al. CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO POR REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DO TEMPO E BALANÇO DE ÁGUA NO SOLO EM CULTIVO DE MILHO. *IRRIGA*, v. 19, n. 2, p. 267, 2014.

ROCHA, Adolpho Emanuel Quintela da et al. **Fluxos de energia, água e CO₂ em cultivo de cana-de-açúcar por métodos micrometeorológicos.** 2015. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Alagoas.

SOUZA, J.L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R.F.F.; TEODORO, I.; SANTOS, E.A.; SILVA NETO, J.L.; SILVA, P.R.T.; CARDIM, A.H.; AMORIM, E.C. Análise da Precipitação e Temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, período 1972-2001. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, RS, v. 12, n.1, p. 131-141, 2004.

SHERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Roma: FAO, 1990. 832 p.

SOUZA, Rodolfo M. S. et al. Balanço hídrico em área de pastagem no semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 19, n. 5, p.449-455, maio 2015. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n5p449-455>.

TOMMASINO, E. et al. Individual and combined effects of drought and heat on antioxidant parameters and growth performance in Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) genotypes. **South African Journal of Botany**, v. 119, p. 104-111, 2018.

VAN DER LINDEN, Aart et al. Yield gap analysis of feed-crop livestock systems: The case of grass-based beef production in France. **Agricultural Systems**, v. 159, p. 21-31, 2018.

WILLMOTT, Cort J. Some comments on the evaluation of model performance. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 63, n. 11, p. 1309-1313, 1982.