



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**DISSERTAÇÃO**

**JEFERSON MIGUEL DIAS SANTOS**

**EFEITO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO CRESCIMENTO E  
PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE CAPIM NA ZONA DA MATA  
ALAGOANA**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2019**

**JEFERSON MIGUEL DIAS SANTOS**

**Engenheiro Agrônomo**

**EFEITO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO CRESCIMENTO E  
PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE CAPIM NA ZONA DA MATA  
ALAGOANA**

**Orientador: Prof. Dr. José Dantas Neto**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2019**

S237e

Santos, Jeferson Miguel Dias.

Efeito de variáveis meteorológicas no crescimento e produtividade de cultivares de capim na Zona da Mata Alagoana / Jeferson Miguel Dias Santos. - Campina Grande, 2019.

61 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. José Dantas Neto.

Referências.

1. Balanço Hídrico. 2. IAF. 3. Matéria Seca. 4. Capacidade de Suporte de Pastagens. I. Dantas Neto, José. II. Título.

CDU 556.07(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

JEFERSON MIGUEL DIAS SANTOS

“EFEITO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO CRESCIMENTO E  
PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE CAPIM NA ZONA DA MATA  
ALAGOANA”

APROVADO (A): 06 de setembro de 2019

BANCA EXAMINADORA



Dr. José Dantas Neto  
Orientador – UAEA/CTRN/UFCG



Dr. Teodoro  
Orientador – CECA/UFAL



Dr. André Luiz de Carvalho  
Examinador - PNP/CECA/UFAL



Dra. Vera Lucia Antunes de Lima  
Examinadora – UAEA/CTRN/UFCG

## **DEDICATÓRIA**

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

Aos meus pais Cicero Miguel e Maria das Graças, por me ensinar o caminho correto da vida.

Ao Prof. Dr. Iêdo Teodoro por todo apoio, palavras de conforto e incentivo.

Ao Padre Manoel José dos Santos, por todo apoio, palavras de conforto, ensinamentos e incentivo.

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!**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu irmão Jekson Antônio, pela grande convivência e aprendizado.

Ao meu primo e irmão Arthur Luan, pelo companheirismo, amizade e carinho.

Aos meus amigos Constantino Junior, Mirandy Dias e Francisco de Assis por ser um grande amigo e irmão que eu consegui no decorrer da vida acadêmica.

Aos membros da banca avaliadora: Prof. Dr. José Dantas Neto, Prof. Dr. Iêdo Teodoro, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup> Vera Antunes, Prof. Dr. André Carvalho, agradeço pela paciência e boa vontade em contribuir com as correções e sugestões que serviram não só para melhorar meus textos e interpretações de dados, mas também como aprendizado para o resto da minha vida profissional.

Ao meu amigo Rener Luciano e seu Pai Sebastião Ferraz (seu Tião) por todo apoio, ajuda e acolhimento no início e durante o mestrado.

Aos Doutores, mestres e amigos Prof. Dr. Guilherme Bastos Lyra, Ricardo Morais, André Luiz de Carvalho, Wemerson Saulo, Aldair Medeiros e Ivomberg Magalhães pela convivência, amizade e contribuição;

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

Ao corpo docente da UFCG, pela importante contribuição na minha formação profissional;

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo durante o curso, o que foi de grande valia para a minha formação e dessa forma poder contribuir com o desenvolvimento de pesquisas.

**AGRADEÇO!**

“Imagine uma nova história para sua vida e acredite nela.”

*(Paulo Coelho)*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	4
2. OBJETIVOS .....	6
2.1. Geral.....	6
2.2. Específicos.....	6
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	7
3.1. Cultivares de gramíneas forrageiras.....	7
3.1.1. Capim elefante anão cv. BRS Kurumi.....	7
3.1.2. <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk.....	8
3.1.3. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés (MG5).....	9
3.1.4. <i>Brachiaria híbrida</i> cv. Mulato II ou Convert HD364.....	10
3.1.5. <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça.....	11
3.1.6. <i>Panicum maximum</i> cv. Massai.....	11
3.2. Variáveis Agrometeorológicas .....	12
3.2.1. Necessidade hídrica das culturas .....	13
3.2.2. Temperatura do ar .....	13
3.2.3. Radiação solar.....	14
3.3. Balanço hídrico .....	16
3.4. Produtividade de água.....	16
3.5. Capacidade de suporte de pastagens.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. Localização e características da área experimental.....	19
4.2. Delineamento experimental e tratamentos .....	19
4.3. Implantação e manutenção do experimento.....	20
4.4. Período de avaliação do experimento.....	22
4.5. Análises de crescimento .....	22
4.6. Variáveis meteorológicas e hídricas .....	23
4.7. Coeficiente de extinção de luz .....	24
4.8. Produtividade dos capins e da água .....	24
4.9. Capacidade de suporte do pasto .....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
5.1. Variáveis meteorológicas.....	26
5.1.1. Precipitação pluvial e evapotranspiração de referência .....	26



5.1.2.	Temperatura do ar .....	27
5.2.	Balanço hídrico da cultura .....	29
5.3.	Variáveis de crescimento e interceptação luminosa .....	32
5.3.1.	Índice de área foliar e altura do dossel.....	32
5.3.2.	Coefficiente de extinção de luz.....	37
5.4.	Produtividade dos capins e da água .....	39
5.5.	Capacidade de suporte de pastagens.....	43
6.	CONCLUSÃO .....	45
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Croqui do experimento, na região da Zona da Mata alagoana..... 20
- Figura 2.** Precipitação pluvial (Chuva) e evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) diárias, no período de 17/04 a 12/08/2018, na região de Rio Largo, AL..... 26
- Figura 3.** Temperatura do ar máxima ( $T_{máx}$ ), média ( $T_{méd}$ ) e mínima ( $T_{mín}$ ), no período de 17/04 a 12/08/2018, na região de Rio Largo, AL..... 28
- Figura 4.** Balanço hídrico da cultura do capim pelo método Thornthwaite e Mather (1955) das cultivares: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), com déficit (DEF) e excesso (EXC) hídrico, na zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018..... 31
- Figura 5.** Índice de área foliar (IAF) e fração da radiação fotossintética ativa transmitida ( $fPAR_T$ ) em cinco cortes de cultivares de capim: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F) na região de Rio Largo - AL, na zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018..... 36
- Figura 6.** Relação entre o negativo do logaritmo natural da fração da radiação solar fotossintética transmitida ( $-\ln(fPAR_T)$ ) e o índice de área foliar (IAF) de cultivares de capim, na zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018..... 38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise química do solo da área experimental, na região de Rio Largo-AL, em 14/09/2018. ....	21
<b>Tabela 2.</b> Período de avaliação de cinco ciclos das cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai, na região da Zona da Mata alagoana. ....	22
<b>Tabela 3.</b> Balanço hídrico da cultura, duração do ciclo de corte (DCC), precipitação pluvial total (chuva), evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), excessos e déficits hídricos totais, nos ciclos de corte das cultivares de capim (BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai), na zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018. ....	30
<b>Tabela 4.</b> Duração do ciclo de corte (DCC), índice de área foliar máximo ( $IAF_m$ ), altura máxima de dossel ( $ALT_m$ ), interceptação luminosa máxima ( $I.L_m$ ) e fração da radiação fotossintética ativa transmitida máxima acumulada ( $fPAR_{T_{acm}}$ ) dos capins (BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai), na Zona da Mata alagoana, no período de 17 de abril a 12 de agosto de 2018. ....	33
<b>Tabela 5.</b> Coeficiente de extinção de luz ( $k$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de cultivares de capim, na região da Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018. ....	39
<b>Tabela 6.</b> Matéria Verde (MV), matéria Seca (MS) umidade das cultivares (U) e produtividade da água (PA) nos cinco cortes das cultivares de capim: BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai, na Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018. ....	41
<b>Tabela 7.</b> Capacidade de suporte de pastagens (CSP) em relação a produção de matéria seca (MS), nos cinco ciclos de corte das cultivares de capim: BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai, na Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018. ....	44

## RESUMO

A compreensão das relações água-solo-planta-atmosfera e os seus efeitos sobre as plantas forrageiras são fundamentais para otimizar a produtividade das pastagens. Nesse sentido, objetivou-se com este estudo avaliar a influência das variáveis agrometeorológicas sobre o crescimento, produtividade e capacidade de suporte de cultivares de capins. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, no período de abril a agosto de 2018. Os tratamentos foram seis cultivares de capim: Capim Elefante cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Panicum maximum* cv. Massai e *Panicum maximum* cv. Mombaça. O delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. As variáveis analisadas foram: agrometeorológica (chuva, evapotranspiração, temperatura do ar e radiação fotossinteticamente ativa), balanço hídrico, índice de área foliar (IAF), altura do dossel vegetativo (ALT), índice de interceptação luminosa, produtividade de matéria verde e seca, coeficiente de extinção de luz, produtividade da água e capacidade de suporte das cultivares de capim. A precipitação pluvial nos meses de abril a agosto foi (611,9 mm) superior à evapotranspiração de referência (376,3 mm), mas, em decorrência da distribuição irregular das chuvas no tempo, ocorreu excesso hídrico (288,8 mm) e deficiência hídrica (34,4 mm). A radiação interceptada foi de 103,6 MJ m<sup>-2</sup>, o IAF e a ALT foram 2,9 e 64,9 cm. A produtividade de matéria verde (MV) e seca (MS) foram 6.695,0 e 1.367,1 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A produtividade média da água foi 0,24 kg de MV por metro cúbico de água, a capacidade de suporte máxima de 6,5 unidades animal por hectare. As cultivares que produziram mais matéria verde e seca foram a BRS Kurumi e Massai, respectivamente. As cultivares Mombaça e Massai foram as mais responsivas a água e com a maior capacidade de suporte.

**Palavras-chave:** Balanço hídrico; IAF, Matéria seca; capacidade de suporte de pastagens.

## ABSTRACT

Understanding the water-soil-plant-atmosphere relationships and their effects on forage plants is fundamental to optimize the pasture productivity. In this sense, the objective of this study was to evaluate the influence of agrometeorological variables on growth, yield and supporter capacity of grass cultivars. The experiment was done at the Center of Agricultural Sciences of the Federal University of Alagoas, from April to August 2018. The treatments were six grass cultivars: Capim Elefante cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, Hybrid *Brachiaria* cv. Mulatto II, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Panicum maximum* cv. Massai and *Panicum maximum* cv. Mombasa. The experimental design was randomized blocks with five replications. The variables analyzed were: agrometeorological (rain, evapotranspiration, air temperature and photosynthetically active radiation), water balance, leaf area index (IAF), vegetative canopy height (CH), light intercept index, green and dry matter yield, light extinction coefficient, water productivity and supporter capacity of grass cultivars. Rainfall from April to August was (611,9 mm), higher than the reference evapotranspiration (376,3 mm), but due to the irregular distribution of rainfall in that period, there was water excess (288,8 mm), and hydric deficit (34,4 mm). The intercepted radiation was 103,6 MJ m<sup>-2</sup>, the LAI and CH were 2,9 and 64,9 cm. Green matter (GM) and dry matter (DM) yield were 6.695,0 and 1.367,1 t ha<sup>-1</sup>, respectively. The average water productivity was 0,24 kg of GM per cubic meter of water and maximum supporter capacity was 6,5 animal units per hectare. The cultivars that produced the most green and dry matter were BRS Kurumi and Massai, respectively. The cultivars Mombasa and Massai were the most responsive to water and with the highest carrying capacity.

**Keywords:** Water balance; LAI, Dry matter; pasture supporter capacity.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma característica importante da pecuária brasileira reside no fato da maior parte do rebanho ser criado em pastos de modo extensivo (DIAS-FILHO, 2014). Por isso, apresenta baixo custo, grande aptidão produtiva e fácil cultivo, tornando o Brasil em um país com os menores custos de produção de carne do mundo (DIAS-FILHO, 2016). De acordo com Mistura *et al.* (2006) e Valle *et al.* (2009), as pastagens (nativas e plantadas) são os principais suprimentos alimentares do rebanho e o aumento da produtividade das forragens consiste em um fator de grande importância para o crescimento do rebanho.

A área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil, no ano de 2006, foi calculada em 172,3 milhões de hectares (DIAS-FILHO, 2014). O autor Dias-Filho (2014) afirma ainda que, entre 1975 e 2006 em todo o Brasil, as áreas de pastagem cresceram, em média, apenas 4%, para abrigar um crescimento do rebanho bovino estimado em cerca de 100%. Na avaliação discriminada por regiões, nesse mesmo período, as áreas de pastagem diminuíram nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, aumentando apenas nas regiões Norte e Nordeste, enquanto que, o rebanho bovino cresceu em todas as grandes regiões. Isso se deve, principalmente, por todas as regiões ampliarem a taxa de lotação (unidade animal por hectare de pastagem) estimada de suas pastagens.

A produtividade das pastagens é baixa na maioria dos estados do Nordeste brasileiro, o que pode estar relacionado as diversas condições climáticas que as pastagens estão sujeitas, por ocupar grande parte das áreas agrícolas, associada à baixa disponibilidade de tecnologias específicas para a produção animal nessa região. Conforme Tonato *et al.* (2010), a análise dos fatores climáticos, como temperatura, precipitação pluvial e luminosidade (fotoperíodo e qualidade da luz), é de grande importância, uma vez que, elas influenciam diretamente em fatores importantes no crescimento das plantas, como por exemplo, o acúmulo de biomassa e a estacionalidade de produção.

O sucesso na utilização de pastagens não depende apenas da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da espécie forrageira, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos, de sua interação com o ambiente e do manejo, fundamental para o crescimento da forrageira e a manutenção da capacidade de suporte da pastagem. Contudo, é necessário analisar aspectos relacionados às características da

cultivar, tais como, potencial produtivo, resistência a pragas e doenças, adequação ao sistema de produção em uso e às condições edafoclimáticas da região de cultivo.

Diversos estudos têm sido conduzidos para avaliar a adaptabilidade de cultivares disponíveis no mercado, entretanto, poucos são aqueles conduzidos na região Nordeste, com ênfase para a ausência de estudos no estado de Alagoas. Nesse sentido, a escassez de informações sobre a interação pasto vs. ambiente limita a estimativa de padrões e a quantificação de respostas das plantas, para diferentes condições climáticas no Brasil.

Sendo assim, é necessário aumentar a quantidade de pesquisas científicas sobre o efeito das variáveis agrometeorológicas sobre a produtividade de plantas forrageiras, visando explorar ao máximo o potencial genético das cultivares, e dessa maneira, suprir a carência na produção de forragens em muitas regiões do planeta.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

- Avaliar a influência das variáveis agrometeorológicas sobre o crescimento, produtividade e capacidade de suporte de cultivares de capins.

### **2.2. Específicos**

- Fazer o balanço hídrico da cultura;
- Estimar o consumo de água (evapotranspiração da cultura –  $ET_c$ ) total e por corte, de seis cultivares de capim;
- Fazer as curvas de crescimento (IAF e altura do dossel) de seis cultivares de capim;
- Determinar o coeficiente de extinção de luz;
- Estimar a produtividade de matéria fresca e seca;
- Determinar a produtividade da água;
- Calcular a capacidade de suporte de seis cultivares de capim.



### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. Cultivares de gramíneas forrageiras**

Ao longo da evolução das plantas forrageiras, elas acabaram desenvolvendo mecanismos de escape ao superpastejo e aos predadores, além de adaptação a condições edafoclimáticas adequadas à sua sobrevivência e dispersão (TONATO *et al.*, 2010). As modificações na estrutura e composição morfológica das pastagens, decorrente do número e do tamanho final das folhas verdes, determinam a quantidade máxima de tecido foliar acumulado, que ligado ao número de perfilhos por área, contribui para o índice de área foliar, sendo essa variável importante para a eficiência de absorção luminosa, capacidade fotossintética e, conseqüentemente, para a produtividade da pastagem (LEMAIRE, 1997).

A seleção em múltiplos ambientes levou ao desenvolvimento de cultivares mais adaptadas a diferentes condições de ambiente. Porém, Valle *et al.* (2009) afirmam que, existem poucas gramíneas forrageiras com potencial para aumentar produtividade animal, facilidade de cultivo e por apresentarem resistência a estresses bióticos ou abióticos ganharam destaque comercial. Talvez por essa razão, as gramíneas africanas, tais como as dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria* e *Pennisetum*, são as mais utilizadas para formação de pastagens nas regiões tropicais (DIAS-FILHO, 2014). Logo, é importante a compreensão do comportamento de diferentes cultivares quando submetidas a condições de ambiente distintas.

##### **3.1.1. Capim elefante anão cv. BRS Kurumi**

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) anão cv. BRS Kurumi (CNPGL 92-198-7) foi desenvolvido pelo programa de melhoramento genético de capim elefante da Embrapa Gado de Leite, em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/Ituporanga), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA/SP).

A cv. BRS Kurumi se originou do cruzamento entre as cv. Merkeron de Pinda (BAGCE 19) e a cv. Roxo (BAGCE 57), ambas pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de capim-elefante da Embrapa (GOMIDE *et al.*, 2015). Plantas selecionadas deste híbrido foram inter cruzadas, resultando na segregação de indivíduos de porte alto e baixo. A cultivar BRS Kurumi foi obtida pela seleção e clonagem de uma

das plantas de porte baixo desta progênie. Essa cultivar caracteriza-se por porte baixo, touceiras de formato semiaberto, folha e colmo de cor verde e internódio curto, crescimento vegetativo vigoroso com rápida expansão foliar e intenso perfilhamento.

A cv. BRS Kurumi, apresenta alta produção de forragem e excelente estrutura do pasto, caracterizada pela elevada proporção de folhas e pequeno alongamento do colmo. Essas características favorecem o consumo de forragem pelos animais em pastejo, além de facilitar o manejo do pasto, sem necessidade de roçadas frequentes. Estudos conduzidos na Embrapa Gado de Leite, mostram que a taxa de acúmulo de forragem durante o período chuvoso varia entre 120 e 170 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. O valor nutritivo também é um dos pontos fortes dessa cultivar. E os teores de proteína bruta têm variado entre 18 e 20% e os coeficientes de digestibilidade de 68 e 70%, considerando o extrato acima da altura do resíduo.

Apesar das inúmeras pesquisas realizadas com as mais diversas cultivares de capim-elefante, a recente disponibilidade do capim elefante anão BRS Kurumi faz com que haja poucas informações específicas para o manejo dessa cultivar, principalmente, sobre os momentos de entrada e saída dos animais em um sistema rotacionado, ou ainda, momento e altura de cortes. Essas informações são importantes para maximizar a produtividade, qualidade e persistência desse material. Conforme Gomide *et al.* (2015), recomenda-se a entrada dos animais quando o pasto apresentar entre 75 e 80 cm de altura e a retirada deles quando o rebaixamento atingir 35 a 40 cm.

### **3.1.2. *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk**

A *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk é nativa em pradarias na região dos Grandes Lagos em Uganda no leste tropical da África. Tem sua distribuição natural restrita a uma faixa de latitude de 4°21'S e 1°09'N, em altitudes entre 500 e 2300 m, sob um clima moderadamente úmido com precipitação anual de 870 a 1900 mm, e com período sem chuva chegando a cinco meses (PORTELA, 2010). Em 1930, sementes das espécies foram levadas para a Austrália, para uma região conhecida como Basilisk (que deu o nome a cultivar) onde a planta foi estudada e entre os anos de 1956 e 1966, a partir de programas de melhoramento, o seu potencial forrageiro foi reconhecido.

Em 1968 foi introduzida no Brasil, expandindo-se rapidamente nas propriedades agropecuárias das regiões Sudeste e Centro-oeste, devido a sua boa cobertura do solo e adaptabilidade a solos ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes e alta tolerância

à seca, a espécie adapta-se a muitos tipos de solo, desde que bem drenados. Outra característica importante da cultivar Basilisk está na sua alta competitividade, com habilidades para suprimir a competição causada por plantas invasoras, alta resistência ao pisoteio e pode resultar em bom desempenho animal (VALLE *et al.*, 2008; MACHADO *et al.*, 2010).

A cultivar possui habito de crescimento decumbente e produtividade de 10-20 toneladas por hectare de matéria seca por ano. Acrescido a isso, ela se adapta a altitudes de até 1750 m e a faixa de latitude de 27° N e S, porém, apresenta maiores produções de forragem em latitudes menores, pois a temperatura ótima para o seu crescimento varia de 30 a 35 °C (HOPKINSON *et al.*, 1996). Dessa forma, o seu maior potencial de crescimento acontece no verão, e sua produção de forragem é reduzida quando submetida à baixa temperatura e geadas (SOARES FILHO, 1994).

### **3.1.3. *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (MG5)**

A *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (MG5) foi coletada no ano de 1985, na região de Cibitoke no Burundi, África, por pesquisadores do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Gado de Corte (EMBRAPA). Desde então, vem sendo avaliada e tem mostrado excelentes resultados, a citar, boa produtividade e distribuição estacional de produção em cerca de 30% na seca e 70% no período das chuvas, podendo ser utilizada como as demais cultivares do gênero *Brachiaria* para a produção animal exclusivamente em pasto (VALLE *et al.*, 2004; VILELA *et al.*, 2005).

A cultivar Xaraés possui ciclo vegetativo perene, apresenta resistência moderada a cigarrinha das pastagens e alta produtividade, especialmente de folhas. É uma planta de estabelecimento rápido, cespitosa que pode enraizar nos nós basais, apresenta altura média de 1,5 m, quando em crescimento livre (VALLE *et al.*, 2003). Com base nessas características e com a perspectiva de disponibilizar mais uma opção para o produtor, esse material foi lançado no Brasil pela Embrapa Gado de Corte em 2002 (SOUSA, 2009). Desde seu lançamento, os estudos apontam a velocidade de rebrota como uma característica marcante dessa cultivar, por tornar a forrageira capaz de se adaptar ao frequente regime de desfolhação, recuperando mais rapidamente seu aparato fotossintético e mantendo as folhas no sistema (MARTUSCELLO *et al.*, 2005).

A cultivar Xaraés é indicada para as regiões de clima tropical de cerrados com pluviosidade média de 800 mm por ano, para solos de médio e alta fertilidade, bem drenados e de textura média, podendo chegar a produtividade de 10 a 30 toneladas por hectare de matéria seca por ano, desde que bem manejadas (VALLE *et al.*, 2008).

#### **3.1.4. *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II ou Convert HD364**

A *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II é um híbrido tetraploide ( $2n=4x=36$  cromossomos), resultado de três gerações de cruzamentos e seleção, a partir de cruzamentos iniciados em 1989 entre *Brachiaria Ruzinensis*, Clone 44-6 tetraploide sexual, e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk tetraploide apomítico. Pesquisas com marcadores moleculares, evidenciam que este híbrido possui alelos que estão presentes na mãe sexual *Brachiaria Ruzinensis*, na *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, e em outros acessos de *Brachiaria Brizantha*, incluindo a cv. Marandu (ARGEL *et al.*, 2007).

O capim Mulato II possui ciclo perene e de crescimento semiereto que pode alcançar 1 m de altura em crescimento livre, e suas folhas de cor verde intenso, apresentam bastante pubescência em ambos os lados da lâmina foliar. É o segundo híbrido comercial obtido pelo CIAT, sendo mais uma opção promissora. Essa cultivar exige solos de média a alta fertilidade, apresenta tolerância à seca, rápida recuperação após o pastejo, alto vigor de rebrotação, bom valor nutritivo e com a vantagem de apresentar boa produção de sementes. Além das características destacadas do Mulato I, o Mulato II destaca-se por sua boa adaptação a uma ampla faixa de ambientes, incluindo aqueles com solos ácidos e de baixa fertilidade, características de regiões tropicais e com saturação moderada de umidade. Produz sementes de boa qualidade, oscilando entre 150 a 420 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras, dependendo do local, idade e manejo da cultura (ARGEL *et al.*, 2007).

A produção de forragem dessa cultivar pode ser superior a 25 toneladas de matéria seca por ano, dependendo das características do clima e solos, podendo alcançar cerca de 20% da produção total durante a época seca do ano. O valor nutritivo dessa forragem é alto em comparação a outras gramíneas, assim como, o consumo por bovino em pastejo, o que se traduz em produções significativamente maiores em condições similares de uso, em relação às outras *Brachiarias* (ARGEL *et al.*, 2007).

### 3.1.5. *Panicum maximum* cv. Mombaça

O capim *panicum maximum* cv. Mombaça foi coletado próximo à Korogwe, África, em 1967 e lançado comercialmente no Brasil em 1993, após um longo trabalho de seleção coordenado pela Embrapa Gado de Corte (JANK *et al.*, 1994).

A cultivar Mombaça é uma planta cespitosa com altura média de 1,65 m. As folhas são quebradiças com largura média de 0,03 m e sem cerosidade. As lâminas apresentam poucos pêlos duros e curtos, principalmente na face superior. As bainhas são glabras e os colmos levemente arroxeados. A inflorescência é uma panícula com ramificações primárias e secundárias, longas apenas na base, com espiguetas glabras, uniformemente distribuídas e arroxeadas em aproximadamente 1/3 da superfície externa. É uma cultivar de alta produtividade, produzindo 165,3 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria verde e 32,9 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca (BUENO, 2003). Apresenta alta porcentagem de folhas (cerca de 80%), sendo que no inverno atinge aproximadamente 87% de folhas. Com baixas doses de fertilizantes pode produzir até 75% da produção obtida com uso pleno desse insumo.

### 3.1.6. *Panicum maximum* cv. Massai

Em 2001, a Embrapa Gado de Corte lançou a cultivar Massai, um híbrido espontâneo entre *panicum maximun* X *Panicum infestum*, coletado na Tanzânia, na rota entre Dar es Salaam e Bagamoyo em 1969. É uma planta que forma touceira com altura média de 60 cm de folhas quebradiças, sem cerosidade e largura média de 9 mm. As lâminas apresentam densidade média de pêlos curtos e duros na face superior. A bainha apresenta densidade alta de pêlos curtos e duros. Os colmos são verdes. As inflorescências apresentam ainda ramificações primárias curtas e nenhuma ramificação secundária. As espiguetas são pilosas, distribuídas uniformemente, com metade da superfície externa arroxeadas.

Para se avaliar o potencial de adaptação a distintos climas e solos, 25 cultivares de *Panicum maximum*, com qualidade superior, foram avaliadas durante dois anos em sete locais do país. A cv. Massai destacou-se em todos os locais avaliados, e apresentou melhor desempenho entre todas as cultivares (LEMPP *et al.*, 2001).

A cv. Massai produz bem desde latitudes 3° até 23° S, altitudes 100 a 1007 m, com precipitações anuais de 1040 a 1865 mm, e solos com pH de 4,9 até 6,8. A cv. Massai apresentou produção de massa seca de folhas em parcelas (15,6 t ha<sup>-1</sup>)

semelhante ao cv. Colonião (14,3 t ha<sup>-1</sup>) apesar do porte de apenas 60 cm de altura, em contraste com 150 cm do colonião, quando submetidas às mesmas condições de cultivo. Essa alta produção em relação ao colonião é por causa da capacidade 30% maior de reproduzir folhas em relação aos colmos, e 83% maior de rebrotação após os cortes.

A cv. Massai é um capim precoce, portanto, floresce e produz sementes várias vezes ao ano. Seu florescimento é intenso, rápido e agrupado. A época de maior produção acontece em maio, quando atinge 85 kg ha<sup>-1</sup> em média. A cv. Massai, a exemplo de outras cultivares da espécie *P. maximum*, requerem níveis de médios a altos de fertilidade do solo na implantação, mas é a menos exigente em adubação de manutenção e persiste maior tempo em baixa fertilidade com boa produção sob pastejo.

### 3.2. Variáveis Agrometeorológicas

O potencial de produção, nos ecossistemas de pastagens, pode ser determinado geneticamente; entretanto, fatores ambientais como temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica influenciam diretamente as respostas fisiológicas das forrageiras (CUNHA *et al.*; ZHU *et al.*, 2008).

O clima é o fator que oferece os maiores desafios para o correto manejo das culturas agrícolas (CAMPOS *et al.*, 2010). O rendimento de um cultivo agrícola pode ser estimado, para diferentes localidades, por meio de relações que expressam a eficiência das plantas na conversão da energia solar em produção de matéria vegetal seca ou verde (ALMEIDA *et al.*, 2011).

O Nordeste brasileiro ocupa 1.600.000 km<sup>2</sup> do território nacional e tem coberto em 62% da sua área, uma região semiárida de 940 mil km<sup>2</sup>, que abrange nove estados do Nordeste, que enfrentam um problema crônico de escassez hídrica, com chuvas médias abaixo de 800 mm por ano. A irregularidade na distribuição espaço-temporal das chuvas é um obstáculo constante ao desenvolvimento das atividades agropecuárias. Para piorar, ciclos de fortes estiagens e secas costumam atingir a região em intervalos que vão de poucos anos podendo chegar até mesmo décadas (MARENCO, 2010).

A época de plantio tem influência direta sobre a produtividade de forragem, por causa de vários fatores climáticos, especialmente umidade, temperatura e luminosidade (RIBAS, 2010). Dentre os fatores citados, Santos *et al.* (2011) informam que, geralmente, o principal fator limitante no crescimento das pastagens é a temperatura,

que varia com as estações do ano, principalmente em regiões de altas latitudes, com sua diminuição no outono e inverno, influenciando o metabolismo das plantas.

### **3.2.1. Necessidade hídrica das culturas**

A água é um elemento de extrema importância, porque é nela que vêm dissolvidos os elementos minerais que as plantas necessitam. Por essa razão, os períodos de déficit hídrico, podem ser considerados os maiores limitantes climáticos para o desenvolvimento de gramíneas forrageiras em ambiente de clima tropical. Essas restrições hídricas severas promovem a paralisação e morte da parte aérea das plantas. Por outro lado, as deficiências hídricas suaves, reduzem a velocidade de crescimento das plantas, retardando a formação de caules e resultando em maiores proporções de folhas e conteúdo de nutrientes (REIS e RODRIGUES, 1993; SANTOS *et al.*, 2011).

O estresse hídrico, conforme Kramer (1995), afeta todos os aspectos ligados ao crescimento da planta. Os autores Ng *et al.* (1975), observaram aumento na taxa de morte de folhas, reduções na elongação foliar, desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de *Panicum maximurn* var. *Trichoglume* sob estresse hídrico. No Brasil, grandes áreas de pastagens estão localizadas em regiões, que estão anualmente sujeitas a períodos variáveis de seca, que ocasionam comprometimento da produção de forragem, e com isso, da produção animal.

A necessidade total de água das gramíneas depende muito das condições climáticas, manejo do pastejo e da duração do ciclo. Sendo assim, uma das melhores formas de irrigar a cultura é repondo ao solo a quantidade de água transferida para a atmosfera. Para isso, é extremamente importante conhecer alguns parâmetros, como por exemplo, a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e o coeficiente da cultura ( $K_c$ ) (BARBOSA *et al.*, 2015).

### **3.2.2. Temperatura do ar**

A temperatura do ar é um dos principais agentes causadores da estacionalidade de crescimento das plantas forrageiras. Ela varia de acordo com a estação do ano, altitude, face de exposição do terreno e declividade, afetando o crescimento das plantas e sua distribuição, direta ou indiretamente, por interferir na fisiologia e nos processos de absorção e translocação de nutrientes (SILVA, 1995). De acordo com Cooper e Wilson (1970), entre 0° e 30° de latitude encontram-se as regiões do globo onde ocorre o maior

aporte anual de energia solar, portanto, com maior potencial produtivo, mas, para todas as plantas existe uma temperatura ótima sob a qual ela cresce com maior rapidez. O crescimento da planta é interrompido quando a temperatura ultrapassa um determinado valor máximo ou cai abaixo de um certo valor mínimo. Para as espécies tropicais, a faixa ótima de temperatura cujo crescimento da planta é maximizado está entre 25 e 35 °C. Por serem de fisiologia C<sub>4</sub>, as gramíneas apresentam redução acentuada na sua faixa fotossintética quando expostas a temperaturas inferiores a 15 °C (ROLIM, 1980). Embora, Cooper e Tainton (1968) e Rodrigues *et al.* (2004), tenham afirmado que apenas em temperaturas próximas dos 10 °C é que o crescimento é minimizado ou interrompido.

A temperatura, geralmente, é o fator que exerce maior influência sobre o valor nutritivo das plantas, alterando a produção e distribuição de fotoassimilados entre raiz e parte aérea. Para Lara (2007), sob altas temperaturas ocorre intensa conversão de fotoassimilados em compostos estruturais. Murtagh (1987) relata que a elevação da temperatura de 25 para 30 °C provoca o alongamento e espessamento dos entrenós em capim Quicuiu (*Peninisetum clandestinum* Chiov.), aumentando a produção de colmos. O crescimento desse componente implica no aumento do teor de componentes da parede celular, principalmente lignina, aumentando a participação desses elementos na matéria seca total. De acordo com Wilson (1982), esses efeitos são negativamente correlacionados com a digestibilidade da matéria seca, diminuindo o desempenho animal. Baixas temperaturas por períodos prolongados afetam a pressão de turgescência, o alongamento e a divisão celular (POLLOCK, 1990).

As temperaturas mínimas e máximas que limitam o crescimento das plantas recebem a denominação de temperatura base inferior e temperatura base superior, respectivamente, sendo, a temperatura base (TB) definida por McWilliam (1978) como a temperatura que limita o acúmulo de massa de uma espécie de forma que se torne nulo ou “desprezível”. O conhecimento sobre a temperatura base permite zonear áreas de produção efetiva para as espécies cultivadas.

### **3.2.3. Radiação solar**

A disponibilidade de luz para as plantas está relacionada diretamente com a distribuição estacional da energia solar, sendo um fator limitante na produção, pois interfere primeiramente no processo fotossintético (BERNARDES, 1987). A utilização



dessa energia pode ser restringida por outros fatores climáticos como baixas de temperatura, deficiência hídrica e baixa fertilidade do solo (COOPER e TAINTON, 1968).

A radiação solar se caracteriza como fator responsável pelo desenvolvimento e florescimento das plantas (SÓRIA, 2002; CRUZ, 2010). As pastagens podem responder aos diferentes níveis de irradiância por meio de adaptação e aclimatação fenotípica (CRUZ, 2010). A radiação possui grande importância no crescimento vegetal, na taxa fotossintética e condutância estomática, devido a radiação excitar as moléculas de clorofila das plantas, iniciando o fluxo de energia durante o processo de fotossíntese (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2010). Os autores Silva Júnior *et al.* (2010) encontraram resultados em que pastagens tropicais e subtropicais são eficientes quando relacionam a quantidade de radiação com a produção de massa seca. Para ter essa relação, as plantas precisam estar sadias e as suas necessidades hídrica e nutricional estejam supridas (COSTA *et al.*, 1996; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2010).

A estrutura e a morfologia do dossel desempenham papel fundamental nos mecanismos de interceptação luminosa, produtividade e evapotranspiração, conseqüentemente, são os mais importantes para a descrição da interação entre a vegetação e o meio em que se encontra (HODGSON, 1990; WELLES e NORMAN, 1991). O índice de área foliar (IAF) é importante na determinação dos limites de produtividade do dossel. O aumento da interceptação luminosa em decorrência do aumento da área foliar resulta em aumento da taxa de fotossíntese bruta da comunidade vegetal, a qual é acompanhada por um aumento correspondente na taxa respiratória do dossel. O balanço entre essas taxas consiste na fotossíntese líquida. Quanto maior a fotossíntese líquida, maior a fixação de carbono e como consequência, a produção de fitomassa (HODGSON, 1990). Lemaire (2001) relatou que a redução de área foliar e da interceptação luminosa pelo dossel, reduz de forma intensa a fotossíntese.

O fotoperíodo também tem importante papel na indução do estágio reprodutivo em algumas espécies de plantas forrageiras, influenciando no metabolismo das plantas alterando as taxas de expansão foliar, produção de massa seca e duração da fase reprodutiva (HAY, 1990). Dessa forma, um regime de radiação favorável ao crescimento das plantas associado a outros fatores ambientais, tais como, baixas nebulosidades e dias longos em determinada região, é a maior razão do grande potencial para suportar elevadas produções de massa seca ano a ano, desde que sejam fornecidos água e nutrientes às plantas (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2010).

### **3.3. Balanço hídrico**

Para determinar a quantidade e a disponibilidade de água para as plantas se faz necessário um conhecimento da dinâmica de água no solo. O balanço hídrico é um dos métodos utilizados para determinar essa demanda hídrica para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (SILVA, 2005). O balanço hídrico é definido, conforme Silva (2009), como uma importante ferramenta que avalia a intensidade das saídas e entradas de água no solo e, por essa razão, define os períodos de déficit hídrico das culturas. De acordo com Libardi (2005) o balanço hídrico contabiliza as entradas e saídas de água num dado volume de controle de solo, durante certo período de tempo. O volume de solo considerado ou volume de controle depende da cultura em estudo, pois deve ser considerada a profundidade de sistema radicular. Para esse mesmo autor, o limite superior desse volume é a superfície do solo, e com limite inferior a profundidade do sistema radicular da cultura.

A partir de Camargo e Camargo (1993), o balanço hídrico climatológico descrito por Thornthwaite e Mather (1955), é um instrumento agrometeorológico útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima. Partindo-se do suprimento natural de água para o solo, simbolizado pelas chuvas e da demanda atmosfera, simbolizada pela evapotranspiração potencial, e com um armazenamento máximo apropriado para a planta cultivada, o balanço hídrico fornece estimativas do armazenamento de água no solo, evapotranspiração real, da deficiência hídrica e do excedente hídrico em diversas escalas de tempo.

Além dessas utilidades citadas acima, quando empregado de maneira sequencial, ainda possibilita quantificar as necessidades de irrigação em uma cultura (CAMARGO e PEREIRA, 1990) e a relacionar o rendimento das culturas com o déficit hídrico (JENSEN, 1972; DOORENBOS e KASSAM, 1994).

### **3.4. Produtividade de água**

A perda de água pelas plantas e a absorção de carbono, com conseqüente incremento de matéria seca, são processos que ocorrem pelo mesmo mecanismo: a regulação estomatal (REICHARDT E TIM, 2004). Tanto esse fenômeno quanto o aumento da área foliar são influenciados pelo conteúdo de água no solo, considerando todas as demais condições para crescimento ótimas (BORGES, 2011). Desse modo, a

transferência de água por evapotranspiração é um fenômeno necessário ao crescimento das culturas.

A agricultura consome a maior parte da água doce disponível, estimada entre 60 e 80%, (CHRISTOFIDIS, 2008). Encontrar meios de produzir mais alimentos com menos água é um dos maiores desafios enfrentados pela agricultura (BRITO *et al.*, 2012). O uso excessivo da água na irrigação, ocorre quando o volume de água aplicado é superior ao necessário para a produção agrícola, considerando a lâmina necessária para a lixiviação de sais. Perdas na irrigação são minimizadas quando se usa a água na sua taxa de otimização, o que diminui os custos, contribuindo para aumentar a sustentabilidade da irrigação em áreas onde os recursos hídricos são limitados.

Os autores Li *et al.* (2008) esclarecem que o objetivo das técnicas que promovem redução no uso da água não é diminuir a produção das culturas, mas aumentar a produtividade de água. E, afirmam que, a produtividade de água aumenta com a produção e, nem sempre máximas produções estão relacionadas com o máximo consumo de água. Contudo, é importante entender como a água é usada e quais os benefícios que se retiram do seu uso. Para tanto, foi designado o conceito de “produtividade da água”, o qual é definido pela razão entre a quantidade de produto ou serviço produzido e a quantidade de água usada (não só consumida) para a sua obtenção (PEREIRA, 2004). A produtividade agrícola da água é determinada pela produção da cultura ou valores gerados pela produção, dividida pela quantidade de água aplicada ou consumida pelas plantas (AHMAD *et al.*, 2009; TEIXEIRA *et al.*, 2009b).

### **3.5. Capacidade de suporte de pastagens**

Os sistemas de produção reais com bovinos, as técnicas de avaliação de forragens e pastos, para serem de importância, devem ser considerados em termos de produto por animal e produto animal por unidade de área (Mott e Moore, 1970).

O ganho de peso diário bem como o ganho de peso por animal em determinado período medem o produto por animal. A produção de carne por área, durante o mesmo tempo mede o produto animal por unidade de área. Estes valores estimam os benefícios reais obtidos por diferentes pastagens, permitindo a sua comparação.

Em todas as pastagens, busca-se um equilíbrio no número de animais que dela se utilizam, a fim de que se mantenham continuamente produtivas. Isto significa que cada pastagem tem uma capacidade de suporte limite, acima da qual ocorre a sua degradação,

o que é indesejável. Para um melhor entendimento é preciso entender o conceito de dois termos muito utilizados quando falamos em sistemas de produção de bovinos a pasto, são eles: taxa de lotação e capacidade de suporte de pastagens.

A taxa de lotação se define pelo número de animais ou unidades animais (1 UA= 450 kg PV), dividido pela a área pastejada. Já a capacidade de suporte de pastagens é a máxima taxa de lotação que uma determinada área suporta, sem comprometer o desempenho dos animais em um determinado período de tempo, respeitando o ecossistema pastoril. Nesse sentido, a capacidade de suporte pode variar ao longo do ano, em função das mudanças climáticas (precipitação, temperatura, fotoperíodo), tipo do solo, espécie forrageira e nível de adubação.

Na realidade brasileira, é muito comum observarmos cenários em que a taxa de lotação está acima (superpastejo) ou abaixo (subpastejo) da capacidade de suporte da pastagem, o que resultar em problemas. No subpastejo, por exemplo, a taxa de lotação está abaixo da capacidade de suporte do pasto (menos animais por área), permitindo que o animal selecione as partes mais nutritivas das plantas e apresente maior consumo, o que resulta em maior ganho individual e menor ganho por área. Nesse caso, o acúmulo e o excesso de forragem pode comprometer a estrutura do pasto, resultando em desperdício. Por outro lado, no superpastejo, a taxa de lotação é mais alta do que a capacidade de suporte, assim, como a “pressão de pastejo” é maior, o animal não consegue selecionar as melhores partes da planta e gasta mais tempo para pastejar, o que reflete na redução do consumo, comprometendo o desempenho individual dos animais.

Sendo, portanto, necessário tomar muito cuidado ao explorar o ganho por área a partir do aumento da taxa de lotação, uma vez que, depois de certo ponto, o consumo de forragem pelo animal é comprometido de tal forma, que faz com que os ganhos por animal e por área diminuam.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Localização e características da área experimental

O experimento de campo foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) (9° 29' 45" S, 35° 49' 54" W e altitude de 127 m), município de Rio Largo – AL, na Zona da Mata alagoana. De acordo com o método de Thorthwaite e Mather (1955) o clima pode ser classificado como úmido (B1), megatérmico (A'), com deficiência de água moderada no verão (s) e grande excesso de água no inverno (w2). Abreu *et al.* (2013) dizem que, nesse município, podem ser observadas variações de temperatura do ar de 19,3 °C (agosto), a 31,7 °C (janeiro) e precipitação pluvial anual média de 1.818 mm.

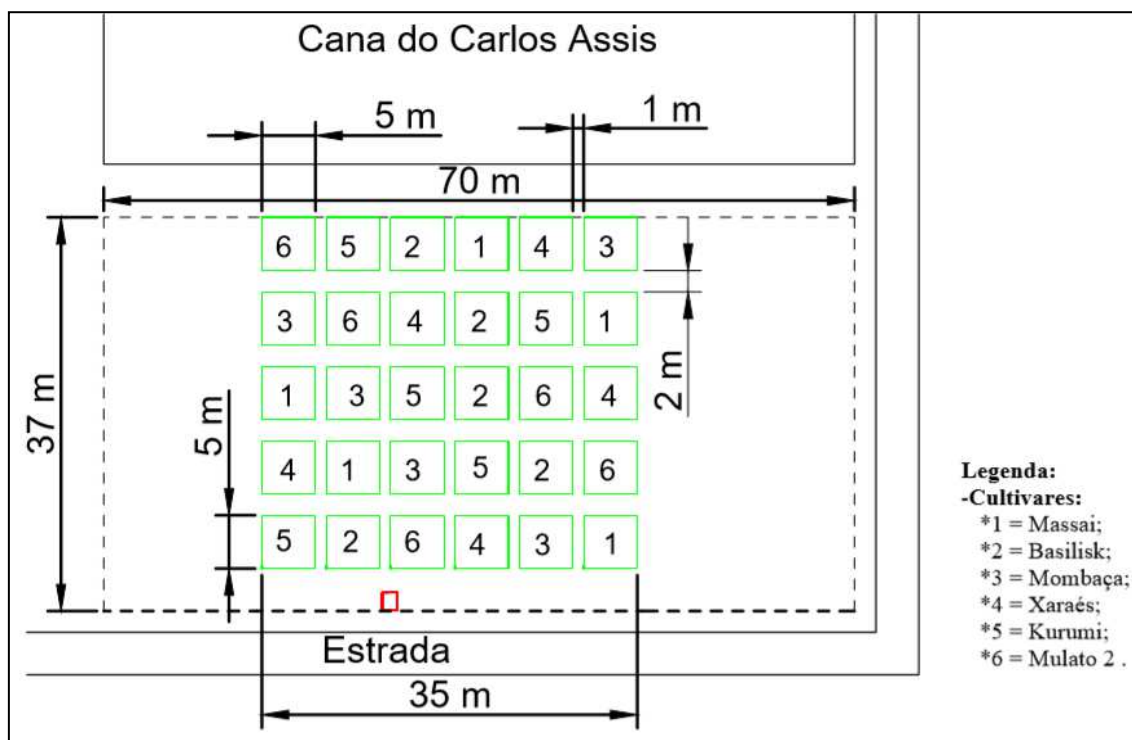
O solo é do tipo Latossolo Amarelo coeso argissólico de textura médio-argilosa e a declividade média do terreno menor que 2%. As características físico-hídricas são: umidade na capacidade de campo (CC) 0,245 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, no ponto de murcha permanente (PMP) 0,148 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, densidade volumétrica (ds) igual a 1,5 Mg m<sup>-3</sup>, porosidade total (P) 0,423 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e velocidade de infiltração básica (VIB) 52 mm h<sup>-1</sup> (CARVALHO, 2003).

### 4.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições, em parcelas de 5,0 x 5,0 m, (25,0 m<sup>2</sup>). O espaçamento de 0,50 x 0,50 m, sendo cada parcela composta por 10 linhas de 5 m de comprimento (Figura 1). Em virtude da concorrência estabelecida entre os tratamentos, deixou-se 1,0 m de bordadura entre cada parcela, ficando uma área útil de 4,0 x 4,0 m.

Os tratamentos foram seis cultivares de capim, sendo elas: Capim Elefante cv. BRS Kurumi, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (MG5), *Panicum maximum* cv. Massai e *Panicum maximum* cv. Mombaça.

**Figura 1.** Croqui do experimento, na região da Zona da Mata alagoana.



Para as análises estatísticas utilizou-se o programa SISVAR submetendo os dados a análise de variância, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.3. Implantação e manutenção do experimento

O manejo da área foi iniciado cerca de dois meses antes do plantio, com a análise química do solo para avaliar a fertilidade. Para tanto, no dia 08 de setembro de 2017, foram feitas duas amostras de solo compostas com peso de 1 kg cada (uma de 0-20 e outra de 20-40 cm de profundidade), sendo encaminhadas para a Central Analítica de Alagoas (Empresa privada). As amostras compostas foram formadas com a mistura de dez subamostras retiradas em zig zag com um trado holandês. Os resultados da análise química estão apresentados na Tabela 1.

A correção da acidez do solo foi realizada através da calagem, com base na análise química do solo, no dia 19 de setembro de 2017, aplicando-se (manualmente) 3,23 toneladas por hectare de calcário dolomítico, tendo como objetivos: neutralizar o alumínio, elevar o pH do solo e fornecer cálcio e magnésio, que são elementos fundamentais para a nutrição das plantas.

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental, na região de Rio Largo-AL. em 14/09/2018.

Determinações*	0-20 cm	20-40 cm	Determinações	0-20 cm	20-40 cm
pH (em água)	5,5	5	S (soma de bases)	2,27	1,41
Na (ppm)	24	18	C.T.C. Efetiva	2,59	2,05
P (ppm)	8	3	C.T.C. - pH 7,0	8,57	7,01
K (ppm)	26	13	% V	26,5	20,1
Ca+Mg (meq/100 mL)	2,1	1,3	% M	12,4	31,2
Ca (meq/100 mL)	1,6	0,9	% Na (PST)	1,2	1,1
Mg (meq/100 mL)	0,5	0,4	Sat. Em K (%)	8	0,5
Al (meq/100 mL)	0,32	0,64	M.O. Total (%)	2,53	1,26
H+Al (meq/100 mL)	6,3	5,6			

Método da embrapa\*; Extração: Água (pH); Mehlich (P, K, Na, Fe, Cu, Zn, Mn); KCl 1N (Ca, Mg e Al); Acetato de Cálcio pH 7,0 (H + Al); Água quente (Boro).

O preparo do solo foi feito com três gradagens (a 30 cm de profundidade): uma no dia 19 de setembro de 2017, com o objetivo incorporar o calcário aplicado ao solo; E a outra no dia 31 de outubro de 2017, com mais duas gradagens: uma para revolver o solo, melhorar a infiltração de água e a aeração como também para nivelar a área.

Em relação ao plantio, foi realizado (no dia 07 de novembro de 2017), em covas de 20 cm de profundidade, com mudas obtidas em áreas de capineira, mantidas pelo setor de ovino e caprinocultura do CECA/UFAL. As mudas foram podadas para diminuir as áreas foliares a 50% do total, para reduzir a sua atividade metabólica e melhorar pega após o transplante.

Os cálculos para a adubação de fundação e de cobertura foram baseados na recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA (CAVALCANTE, 1998) para pastagens. O nível da adubação de fundação, realizada no dia do plantio foi: 10 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>, aplicados no fundo das covas. Já as fontes foram: ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Com as adubações de cobertura realizadas a cada dois meses a partir do plantio do pasto com 70 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de ureia.

A área foi irrigada por um sistema de aspersão convencional, para a formação do pasto, com base na evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) ajustada para capins de grande porte (ALLEN *et al.*, 1999). Devido a morte de algumas mudas, foram realizados dois replantios: o 1º, no dia 21 de dezembro de 2017 e o 2º em 6 de janeiro de 2018.

Contudo, até a formação do pasto foram realizados três cortes de uniformização baseados na interceptação luminosa de 90% ( $\pm 2$ ) para iniciar as avaliações, com as cultivares de capim no mesmo nível de desenvolvimento e crescimento.

Para manter a cultura livre de plantas invasoras foram realizadas capinas periódica (a cada 30 dias), com auxílio de enxada manual. O período de avaliação do experimento se deu 5 meses após o plantio, devido ao tempo que as mudas demoraram para se estabelecer, uniformizar o *stand* e o dossel vegetativo das plantas.

#### 4.4. Período de avaliação do experimento

A avaliação do experimento foi de 17 de abril a 12 de agosto de 2018, durante a estação chuvosa da região (SOUZA *et al.*, 2004). As cultivares de capim foram avaliadas durante cinco ciclos de corte, Tabela 2. Cada ciclo era finalizado quando a pastagem atingia o índice de interceptação luminosa máxima (I.L<sub>m</sub>), igual a 90% ( $\pm 2$ ).

**Tabela 2.** Período de avaliação de cinco ciclos das cultivares de gramíneas forrageiras: BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai, na região da Zona da Mata alagoana.

Cultivares	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Período total
A) BRS Kurumi	17/04 a	30/04 a	15/05 a	02/06 a	05/07 a	17/04 a
	29/04	14/05	01/06	04/07	28/07	28/07
B) Basilisk	17/04 a	03/05 a	21/05 a	17/06 a	23/07 a	17/04 a
	02/05	20/05	16/06	22/07	12/08	12/08
C) Mulato II	18/04 a	29/04 a	14/05 a	07/06 a	21/07 a	18/04 a
	28/04	13/05	06/06	15/07	05/08	05/08
D) Xaraés	18/04 a	05/05 a	23/05 a	19/06 a	19/07 a	18/04 a
	04/05	22/05	18/06	18/07	05/08	05/08
E) Mombaça	20/04 a	03/05 a	21/05 a	11/06 a	08/07 a	20/04 a
	02/05	20/05	10/06	07/07	28/07	28/07
F) Massai	17/04 a	05/05 a	20/05 a	16/06 a	16/07 a	17/04 a
	04/05	19/05	15/06	15/07	05/08	05/08

#### 4.5. Análises de crescimento

O índice de área foliar (IAF) e índice de interceptação luminosa (I.L) foram medidos, a cada três dias, com o equipamento Plant Canopy Analyzer (Leaf Área Index – LAI 2000). O LAI 2000 estima indiretamente o IAF, a partir de medições simultâneas de luz difusa interceptada em cinco ângulos distintos do zênite através de



um sensor de luz olho de peixe. As frações das lacunas, ou seja, a luz que passa entre as brechas do dossel nos cinco ângulos, é usada para calcular a área do dossel com base em algoritmos matemáticos (LI-COR,1992). Esse método envolve a relação entre a área foliar e a probabilidade da luz a ser interceptada à medida que passa pelo dossel vegetativo das plantas.

Os dados de altura média do dossel vegetativo (ALT) foram coletados a cada três dias, através do valor médio de 10 leituras em cada parcela, em plantas escolhidas de forma aleatória, na folha mais representativa do dossel (folha com altura intermediária). Quando encerrado o ciclo de corte, as plantas foram rebaixadas em 40% da altura máxima do dossel ( $ALT_m$ ) e um novo ciclo de cultivo iniciado.

#### 4.6. Variáveis meteorológicas e hídricas

Os dados meteorológicos foram cedidos pelo Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia (LIA) da UFAL, de uma estação agrometeorológica, distante aproximadamente 315 m do experimento. A temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas por um termohigrômetro (HMP45C, Campbell Scientific, Logan, Utah) instalado a 2,0 m acima da superfície do solo. A precipitação pluvial foi monitorada por um pluviômetro (TB3, Hydrological Services PTY. LTD., Sydney, Austrália) instalado a 1,5 m acima da superfície do solo. A Irradiância solar global ( $R_g \text{ W m}^{-2}$ ) foi obtida por um pirômetro (Eppley, modelo 848, B&W) com caixa espectral de 305-2800 nm. Os sensores estavam acoplados a um sistema de aquisição automático de dados (Micrologger-21XL da Campbell Scientific), com exceção do piranômetro que estava conectado a uma CR 1000 (Campbell Scientific).

As medições de irradiância solar fotossintética transmitida ( $PAR_T$ ,  $\text{MJ m}^{-2}$ ), foram medidas a cada três dias nas parcelas, durante o último ciclo de corte, das 11:00 às 13:00 horas, com o sensor linear quantum-sensor (LI-191SA). Estas medidas foram realizadas na diagonal da linha da cultura, a fim de ajustar o sensor linear na entrelinha (MADDONNI *et al.*, 2001). Sendo os dados do sensor linear calibrados em relação a um sensor Quatum (Li-190SA, Li-COR).

O balanço hídrico foi utilizado o método de Thornthwaite e Matter (1955), com a capacidade de água disponível no solo (CAD) de 40 mm uma vez que, Cunha *et al.* (2010) afirmam que, a maior concentração das raízes de cultivares de capins se encontra nas primeiras camadas do solo. Em razão da diferença de duração dos cinco

ciclos de cortes das cultivares de capim, foi calculado um balanço hídrico (diário) para cada cultivar.

#### 4.7. Coeficiente de extinção de luz

O coeficiente de extinção de luz ( $k$ ) foi estimado pela relação da fração da luz transmitida ( $fPAR_T$ ) e pelo IAF, por meio de equações exponenciais, (KINIRY *et al.*, 1989; FLÉNET *et al.*, 1996). A  $fPAR_T$  calculada pela razão da radiação fotossintética transmitida ( $PAR_T$ ) e pela radiação fotossintética incidente ( $PAR_I$ ). O coeficiente de extinção da luz pelo dossel da cultura foi estimado de acordo com a Equação 1.

$$k = \left[ \frac{-\ln(fPAR_T)}{IAF} \right] \quad (1)$$

Em que:  $fPAR_T$  é a fração de radiação transmitida e o IAF é o índice de área foliar. O coeficiente de extinção de luz para o ciclo da cultura foi determinado por regressão exponencial entre a  $fPAR_T$  e o IAF.

#### 4.8. Produtividade dos capins e da água

A matéria Verde (MV) foi coletada ao final de cada ciclo de corte, em uma área de 0,25 m<sup>2</sup>, escolhida com base na altura máxima do dossel ( $ALT_m$ ). O material vegetal coletado (40% da ALT) era identificado, pesado (em balança de precisão), colocado em sacos de papel e levado para estufa de circulação de ar forçado, por 72 horas a 65 °C, para obter a massa de matéria seca (MS) e a umidade das amostras. Para estimar a produtividade, os valores das amostras de MV e MS obtidos em gramas por 0,25 m<sup>2</sup>, foram convertidos para quilogramas por hectare.

A produtividade da água (PA) foi calculada dividindo a precipitação pluvial efetiva pela produtividade agrícola. Dessa forma, os resultados da PA estão apresentados em quilograma de MS por metro cúbico de água (kg m<sup>-3</sup>). A precipitação pluvial efetiva foi calculada subtraindo o excesso hídrico (determinado pelo balanço hídrico da cultura) da chuva total; de modo que, a PA foi calculada pela Equação (2).

$$PA = \frac{MS}{P_{ef}} \quad (2)$$

Em que:  $P_{ef}$  é a precipitação pluvial efetiva, em  $m^3 ha^{-1}$  e MS é a Matéria seca do capim, em  $kg ha^{-1}$ .

A precipitação pluvial, em milímetros, foi convertida para metro cúbico por hectare, multiplicando a chuva total (mm) do período avaliado por dez.

#### 4.9. Capacidade de suporte do pasto

A capacidade de suporte do pasto (CSP) foi calculada com base no consumo diário de matéria seca por unidade animal (UA), medida utilizada para padronizar pesos dos animais de um rebanho. Já o consumo de matéria seca de uma UA, conforme Gomide *et al.* (2001) e Marcondes *et al.* (2008), é equivalente a 2,4% do seu peso vivo por dia. A capacidade de suporte do pasto foi estimada de acordo com a Equação (3):

$$CSP = \frac{MS}{CD \cdot UA \cdot DP} \quad (3)$$

Em que: CSP é capacidade de suporte do pasto, em  $UA ha^{-1}$ ; MS é matéria seca, em  $kg ha^{-1}$ , no período entre os cortes; CD é consumo diário de MS de uma UA (2,4% do seu peso vivo); UA é uma Unidade Animal que é igual a 450 kg, e DP é a quantidade de dias entre os cortes do pasto.

O DP utilizado para estimar a CSP foi 22 dias, valor médio geral encontrado para a duração de um ciclo de corte, ele está apresentado mais adiante na Tabela 4.

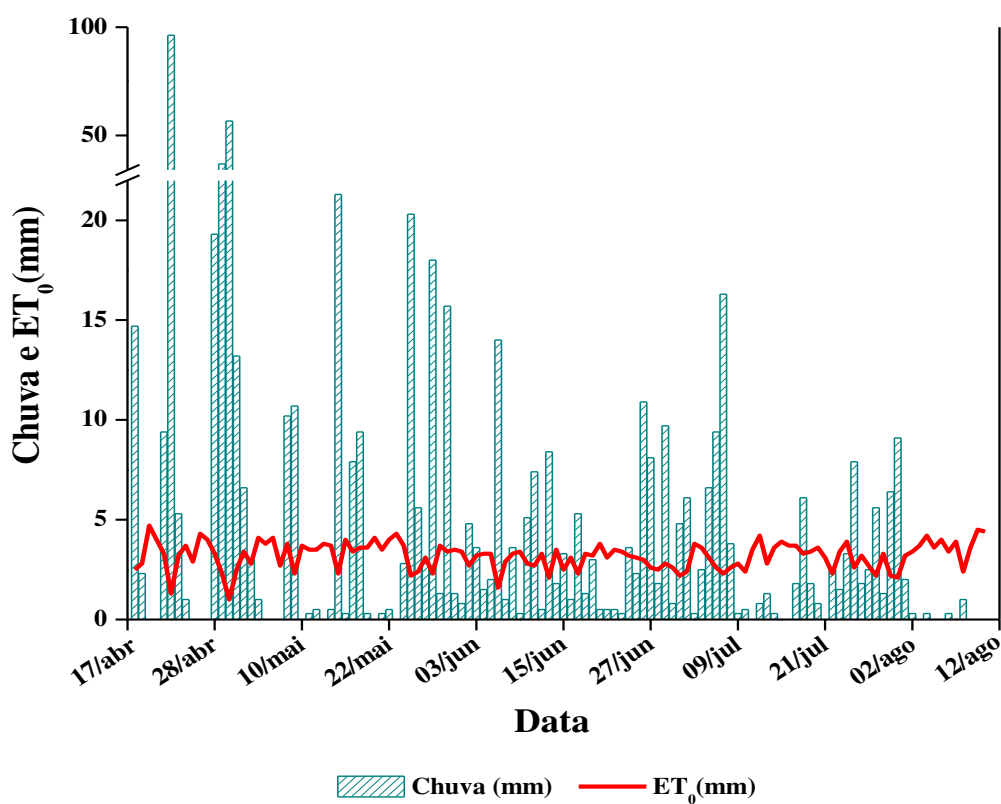
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Variáveis meteorológicas

#### 5.1.1. Precipitação pluvial e evapotranspiração de referência

A precipitação pluvial total, nos 118 dias de experimento (de 17/04 a 12/08/2018), foi 611,9 mm, média diária de 5,2 mm e a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) somou 376,3 mm, 3,2 mm  $\text{dia}^{-1}$  (Figura 2). Em 23 dias (19,5%) do período experimental, não foram registradas chuvas e em 52 dias (44,1 % do tempo) choveu apenas 61,5 mm (1,2 mm  $\text{dia}^{-1}$ ), sendo que esses dias com chuva não foram consecutivos. A  $ET_0$ , nesse mesmo período, foi 173,2 mm, média diária de 3,3 mm. Nos outros 43 dias (36,4%), a chuva acumulada foi 550,4 mm, média de 12,8 mm por dia. Mas, a verificação de deficiência e/ou excesso de água no solo será examinada em um balanço hídrico apresentado e discutido, mais adiante, em um tópico específico.

**Figura 2.** Precipitação pluvial (Chuva) e evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) diárias, no período de 17/04 a 12/08/2018, na região de Rio Largo, AL.



O evento de chuva de maior intensidade ocorreu no dia 22 de abril, quando foram registrados 96,3 mm dia<sup>-1</sup>. A segunda quinzena de abril foi o período mais chuvoso do experimento, com a acumulação de 255,0 mm (41,7% do total), com a ET<sub>0</sub> de 45,8 mm (Figura 2). Os dias com valores de ET<sub>0</sub> mais elevados, de acordo com Sarmiento (2013), são consequências de pouca chuva, baixa nebulosidade e umidade relativa do ar e alta temperatura. Vale ressaltar ainda, que na última quinzena do experimento (29/07 a 12/08/2018) choveu apenas 20,6 mm (3,4% do total), sendo a menor precipitação pluvial observada durante os cinco ciclos de corte dos capins e a ET<sub>0</sub> foi 52,0 mm (Figura 2). Isso demonstra a distribuição irregular da chuva nessa região.

Os autores Souza *et al.* (2004) analisaram a precipitação pluvial e temperatura do ar na região dos Tabuleiros Costeiros do estado de Alagoas, e constataram que, a precipitação pluvial média é 1800 mm por ano, sendo que desse total 70% chove entre os meses de abril e agosto, que corresponde a estação chuvosa da região. Brito *et al.* (2016) também ratificam esses dados climáticos.

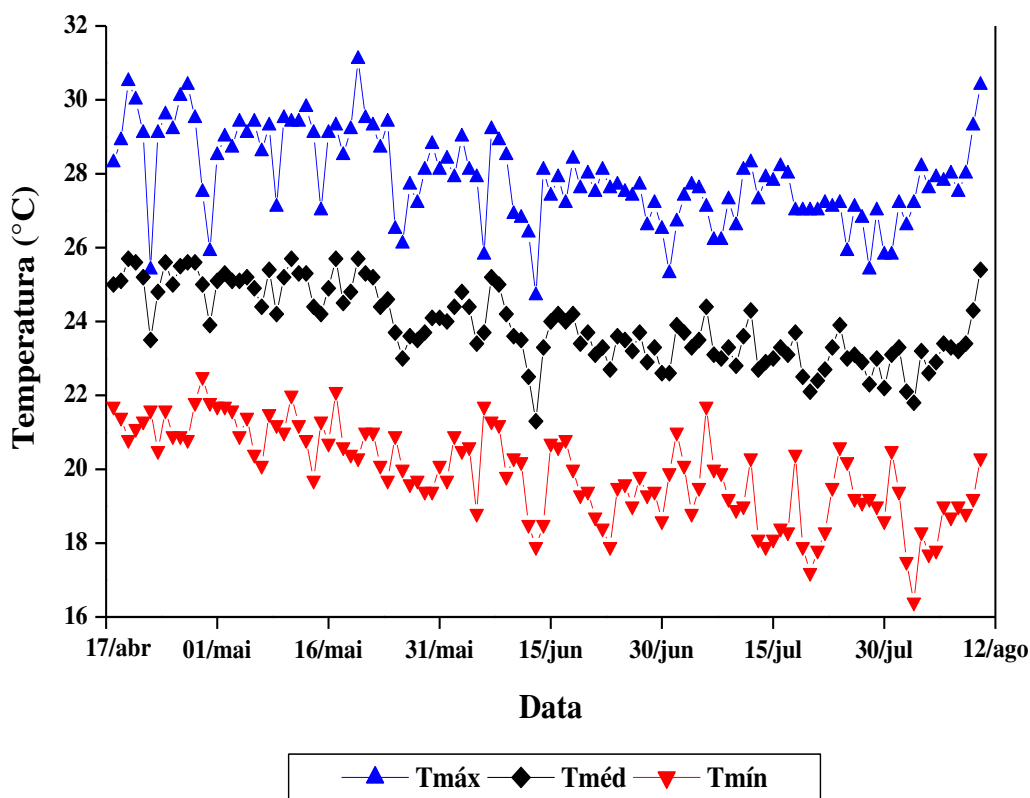
### 5.1.2. Temperatura do ar

De acordo com os resultados apresentados na Figura 3, durante o período experimental (17/04 a 12/08/2018), nos cinco ciclos de corte dos capins, não foi observada restrição térmica para o crescimento das plantas. A temperatura do ar máxima variou de 24,7 (dia 13/06) a 31,1 °C (dia 20/05), média das máximas 27,9 °C. A temperatura do ar mínima foi de 16,4 (dia 03/08) a 22,5 °C (dia 29/04), média das mínimas 19,5 °C e a temperatura do ar média do ar oscilou entre 21,3 e 25,7 °C, média geral de 23,5 °C. Esses valores de temperaturas estão dentro da faixa de 15 a 35°C indicada por Skerman e Riveros (1992) como ótimas para o crescimento e desenvolvimento de plantas forrageiras em regiões tropicais.

Nos primeiros 103 dias de cultivo (17/04 a 28/06/2018) a temperatura (máxima, média e mínima) do ar apresentou tendência de decréscimo (Figura 3). Esse comportamento pode ser explicado, pela maior nebulosidade e ocorrência de chuva nesse período, pois com isso, a energia solar foi priorizada para a evaporação da água do solo (calor latente), resultando em menos energia para o aquecimento do ar (calor sensível). Na última quinzena do experimento (de 01 a 15 de agosto de 2018), período

de menor precipitação pluvial e com menos água no solo para evaporar, sobrou mais energia para aquecer e aumentar a temperatura do ar (Figura 3).

**Figura 3.** Temperatura do ar máxima (T<sub>máx</sub>), média (T<sub>méd</sub>) e mínima (T<sub>mín</sub>), no período de 17/04 a 12/08/2018, na região de Rio Largo, AL.



É muito forte a relação dos fatores ambientais (radiação, precipitação pluvial, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura do ar) sobre o desenvolvimento das plantas forrageiras (MÜLLER *et al.*, 2002). Para Arruda *et al.* (2014), não somente a água é limitante para o crescimento de forrageiras, como também as baixas temperaturas (menores do que 15 °C), que nas regiões tropicais são apontadas como os principais agentes causadores da estacionalidade de crescimento das plantas tropicais. Essa diminuição de crescimento das plantas sob menores temperaturas pode ser explicada pela redução da atividade da amilase, que diminui a hidrólise e a translocação do amido, resultando em menos fotoassimilados e menor produção de matéria seca das plantas forrageiras. Portanto, é necessário entender os efeitos desses fatores sobre as características fisiológicas, ecológicas e fenológicas dos vegetais cultivados, pois, são eles que às vezes provocam a estacionalidade e/ou redução do

crescimento dos pastos. Mesmo com a dificuldade para isolar o efeito de uma variável ambiental sobre a produção de biomassa vegetal, o conhecimento dos fatores climáticos se torna fundamental para a escolha de plantas forrageiras (GOMES *et al.*, 2015).

Conforme Tonato *et al.* (2010), as variáveis meteorológicas como a precipitação pluvial, luminosidade, temperatura e umidade do ar afetam diretamente as características de crescimento, estacionalidade de produção e acúmulo de biomassa de plantas tropicais. Desse modo, a diferença na duração do período experimental das cultivares pode ser explicada pelo efeito das variáveis meteorológicas (chuva, umidade e temperatura do ar) nas características genéticas e fisiológicas das cultivares de capim.

## 5.2. Balanço hídrico da cultura

Com base nos dados apontados na Tabela 3, as chuvas totais, nos cinco ciclos de cortes, das cultivares de capim foram: de 574,3 mm (cv. Mombaça), 591,4 mm (cv. BRS Kurumi), 595,9 mm (cvs. Mulato II e Xaraés), 610,7 mm (cv. Massai) e 611,9 mm (cv. Basilisk). Essa variação na quantidade de chuva pode ser explicada pelo tempo que as cultivares levaram para concluir os cinco ciclos de corte.

A evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) variou de 0,95 mm (no dia 30 de abril), nas cvs. BRS Kurumi, Mulato II e Mombaça, a 4,53 mm (dia 11/08), no cv Basilisk. O menor consumo de água ou evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), durante o período experimental, foi observado na cv. Mombaça, com 312,0 mm (média de 3,03 mm dia<sup>-1</sup>). A cv. BRS Kurumi teve o segundo menor consumo de água, 317,8 mm, seguida pelas cultivares Mulato II (349,0 mm; 3,17 mm dia<sup>-1</sup>), Xaraés (348,6 mm; 3,17 mm dia<sup>-1</sup>), Massai (374,7 mm; 3,38 mm dia<sup>-1</sup>) e a Basilisk (378,0 mm; 3,2 mm dia<sup>-1</sup>), que teve a maior demanda hídrica (Tabela 3 e Figura 4).

Os menores valores de  $ET_c$  diário aconteceram porque os eventos de chuva nos dias (28, 29 e 30/04), proporcionaram excesso hídrico de 55,7 mm, aumentaram a nebulosidade e umidade relativa do ar e, também, provocaram estresse por excesso de água no solo, o que diminuiu a transpiração e o desenvolvimento das plantas. A determinação da evapotranspiração é de fundamental importância, porque estabelece o consumo de água requerido pela cultura e facilita o manejo agrícola, como por exemplo, a determinação de lâmina de água a ser aplicada visando repor a evapotranspiração demandada pelas plantas e evitar deficiência e o excesso de água no solo. Conforme Alencar *et al.* (2007), há vários métodos para determinar a evapotranspiração que, em

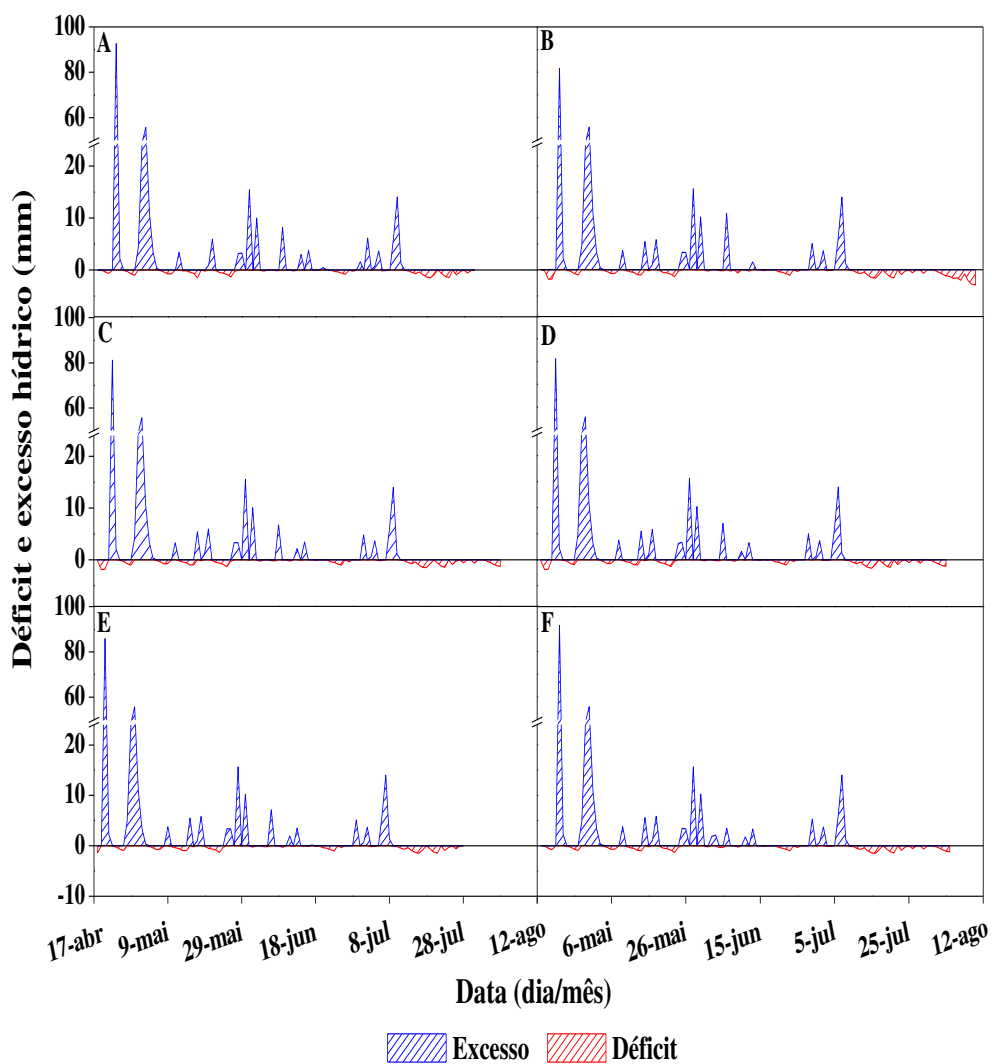
sua maioria, estimam a evapotranspiração potencial. Mas, em razão das características genéticas, fisiológicas e anatômicas da cultura (altura, área foliar, albedo, profundidade do sistema radicular, tolerância à seca), a evapotranspiração potencial varia de cultura para cultura. Nesse caso, de cultivar para cultivar.

**Tabela 3.** Balanço hídrico da cultura, duração do ciclo de corte (DCC), precipitação pluvial total (chuva), evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), excessos e déficits hídricos totais, nos ciclos de corte das cultivares de capim (BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai), na Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018.

<b>Cultivares</b>	<b>Ciclos</b>	<b>DCC (dias)</b>	<b>Chuva total (mm)</b>	<b><math>ET_c</math> (mm)</b>	<b>Excesso (mm)</b>	<b>Déficit (mm)</b>
<b>A) BRS Kurumi</b>	1	13	185,2	41,3	133,9	3,2
	2	15	102,6	47,9	73,6	0,6
	3	18	108,5	59,1	38,8	4,3
	4	33	120,4	95,9	27,6	3,3
	5	24	74,7	73,6	21,7	11,7
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>103</b>	<b>591,4</b>	<b>317,8</b>	<b>295,6</b>	<b>23,1</b>
<b>B) Basilisk</b>	1	16	261,6	47,4	193,0	5,8
	2	18	65,3	61,5	16,3	5,7
	3	27	127,5	84,4	44,8	5,1
	4	36	114,3	115,1	30,4	14,2
	5	21	43,2	69,6	0,0	20,1
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>118</b>	<b>611,9</b>	<b>378</b>	<b>284,5</b>	<b>50,8</b>
<b>C) Mulato II</b>	1	11	133,6	37,2	87,4	6,1
	2	15	138,9	46,6	108,1	4,1
	3	24	134,9	77,2	51,6	5,6
	4	39	133,6	122,1	35,8	8,4
	5	21	54,9	65,9	0,0	11,8
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>110</b>	<b>595,9</b>	<b>349</b>	<b>282,9</b>	<b>36,0</b>
<b>D) Xaraés</b>	1	17	251,0	51,9	192,8	6,0
	2	18	62,0	62,3	16,0	7,2
	3	27	133,4	82,9	44,2	3,0
	4	30	102,6	96,4	30,3	10,3
	5	18	47,0	55,2	0,0	9,5
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>110</b>	<b>595,9</b>	<b>348,6</b>	<b>283,4</b>	<b>36,1</b>
<b>E) Mombaça</b>	1	13	244,6	37,3	197,7	3,3
	2	18	65,3	61,3	16,5	5,7
	3	21	105,2	65,3	39,8	4,1
	4	27	116,8	82,6	35,2	3,6
	5	21	42,4	65,5	1,3	11,4
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>574,3</b>	<b>312</b>	<b>290,5</b>	<b>28,1</b>
<b>F) Massai</b>	1	18	265,7	53,9	203,3	3,5
	2	15	61,2	50,4	16,2	5,0
	3	27	126,5	84,4	45,1	5,0
	4	30	102,4	93,7	31,1	7,8
	5	21	54,9	65,3	0,0	11,0
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>111</b>	<b>610,7</b>	<b>374,7</b>	<b>295,7</b>	<b>32,3</b>



**Figura 4.** Balanço hídrico da cultura do capim pelo método Thornthwaite e Mather (1955) das cultivares: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F), com déficit (DEF) e excesso (EXC) hídrico, na Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018.



Analisando os resultados, a cv. BRS Kurumi foi a que passou menos dias com deficiência hídrica, em 57 dias -55,3% do tempo, com déficit hídrico total de 23,1 mm (7,3% da  $ET_c$ ) distribuídos nos cinco ciclos de corte, variando de 0,6 mm (2,5%) no segundo corte, e 11,7 mm (50,1%) no quinto corte (Tabela 3). O segundo menor déficit total foi observado na cv. Mombaça (28,1 mm, 9,7% da  $ET_c$ ), seguido, em ordem crescente, pelas cultivares Massai (32,3 mm 10,9% da  $ET_c$ ), Mulato II (36,0 mm, 12,7% da  $ET_c$ ) e Xaraés (36,1 mm, 12,7% da  $ET_c$ ). O maior período de deficiência hídrica (74

dias -, 62,7%), foi observado na cv. Basilisk, total de 50,8 mm (13,4% da  $ET_c$ ) distribuídos nos cinco ciclos de corte, variando de 5,1 mm (10,0%) no terceiro corte a 20,1 mm (39,3%) no quinto corte. De acordo com Souza *et al.* (2015), o déficit hídrico no solo, resultante da escassez e distribuição irregular das chuvas no sistema hidrológico de uma pastagem determina a disponibilidade de água para as plantas e, conseqüentemente, sua produtividade.

Por outro lado, foram observados 34 dias (30,1% do tempo) do período experimental com excesso hídrico na cv. Mulato II, um total de 282,9 mm (47,5% da chuva total), distribuídos nos cinco ciclos de corte, variando de 0% (0,0 mm) no quinto corte a 38,2% (108,0 mm) no segundo corte. Os excessos totais nas cvs. Xaraés, Basilisk, Mombaça e BRS Kurumi foram 283,4 mm (47,6%), 284,5 mm (46,5%), 290,5 mm (50,6%) e 295,6 mm (49,9% da chuva total), respectivamente (Tabela 3 e Figura 4). A cv. Massai somou 31 dias (27,9% do tempo) com excesso hídrico, total de 295,7 mm (48,4% da chuva total), distribuídos nos cinco ciclos de corte, variando de 0,0 mm (0%) no quinto corte a 203,3 mm (68,8%). O excesso de água no solo foi causado, naturalmente, por eventos chuvosos intensos. Isso causa uma redução imediata na troca de gases entre a planta e o meio ambiente (DIAS-FILHO, 2006). E, esse mesmo autor afirma que, a anóxia ou hipóxia sofrida pelo sistema radicular altera o metabolismo celular, provocando queda imediata na respiração das raízes, reduzindo a produção de ATP, afetando diversos aspectos do metabolismo celular e o desenvolvimento geral da planta.

### **5.3. Variáveis de crescimento e interceptação luminosa**

#### **5.3.1. Índice de área foliar e altura do dossel.**

O índice de área foliar máximo ( $IAF_m$ ) nos cinco ciclos de corte das cultivares de capim variou de 2,6 (BRS Kurumi, no segundo corte) a 3,4 (Mombaça, nos primeiro e terceiro cortes), média geral de 2,9 (Tabela 4). As cultivares não diferiram estatisticamente à 5% de probabilidade. Quanto o  $IAF_m$ , o coeficiente de variação, foi 19,67%, considerado alto mesmo para experimento de campo. Contudo, levando em conta as diferenças de tempo (variáveis meteorológicas) nos ciclos de cortes, esse resultado é muito bom e confiável. O IAF cresce até atingir um valor, onde as folhas do topo sobream as da base e causa a morte das folhas mais velhas, de modo que a partir desse momento, os valores de IAF se estabelecem ou diminuem.

**Tabela 4.** Duração do ciclo de corte (DCC), índice de área foliar máximo (IAF<sub>m</sub>), altura máxima de dossel (ALT<sub>m</sub>), interceptação luminosa máxima (I.L<sub>m</sub>) e fração da radiação fotossintética ativa transmitida máxima acumulada (fPAR<sub>Tacm</sub>) dos capins (BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai), na Zona da Mata alagoana, no período de 17 de abril a 12 de agosto de 2018.

Cultivares	Ciclos	DCC (dias)	IAF <sub>m</sub>	ALT <sub>m</sub> (cm)	I.L <sub>m</sub> (MJ m <sup>-2</sup> )	fPAR <sub>Tacm</sub> (MJ m <sup>-2</sup> )
A) BRS Kurumi	1	13	2,7	83,8	89,7	60,8
	2	15	2,6	70,7	89,5	71,1
	3	18	3,1	71,7	90,7	94,0
	4	33	3,0	68,1	89,7	155,1
	5	24	2,8	73,3	89,6	114,8
<b>Média</b>		21	2,8	73,5	89,8	99,2
B) Basilisk	1	16	3,1	58,2	88,2	66,8
	2	18	2,6	50,1	89,5	94,8
	3	27	2,6	54,8	89,5	139,9
	4	36	2,9	56,4	88,9	169,3
	5	21	3,0	52,0	89,9	113,3
<b>Média</b>		24	2,8	54,3	89,2	116,8
C) Mulato II	1	11	2,7	51,5	90,9	51,2
	2	15	3,2	49,1	90,4	74,3
	3	24	3,3	42,0	89,7	118,7
	4	39	3,1	43,2	90,0	183,7
	5	21	3,0	42,6	89,6	88,4
<b>Média</b>		22	3,1	45,7	90,1	103,3
D) Xaraés	1	17	3,0	68,1	90,9	70,1
	2	18	3,1	62,2	90,8	101,8
	3	27	3,0	61,3	90,2	130,5
	4	30	3,0	58,2	89,5	142,7
	5	18	2,9	56,7	89,5	87,9
<b>Média</b>		22	3,0	61,3	90,2	106,6
E) Mombaça	1	13	3,4	85,3	90,3	56,7
	2	18	2,9	90,0	89,8	103,6
	3	21	3,4	91,6	91,4	109,4
	4	27	3,1	72,4	89,0	130,0
	5	21	2,8	69,6	88,5	98,6
<b>Média</b>		20	3,1	81,8	89,8	99,7
F) Massai	1	18	2,7	75,3	90,1	64,1
	2	15	3,1	70,8	89,6	72,7
	3	27	2,8	74,3	89,7	122,3
	4	30	2,9	71,2	88,1	129,8
	5	21	2,8	71,0	89,1	90,2
<b>Média</b>		22	2,9	72,5	89,3	95,8
<b>Média Geral</b>		22	2,9	64,9	89,7	103,6

A altura máxima do dossel vegetativo (ALT<sub>m</sub>) das cultivares de capim, apresentadas também na Tabela 4, variou de 42,0 cm (cv. Mulato II, no terceiro corte) a 91,6 cm (cv. Mombaça, no terceiro corte), média geral de 64,9 cm. Observa-se ainda, que houve variação na ALT<sub>m</sub> das cultivares entre os cortes, por exemplo, a cv. Massai

apresentou diferença de 6% entre a menor (70,8 cm, quinto corte) e a maior ALT<sub>m</sub> (75,3 cm, terceiro corte). Essa menor altura no quarto corte é atribuída ao déficit hídrico. Do mesmo modo, na cv. Mombaça ocorreu diferença de 24% entre o primeiro corte (69,9 cm) e o segundo corte (75,3 cm).

Em relação a ALT<sub>m</sub> média, de acordo com o teste de Tukey, houve diferença estatística a 1% de probabilidade, com a formação de três grupos. Em que, o primeiro, formado pelas cvs. Mombaça (81,8 cm), BRS Kurumi (73,5 cm) e Massai (72,5 cm), foram as mais altas; o segundo, composto pelas cvs. Xaraés (61,3 cm) e Basilisk (54,3cm); e, o terceiro e último grupo, representado pela cv. Mulato II (45,7 cm) que foi a mais baixa. O coeficiente de variação foi 7.07%, indicando ótima precisão experimental.

A altura do dossel das gramíneas é consequência do seu hábito de crescimento, do tempo de rebrota e de suas adaptações morfológicas durante esses processos (CUTRIM JUNIOR *et al.* 2011). O controle do pastejo por meio da altura pode ser utilizado como uma forma prática de manejo, mas não a mais confiável, principalmente, em gramíneas tropicais, em que o alongamento dos colmos torna-se uma característica indesejável porque reflete na quantidade e qualidade do pasto ofertada para os animais. Canto *et al.* (2001), argumentam que a redução da altura de pasto diminui a quantidade folhas e reduz a área foliar, a fotossíntese e a taxa de produção de tecidos brutos (lâminas de folhas verdes e colmos verdes).

A interceptação luminosa máxima (I.L<sub>m</sub>) nos cinco ciclos de corte das cultivares de capim variou de 88,1% (cv. Massai, no quarto corte) a 91,4% (cv. Mombaça, no terceiro corte), média geral de 89,7% (Tabela 4). De acordo com a análise de variância (ANAVA) pelo teste F, não houve diferença significativa, a 1% probabilidade, entre os tratamentos quanto a I.L<sub>m</sub> médio, e o coeficiente de variação foi 0,73%, indicando precisão de dados bastante homogêneos para essa variável, portanto, uma ótima precisão experimental. A estratégia de manejo, com base na interceptação luminosa igual a 90% ( $\pm 2$ ), não influenciou no IAF<sub>m</sub> médio das cultivares, contudo, foi observado alturas de pré-pastejo diferentes, demonstrando a variabilidade no hábito de crescimento e estrutura do dossel das cultivares. Macedo *et al.* (2017), avaliando IAF e a frequência de desfolha do capim-Tanzânia, observaram resultados superiores ao dessa pesquisa, com IAF de 5,10 e interceptação luminosa (I.L<sub>m</sub>) de 95,0%. Esses pesquisadores também afirmam que, IAF acima de 5, as folhas inferiores passam a ser sombreadas e se tornam menos eficientes fotossinteticamente, modificando assim, 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, resulta em balanço negativo de carbono e, por fim, perda de pasto que poderia ser consumido pelos animais. O IAF ótimo é aquele que permite a máxima eficiência fotossintética, geralmente, ocorre nas primeiras fases do crescimento quando o autossombreamento é mínimo e varia de acordo com as cultivares utilizadas.

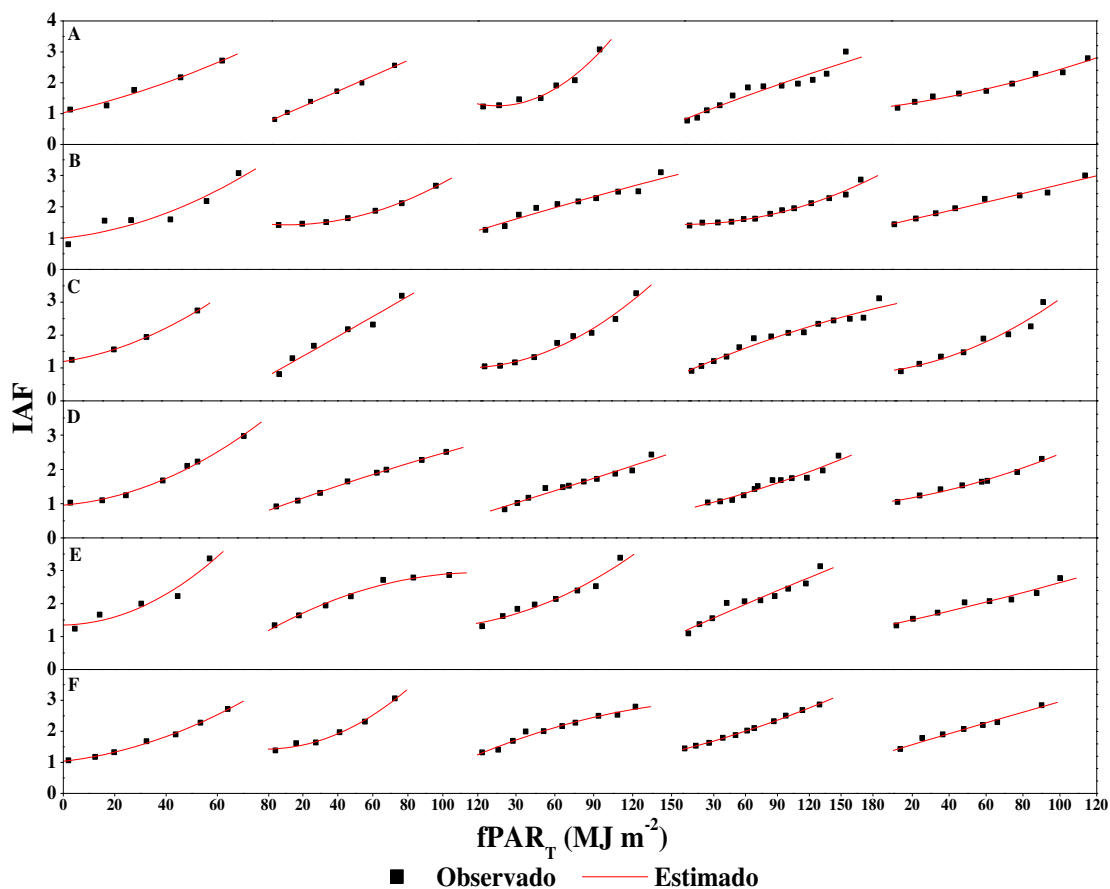
A fração da radiação fotossintética ativa transmitida acumulada ( $fPAR_{T_{acm}}$ ) variou de  $50,2 \text{ MJ m}^{-2}$  (primeiro corte da cv. Mulato II) a  $183,7 \text{ MJ m}^{-2}$  (quarto corte da cv. Mulato II), média geral de  $103,6 \text{ MJ m}^{-2}$  (Tabela 3). Observa-se que ocorreu 50,6% de diferença na cv. Massai, entre os ciclos com a menor ( $64,1 \text{ MJ m}^{-2}$ , primeiro corte) e a maior  $fPAR_{T_{acm}}$  ( $129,8 \text{ MJ m}^{-2}$ , quarto corte). Do mesmo modo, para a cv. Mulato II, com diferença de 72% entre o primeiro corte ( $51,2 \text{ MJ m}^{-2}$ ) e o segundo corte ( $183,7 \text{ MJ m}^{-2}$ ). Conforme o teste de tukey, quanto a  $fPAR_{T_{acm}}$  médio, não houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre as cultivares. Porém, foi considerável entre os ciclos de corte. O coeficiente de variação foi 14,4%, indicando boa precisão experimental.

A duração do ciclo influenciou na quantidade de radiação absorvida pelas plantas, entretanto, um fator a ser levado em consideração é o IAF. Por exemplo, na cv. Massai, que apesar de concluir o segundo ciclo corte em 15 dias, três dias a menos que o primeiro corte, obteve, com  $IAF_m$  de 3,06, uma  $fPAR_{T_{acm}}$  de  $72 \text{ MJ m}^{-2}$ , diferença de 11,8%, no acúmulo de radiação, em relação ao primeiro corte, com  $IAF_m$  de 2,71 e  $fPAR_{T_{acm}}$  de  $64,1 \text{ MJ m}^{-2}$  (13,4% do total –  $479,1 \text{ MJ m}^{-2}$ ). Vale ressaltar que a disponibilidade de radiação solar na superfície terrestre, é antes de tudo, função das variáveis associadas às relações Terra-Sol, enquanto que, a proporção da interceptação dessa radiação por uma planta, depende da arquitetura e da densidade de folhagem do dossel (associada à área foliar e porosidade do dossel), bem como das propriedades ópticas da vegetação e da relação entre a radiação direta e difusa.

Os valores estimados pelos modelos quadráticos, para índice de área foliar, se ajustaram aos dados observados, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) acima de 89% e significância para todas variáveis do modelo (Figura 5). Os capins BRS Kurumi e Basilisk apresentaram  $R^2$  variando de 89,9 a 98,3%; 96,4 a 99,5%; 94,0 a 97,3%; 91,7 a 98,0% e de 97,1 a 97,5%, nos 1º, 2º, 3º, 4º e 5º cortes, respectivamente. Na cultivar Mulato II, o  $R^2$  do primeiro corte se ajustou bem, apesar do menor número de pontos

observados (quatro) até atingir 90% ( $\pm 2$ ) da I.L, portanto, os  $R^2$  foram 99,0; 96,4; 98,0; 96,0 e 94,8% para os 1º, 2º, 3º, 4º e 5º cortes, respectivamente. Nas cultivares Xaraés e Massai os  $R^2$  foram 99,4 e 99,7% para o primeiro corte, 99,8 e 99,0% para o segundo corte, 95,9 e 97,6% para o terceiro corte, 94,7 e 99,9% no quarto corte, 98,2 e 98,4% no quinto corte. Na cultivar Mombaça o  $R^2$  foi 93,8% (primeiro corte), 98,4% (segundo corte), 95,3% (terceiro corte), 94,0% (quarto corte) e 94,7% (quinto corte). O pesquisador Galzerano (2012), relata que o  $IAF_m$  para a máxima interceptação depende de vários fatores como espécie forrageira, elevação do sol no período da pesquisa, orientações das folhas (verticais ou horizontais), assim como, o formato das folhas (estreita ou larga).

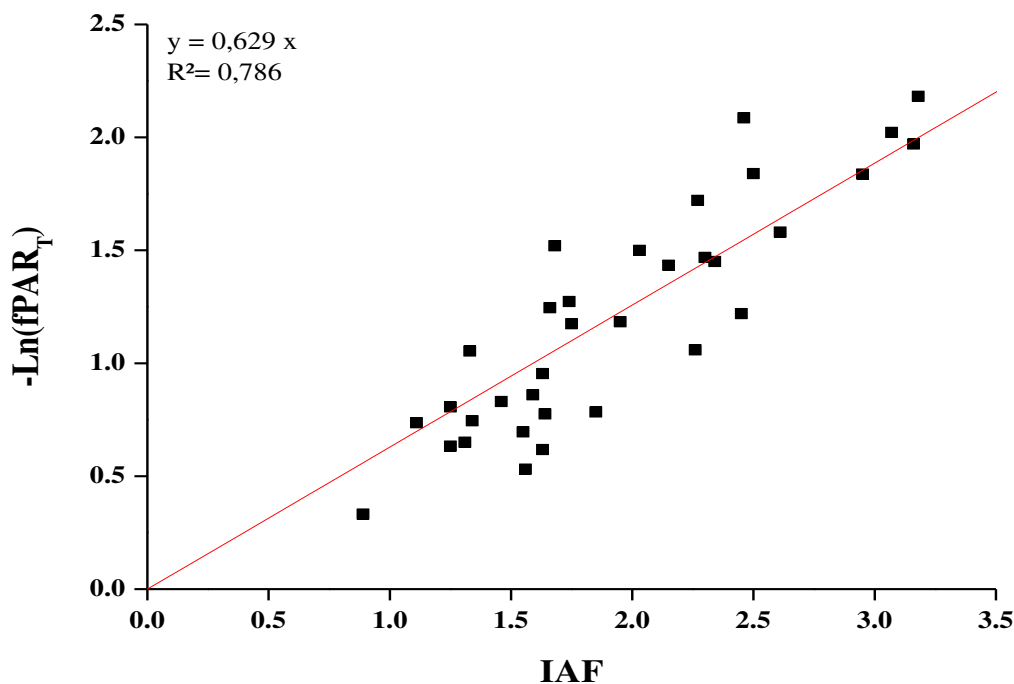
**Figura 5.** Índice de área foliar (IAF) e fração da radiação fotossintética ativa transmitida ( $fPAR_T$ ) em cinco cortes de cultivares de capim: BRS Kurumi (A), Basilisk (B), Mulato II (C), Xaraés (D), Mombaça (E) e Massai (F) na região de Rio Largo - AL, na Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018.



### 5.3.2. Coeficiente de extinção de luz

Na Figura 6, observa-se as relações entre o negativo do logaritmo natural da fração da radiação fotossinteticamente ativa transmitida ( $fPAR_T$ ) nas cultivares de capim. Os coeficientes angulares dessa regressão linear representam o valor médio do coeficiente de extinção de luz ( $k$ ) no decorrer do crescimento das plantas. A tendência dos valores de  $k$  ao longo do período de cultivo foi crescente. Ferreira Junior (2013), cita que, há acréscimo em  $k$  com o aumento do IAF da cultura. As cultivares de capim apresentaram o  $k$  médio de 0,629, interceptando aproximadamente 36% da Radiação global (RG), ressaltando que, esses dados foram ajustados ao modelo linear com boa capacidade preditiva ( $R^2=0,786$ ). De acordo com as observações de Monsi e Saeki (2005), o  $k$  varia entre 0,3 e 2,0. Já Andrade *et al.* (2005), mencionam em seu trabalho que valores do  $k$  para gramíneas, está entre 0,4 e 0,7. De forma geral, para a vegetação do tipo grama, o  $k$  varia aproximadamente entre 0,3 e 0,5 e, para folha larga varia de 0,7 a 1,0. Alguns autores afirmam que, os valores de  $k$  variam bastante entre espécies de plantas diferentes, entretanto, as da mesma espécie os valores são quase constantes. Vale salientar também que em cultivos muito densos, com IAF muito alto, o  $k$  pode ser inversamente proporcional a absorvância. Alguns estudos (SHIBLES e WEBER, 1966; GALLAGHER e BISCOE, 1978), revelam que os valores de IAF e  $k$  definem o rendimento potencial da cultura. Nessa pesquisa, a transmitância teve tendência inversamente proporcional ao  $k$ , quando o IAF não exerce influência sobre essa variável, pois quando a arquitetura do dossel é vertical, as plantas competem menos por radiação e dependendo da densidade de plantas, o IAF pode ser muito alto porque quanto mais plantas, maior será o IAF. Isso provoca redução no  $k$ , mas não significa que a transmitância durante o cultivo foi maior, e sim, que o arranjo espacial é mais eficiente em captar energia solar.

**Figura 6.** Relação entre o negativo do logaritmo natural da fração da radiação solar fotossintética transmitida ( $-\ln(\text{fPAR}_T)$ ) e o índice de área foliar (IAF) de cultivares de capim, na Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018.



Os valores médios do  $k$  foram: 0,71; 0,65; 0,66; 0,65; 0,63 e 0,50, nas cultivares de capim *BRS Kurumi*, *Basilisk*, *Mulato II*, *Xaraés*, *Mombaça* e *Massai*, respectivamente (Tabela 5). Nos estudos de Andrade *et al.* (2005), a quantidade de luz interceptada pelo dossel tem mais importância para a produção das forrageiras do que a quantidade de luz disponível. Os mesmos autores afirmam que, a interceptação de luz depende não só do IAF da cultura, mas também de propriedades físicas das folhas, da estrutura do dossel ou do modo como as folhas estão dispostas e da densidade de plantio.



**Tabela 5.** Coeficiente de extinção de luz (k) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de cultivares de capim, na região da Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018.

	<b>BRS Kurumi</b>	<b>Basilisk</b>	<b>Mulato II</b>	<b>Xaraés</b>	<b>Mombaça</b>	<b>Massai</b>	<b>Médio</b>
K	0,71	0,65	0,66	0,65	0,63	0,5	0,629
R <sup>2</sup>	0,89	0,84	0,85	0,92	0,69	0,81	0,786

Fagundes *et al.* (1999), avaliando pastagens de capim Tifton-85 mantidas a diferentes alturas (5, 10, 15 e 20 cm), verificaram aumento na interceptação de luz (I.L) e no coeficiente de extinção com o acréscimo do IAF. Eles acrescentaram também que, esse aumento na interceptação luminosa foi em parte, por causa das lâminas foliares mais largas e a maiores alturas de plantas. Essa mudança morfológica, associada a uma distribuição mais horizontal das folhas dentro do dossel, resultou em aumento nos valores de k e da altura da forrageira (ANDRADE *et al.*, 2005).

Monteith e Unsworth (1990), explicam que, o coeficiente de extinção (k) revela o grau de diminuição da luz no dossel, por absorção e espalhamento, ou seja, quando a folhagem não é densa o suficiente para interceptar toda a radiação incidente, o coeficiente de reflexão do dossel depende, até certo ponto, da reflexão do solo, bem como da densidade das folhas. Conforme Cooper (1983), as diferenças relatadas entre e dentro de espécies forrageiras devem-se a algumas características do pasto como tamanho da folha, ângulo de inserção entre a folha e o caule, rigidez das folhas etc., que podem afetar sua estrutura e, conseqüentemente, o IAF, a I.L e o acúmulo de matéria seca.

#### **5.4. Produtividade dos capins e da água**

A matéria verde (MV), nos cinco ciclos de corte das cultivares de capim variou de 4.177,5 kg ha<sup>-1</sup> (cv. Basilisk, no primeiro corte) a 10.154,5 kg ha<sup>-1</sup> (cv. BRS Kurumi, no quinto corte), média geral de 6.695,0 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 6). Nota-se que houve variação na MV acumulada entre cultivares e cortes. Por exemplo, a cv. Massai, que ocorreu diferença de 29% entre a menor (5.523,9 kg ha<sup>-1</sup> no quinto corte) e a maior MV (7.805,4 kg ha<sup>-1</sup> no primeiro corte). Da mesma maneira, na cv. Basilisk com diferença de 39,8% do primeiro corte (4.177,5 kg ha<sup>-1</sup>) para o terceiro corte (6.936,5 kg ha<sup>-1</sup>). Seguindo os resultados do teste de Tukey a 5% de probabilidade, quanto à produtividade média de

MV, destacaram-se dois grupos. O primeiro formado pelas cvs. BRS Kurumi, Mombaça, Xaraés e Massai foram as mais produtivas, com 8.624,4; 7.280,9; 6.649,7 e 6.577,2 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, média de 7283,1 kg ha<sup>-1</sup>. E, o segundo, menos produtivo, foi composto pelas cvs. Mulato II e Basilisk, com 5.757,5 e 5.280,0 kg ha<sup>-1</sup>, média de 5518,8 kg ha<sup>-1</sup>.

A matéria seca (MS) nos cinco ciclos de corte das cultivares de capim variou de 920,2 kg ha<sup>-1</sup> (cv. Kurumi, no primeiro corte) a 2.004,1 kg ha<sup>-1</sup> (cv. Mulato II, no quarto corte). Na Tabela 6, observa-se que não houve diferença estatística na produtividade média de MS acumulada entre as cultivares de capim, mas entre os cortes, as diferenças foram estatisticamente significativas a 5 % de probabilidade. Na cv. Massai houve diferença de 17,9% entre a menor MS (1.159,3 kg ha<sup>-1</sup>, no quarto corte) e a maior (1.411,3kg ha<sup>-1</sup>, no terceiro corte), bem como a cv. Xaraés que diferenciou em 47,8% entre o primeiro corte (1.090,4 kg ha<sup>-1</sup>) e o quarto (2.004,1 kg ha<sup>-1</sup>). A produtividade média de MS, por corte, da cv. Massai foi 1.538,0 kg ha<sup>-1</sup>, Mombaça 1.456,7 kg ha<sup>-1</sup>, Mulato II 1.384,4 kg ha<sup>-1</sup>, Xaraés 1.343,4 kg ha<sup>-1</sup>, Basilisk 1.289,2 kg ha<sup>-1</sup> e BRS Kurumi 1.191,0 kg ha<sup>-1</sup>, média geral de 1.367,1 kg ha<sup>-1</sup>. O coeficiente de variação estatística para MV foi 17,44% e para MS 17,01%, valores considerados altos, mesmo para experimento de campo. Entretanto, ao considerar as diferenças de tempo (variáveis meteorológicas) nos ciclos de cortes, esse resultado é muito bom e confiável.

**Tabela 6.** Matéria Verde (MV), matéria Seca (MS) umidade das cultivares (U) e produtividade da água (PA) nos cinco cortes das cultivares de capim: BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai, na Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018.

Cultivares	Ciclos	MV (kg ha <sup>-1</sup> )	MS (kg ha <sup>-1</sup> )	U (%)	PA (Kg m <sup>-3</sup> )
<b>A) BRS Kurumi</b>	1	7151,7	920,2	87,1	0,18
	2	7030,2	994,9	85,8	0,34
	3	9445,7	1221,0	87,1	0,18
	4	9340,1	1316,3	85,9	0,14
	5	10154,5	1502,6	85,2	0,28
<b>Média</b>		8624,4	1191,0	86,2	0,22
<b>B) Basilisk</b>	1	4177,5	1336,4	68,0	0,19
	2	4913,5	1264,5	74,3	0,26
	3	6936,5	1411,3	79,7	0,17
	4	5266,2	1159,3	78,0	0,14
	5	5106,2	1274,7	75,0	0,30
<b>Média</b>		5280,0	1289,2	75,0	0,21
<b>C) Mulato II</b>	1	4696,0	1090,4	76,8	0,24
	2	4875,3	1156,0	76,3	0,38
	3	4969,4	1273,4	74,4	0,15
	4	7609,3	2004,1	73,7	0,20
	5	6637,7	1398,4	78,9	0,25
<b>Média</b>		5757,5	1384,4	76,0	0,24
<b>D) Xaraés</b>	1	6378,7	1128,4	82,3	0,19
	2	6455,4	1433,9	77,8	0,31
	3	6481,7	1017,4	84,3	0,11
	4	8671,4	1947,2	77,5	0,27
	5	5261,2	1190,0	77,4	0,25
<b>Média</b>		6649,7	1343,4	79,9	0,23
<b>E) Mombaça</b>	1	9225,2	1217,5	86,8	0,26
	2	5975,0	1332,8	77,7	0,27
	3	6806,5	1503,3	77,9	0,23
	4	7285,2	1666,1	77,1	0,20
	5	7112,4	1564,1	78,0	0,38
<b>Média</b>		7280,9	1456,7	79,5	0,27
<b>F) Massai</b>	1	7805,4	1538,3	80,3	0,25
	2	6636,2	1542,9	76,8	0,34
	3	6643,3	1803,5	72,9	0,22
	4	6277,4	1530,6	75,6	0,21
	5	5523,9	1274,9	76,9	0,23
<b>Média</b>		6577,2	1538,0	76,5	0,25
<b>Média Geral</b>		6695,0	1367,1	78,8	0,24

Os resultados obtidos nesse trabalho, quanto à produtividade de MS são superiores aos encontrados por Coelho (2012), que estudou áreas de pastagens cultivadas com a cv. Basilisk, na região de Prudente de Moraes-MG e observou que, em geral, a produtividade de 540 kg ha<sup>-1</sup> de MS em 35 dias. As gramíneas são plantas de rotas metabólicas do tipo C<sub>4</sub>. Por isso, apesar de terem altas eficiências fotossintéticas, essas plantas necessitam de mais energia para serem mais produtivas. Portanto, ao

reduzir a quantidade de luz, a taxa fotossintética também diminui e há menos produção de biomassa (LEONEL *et al.*, 2009). Um trabalho realizado por Sheehy e Cooper (1973), com várias espécies forrageiras em condições não limitantes de umidade e nutrientes no solo, demonstrou grandes diferenças de produção de forragem entre as espécies. Essas diferenças provocadas pelas variações de distribuição de luz dentro do dossel indicam que a arquitetura das plantas é um fator importante para a determinação da taxa de crescimento dos pastos.

A umidade das cultivares (U) nos cinco ciclos de corte das cultivares de capim variou de 68% (cv. Basilisk, no primeiro corte) a 87,1% (cv. BRS Kurumi, no primeiro e terceiro cortes), média geral de 78,8% (Tabela 6). Na cv. BRS Kurumi ocorreu diferença de 2,2% entre a menor (85,2% no quinto corte) e a maior U (87,1% no primeiro e terceiro cortes), demonstrando assim, uma variação na U das cultivares entre os ciclos corte. Na cv. Basilisk teve diferença de 14,6% de U entre o primeiro (68,0%) e o terceiro corte (79,7%). A maior U média foi observada nas cv. BRS Kurumi (86,7%), Xaraés (79,9%) e Mombaça (79,5%), e pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, diferiram estatisticamente das cvs. Massai (76,5%), Mulato II (76,0%) e Basilisk (75%).

A produtividade da água (PA), nos cinco ciclos de corte das cultivares de capim variou de 0,11 kg m<sup>-3</sup> na cv. Xaraés (terceiro corte) a 0,38 kg m<sup>-3</sup> nas cv. Mombaça, no quinto corte, e Mulato II, no segundo corte (Tabela 6). Pelo teste de Tukey, estatisticamente não apresentou diferença de PA, a 5% de probabilidade entre as cultivares, mas sim entre os ciclos de cortes, como observado na cv. Massai, que teve diferença de 38,2% entre a menor (0,21 kg m<sup>-3</sup> no quarto cortes) e a maior PA (0,34 kg m<sup>-3</sup> no segundo corte). Já a cv. Xaraés teve diferença de 64,5% de PA entre o terceiro corte (0,11 kg m<sup>-3</sup>) e o segundo corte (0,31 kg m<sup>-3</sup>). A PA média, das cultivares de capim foi: 0,27 kg m<sup>-3</sup> (cv. Mombaça), 0,25 kg m<sup>-3</sup> (cv. Massai), 0,24 kg m<sup>-3</sup> (cv. Mulato II), 0,23 kg m<sup>-3</sup> (cv. Xaraés), 0,22 kg m<sup>-3</sup> (cv. BRS Kurumi) e 0,21 kg m<sup>-3</sup> (cv. Basilisk), com média geral de 0,24 kg m<sup>-3</sup>. O coeficiente de variação para U foi de 4,17%, indicando ótima precisão experimental. Enquanto que, o coeficiente de variação para PA foi de 28,7%, indicando baixa precisão experimental.

A PA é um índice que representa o saldo de MS produzido por unidade de água consumida e pode ser usada como referência para aprimorar os manejos agrícolas, visando a melhor produtividade da cultura (ARTUR *et al.*, 2014). Nas últimas décadas, estudos têm sido realizados para que seja possível determinar as PA economicamente

mais eficientes para diferentes culturas agrícolas e, desse modo, encontrar a quantidade de água necessária para alcançar a produtividade esperada de cada cultura (SINGH *et al.*, 2007; TEODORO, 2011; COSTA *et al.*, 2012; ARTUR *et al.*, 2014).

### 5.5. Capacidade de suporte de pastagens

A capacidade de suporte de pastagens (CSP), das cultivares de capim, variou de 3,9 UA ha<sup>-1</sup> (cv. Kurumi, no primeiro corte) a 8,4 UA ha<sup>-1</sup> (cv. Mulato II, no quarto corte), média geral de 5,8 UA ha<sup>-1</sup>. Desse modo, observa-se que houve variação na CSP nas cultivares entre os cortes. Por exemplo, na cv. Xaraés ocorreu diferença de 47,8% entre a menor (4,3 UA ha<sup>-1</sup>, no terceiro corte) e a maior CSP (8,2 UA ha<sup>-1</sup>, no quarto corte). Na cv. Basilisk, ocorreu diferença de 17,9% entre o quarto corte (4,9 UA ha<sup>-1</sup>) e o terceiro corte (5,9 UA ha<sup>-1</sup>), justificado pela maior estabilidade na produção de MS entre os ciclos de corte. Pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, não houve diferença para a CSP média das cultivares. O coeficiente de variação foi de 16,9%, valor considerado alto, mesmo para experimento de campo. Contudo, ao levar em conta as diferenças no acúmulo de MS ocasionadas pelas variações de tempo (variáveis meteorológicas) e duração (dias) nos ciclos de corte, esse resultado é muito bom e confiável. A variação da capacidade de suporte entre os cortes está relacionada com as variações das variáveis meteorológicas, sobretudo, chuva e radiação (fotoperíodo e temperatura do ar) entre um corte e outro.

A capacidade de suporte é expressa em termos do número máximo de animais suportados pela pastagem, sem causar a degradação das plantas. Em todas as pastagens, busca-se um equilíbrio no número de animais que dela se utilizam a fim de que se mantenham continuamente produtivas. Isto significa dizer que, cada pastagem tem uma capacidade de suporte limite, acima da qual ocorre a sua degradação, o que é indesejável.

Os autores Gomide *et al.* (2015) relatam que, em condições adequadas de manejo, a taxa de lotação (quantidade de animais por unidade de área, hectare) das pastagens de capim-Kurumi variam entre 4,0 e 7,0 UA ha<sup>-1</sup>, com ganhos de até 0,7 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> considerando o desempenho de novilhas leiteiras Holandês x Zebu, recriadas exclusivamente a pasto durante o período chuvoso, com fornecimento de sal mineral. Aguiar *et al.* (2004), avaliaram a capacidade de suporte de capins do gênero *Panicum maximum* sob pastejo intensivo, na região de Uberaba – MG, com ciclo de

pastejo de 48 dias (no período das águas) e encontraram valores de 7,8 UA ha<sup>-1</sup>. Todavia, uma premissa básica para a intensificação da produção de carne e /ou leite a pasto, é a utilização de forrageiras altamente produtivas e com elevada capacidade de suporte associadas com manejo adequado.

**Tabela 7.** Capacidade de suporte de pastagens (CSP) em relação a produção de matéria seca (MS), nos cinco ciclos de corte das cultivares de capim: BRS Kurumi, Basilisk, Mulato II, Xaraés, Mombaça e Massai, na Zona da Mata alagoana, no período de 17/04 a 12/08/2018.

<b>Cultivares</b>	<b>Ciclos</b>	<b>MS (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>CSP (UA ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>A) BRS Kurumi</b>	1	920,2	3,9
	2	994,9	4,2
	3	1221,0	5,1
	4	1316,3	5,5
	5	1502,6	6,3
<b>Média</b>		<b>1191,0</b>	<b>5,0</b>
<b>B) Basilisk</b>	1	1336,4	5,6
	2	1264,5	5,3
	3	1411,3	5,9
	4	1159,3	4,9
	5	1274,7	5,4
<b>Média</b>		<b>1289,2</b>	<b>5,4</b>
<b>C) Mulato II</b>	1	1090,4	4,6
	2	1156,0	4,9
	3	1273,4	5,4
	4	2004,1	8,4
	5	1398,4	5,9
<b>Média</b>		<b>1384,4</b>	<b>5,8</b>
<b>D) Xaraés</b>	1	1128,4	4,7
	2	1433,9	6,0
	3	1017,4	4,3
	4	1947,2	8,2
	5	1190,0	5,0
<b>Média</b>		<b>1343,4</b>	<b>5,7</b>
<b>E) Mombaça</b>	1	1217,5	5,1
	2	1332,8	5,6
	3	1503,3	6,3
	4	1666,1	7,0
	5	1564,1	6,6
<b>Média</b>		<b>1456,7</b>	<b>6,1</b>
<b>F) Massai</b>	1	1538,3	6,5
	2	1542,9	6,5
	3	1803,5	7,6
	4	1530,6	6,4
	5	1274,9	5,4
<b>Média</b>		<b>1538,0</b>	<b>6,5</b>
<b>Média Geral</b>		<b>1367,1</b>	<b>5,8</b>

## 6. CONCLUSÃO

A precipitação pluvial na Zona da Mata alagoana, nos meses de abril a agosto é superior à evapotranspiração de referência, mas, devido há distribuição irregular das chuvas, no espaço e no tempo, há déficits e excessos hídricos, correspondentes a 5,8 e 48,4% da precipitação pluvial, respectivamente.

A evapotranspiração da cultura de capins, em 118 dias, na estação chuvosa da Zona da Mata alagoana, é 347 mm, média de 2,94 mm dia<sup>-1</sup>.

O maior IAF, observado nas cultivares Mulato II e Mombaça, é 3,1 e a altura do dossel vegetativo. Sendo a máxima média dessas cultivares de 46 e 81,8 cm, respectivamente, com um coeficiente de extinção de luz médio de 0,629. E, a taxa de crescimento, IAF e altura de dossel, do capim tem relação direta com a radiação fotossinteticamente ativa.

As cultivares BRS Kurumi e Mombaça, com produtividade de 8.624,0 e 7.281,0 Kg ha<sup>-1</sup> de matéria verde, são mais produtivas do que as demais (Xaraés, Massai, Mulato II e Basilisk). Mas, em relação a matéria seca, as melhores são a Massai e Mombaça (1.538,0 e 1.457,0 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca). O teor de umidade médio dessas cultivares são 76,5 e 79,5%.

A produtividade média da água para cultivares de capim é 0,24 kg m<sup>-3</sup> e as cultivares Mombaça e Massai são as mais eficientes, com 0,27 e 0,25 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente.

As cultivares Massai e Mombaça apresentaram as maiores capacidade de suporte de pastagens, 6,5 e 6,1 UA ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L.; SILVA, M. A.; TEODORO, I.; HOLANDA, L. A. SAMPAIO NETO, G. D. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, v.72, n.3, p.262-270, 2013.

AHMAD, M. D.; TURRAL, H.; NAZEER, H. Diagnosing irrigation performance and water productivity through satellite remote sensing and secondary data in a large irrigation system of Pakistan. **Agricultural Water Management**, v.96, p.551-564, 2009.

ALENCAR, C. A. B. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região leste de Minas Gerais.** 2007.125p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

ALLEN R. G.; PEREIRA L. S.; RAES D.; SMITH M. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56.** Rome, Italy: United Nations – FAO. 300 pp. 1999.

ALMEIDA, A. C. S.; MINGOTI, R.; COELHO, R. D.; LOURENÇO, L. F. Simulação do crescimento do capim Tanzânia irrigado com base na unidade fototérmica, na adubação nitrogenada e na disponibilidade hídrica do período. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.2, p.215-222, 2011.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; LOPES, R. S.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CECON, P. R.; QUEIROZ, D. S.; PEREIRA, D. H.; REIS, S. T. Growth analysis of Napier'elephant grass fertilized and irrigated. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 415-423, 2005.

ARGEL, P. J.; MILES, J. W.; GUIOT, J. D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C. E. **Cultivar Mulato II (Brachiaria híbrida CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos.** Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2007. 22 p.



ARRUDA, G. M. M. F.; FACTORI, M. A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; SILVA, M. G. B.; LIMA, V. L. F.; HADLICH, J. C.; SILVA, M. P. Produtividade e composição proteica do capim-elefante recebendo adubação orgânica e mineral. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, p. 61-69, 2014.

ARSOY, S.; OZGUR, M.; KESKIN, E.; YILMAZ, C. Enhancing TDR based water content measurements by ANN in sandy soils. **Geoderma**, v. 195, p. 133-144, 2013.

ARTUR, A. G.; GARCEZ, T. B.; MONTEIRO, F. A. Water use efficiency of marandu palisadegrass as affected by nitrogen and sulphur rates. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.1, p.10-17, 2014.

BARBOSA, B. D. S.; OLIVEIRA, F. G.; FIGUEIREDO, F. P. Determinação do coeficiente de cultivo (kc) do capim Tanzânia irrigado no norte de Minas Gerais. **Irriga**, ed. especial, p.11-20, 2015.

BARIONI, L. G.; LANNA, D. P.; TEDESCHI, L. O.; VELOSO, R. F. **Minimização do custo de produção como critério na formulação de dietas para bovinos de corte**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 97. Embrapa Cerrados, 2003. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/26261/1/bolpd\\_97.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/26261/1/bolpd_97.pdf)

BERNARDES, M. S. **Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas**. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.13-48.

BORGES, V. P. Necessidades hídricas e produtividade de água da cultura do meloeiro irrigado na região de Mossoró-RN. 2011. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

BRITO, J. E. D.; ALMEIDA, A. C. S.; LYRA, G. B.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; TEODORO, I.; SOUZA, J. L. Produtividade e eficiência de uso da água em cultivo de feijão sob diferentes coberturas do solo submetido à restrição hídrica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.2, p.565-575, 2016.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; SILVA, A. de S.; & PEREIRA, L. A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 102-109,

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 124p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

CAMARGO, A. P.; PEREIRA, A. R. Prescrição de rega por modelo climatológico. **Campinas: Fundação Cargill**, 1990.

CAMARGO, M. B. P.; CAMARGO, A. P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. **Bragantia**, v.52, n.2, p.169-172, 1993.

CAMPOS, J. H. B. C. **Impactos das alterações climáticas sobre a área de cultivo e produtividade de milho e feijão no Nordeste do Brasil usando modelagem agrometeorológica**. 2010. 93p. Tese – Doutorado. (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil.

CANTO, M. W.; CECATO, U.; PETERNELLI, M.; JOBIM, C. C.; JUNIOR, J. A.; RIGOLON, L. P.; WATFE, E.; BARRIONUEVO, C. V.; NUNES, B. R. C. Efeito da altura do capim-Tanzânia diferido nas características da pastagem no período do inverno. **Revista Brasileira de zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1186-1193, 2001.

CARVALHO, O. M. **Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio Largo cultivados com cana-de-açúcar**. 2003. 74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, Brasil.

CAVALCANTI, F. J. de A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 1998.

CHASE, A. Grasses of Brazil and Venezuela. **Agriculture in the Americas**, v.4, n.7, p.123-126, 1944.

CHAVES, C. S.; GOMIDE, C. A. M.; RIBEIRO, K.G.; PACIULLO, D. S. C.; LEDO, F. J. S.; COSTA, I. A.; CAMPANA, L. L. Forage production of elephant grass under intermittent stocking. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.2, p.234-240, 2013.

CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e segurança alimentar. **Revista Item**, Brasília, n.77, p.16-21, 2008.

COELHO, J. S. Ecofisiologia e composição bromatológica de brachiaria decumbens em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos espaciais. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 2012.

COOPER, J. P.; TAITON, N. M. **Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses**. 1968.

COOPER, J. P.; WILSON, D. **Variation in photosynthetic rate in Lolium**. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11. 1970. Surfers Paradise. Proceedings... Santa Lucia: University of Queensland Press, 1970. p.522- 527.

COOPER, J.P. Physiological and morphological advances for forage improvement In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., Lexington, 1981. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1983.

COSTA, F. S.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; BRITO, M. E. B.; MESQUITA, E. F. Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água em bananeira irrigada no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.25, n.4, p.26-33, 2012.

COSTA, L. C.; MORISON, J. I. L.; DENNETT, M. D. Carbon balance of growing faba bean and its effect on crop growth: experimental and modeling approaches. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, p.11-17, 1996.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, v.11, n.1, p.033-042, 2010.

CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, R. A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010.

CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, O. G.; ABREU, F. V. S. Produtividade do capim Tanzânia em diferentes níveis e frequências de irrigação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, n.1, p.103-108, 2008.

CUTRIM JUNIOR, J. A. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; VALENTE, B. S. M.; CARNEIRO, M. S. S.; CARNEIRO, H. A. V. Características estruturais do dossel de capim-tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 489-497, 2011.

DETOMINI, E. R.; MONTEIRO, R. O. C.; COELHO, R. D. Avaliação da produção de *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob diferentes níveis de oferta ambiental. **Pasturas Tropicais**, v.27, p.26-37, 2005.

DIAS, D. L. S. **Características produtivas e fisiológicas das cultivares java e xaraés submetidas ou não à adubação nitrogenada e ao consórcio**. 2017. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia - Produção de Ruminantes) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, Brasil.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA. 36p. Embrapa Amazônia Oriental, 2014. Documentos, 402. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/doc402.pdf>

DIAS-FILHO, M. B. **Uso de Pastagens para a Produção de Bovinos de Corte no Brasil: Passado, Presente e Futuro / Moacyr Bernardino Dias-Filho.** – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016.

DIAS-FILHO, M.B. 2006. Respostas morfológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e a síndrome da morte do capim-marandu. In: BARBOSA, R.A. (ed.) **Morte de pastos de braquiárias.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p. 83-101.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33. GHEYI, H. R.; SOUSA, A. A.; DAMASCENO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F. UFPB, Campina Grande. FAO. 306p. 1994.

EVETT, S.R. Soil water measurement by time domain reflectometry. **Encyclopedia of Water Science**, Marcel Dekker, Inc. New York, p.894-898, 2003.

FAGUNDES, J. L.; DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SBRISSIA, A. F.; CARNEVALLI, R. A.; DE CARVALHO, C. A. B.; MOURA PINTO, L. F. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. *Scientia Agricola*, v.56, n.4, p.1141-1150, out./dez. 1999.

FERREIRA JUNIOR, R. A. Crescimento, eficiência no uso da radiação e energia de biomassa em cana-de-açúcar irrigada. 2013. **Tese de Doutorado.** UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.

FLÉNET, F.; KINIRY, J. R.; BOARD, J. E.; WESTGATE, M. E.; REICOSKY, D. C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**, v.88, n.2, p.185-190, 1996.

GALLAGHER, J. N.; BISCOE, P. V. Radiation absorption, growth and yield of cereals. **The Journal of Agricultural Science**, v. 91, n. 1, p. 47-60, 1978.

GALZERANO, L. Medidas lineares na estimativa da área foliar do capim-aruaana. *Nucleus Animalium*, v. 4, n. 1, 2012.

GOMES, E. P.; RICKLI, M. E.; CECATO, U.; VIEIRA, C. V.; SAPIA, J. G.; SANCHES, A. C. Produtividade de capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.317-323, 2015.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.

GOMIDE, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C.; LÉDO, F. J. S.; PEREIRA, A. V.; MORENZ, M. J. F.; BRIGHENTI, A. M. **Informações sobre a cultivar de capim-elefante BRS Kurumi**. Juiz de Fora, MG. 4p. Embrapa Gado de Leite, 2015. Comunicado Técnico 75. Disponível em: [https://afubra.com.br/content/viveiro\\_muda/9/arquivos/c4b58c7bdebf39ffb68d2591785cf65f.pdf](https://afubra.com.br/content/viveiro_muda/9/arquivos/c4b58c7bdebf39ffb68d2591785cf65f.pdf).

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

HAY, R. K. M. The influence of photoperiod on the dry matter production of grasses and cereals. **New phytologist**, v.116, n.2, p.233-254, 1990.

HIPPS, L. E.; ASRAR, G.; KANEMASU, E. T. Assessing the interception of photosynthetically active radiation in winter wheat. **Agricultural Meteorology**, v.28, n.3, p.253-259, 1983.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley e Sons, 1990. 203p.

HOPKINSON, J.M; SOUZA, F. H. D. Reproductive physiology, seed production, and seed quality of *Brachiaria*. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B.;

KUMBLE, V. (eds.). **Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement**. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Campo Grande, BR: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), Cali, CO. p. 124-140. (CIAT publication no. 259), 1996. Disponível em: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Digital/SB123.E9C.2\\_An\\_exchange\\_of\\_experiences\\_from\\_South\\_and\\_South\\_East\\_Asia.pdf#page=169](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB123.E9C.2_An_exchange_of_experiences_from_South_and_South_East_Asia.pdf#page=169).

Jan./Fev. 2012.

JANK, L.; SAVIDAN, Y. H.; SOUZA, M. T. de; COSTA, J. C. G. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.433-440, 1994.

JENSEN, M. E. Water consumption by agriculture plant. **Water Deficit and Plant Growth**, p.1-22, 1972.

KINIRY, J. R.; JONES, C. A.; O'TOOLE, J.C.; BLANCHET, R.; CABELGUENNE, M.; SPANE, D. A. Radiation-use efficiency in biomass accumulation prior to grain-filling for five grain-crop species. **Field Crops Research**, v.20, n.1, p.51-64, 1989.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. Academic press, 1995.

LARA, M. A. S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria spp.* às variações estacionais da temperatura do ar e do fotoperíodo**. 2007. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

LEMAIRE, G. **Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards**. In: International Grassland Congress. 2001. p. 29-37.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. **Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo**, v.1, p.117-144, 1997.

LEMPP, B.; SOUZA, F. H. D. de; COSTA, J. C. G.; BONO, J. A. M.; VALÉRIO, J. R.; JANK, L.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. B. P.; SAVIDAN, Y. H. **Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): Alternativa para diversificação de pastagens.** Campo Grande, MS, 2001. 5p. Embrapa Gado de Corte, Comunicado Técnico, 69. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/325284/1/COT69.pdf>.

LEONEL, F.de P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; JÚNIOR, P. de M.; LARA, L.A.; QUEIROZ, A.C. de . Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.177-189, 2009.

LI, H.; ZHENG, L.; LEI, Y.; LI, C.; LIU, Z.; ZHANG, S. Estimation of water consumption and crop water productivity of winter wheat in North China Plain using remote sensing technology. **Agricultural Water Management**, v.95, p.1271-1278, 2008.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo.** 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 323p.

LI-COR (1992). **LAI-2000 Plant canopy analyser: instruction manual.** Ed I LI-COR, Lincoln, Nebraska.

MACEDO, V. H. M., CUNHA, A. M. Q.; CÂNDIDO, E. P.; DOMINGUES, F. P.; MELO, D. M., RÊGO, A. C. 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>.

MACHADO, L. A. Z.; LEMPP, B.; VALLE, C. B.; JANK, L.; BATISTA, L. A. R.; POSTIGLIONI, S. R.; RESENDE, R. M. S.; FERNANDES, C. D.; VERZIGNASSI, J. R.; VALENTIM, J. F.; ASSIS, G. M. L.; ANDRADE, C. M. S. **Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte.** In: PIRES, A.V. (Ed.). Bovinocultura de corte. Piracicaba: Fealq, 2010. p.375-417.



MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E.; CIRILO, A. G. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. **Field Crops Research**, v. 71, n. 3, p. 183-193, 2001.

MARCONDES, M. I.; FILHO, S. C. V.; PAULINO, D. E. PAULINO, M. F.; DINIZ, L. L.; SANTOS, T. R. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, 2008.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v.13, n.27, p.149-176, 2010.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfogênicas e estruturais do Capim-Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

MCWILLIAM, J. R. Response of pasture plants to temperature. **Plant relations in temperature**. Melbourne: Commonwealth Scientific Industrial Research Organization, p. 17-34, 1978.

MISTURA, C.; FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MOREIRA, L. M.; VITOR, C. M. T.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.372-379, 2006.

MONSI, M.; SAEKI, T. On the Factor Light in plant communities and its importance for matter production. **Annals of Botany**, v.95, p549-567, 2005.

MONTEITH, J. L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. **Biological Sciences**, v.281, n.980, p.277-294, 1977.

Monteith, J. L.; Unsworth, M. H. **Principles of environmental physics**. New York, NY, USA: Edward Arnold, 291. 1990.

MOTT, G.O. & MOORE, J.E. **Forage evaluation techniques in perspective**. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY EVALUATION AND UTILIZATION, 1969. Proceedings. Ed. por R.F. Barnes e outros, Lincoln, Nebraska Center for Continuing Education, 1970.

MÜLLER, M. S.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA, A. G.; OVEJERO, R. F. L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.427-433, 2002.

MURTAGH, G. J.; HALLIGAN, E. A.; GREER, D. H. Components of growth and dark respiration of kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Chiov.) at various temperatures. **Annals of botany**, v.59, n.2, p.149-157, 1987.

NG, T. T.; WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. Influence of water stress on water relations and growth of a tropical (C4) grass, *Panicum maximum* var. Trichoglume. **Functional Plant Biology**, v.2, n.4, p.581-595, 1975.

PEREIRA, L.S. **Necessidades de Água e Métodos de Rega**. Lisboa: Europa-América. 2004. 313 p.

POLLOCK, C. J. The response of plants to temperature change. **The Journal of Agricultural Science**, v.115, n.1, p.1-5, 1990.

PORTELA, J. N. **Intensidade e frequência de desfolhação como definidores da estrutura do dossel, da morfogênese e do valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk sob lotação intermitente**. 2010. 180p. Tese (Doutorado em Ciências - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 477p.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras.** Jaboticabal, 1993, 26 p.

RIBAS, M. N. **Avaliação agronômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão, normais e mutantes BMR – portadores de nervura marrom.** Tese – Doutorado. 2010, 140. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

RODRIGUES, D. C. **Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf e modelagem de respostas produtivas em função de variáveis climáticas.** 2004. 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

ROLIM, F. A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 6., Piracicaba, 1980. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1980. P.39-81.

SANTOS, N. L.; AZENHA, M. V.; SOUZA, F. H. M.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. Fatores ambientais e de manejo na qualidade de pastos tropicais. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p.531-546, 2011.

SARMENTO, P. L. V. S. **Ecofisiologia do milho sob diferentes épocas de semeadura e densidades de plantio** 2013. Dissertação (Mestrado Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, Brasil.

SHEEHY, J. E.; COOPER, J. P. Light interception, photosynthetic activity, and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. **The Journal of Applied Ecology**, p. 239-250, 1973.

SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Interception of Solar Radiation and Dry Matter Production by Various Soybean Planting Patterns 1. **Crop science**, v. 6, n. 1, p. 55-59, 1966.

SILVA JÚNIOR, L. C.; LUCAS, F. T.; BORGES, B. M. M. N.; SILVA, W. J. Influência da radiação fotossinteticamente ativa no crescimento e Desenvolvimento de forrageiras tropicais. **FAZU em Revista**, n.7, p.63- 67, 2010.

SILVA, A. C. **Consumo de água e viabilidade técnica e econômica da cafeicultura irrigada por pivô central**. 2009. 101p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – Engenharia de Água e Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

SILVA, A. L. **Variabilidade dos componentes do balanço hídrico: um estudo de caso em uma cultura do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) no Brasil**. 2005, 73p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

SILVA, S. C. Condições edafo-climáticas para a produção de Panicum. In.: Simpósio sobre manejo de pastagem, 12., Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 129-146, 1995.

SILVA, S. H. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FREITAS, E. V.; FERREIRA, R. L. C. Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1451-1459, 2009.

SINGH, P. N.; SHUKLA, S. K.; BHATNAGAR, V. K. Optimizing soil moisture regime to increase water use efficiency of sugarcane (*Saccharum spp.* Hybrid complex) in subtropical India. **Agricultural Water Management**, v.90, p.95-100, 2007.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Poáceas tropicales**. In: Producción y protección vegetal, 23. Roma, 1992. Colección. Roma: FAO, 1992. 849p.

SKERMAN, P.J; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Rome: FAO, 1992. 849p. (FAO Producción y Protección Vegetal, 23).

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. **Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, v. 11, p. 25-48, 1994.

SÓRIA, L. G. T. **Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada.** 2002. 182p. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

SOUSA, B. M. L. **Morfogênese e características estruturais dos capins Andropogon e Xaraés submetidos a três alturas de corte.** 2009. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

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**, v.12, n.1, p.131-141, 2004.

SOUZA, R. M. S.; SOUZA, E. S.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J. R. S. Balanço hídrico em área de pastagem no semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.5, p.449-455, 2015.

TEIXEIRA, A. H. C.; BASTIAANSEN, W.G. M.; AHMAD, M. D.; BOS, M. G. Reviewing SEBAL input parameters for assessing evapotranspiration and water productivity for the Low-Middle São Francisco River basin, Brazil. Part B: Application to the regional scale. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p.477-490, 2009.

TEODORO, I. **Respostas técnico-econômicas da cana-deaçúcar a níveis de irrigação e adubação nitrogenada.** 2011. 100p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.VIII, n.1).

TONATO, F.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, C. G. S.; DANTAS, O. D.; MALAQUIAS, J. V. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.5, p.522-529, 2010.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M. C. M.; LEITE, G. G.; LOURENÇO, A. J.; FERNANDES, C. D.; DIAS-FILHO, M. B.; LEMPP, B.; POTT, A. AND SOUZA, M. A. **O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande - MS. 2004. 40 p. Disponível em: [https://Users/W7/Downloads/Capimxaraes%20\(1\).pdf](https://Users/W7/Downloads/Capimxaraes%20(1).pdf)

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v.56, p.460-472, 2009.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; BONATO, A. L. V. **Lançamento de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés**. In: EVANGELISTA, A. R.; REIS, S. T.; GOMIDE, E. M. (Eds.). Forragicultura e pastagens: temas em evidência – sustentabilidade. Lavras: Editora UFLA, p.179-225. 2003.

VALLE, C. B.; SIMIONI, C.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; CHIARI, L. **Melhoramento genético de *Brachiaria***. In: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B.; JANK, L. (Eds.) Melhoramento de Forrageiras Tropicais. 1ª ed. Campo Grande, Embrapa. p.13-53, 2008.

VAN HEERDEN, P. D. R.; DONALDSON, R. A.; WATT, D. A.; SINGELS, A. Biomass accumulation in sugarcane: unravelling the factors underpinning reduced growth phenomena. **Journal of Experimental Botany**, v.61, n.11, p.2877-2887, 2010.

VILELA, D.; PAIVA, P. C. A.; LIMA, J. A.; CARDOSO, R. C. Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* em diferentes estações de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1891-1896, 2005.

VILLA NOVA, N. A.; DETOMINI, E. R.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; PEDREIRA, C. G. S. Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte de *Cynodon nlemfuënsis* Vanderyst var. nlemfuënsis cv. Florico em função da radiação solar. **Pasturas Tropicales**, v.26, p.56-61, 2004.

WELLES, J. M.; NORMAN, J. M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy journal**, v.83, n.5, p.818-825, 1991.

WILSON, J. R. **Environmental and nutritional factors affecting herbage quality**. In: Nutritional Limits to Animal Production from Pastures: proceedings of an international symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia, August 24-28, 1981/edited by JB Hacker. Farnham Royal, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982., 1982.

ZHU, X.-G.; LONG, S. P.; ORT, D. R. What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass?. **Current opinion in biotechnology**, v.19, n.2, p.153-159, 2008.