

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA BRACHIARIA  
IRRIGADA NO OUTONO/INVERNO**

**Geffson de Figueredo Dantas**  
Licenciado em Ciências Agrárias

**2015**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA BRACHIARIA  
IRRIGADA NO OUTONO/INVERNO**

**Geffson de Figueredo Dantas**

**Orientador: Prof. Dr. Rogério Teixeira de Faria**

**Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Barcellos Dalri**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo)

**2015**

D192p Dantas, Geffson de Figueredo  
Produtividade e qualidade da brachiaria irrigada no outono/inverno  
/ Geffson de Figueredo Dantas. -- Jaboticabal, 2015  
x, 43 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015  
Orientador: Rogério Teixeira de Faria  
Coorientador: Alexandre Barcellos Dalri  
Banca examinadora: Luiz Fabiano Palaretti, Patricia Angélica Alves  
Marques  
Bibliografia

1. Biomassa vegetal. 2. Forragem. 3. Irrigação. 4. Pastagem. I.  
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.67:633.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA BRACHIARIA IRRIGADA NO OUTONO/INVERNO

**AUTOR:** GEFSSON DE FIGUEREDO DANTAS

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. ALEXANDRE BARCELLOS DALRI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. LUIZ FABIANO PALARETTI

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. PATRÍCIA ANGELICA ALVES MARQUES

Universidade de São Paulo / Piracicaba/SP

Data da realização: 26 de fevereiro de 2015.

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GEFFSON DE FIGUEREDO DANTAS - nascido em Catolé do Rocha – PB, no dia 08 de julho de 1985, ingressou no curso de Licenciatura em Ciências Agrárias (UEPB) Campus IV, em Catolé do Rocha – PB, em fevereiro de 2010, obtendo o título de Licenciado em Ciências Agrárias em junho de 2013. Durante a graduação foi bolsista pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-UEPB) e monitor por dois anos. Em agosto de 2013 iniciou o curso de mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) na Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), em Jaboticabal – SP.

“Faça as coisas o mais simples que você puder, porém não se restrinja às mais simples.”  
(Albert Einstein)

Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo  
para todo o propósito debaixo do céu.  
Eclesiastes 3:1

## DEDICO

A minha querida esposa Iasmim Cavalcante Dantas, aos meus pais, José Miguel de Araújo Dantas, Irineide de Figueredo Dantas, irmão José Zeferino de Andrade Neto por sempre acreditar e confiar em mim, mesmo nos momentos difíceis que passo em minha vida, quando nem eu mesmo acredito que posso alcançar tal objetivo, eles sempre me fizeram acreditar que sou capaz.

Aos que me ajudaram a chegar até aqui, me acolhendo como filho, ao meu tio José Antônio de Figueiredo e família, a tia Rita Dantas Sampaio e família por terem ajudado, e aos demais que sempre acreditaram nessa vitória.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, que foi meu maior porto seguro. Com a ajuda Dele eu tive forças para chegar ao final dessa pequena jornada, me deu toda coragem que eu precisava para ir além dos meus limites neste um ano e meio dedicado ao Mestrado e não me deixou faltar forças para ir até o final e quebrar as barreiras.

A minha querida ESPOSA Iasmim Cavalcante Dantas aos meus PAIS José Miguel de Araújo Dantas e Irineide de Figueredo Dantas. Ambos sempre serão responsáveis por cada sucesso obtido e cada degrau avançado para o resto da minha vida. Durante todos esses anos vocês foram para mim um grande exemplo de força, de coragem, perseverança e energia infinita para nunca desistir diante do primeiro obstáculo encontrado. Vocês são e sempre serão sempre meu maior exemplo de vitória, meus heróis e simplesmente aqueles que mais amo. Obrigado por estarem sempre comigo.

Aos meus orientadores Rogério Teixeira de Faria e Alexandre Barcellos Dalri, por toda a orientação prestada, paciência, confiança, amizade, incentivo, pela motivação concedida para a realização deste trabalho, e principalmente pelo exemplo de profissionais que são.

Ao Programa de pós graduação em Agronomia em Ciência do Solo por toda infra-estrutura e oportunidade oferecida.

Ao professor Gener Tadeu Pereira do Departamento de Ciências Exatas (FCAV-UNESP) pela atenção e disponibilidade na colaboração da estatística neste trabalho.

Aos professores do Departamento Engenharia Rural, por todo conhecimento transmitido e pela excelente experiência adquirida.

Aos funcionários da FCAV-UNESP, desenvolvimento dos discentes, obrigado por todo apoio prestado.

Ao CNPq, pelo financiamento da minha bolsa, os quais me ajudaram bastante a minha permanência no curso e para a realização deste trabalho.

Ao grande amigo em especial, Gilmar Oliveira dos Santos que me ajudou praticamente em todo processo de campo e contribuição para a realização deste trabalho e sendo um irmão, sou muito grato.

Aos grandes amigos Gilberto, Miqueias, João, Vinícius, João Fischer, Luiz Palaretti, Cainã e Natã pelo companheirismo e dedicação nas atividades realizadas durante este trabalho.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

*OBRIGADO.*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	3
2.1 Efeito da Sazonalidade em Pastagens	4
2.3 Irrigação de Pastagens	5
2.4 Qualidade de plantas forrageiras	7
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
3.1 Localização e caracterização da área experimental	10
3.3 Instalação e condução do experimento	11
3.4 Manejo de irrigação	12
3.5 Variáveis analisadas:	13
3.5.1 Umidade e armazenamento de água no solo	13
3.5.2 Altura do Dossel	14
3.5.3 Produtividade	15
3.5.4 Análise Bromatológica	16
3.6 Análise estatística	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>25</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>26</b>

## PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA BRACHIARIA IRRIGADA NO OUTONO/INVERNO

**RESUMO** - Um dos fatores que determinam os baixos índices zootécnicos na pecuária brasileira é a estacionalidade da produção das plantas forrageiras tropicais. A irrigação possibilita aumentar e estabilizar a produtividade, uma vez que pode suprir a demanda hídrica durante a época seca do ano. Os objetivos deste trabalho foram avaliar: a) a produtividade de massa seca e qualidade de forragem de *Brachiaria brizantha*, cv Marandu, em função de lâminas de irrigação no período do outono e inverno; b) a umidade do solo e temperatura do ar a fim de determinar seus efeitos na produtividade de forragem. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da FCAV-Unesp, em Jaboticabal, SP. Utilizou-se um sistema de aspersão em linha para estabelecer tratamentos com cinco lâminas de irrigação correspondentes à frações da evapotranspiração de referência ( $L_1=0,18$ ;  $L_2= 0,52$ ;  $L_3= 1,00$ ;  $L_4= 1,45$  e  $L_5= 1,67$ ), em duas estações do ano, outono e inverno. O rendimento de forragem foi mais elevado no outono e a resposta de produtividade à lâmina de água foi ajustada por uma função quadrática, atingindo rendimentos máximos com lâminas 267 e 269 mm para o outono e inverno, respectivamente. Alto valor nutritivo da forragem foi obtido em ambas as estações do ano, havendo incrementos nos teores de proteína bruta somente no outono, à medida que se aumentou a lâmina de irrigação. Os teores de fibra em detergente neutro da forragem não foram afetados pela irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** biomassa vegetal; forragem; irrigação; pastagem

## PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BRACHIARIA IRRIGATED IN FALL/WINTER

**ABSTRACT** - Low performance of the Brazilian livestock is due to the production seasonality of tropical forage plants. Irrigation can provide higher yield and stabilized productivity, since it can meet the water demand during the dry season. The objective of this study was to evaluate: a) dry matter yield and forage quality of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, as a function of water depths during the fall and winter period, and b) soil moisture and air temperature to determine its effects on forage yield. The experiment was conducted in FCAV - UNESP, Jaboticabal, SP. A line source sprinkler system was used to establish irrigation treatments with five depths, corresponding to fractions of reference evapotranspiration ( $L1 = 0.18$ ,  $L2 = 0.52$ ,  $1.00 = L3$ ;  $L4$  and  $L5 = 1.45 = 1.67$ ) in two seasons, fall and winter. The forage yield was higher in the fall and the yield response to water depths was adjusted by a quadratic function, reaching maximum yields with depths of 267 and 269 mm for fall and winter, respectively. High nutritional value of the forage was obtained during the experimental period, with increases in crude protein with increment in water depth only in the fall. Water application did not affect the neutral detergent fiber content of the forage.

**KEY WORDS:** biomass; forage; grassland; irrigation

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, E FÍSICAS E HÍDRICAS DO LATOSSOLO VERMELHO EUTROFÉRRICO TÍPICO DA ÁREA EXPERIMENTAL, EM 2014. ....	10
<b>TABELA 2.</b> PRECIPITAÇÃO, IRRIGAÇÃO E LÂMINA TOTAL (IRRIGAÇÃO + PRECIPITAÇÃO) APLICADA NA BRAQUIÁRIA DURANTE O OUTONO E INVERNO DE 2014. ....	18
<b>TABELA 3.</b> RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) E COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE PRODUTIVIDADE DE MASSA SECA DE <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> (KG HA <sup>-1</sup> ), PELO TESTE TUKEY EM FUNÇÃO DAS LÂMINAS TOTAIS (IRRIGAÇÃO + PRECIPITAÇÃO) NO OUTONO E INVERNO DE 2014. ....	22
<b>TABELA 4.</b> TEORES DE PROTEÍNA BRUTA (PB) E FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN) % DE MS, NA FOLHA E COLMO DA <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> EM FUNÇÃO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO OUTONO E INVERNO EM 2014. ....	24

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> ESQUEMA DA ÁREA EXPERIMENTAL, COM LINHA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E UNIDADES EXPERIMENTAIS COM TRATAMENTOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO (L <sub>1</sub> A L <sub>5</sub> ). ..	11
<b>FIGURA 2.</b> FRAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO DE ASPERSORES SENNINGER MODELO 3023-2 COM DUPLO BOCAL DE 8 X 5 MM, EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA OU TRATAMENTOS DA LINHAS DE IRRIGAÇÃO, COM ASPERSORES ESPAÇADOS DE 6 M NA LINHA LATERAL. ....	13
<b>FIGURA 3.</b> ESQUEMA DO MONITORAMENTO DA UMIDADE DO SOLO POR SONDA DE NÊUTRONS. ....	14
<b>FIGURA 4.</b> MEDIÇÃO DA ALTURA DO DOSSEL, COM AUXÍLIO DE RÉGUA GRADUADA EM CM E UMA FOLHA DE TRANSPARÊNCIA.....	15
<b>FIGURA 5.</b> COLHEITA DA <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> , COM AUXÍLIO DE UM GABARITO DE AÇO GALVANIZADO DE 0,5 X 0,5 M E CUTELO.....	16
<b>FIGURA 6.</b> TEMPERATURAS MÁXIMA (T <sub>MAX</sub> ), MÉDIA (T <sub>MED</sub> ) E MÍNIMA (T <sub>MIN</sub> ) (A), RADIAÇÃO SOLAR (RAD) E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET <sub>0</sub> ) (B), DURANTE OUTONO E INVERNO DE 2014, EM JABOTICABAL, SP. ....	17
<b>FIGURA 7.</b> UMIDADE DO SOLO VOLUMÉTRICA MÉDIA EM FUNÇÃO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO (L <sub>1</sub> A L <sub>5</sub> ), DURANTE O PERÍODO ENTRE CORTES DA FORRAGEM, NO OUTONO (A E B) E INVERNO DE 2014 (C, D). ....	19
<b>FIGURA 8.</b> ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO (0-100 CM) EM FUNÇÃO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO (L <sub>1</sub> A L <sub>5</sub> ) DURANTE O OUTONO E INVERNO DE 2014. ACC = ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NA CAPACIDADE DE CAMPO DO SOLO; APMP = ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO PONTO DE MURCHA PERMANENTE DO SOLO E AAD <sub>50%</sub> = 50% DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DISPONÍVEL. ....	20
<b>FIGURA 9.</b> ALTURA MÉDIA DO DOSSEL (A) E PRODUTIVIDADE DE MASSA SECA DE FORRAGEM DE <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> (B), EM FUNÇÃO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO E DO PERÍODO DE CORTE DURANTE O OUTONO E INVERNO DE 2014. ....	21
<b>FIGURA 10.</b> PRODUTIVIDADE DE MASSA SECA DE FORRAGEM DE <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> EM FUNÇÃO DAS LÂMINAS TOTAIS DE ÁGUA APLICADA (IRRIGAÇÃO + PRECIPITAÇÃO) NO OUTONO E INVERNO 2014. ....	23

## 1 INTRODUÇÃO

As pastagens são a maneira mais prática e econômica para a alimentação de bovinos, garantindo baixos custos de produção (ALENCAR, 2010; DIAS-FILHO, 2014). O Brasil por ser um dos maiores produtores e exportadores de carne do mundo ainda apresenta baixo nível tecnológico em sua produção (MAPA, 2014). De acordo com o último Censo Agropecuário Brasileiro, realizado em 2006 (IBGE, 2007), o país possui grande quantidade de terras ocupadas com pastagem, aproximadamente 160 milhões de hectares, porém a maior parte está degradada e a produção de gado no país é feita com uma taxa de 1,3 UA ha<sup>-1</sup>. A pecuária brasileira tem sido demandada a estabelecer sistemas de produção que sejam capazes de produzir, com eficiência, carne de boa qualidade e baixo preço (SILVA et al., 2009).

Há necessidade de se intensificar os sistemas de produção de forragem otimizando os fatores relevantes do seu manejo, para obter maiores incrementos no rendimento de biomassa e qualidade produzida. Um dos fatores que determinam os baixos índices zootécnicos é a estacionalidade da produção das plantas forrageiras tropicais nos períodos mais seco do ano (VITOR et al., 2009).

Forrageiras do tipo *Brachiaria brizantha* têm sido consideradas adequadas para as épocas mais secas do ano, por apresentar boa disponibilidade de forragem, baixo acúmulo de colmos e boa retenção de folhas verdes. Porém, essas culturas exigem técnicas de manejo para que se consigam produtividades adequadas e, assim, obtenha bom desempenho dos animais no período seco do ano (SILVA et al., 2009).

O valor nutritivo da forragem está associado aos teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), que são influenciados pela quantidade de nitrogênio aplicado e pela estacionalidade (VITOR et al., 2009). Períodos de menor precipitação a baixa disponibilidade hídrica do solo resulta em baixa eficiência da adubação nitrogenada e, conseqüentemente, em menor produção e qualidade da forragem (TEIXEIRA et al., 2011; SANTOS et al., 2009). A estacionalidade determina a idade e a produtividade do pasto no momento de sua utilização, enquanto que a composição folha/haste interfere no valor nutritivo da forragem.

Dentre as possibilidades para melhoria do manejo de pastagem na pecuária brasileira, a irrigação constitui uma tecnologia que proporciona incrementos de rendimento e estabilização da produtividade, uma vez que pode suprir a demanda

hídrica durante a época seca do ano e suplementá-la na época chuvosa (ALENCAR et al., 2009a; LOPES et al., 2014).

O investimento de capital requerido para a compra do equipamento de irrigação, a escassez de água e a falta de informação sobre as necessidades hídricas das pastagens constituem as mais importantes limitações para a expansão da forragicultura irrigada. A falta de critérios técnicos na irrigação de pastagens resulta em aplicações de água em déficit ou excesso, que pode causar diminuição da produtividade e da vida útil da pastagem, impactos negativos ao ambiente, alto consumo de energia elétrica, lixiviação de nutrientes e compactação do solo, (ALENCAR et al., 2009b). Portanto, pesquisas visando obter informações sobre o uso racional da água são de fundamental importância para a viabilização econômica e ambiental da forragicultura irrigada.

A fim de testar a hipótese de que o manejo da irrigação com diferentes lâminas, no período do outono/inverno, pode aumentar a produtividade e a qualidade de forrageiras, o presente estudo objetivou avaliar: a) produtividade de massa seca e qualidade de forragem de *Brachiaria brizantha*, cv Marandu, em função de lâminas de irrigação no período do outono e inverno; b) monitorar a umidade do solo e temperatura do ar a fim de determinar seus efeitos na produtividade de forragem.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf cv. Marandu é originária da África Tropical e África do Sul. Foi introduzida no Brasil no ano de 1967, sendo estudada, inicialmente, pelo Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte – EMBRAPA e posteriormente, pelo Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – EMBRAPA. A forrageira foi disponibilizada para o estado de São Paulo em 1984, sendo cultivada em cerca de 70 milhões de hectares no Brasil (VALE et al., 2010; VILELA, 2011).

A *Brachiaria brizantha* é uma planta cespitosa, cuja raiz emite vários caules, formando tufo ou touceira), robusta, de 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos iniciais prostrados, mas produzindo perfilhos predominantemente eretos. Apresenta pelos na porção apical dos entrenós, bainhas pilosas e lâminas largas e longas com pubescência apenas na face inferior e com margens não cortantes, inflorescências com até 40 cm de comprimento, com quatro a seis racemos (VALE et al., 2010).

A cultivar Marandu apresenta as seguintes características desejáveis: resistência à cigarrinha das pastagens, elevada produção de massa seca, alta qualidade de forragem, elevada resposta à adubação, boa produção de sementes, boa cobertura de solo, competição com invasoras. É adequada para utilização na forma de pasto vedado, não é atacada por formigas cortadeiras de folhas, tem estabelecimento rápido. As características indesejáveis são: baixa adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade, exige manejo mais cuidadoso, baixa adaptação a solos mal drenados, susceptível à cigarrinha da cana-de-açúcar e não consumida por cavalos (OLIVEIRA, 2010).

O fruto da *Brachiaria brizantha* é do tipo cariopse, o qual é responsável pela propagação da espécie, acrescentando-se ainda a fragmentação dos rizomas (DIAS & ALVES, 2008). Segundo os mesmo autores, as sementes apresentam dormência, principalmente quando recém-colhidas, o que torna o teste de germinação ineficiente para avaliar a viabilidade, sendo necessária a realização do teste de tetrazólio. De acordo com Barducci et al. (2009), a cultivar Marandu possui um sistema radicular vigoroso e profundo, apresentando elevada tolerância à deficiência hídrica e absorção de nutrientes em camadas mais profundas do solo, desenvolvendo-se em condições

ambientais em que a maioria das culturas produtoras de grãos e das espécies utilizadas para cobertura do solo, não se desenvolveriam bem.

## **2.1 Efeito da Sazonalidade em Pastagens**

O desenvolvimento das pastagens é influenciado por fatores climáticos, tais como: temperatura, luminosidade e a precipitação. 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 (SANTOS, 2006). As gramíneas de clima tropical e subtropical se distinguem das forrageiras temperadas por apresentarem ponto de saturação de luz mais elevada e baixo ponto de compensação de CO<sub>2</sub>, ausência de fotorrespiração e fotossíntese máxima a temperaturas entre 30 a 35°C e a mínima à temperaturas de 10 a 15°C (TONATO, 2003; RODRIGUES, 2004).

Temperaturas médias anuais de verão superiores a 24°C e de inverno acima de 15°C são características de regiões tropicais e subtropicais. Nesse caso o fator temperatura perde sua importância limitante no crescimento passando para ao fator hídrico esse papel (SANTOS, 2006). Já nas regiões em que a temperatura média anual apresentam valores entre 10 a 20°C no período do verão e entre 5 a 15°C no período de inverno, a temperatura exerce papel tão importante quanto ao fator hídrico (BURKART, 1975).

A radiação solar é o fator responsável pelo desenvolvimento e florescimento das plantas (SORIA, 2002; CRUZ, 2010). As pastagens podem responder aos diferentes níveis de irradiância por meio de adaptação e aclimatação fenotípica (CRUZ, 2010). A radiação é de grande importância no crescimento vegetal, na taxa fotossintética e condutância estomática, devido ao fato da radiação excitar as moléculas de clorofila das plantas, iniciando o fluxo de energia durante o processo de fotossíntese (SILVA JÚNIOR et al., 2010). Os mesmo autores 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 têm que estar sadias e supridas as suas necessidades hídrica e nutricional (COSTA et al., 1996; SILVA JÚNIOR et al., 2010).

O fotoperíodo exerce influência marcante no crescimento e reprodução das plantas forrageiras por fornecer um estímulo para o início da fase reprodutiva, modificar a taxa de desenvolvimento reprodutivo uma vez estabelecido, e causar mudanças na taxa de expansão da área foliar e da produção de matéria seca (HAY, 1990).

A disponibilidade hídrica é um dos fatores climáticos mais limitantes, reduzindo a produção das pastagens nos trópicos e subtropicais (COOPER, 1970). Essa limitação de produção de forragem no inverno é causada, principalmente, pela limitação das chuvas compreendida entre os meses de junho e outubro (GERDES, 2003).

A *Brachiaria brizantha* é considerada planta de fisiologia C<sub>4</sub>, que consome aproximadamente 300 g de água para cada grama de matéria seca produzida, sendo que, aproximadamente, 95% são perdidos pelo processo de transpiração e o restante aproveitado no seu metabolismo e crescimento vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2009). O conteúdo de água abaixo da condição ótima de hidratação do tecido vegetal é definido como déficit hídrico. Em condições de campo, as plantas estão constantemente sujeitas a déficits hídricos diurnos e sazonais, em que a gravidade de seu estresse será determinada por sua amplitude, duração e período de ocorrência no ciclo da cultura (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A região de Jaboticabal, SP, apresenta temperatura adequada para o desenvolvimento de plantas forrageiras do tipo braquiária, porém o período do outono/inverno tem como característica ser relativamente seco, com 56 mm de deficiência hídrica concentrada no inverno (ROLIM et al., 2007; UNESP, 2014). Essa característica climática ocasiona baixa oferta de forragem nesse período, carecendo da irrigação para suprir a demanda hídrica da cultura e, então, proporcionar acréscimos no seu rendimento durante períodos de temperaturas acima do nível térmico crítico.

### **2.3 Irrigação de Pastagens**

Segundo Azevedo & Saad (2009), a Alemanha e Nova Zelândia foram os pioneiros no mundo em trabalhos com irrigação de pastagens na década de 40. No Brasil, pesquisas em irrigação de pastagens foram iniciadas nos estados de São Paulo

e Minas Gerais na década de 70. Segundo esses os autores, a irrigação em pastagens foi esquecida por anos, por não apresentar bons resultados de produtividade devido às condições climáticas regionais e por ser economicamente inviável. A adoção dessa técnica ressurgiu em grande número de propriedades agrícolas na década de 90 na região Centro-Oeste do Brasil.

O manejo da irrigação de qualquer projeto deve levar em conta os aspectos econômicos, sociais e ecológicos, procurando maximizar a produtividade, diminuir os custos, elevar a eficiência no uso da água e da energia, manter condições de umidade do solo ideal para a cultura, melhorando, assim, as condições físicas, químicas e biológicas do solo (DRUMOND & AGUIAR, 2005; ALENCAR et al., 2009a)

A irrigação é uma técnica eficiente para intensificação da produção de forragem, possibilitando suprir a demanda hídrica das forrageiras em situações de déficit hídrico, durante a época seca do ano, como também na estação chuvosa, em função da distribuição irregular das chuvas, possibilitando, dessa forma, incrementar a produção de forragem e, conseqüentemente, a taxa de lotação dos pastos (LOPES et al., 2014). Essa técnica deve ser compatível com o nível tecnológico da exploração, para que haja retorno econômico (VITOR et al., 2009). Esses autores afirmam que a resposta de produção de pastagens irrigadas estão ligadas às condições climáticas, quantidade e frequência de irrigação, sistema de aplicação de água e características fisiológicas das espécies de gramíneas, constituindo uma prática relevante na mitigação dos efeitos negativos da distribuição irregular das chuvas.

Segundo Santos (2009), o manejo adequado da irrigação possibilita economizar água e energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto. Esse autor enfatiza que a obtenção de produtividade viável economicamente ocorre quando se aplica água no solo no momento certo e em quantidades suficientes para suprir as necessidades hídricas da cultura.

Para Alves Júnior (2006), no manejo correto da irrigação deve-se tomar decisões sobre quando irrigar e quanto de água aplicar. Sem essas informações, aplica-se quantidade de irrigação abaixo da necessidade hídrica da cultura, causando déficit, reduzindo a produção e/ou a qualidade do produto, enquanto o excesso de irrigação ocasiona perdas de água e energia, podendo contribuir para a lixiviação dos nutrientes e agroquímicos para as camadas inferiores do solo ou até mesmo atingindo o lençol freático (SANTOS, 1998).

Normalmente a quantidade de água que se aplica em cultivos irrigados é calculada com base na quantidade de água consumida pela cultura, que pode ser estimada pela evapotranspiração ou por meio da variação do teor de água no solo, dividida pela eficiência do sistema de irrigação (SANTOS, 2009). Vale salientar que a quantidade de água a ser aplicada por irrigação deve ser compatível com a capacidade de retenção de água na zona radicular da cultura (BERNARDO et al., 2006).

A frequência da irrigação requerida para uma cultura, sob determinado clima, depende grandemente da quantidade de água que pode ser armazenada no solo após uma irrigação. Este procedimento pode ser feito pelos indicadores de solo, clima e planta (BERNARDO et al., 2006).

Müller et al. (2002) concluíram que a produção e a taxa de acúmulo de matéria seca de capim Mombaça não apresentaram diferenças significativas ao longo do período de inverno. Na primavera, houve tendência de aumento em ambas, com maiores produções obtidas no período final de avaliação, devido à elevação da temperatura mínima. A produção de forragem, durante a primavera, foi superior à do inverno, apresentando incrementos em função da maior temperatura mínima do ar, do período de descanso e da área foliar inicial. As principais variáveis climáticas responsáveis pela produção da forragem foram temperatura mínima do ar e disponibilidade de água no solo.

Visando à redução da estacionalidade de produção de forragem, Dupas et al. (2010) avaliaram a produtividade de matéria seca e valor nutritivo de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, utilizando doses de nitrogênio e irrigação por aspersão em dois períodos do ano, estação chuvosa e seca. A irrigação promoveu aumento de 15% na produtividade de matéria seca e aumentou os teores de fibra em detergente neutro. No período da seca, a dose 171 kg ha<sup>-1</sup> de N com irrigação propiciou a máxima produtividade. No mesmo período, na ausência de irrigação, não houve resposta à adubação nitrogenada. Os teores médios de PB foram de 10%, com e sem irrigação.

## **2.4 Qualidade de forragem**

A *Brachiaria brizantha* fornece alimento de boa qualidade, desde que se mantenha a exigência nutricional da planta, com adubação e manejo adequado; caso

contrário, pode perder o valor nutritivo rapidamente (BARNABÉ et al., 2007; TEODORO et al., 2012).

O conceito do termo valor nutritivo refere-se à composição química da forragem e sua digestibilidade (GERDES et al., 2000). O valor nutritivo está associado aos teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) (VITOR et al., 2009). Quando se menciona o baixo valor nutritivo das forrageiras tropicais, refere-se à redução teor de PB e minerais, ao alto teor de FDN e à baixa digestibilidade da massa seca (EUCLIDES, 1995; GERDES et al., 2000).

A PB das plantas forrageiras depende da sua maturidade (idade), podendo chegar até 70% da PB nas forragens verdes (ainda nova) (HEATH et al., 1985; CUNHA et al., 2007). Teores de PB inferiores a 7% na matéria seca de algumas braquiárias tropicais promovem redução na digestão dos animais, devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen (MILFORD e MINSON, 1966).

O princípio da digestibilidade é a proporção do alimento (planta) consumido sendo digerida e metabolizada pelo animal, exceto a lignina, a digestão completa nunca acontece devido às incrustações de hemicelulose e celulose pela lignina, que tem efeito protetor contra a ação dos microorganismos do rúmen (WHITEMAN, 1980; CUNHA et al., 2007).

A técnica da determinação de FDN em plantas forrageiras é a melhor estimativa de qualidade (VAN SOEST, 1984). O mesmo autor aponta que a digestibilidade das braquiárias de clima tropical é menor que a das de clima temperado. A digestibilidade das forrageiras tropicais se situa entre 55 e 60%, podendo diminuir se a concentração de proteína bruta da forragem for da ordem de 4 a 6% (MOORE e MOTT, 1973).

Várias técnicas e manejo são utilizadas para se obter um pasto produtivo e que tenha bom valor nutritivo para os animais durante todo ano, dentre elas se destacam a adubação nitrogenada que incrementa o teor de proteína bruta e diminui o teor de fibra em detergente neutro (VITOR et al., 2009), O manejo em altura de corte e a irrigação das pastagens propicia aumento do teor de PB (VANZELA et al., 2006).

O valor nutritivo da forragem em áreas irrigadas é diferenciada, quando comparado com o das áreas não irrigadas (VILELA, 1999). Tal fato foi observado por Vanzela et al. (2006), trabalhando com capim-mombaça na região oeste do estado de São Paulo, observaram que os teores de PB variaram de 9,7 a 13,8% no cultivo em sequeiro e de 10,1 a 14,9% no cultivo irrigado. Carvalho (2009) trabalhando com

*Brachiaria brizantha*, observou que a irrigação proporcionou valores maiores de PB, de 8,3% irrigado e 7,5% não irrigado e menores teores de FDN do que o cultivo não irrigado (75,3 e 77,1%).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de 29/04/2014 a 19/08/2014, na fazenda experimental da FCAV-Unesp, em Jaboticabal, SP, com latitude de 21°14'05"S, longitude 48°17'09"O e altitude de 615 metros.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, subtropical, relativamente seco no inverno, com chuvas de verão, apresentando temperatura média anual de 22,2°C e precipitação de 1.425 mm. No outono e inverno, as temperaturas médias são de 20,3 e 20,6°C, e a precipitação de 51,6 e 39,3 mm, respectivamente (UNESP, 2014).

O solo da área experimental é Latossolo Vermelho eutroférico típico, com textura muito argilosa (ANDRIOLI & CENTURION, 1999). Para a caracterização química do solo, foram coletadas amostras, cerca de três meses antes da instalação do experimento, na profundidade de 0-20 cm, e encaminhadas para análise, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Para a caracterização química, física e hídrica do solo, foram coletadas amostras indeformadas nas profundidades de 0-20; 20-40 e 40-100 cm. Os resultados das determinações estão contidos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas, e físicas e hídricas do Latossolo Vermelho eutroférico típico da área experimental, em 2014.

Características químicas										
Prof. cm	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O mg dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V %
					-----	mmolc dm <sup>-3</sup> -----				
0 - 20	5,4	26,0	68,0	5,9	31,5	16,5	32,5	53,9	86,4	62,0

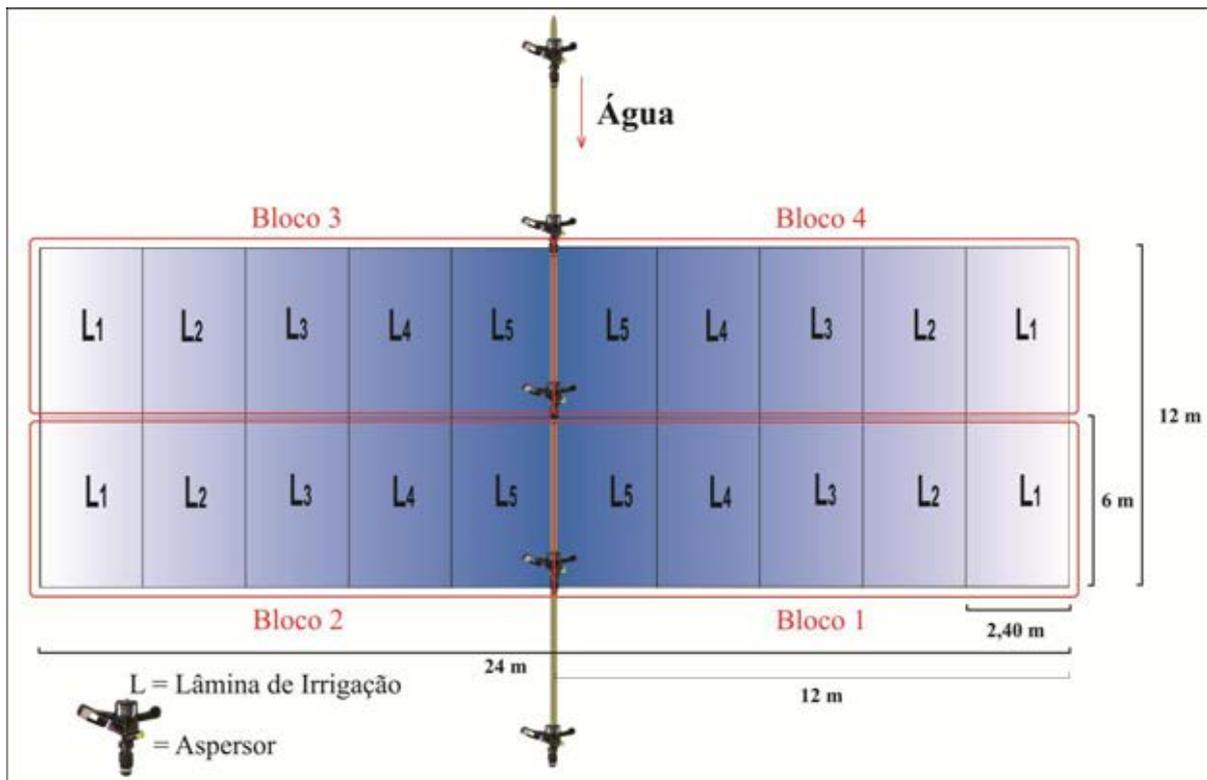
  

Características físicas e hídricas									
Prof. cm	Θ <sub>s</sub>	Θ <sub>cc</sub>	Θ <sub>pmp</sub>	ds	Areia total	Argila	Silte	Textura	
	-----	cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> -----	-----	g cm <sup>-3</sup>	-----	g kg <sup>-1</sup> -----			
0 - 20	0,472	0,398	0,266	1,45	221	566	213	Argiloso	
20 - 40	0,442	0,404	0,293	1,49	208	592	200	Argiloso	
40 - 100	0,486	0,385	0,264	1,34	209	598	193	Argiloso	

Prof. é profundidade, M.O é matéria orgânica, Θ<sub>s</sub>, Θ<sub>cc</sub> e Θ<sub>pmp</sub> é umidade na saturação, capacidade de campo e ponto de murcha permanente, respectivamente, e ds é densidade do solo.

### 3.1 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos constituíram-se de cinco lâminas de irrigação (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, e L<sub>5</sub>) em duas estações do ano, outono e inverno, distribuídos em delineamento experimental em faixas com parcela subdividida, com lâminas de irrigação na parcela e estação do ano na subparcela, com quatro repetições (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema da área experimental, com linha de distribuição de água e unidades experimentais com tratamentos de lâminas de irrigação (L<sub>1</sub> a L<sub>5</sub>).

### 3.3 Instalação e condução do experimento

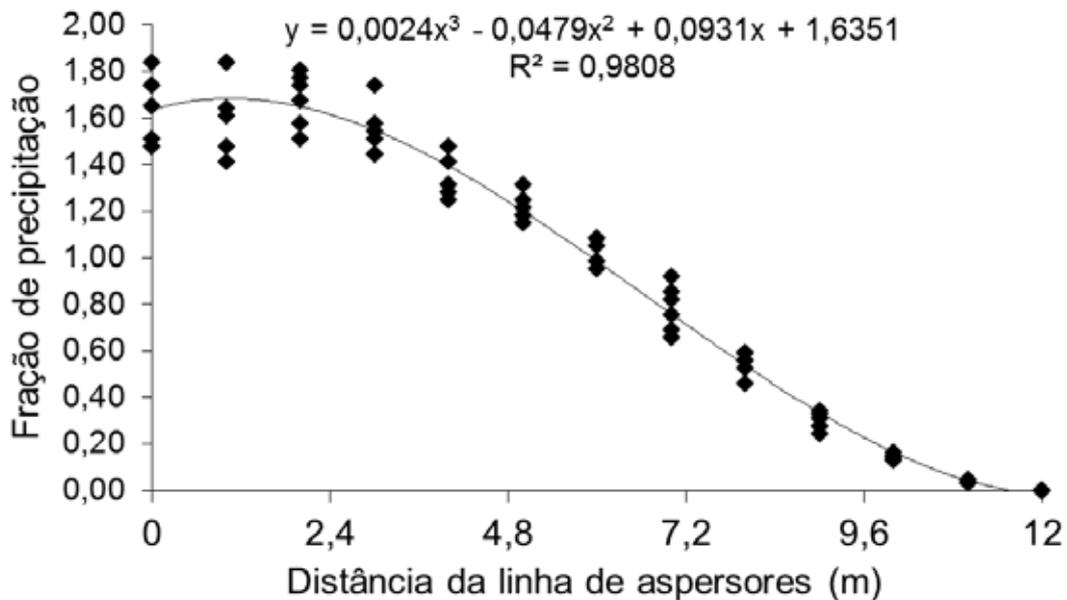
A pastagem foi formada em novembro de 2012 com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e foi conduzida sob irrigação por aspersão e adubação segundo Villela et al. (1998) até 29/04/2014. Nessa data sofreu corte de uniformização a 15 cm de altura do solo e adotou-se o mesmo critério nutricional de seu manejo anterior, no qual se aplicava, respectivamente, 15; 3,5 e 18 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O para cada tonelada de massa seca produzida na colheita anterior. Adotou-se o rendimento de matéria

seca do tratamento L<sub>5</sub> como referência para adubação deste e os demais tratamentos. Todos fertilizantes foram distribuídos manualmente, imediatamente após a colheita da braquiária (PREMAZZI et al., 2003).

### 3.4 Manejo de irrigação

As lâminas de irrigação foram calculadas em função de frações da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), correspondentes a L<sub>1</sub>=0,18; L<sub>2</sub>= 0,52; L<sub>3</sub>= 1,00; L<sub>4</sub>= 1,45 e L<sub>5</sub>= 1,67 (Figura 2), aplicadas com frequências de uma a duas vezes por semana. A evapotranspiração de referência foi calculada pelo método Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), utilizando o software CLIMA (FARIA et. al, 2003), com dados meteorológicos diários coletados na Estação Agroclimatológica da FCAV-UNESP, localizada próximo da área experimental.

A distribuição gradual da lâmina de irrigação nas parcelas foi obtida por um sistema de aspersão em linha, com aspersores Senninger (Modelo 3023-2 com duplo bocal de 8 x 5 mm), operados com pressão de 300 kPa, no espaçamento 6 m, produzindo um raio de alcance de 12 m e intensidade de aplicação média de 13 mm h<sup>-1</sup>. Conforme a disposição das parcelas experimentais e o arranjo dos aspersores previamente descrito, e com base em testes realizados com coletores de precipitação, foi possível determinar o fator de distribuição do precipitado para obtenção da lâmina de irrigação a aplicar em cada tratamento (Figura 2). O sistema de irrigação apresentou coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) de 89 e 83%, respectivamente.



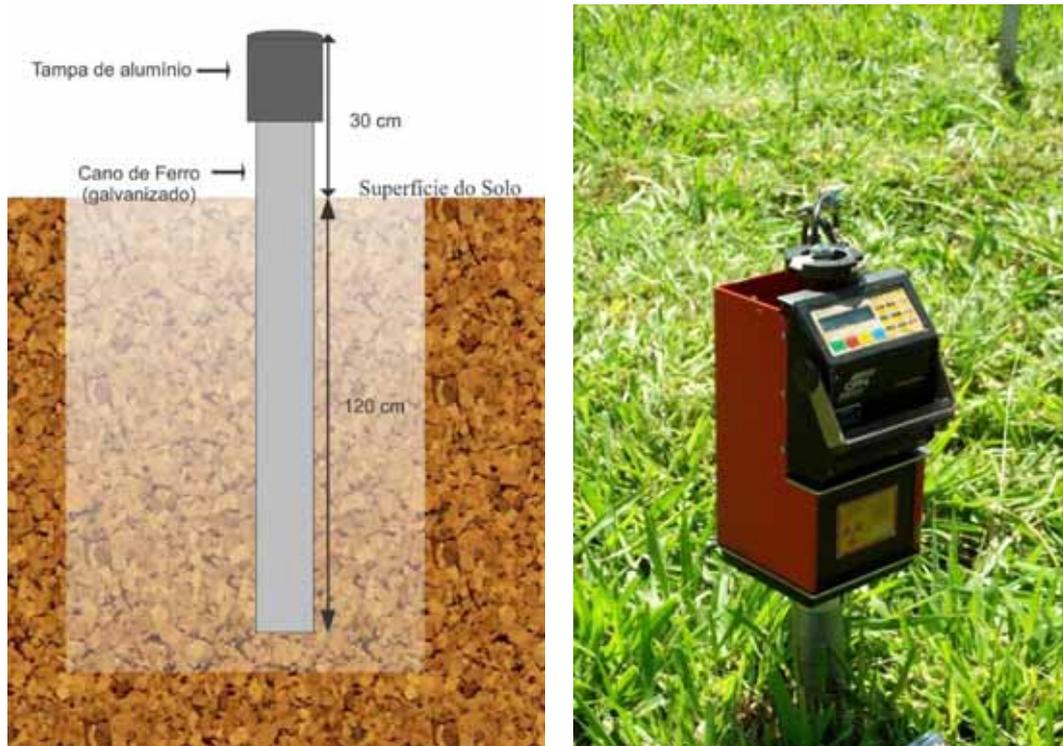
Distância da linha de aspersores (m)	Tratamento	Fração de precipitação
0,0 – 2,4	L <sub>5</sub>	1,67
2,4 – 4,8	L <sub>4</sub>	1,45
4,8 – 7,2	L <sub>3</sub>	1,00
7,2 – 9,6	L <sub>2</sub>	0,52
9,6 – 12,0	L <sub>1</sub>	0,18

**Figura 2.** Fração de distribuição da precipitação de aspersores Senninger modelo 3023-2 com duplo bocal de 8 x 5 mm, em função da distância ou tratamentos da linhas de irrigação, com aspersores espaçados de 6 m na linha lateral.

### 3.5 Variáveis analisadas:

#### 3.5.1 Umidade e armazenamento de água no solo

O armazenamento e umidade do solo foram monitorados por sonda de nêutrons (CPN, modelo 503 DR Hydroprobe), previamente calibrada para o local. As leituras foram realizadas em canos de ferro (galvanizado) com 120 cm de profundidade, em duas repetições para cada lâmina de irrigação, com medidas semanais tomadas a 0-20; 20-40; 40-60; 60-80 e 80-100 cm de profundidade (Figura 3).



**Figura 3.** Esquema do monitoramento da umidade do solo por sonda de nêutrons.

### 3.5.2 Altura do Dossel

A altura do dossel foi monitorada semanalmente com auxílio de uma régua graduada em centímetros e uma folha de transparência (filme de acetato) posicionada sobre o dossel, medindo-se a altura do solo até o ponto médio da transparência (SOUZA JÚNIOR, 2007; FAGUNDES et al., 1999) (Figura 4). As medidas foram tomadas em seis posições da parcela escolhidas aleatoriamente.



**Figura 4.** Medição da altura do dossel, com auxílio de régua graduada em cm e uma folha de transparência.

### 3.5.3 Produtividade

Foram realizadas quatro colheitas de forragem em 2014, duas no outono (28/05 e 25/06) e duas no inverno (23/07 e 20/08). Em cada colheita foram tomadas três amostras de 0,25 m<sup>2</sup> em cada parcela, utilizando-se um gabarito de aço galvanizado de 0,5 x 0,5 m, com suportes para mantê-lo a 15 cm de altura do solo (Figura 5). A forragem foi cortada a 15 cm do nível do solo com um cutelo e homogeneizada e, logo após, pesada por uma balança digital para determinar a biomassa verde. Em seguida, retirou-se uma sub amostra de aproximadamente 100 g para determinar a biomassa seca em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C até peso constante, em aproximadamente 48 horas. A colheita no restante da parcela foi realizada com roçadora manual a 15 cm de altura, retirando-se a massa vegetal das parcelas com um rastelo.



**Figura 5.** Colheita da *Brachiaria brizantha*, com auxílio de um gabarito de aço galvanizado de 0,5 x 0,5 m e cutelo.

#### **3.5.4 Análise Bromatológica**

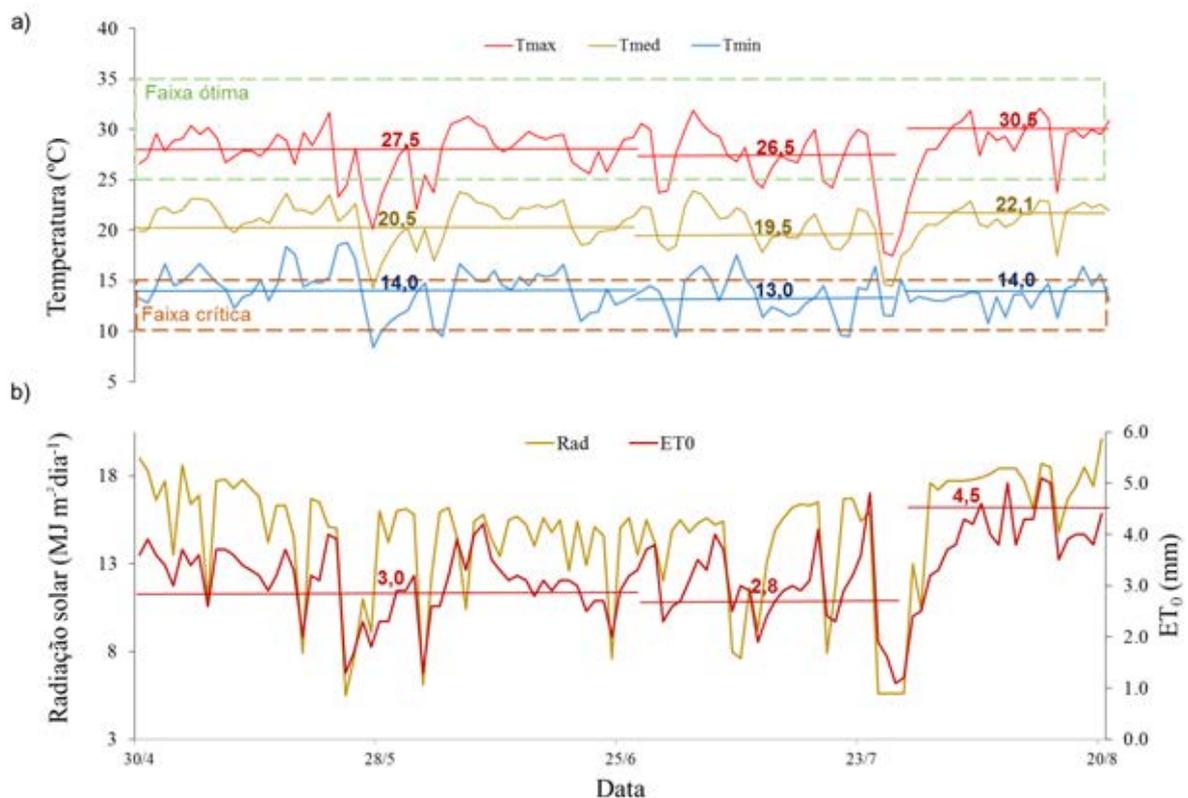
Para determinação dos teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), foram feitas amostras compostas de tecidos vegetais coletados de cada tratamento na colheita do dia 25/06, representando a estação do outono, e 20/08 o inverno. As amostras foram encaminhadas para Laboratório de Ruminantes, do Departamento de Zootecnia da FCAV-Unesp para análise conforme proposto por SILVA & QUEIROZ (2006).

#### **3.6 Análise estatística**

Os rendimentos de massa seca produzida nos tratamentos irrigados nos cortes do outono e de inverno foram totalizados por estação e submetidos à análise de variância e comparação de médias segundo o modelo de Johnson et al. (1983), para o sistema de aspersão em linha pelo programa SAS. Foram ajustadas funções de resposta entre o rendimento de massa seca e a lâmina de irrigação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura e a radiação solar diária ocorreram dentro da faixa de variações históricas (29 anos) da região para o outono e inverno (Figura 6). Assim, os valores de temperatura média foram de 20,5°C em maio e junho, decresceram para 19,5°C em julho e depois aumentaram para 22,1°C em agosto. As médias das temperaturas máximas e mínimas seguiram a mesma tendência, com valores de 27,5°C e 14°C em maio e junho, 26,5°C e 13°C em julho e 30,5°C e 14°C em agosto, respectivamente. Os valores absolutos de temperatura mínima foram menores que 15°C na maioria do período experimental, porém temperaturas abaixo de 10°C ocorreram em apenas seis dias (Figura 6).



**Figura 6.** Temperaturas máxima (Tmax), média (Tmed) e mínima (Tmin) (a), radiação solar (Rad) e evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) (b), durante outono e inverno de 2014, em Jaboticabal, SP.

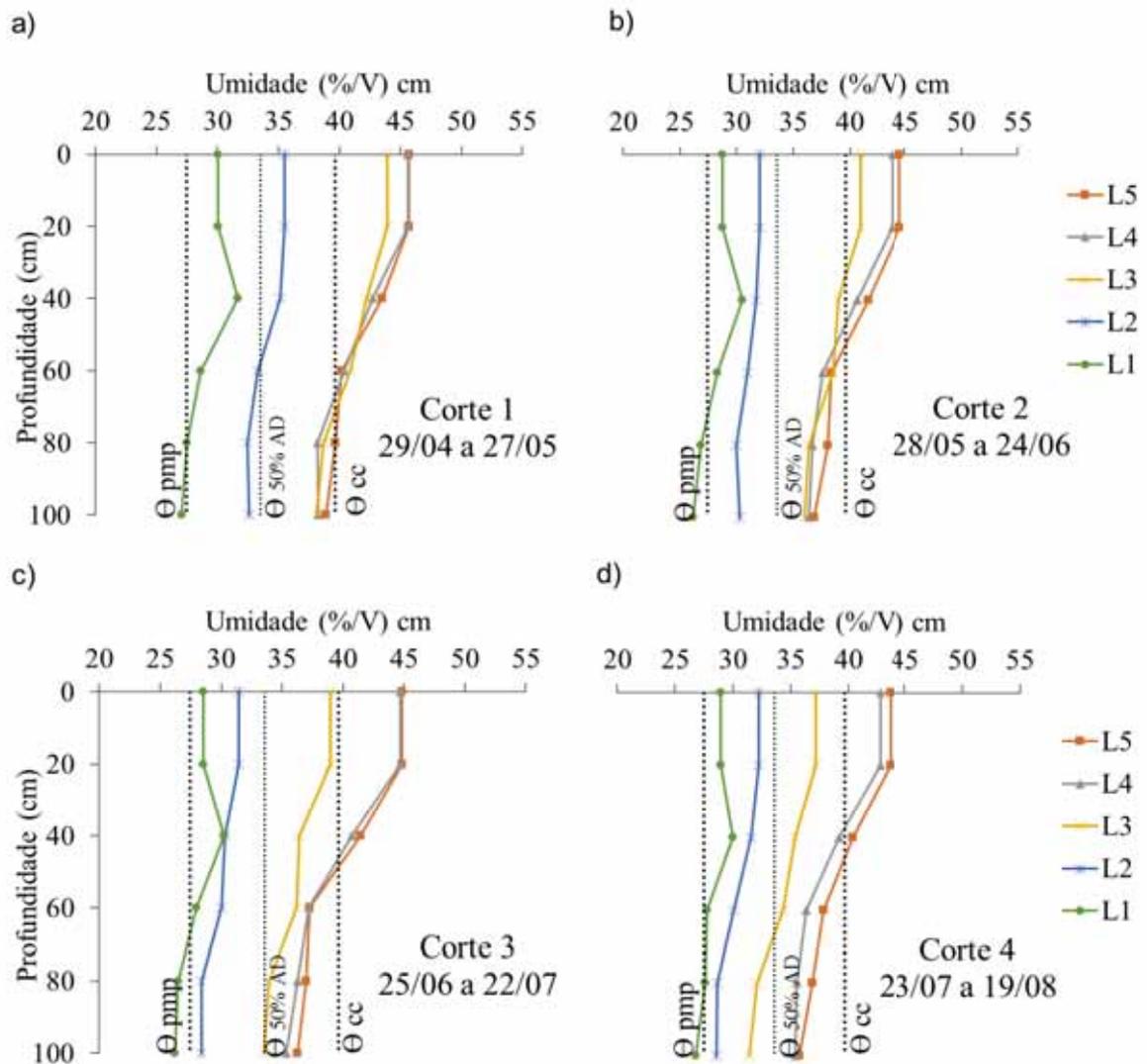
A evapotranspiração de referência média seguiu a mesma tendência de variação da temperatura e radiação solar, ou seja, foi de 3 mm em maio e junho, decresceu para 2,8 mm em julho e subiu para 4,5 mm em agosto (Figura 7). Durante o período experimental, a evapotranspiração de referência totalizou 357 mm, enquanto que a precipitação foi de 39 mm.

A irrigação constituiu o maior aporte hídrico às plantas, sendo realizadas 19 aplicações, com lâminas acumuladas variando de 35 a 319 mm no outono e de 21 a 193 mm no inverno, para os tratamentos L<sub>1</sub> a L<sub>5</sub>, respectivamente (Tabela 2).

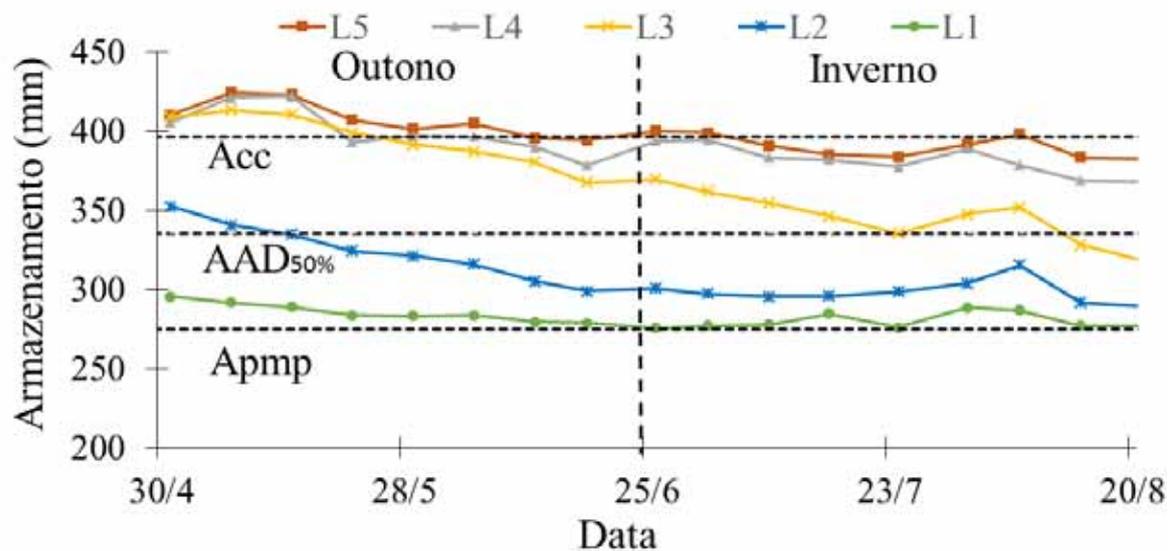
**Tabela 2.** Precipitação, irrigação e lâmina total (irrigação + precipitação) aplicada na *Brachiaria brizantha* durante o outono e inverno de 2014.

Período	Corte	Precipitação (mm)	Irrigação (mm)					Lâmina total. (mm)				
			L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
Outono	1	7	22	63	124	179	205	29	70	130	186	212
	2	2	12	35	69	100	114	14	37	71	101	116
	Soma	9	35	98	192	279	319	43	106	201	287	328
Inverno	3	7	10	24	55	80	91	17	31	62	86	98
	4	23	11	27	62	89	102	35	51	85	113	125
	Soma	30	21	52	116	169	193	51	82	147	199	223
Total		39	56	150	309	448	512	95	188	348	486	551

As determinações de umidade no perfil do solo revelaram disponibilidade hídrica acima de 50% da água disponível (AD), para os tratamentos L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub>, que receberam lâminas iguais ou maiores que a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) (Figuras 7 e 8). O tratamento L<sub>2</sub> apresentou retenção de água entre 20 e 50% da água disponível e o L<sub>1</sub> manteve-se com retenção de água em torno do limite inferior de água disponível, uma vez que receberam lâminas inferiores da evapotranspiração de referência (Figuras 7 e 8). A maior quantidade de água no solo no início do experimento pode ser atribuída às chuvas ocorridas no período antecedente.



**Figura 7.** Umidade do solo volumétrica média em função das lâminas de irrigação (L<sub>1</sub> a L<sub>5</sub>), durante o período entre cortes da forragem, no outono (a e b) e inverno de 2014 (c, d).

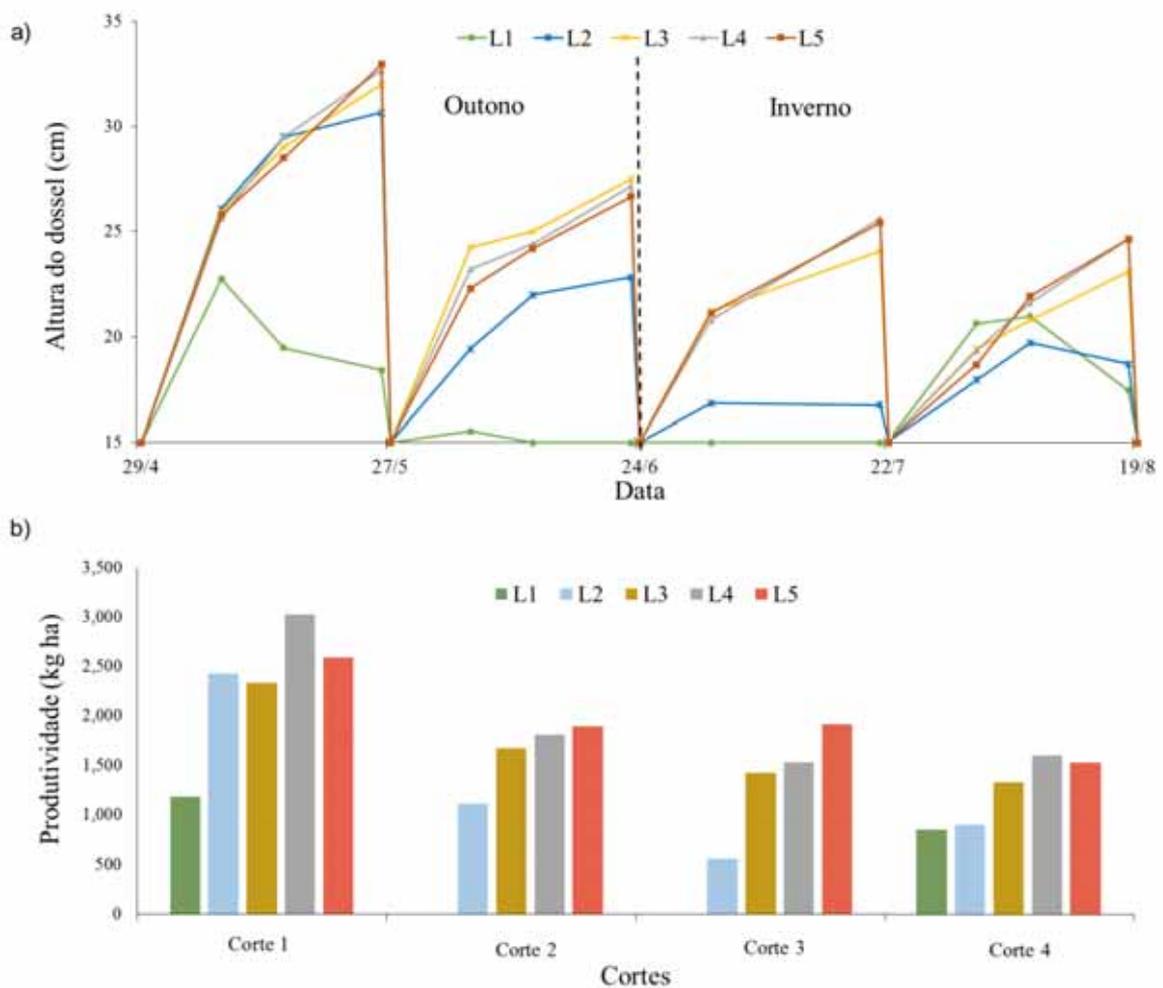


**Figura 8.** Armazenamento de água no solo (0-100 cm) em função das lâminas de irrigação (L<sub>1</sub> a L<sub>5</sub>) durante o outono e inverno de 2014. Acc = armazenamento de água na capacidade de campo do solo; Apmp = armazenamento de água no ponto de murcha permanente do solo e AAD<sub>50%</sub> = 50% do armazenamento de água disponível.

As alturas médias do dossel e produtividades de forragem foram maiores no outono, no primeiro corte, e decresceram à medida que se avançou para o inverno, com menores alturas e produtividades no corte 4 (Figura 9). Esse efeito foi ocasionado por temperaturas mais elevadas em maio e junho e menor temperatura em julho, conforme apresentado na Figura 5. Devido à *Brachiaria brizantha* ser uma espécie tropical, tais resultados corroboram com vários autores (COOPER & TAINTON, 1968; DRUMOND & AGUIAR, 2005), que afirmam que espécies forrageiras tropicais têm crescimento ótimo dentro de uma faixa de temperatura entre 25 a 35°C e seu crescimento é reduzido até cessar sua atividade sob temperaturas entre 10 a 15°C. Sendo assim, a temperatura é um dos principais fatores responsáveis pela estacionalidade da produção das pastagens, conforme Tonato (2003).

A altura e a produtividade da forragem variaram também com a lâmina de irrigação aplicada (Figura 9). Nos tratamentos com dotação hídrica menor que ET<sub>0</sub>, L<sub>1</sub> a L<sub>2</sub>, o crescimento e a produtividade foram drasticamente reduzidos, sobretudo no segundo e terceiro cortes, em junho e julho, especialmente no tratamento L<sub>1</sub>. Nesse caso, a altura do dossel não ultrapassou o limite de altura do pós-pastejo de 15 cm,

ou seja, não houve crescimento da cultura. No último corte, em 20 de agosto, houve produção de forragem de cerca de 800 kg ha<sup>-1</sup> nos tratamentos L<sub>1</sub> e L<sub>2</sub> devido a ocorrência precipitação de 23 mm e ligeiro acréscimo de temperatura em relação a julho. Nos tratamentos com aplicações de lâminas de irrigação acima de ET<sub>0</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub>, as alturas de corte foram similares e o rendimento de forragem atingiram valores próximos. Os resultados indicam que a *Brachiaria brizantha* exige a manutenção do armazenamento de água no solo acima de 50% da água disponível no período de outono e inverno para suprir suas necessidades hídricas, concordando com Melo et al. (2009), que também encontrou maior produção de forragem de capins mombaça e marandu em solo com disponibilidade hídrica acima de 50% retenção de água disponível.



**Figura 9.** Altura média do dossel (a) e produtividade de massa seca de forragem de *Brachiaria brizantha* (b), em função da lâmina de irrigação e do período de corte durante o outono e inverno de 2014.

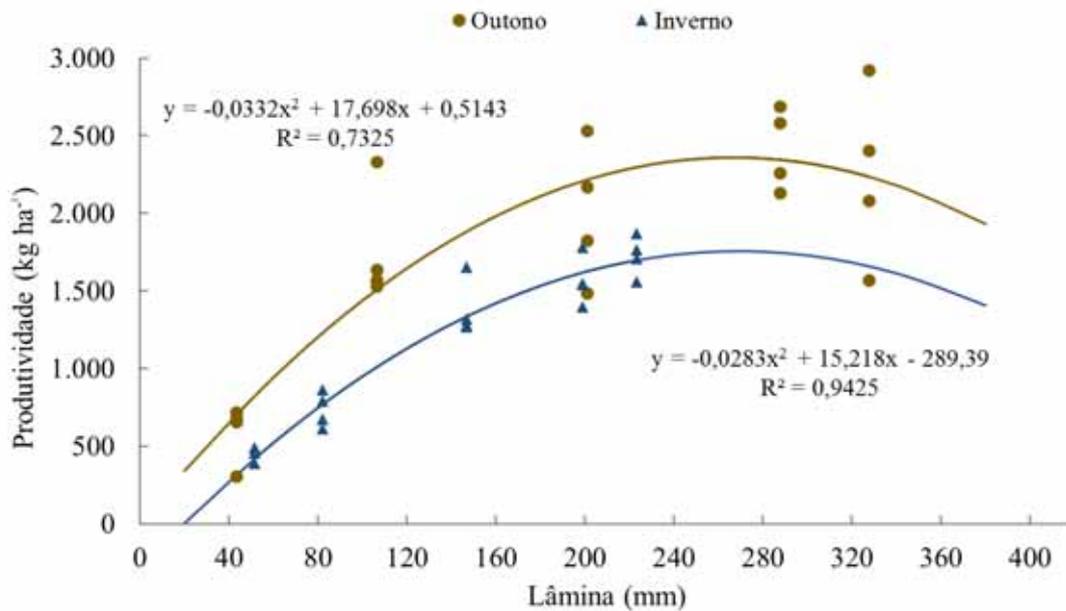
A análise de variância dos dados de produtividade de massa seca de forragem revelou efeito significativo das lâminas de irrigação e das estações do ano analisadas ( $P < 0,05$ ), não havendo interação entre esses fatores (Tabela 3). O outono apresentou produtividade significativamente superior a do inverno. Constatou-se menor produtividade no tratamento com lâmina L<sub>1</sub> e maiores produtividades nas lâminas L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub>, porém o tratamento com lâmina L<sub>2</sub> não diferiu do tratamento com lâmina L<sub>3</sub>.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância (ANOVA) e comparação de médias de produtividade de massa seca de *Brachiaria brizantha* ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), pelo teste Tukey em função das lâminas totais (irrigação + precipitação) no outono e inverno de 2014.

Fonte de Variação		GL	Quadrado Médio Prod. (MS)	
Bloco (B)		3	7,51E+04 <sup>ns</sup>	
Estação (E)		1	4,05E+06 <sup>**</sup>	
Int. E X B		3	1,07E+04 <sup>ns</sup>	
Lâmina (L)		4	3,10E+06 <sup>**</sup>	
Int. E X L		4	2,22E+05 <sup>ns</sup>	
CV (%)			21,0	
Estação		Média		
Outono		1804 a		
Inverno		1168 b		
Lâmina		(kg ha <sup>-1</sup> )		
		Outono	Inverno	Média
	L <sub>1</sub>	591	431	511 c
	L <sub>2</sub>	1.768	736	1.252 b
	L <sub>3</sub>	2.003	1.380	1.692 ab
	L <sub>4</sub>	2.417	1.567	1.992 a
	L <sub>5</sub>	2.243	1.725	1.984 a

GL - grau de liberdade; Significativo a 0,05 (\*) e a 0,01 (\*\*) de probabilidade; (<sup>ns</sup>) não significativo; CV - coeficiente de variação; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

A função de resposta entre a produtividade MS e a lâmina total (lâmina + precipitação) apresentou comportamento quadrático, tanto para o outono, quanto para o inverno (Figura 10).



**Figura 10.** Produtividade de massa seca de forragem de *Brachiaria brizantha* em função das lâminas totais de água aplicada (irrigação + precipitação) no outono e inverno 2014.

A eficiência de uso de água, dada em kg de forragem por mm de lâmina de água aplicada, foi maior no outono, tendo em vista os valores mais elevados de produtividade para a função ajustada para esta estação. O rendimento de forragem foi crescente até atingir rendimentos máximos de 2.359 kg ha<sup>-1</sup> no outono e 1.756 kg ha<sup>-1</sup> no inverno. Produtividades máximas de forragem foram obtidas com aplicações de lâminas de 267 e 269 mm para o outono e inverno respectivamente. Tal comportamento de resposta em forrageiras foi também observado por Alencar et al. (2009b); Lopes et al. (2014) e Dupas et al. (2010).

De acordo com os resultados da Tabela 3 e Figura 6, em 4 cortes em 120 dias no período de outono/inverno, a irrigação proporcionou acréscimo da produção total de forragem de 1022 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento L<sub>1</sub> para 3968 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento L<sub>5</sub>, correspondente ao incremento de 288%.

Alto valor nutritivo da forragem, caracterizado por elevados teores de proteína bruta (PB) e baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN), foram obtidos em ambas as estações do ano (Tabela 4).

**Tabela 4.** Teores de Proteína bruta(PB) e fibra em detergente neutro (FDN) % de MS, na folha e colmo da *Brachiaria brizantha* em função das lâminas de irrigação e estação do ano em 2014.

Estação	Lâmina					Média
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	
PB (%)						
Outono	11,6	14,4	14,9	18,8	20,1	16,0
Inverno	14,4	13,7	14,2	14,6	14,8	14,4
FDN (%)						
Outono	56,5	56,5	54,7	53,7	58,0	55,9
Inverno	55,4	54,2	55,7	56,0	54,7	55,2

No outono houve incremento nos teores de PB, de 11,6 a 20,1%, com o acréscimo da lâmina de irrigação de L<sub>1</sub> a L<sub>5</sub> (Tabela 4). No inverno não foi observada diferença nos teores de PB com as lâminas de irrigação aplicada. Como o teor de PB aumentou no outono e se manteve no inverno (Tabela 4), com o aumento da produtividade em decorrência da irrigação (Tabela 3 e Figura 10) resultou em aumento na produção de PB por unidade de área.

Os teores de FDN foram similares em todos os tratamentos, no outono e inverno, exceto no tratamento L<sub>5</sub> no outono, no qual foi obtida média mais elevada que os demais tratamentos (58%) (Tabela 4). Gerdes et al. (2000), ao comparar o teor de PB de *Brachiaria brizantha* durante as estações do ano, encontraram maiores teores no outono e inverno, em relação aos demais períodos do ano. Os teores elevados de PB e baixos de FDN encontrados nesta pesquisa podem ser explicados pela menor taxa de crescimento no outono e inverno, em relação à de primavera e verão, o que resulta em maior produção de folhas do que hastes (ANDRADE, 2003; COSTA et al., 2007; SANTOS et al., 2009; SILVA et al., 2009).

## 5 CONCLUSÕES

- O rendimento de forragem de *Brachiaria brizantha* foi mais elevado no outono, em relação ao inverno;
- A irrigação proporcionou aumento de 288% na produção de forragem, correspondente a 3000 kg ha<sup>-1</sup>, em 4 cortes realizados no período de cerca de quatro meses;
- Maiores produtividades foram obtidas com aplicação de lâminas de irrigação igual ou superior à evapotranspiração de referência, correspondentes aos tratamentos L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub>;
- A função de produção ajustada entre rendimento de forragem e lâmina de água mostrou comportamento quadrático, tanto para o outono, quanto para o inverno;
- A produtividade de forragem foi incrementada com o aumento da lâmina de irrigação, atingindo produtividade máxima com lâminas de 267 e 269 mm para o outono e inverno respectivamente;
- Alto valor nutritivo da forragem, caracterizado por elevados teores de PB (16%) e baixos teores de FDN (55%), foi obtido em ambas as estações do ano;
- Incrementos nos teores de PB com o acréscimo da lâmina de irrigação ocorreram somente no outono;
- As lâminas de irrigação não afetaram os teores de FDN da forragem nas estações do ano estudadas;
- A *Brachiaria brizantha* exige a manutenção do armazenamento de água no solo acima de 50% da água disponível no período de outono e inverno para suprir suas necessidades hídricas;
- Temperaturas subótimas durante o inverno limitaram a produtividade de forragem, mesmo nos tratamentos com suprimento hídrico adequado;

## 6 REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. A. B.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; OLIVEIRA, R. A. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano irrigação e pastejo nas estações do ano. **Acta Scientiarum, Agronomy**. vol. 32, n. 1, 2010.
- ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 98-108, 2009a (Supl. Especial).
- ALENCAR, C. A. B.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, R. A.; MARTINS, C. E.; CUNHA, F. F.; FIGUEIREDO, J. L. A. Produção de seis gramíneas manejadas por corte sob efeito de Diferentes lâminas de irrigação e estações anuais. **Ciência Agrotecnológica**, v. 33, n. 5, p. 1307-1313, 2009b.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO. 1998. 300p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 56).
- ALVES JÚNIOR, J. **Necessidade hídrica e resposta da cultura de lima ácida 'Tahiti' a diferentes níveis de irrigação**. 2006. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2006.
- ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovino de corte**. 2004. 125f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27, Brasília, 1999. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 32 p. (CD-ROM).
- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, É.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L.; ROCHA, G. P.; FREITAS, K. R.; PINHEIRO, E. P. Produção e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada brizantha adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, 2007.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.
- BURKART, A. Evolução de gramíneas e as pradarias da América do Sul. **Taxon**, p. 53-66, 1975.
- CARVALHO, R. C. R. **Irrigação em braquiária sob pastejo rotacionado e qualidade física do solo**. 2009. 117f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFLA. Lavras, 2009.
- COOPER, J. P. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. **Herbage Abstracts**, v.40, n.1, p.1-15, 1970.

- COOPER, J. P.; TANTON, N. M. Light and temperature requirements for growth of tropical and temperate grasses. Review article. **Herbage Abstracts**, v. 38, p. 167-176, 1968.
- COSTA, K. A. de P.; OLIVEIRA, I. P. de; FAQUIN, V.; NEVES, B. P. das; RODRIGUÊS, C.; SAMPAIO, F. de M. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência Agrotécnológica**, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007.
- 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**, Santa Maria, v. 4, p. 11-17, 1996.
- CRUZ, P. G. **Produção de forragem em *Brachiaria brizantha*: adaptação, geração e avaliação de modelos empíricos e mecanicistas para estimativa do acúmulo de forragem**. 2010. 102 f. Tese (Doutor em Ciências) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2010.
- CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; PEREIRA, O. G.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; ABREU, F. V. S. Composição bromatológica e digestibilidade in vitro da matéria seca do capim tanzânia irrigado. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 25-33, 2007.
- DIAS, M. C. L. L.; ALVES, S. J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 145-151, 2008.
- DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia, 2014.
- DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de pastagens**. Uberaba: FAZU, 2005.
- DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A. L.; HERNANDEZ, F. B. T.; BERGAMASCHINE, A. F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2598-2603, 2010.
- EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero Panicum. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12. 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-276.
- FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SBRISSIA, A. F.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. 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, 1999.
- FARIA, R. T.; CARAMORI, P. H.; CHIBANA, E. Y.; BRITO, L. R. S. CLIMA - Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 372-387, 2003.
- GERDES, L. **Introdução de uma mistura de três espécies forrageiras de inverno em pastagem irrigada de capim-aruaçu**. 2003. 73 f. Tese (Doutor em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTI, R. A.; SCHMMASS, E. A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000.

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

HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. **Forage, the science of grassland agriculture**. 4.ed. Iowa: Iowa State Univ. Press, 1985. 643p

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Brasília: IBGE, 2007. Disponível em: <www.ibge.org.br>. Acesso em: 23/10/2014.

JOHNSON, D. E.; CHAUDHURI, U. N.; KANEMASU, E. T. Statistical analysis of line-source sprinkler experiments and other nonrandomized experiments using multivariate methods. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, p. 309-312, 1983.

LOPES, M. N.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; REGADAS FILHO, J. G. L.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A. Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em capim braquiária manejado, sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 30, n. 2, p. 490-500, 2014.

MELO, J. C.; SANTOS, A. C.; ALMEIDA, J. A. MORAIS NETO, L. R. Desenvolvimento e produtividade dos capins mombaça e marandu cultivadas em dois solos típicos do Tocantins com diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 4, p. 786-800, 2009.

MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9. 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Alarico, p. 815-822, 1966.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano mais pecuária/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília: MAPA/ACS, 2014.

MOORE, J.E., MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G. **Anti quality components of forages**. Madison: CSSA, Special publication, n.4, p.53-98. 1973.

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

OLIVEIRA, C. S. **Morfogênese e composição químico-bromatológica da *brachiaria brizantha* cv. Mg4 submetida a adubação nitrogenada e alturas de corte**. 2010. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Área de Concentração em Produção de Ruminantes, Itapetinga – BA. 2010.

PREMAZZI, L. M.; MONTEIRO, F. A.; CORRENTE, J. E. Perfilhamento de tifton 85, em resposta a doses de nitrogênio e épocas de aplicação após o corte. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 3, p. 565-571, 2003.

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. 94f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

ROLIM, G. S., CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

SANTOS, F. G. **Aspectos morfológicos e índice climático de crescimento dos capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 e *Panicum maximum* cv. Tanzânia, para a região agropastoril de Itapetinga-BA.** 2006. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

SANTOS, J. R. M. dos. Irrigar é preciso. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3. p. 29-34, 1998.

SANTOS, LG.T. **influência de lâminas de irrigação e Intervalos de corte sobre a produtividade da rebrota de *Hemarthria altíssima*.** 2009. 99 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.

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**, Uberaba, n. 7, p. 63- 67, 2010

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2006. 235p.

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009.

SORIA, L. G. T. **Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada.** 2002. 170 f. Tese (Doutor em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

SOUZA JUNIOR, S. J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte.** 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

TAIZ, L.; ZAIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p..

TEIXEIRA, F. A.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; FRIES, D. D.; HORA, D. S. Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 241-248, 2011.

TEODORO, M. S. R.; COSTA, K. A. P.; DIAS, F. J. S.; SIMON, G. A.; SAENZ, E. A. C.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W. S. composição bromatológica dos capins marandu e mulato II submetidos a diferentes alturas de resíduo. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 3, 2012.

TONATO, F. **Determinação de parâmetros produtivos de Cynodon spp. Em função de variáveis climáticas**. 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP). **Dados climáticos diários**. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2014.

VALE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. Gênero Brachiaria. In FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. Cap. 2, p. 30-77.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; GARGANTINI, P. E.; LIMA, R. C. Qualidade de forragem de capim-Mombaça sob irrigação na região Oeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABEAS, 2006. CD-ROM.

VILELA, H. **Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação**. 2 ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011, p.340.

VILELA, L.; SOARES, W.V.; SOUSA, D.M.G. DE; MACEDO, M.C.M. **Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998.15p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 37).

VILELA, P. A. Uma visão sobre a produção intensiva de bovinos de corte com o uso do pivô central. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1, 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 1999. p. 191-200.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C., MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 435-442, 2009.

WHITEMAN, P. C. **Tropical pasture science**. New York: Oxford University Press, 1980. 392p.