

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

SANDRA MARA STRÖHER

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DO CAPIM TIFTON 85
(*Cynodon spp.*) E CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) EM FUNÇÃO DA IDADE
DE REBROTA**

Marechal Cândido Rondon

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

SANDRA MARA STRÖHER

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DO CAPIM TIFTON 85
(*Cynodon spp.*) E CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) EM FUNÇÃO DA IDADE
DE REBROTA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em zootecnia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marcela Abbado Neres
Coorientador: Prof.^o Dr.^o Vandeir Francisco Guimarães

Marechal Cândido Rondon

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

SANDRA MARA STRÖHER

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DO CAPIM TIFTON 85
(*Cynodon spp.*) E CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) EM FUNÇÃO DA IDADE
DE REBROTA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, área de concentração “Produção e Nutrição Animal”, para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Marechal Cândido Rondon, 28 de julho de 2015.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a Marcela Abbado Neres
Orientadora - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Prof.^o Dr.^o Vandeir Francisco Guimarães
Coorientador - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Prof.^o Dr.^o Eduardo Eustáquio Mesquita
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Prof.^o Dr.^o Jeferson Klein
Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR

Prof.^o Dr.^o José Antônio de Freitas
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Dedico

A meu pai Inácio Calisto Ströher (*in memoriam*), por ser meu maior incentivador, exemplo de honestidade, trabalho e simplicidade; que mesmo estando ausente de corpo, me acalenta, me aconselha e me acompanha em todos os dias de minha vida. À minha mãe Nilva Teresinha Bach Ströher, sendo estímulo e orgulho como educadora dedicada que é, estando presente como mãe e amiga nas dificuldades diárias e conquistas alcançadas.

À minha irmã Deise Regina Ströher
Spohr por ter se tornado minha mãe, pai e
amiga. Ao meu cunhado Édison Luis Spohr,
pelos conselhos, paciência e amizade. Às
minhas sobrinhas Laysa Gabriela Spohr e
Larissa Beatriz Spohr, por serem a alegria dos
meus dias, me trazendo paz e sorrisos até em
momentos difíceis.

Ao meu irmão gêmeo Sandro Márcio
Ströher, por ser tão intenso em minha vida, e
que mesmo distante sempre tem um pedaço de
mim. À minha cunhada Priscila Apolinário
Ströher pelo apoio e aconselhamento.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e por me provar diariamente o quão És grandioso e generoso. Por me dar forças na busca por meus objetivos, dando-me força nos momentos de fraqueza, mostrando-me o grande amor que Sentes por mim.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade da realização do mestrado.

À professora Doutora Marcela Abbado Neres agradeço a orientação, aos ensinamentos, a paciência, a confiança e a generosidade.

Ao professor Doutor Vandeir Francisco Guimarães pelos esclarecimentos, ideias, sugestões e paciência na coorientação.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e indicações construtivas á elaboração desde trabalho.

Ao César Vorpagel pela concessão da área rural para a execução do experimento.

À professora Doutora Maximiliane Zambom e ao Paulo Henrique Morsh, coordenadora e secretário do PPZ pela paciência e dedicação prestadas.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia pelos ensinamentos transmitidos e incremento na minha formação.

Ao professor José Renato Stangarlin pela gentileza em prestar esclarecimentos sobre alguns temas relacionados ao estudo.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de estudos.

Aos colegas e amigos de mestrado, em especial a Daiane Weirch, Camila Hunoff, Marilda Schmoeller e Dangela Fernandes pela companhia, ensinamentos e ajuda durante o experimento.

Ao Adriano Mitio Inagaki, Cristiane Meinerz, Cibele Regina Schneider e Ana Ruth Estrela pela disposição e auxílio durante as análises.

À Luana Muxfeldt, laboratorista do LANA pelo auxílio durante o período de análises.

As minhas vizinhas, Cibele Regina Schneider e Monica Graziele Fagundes que se tornaram parceiras de tereré, risadas e confidências diárias.

A toda minha família, em especial aos meus primos Juliana Bach Rodrigues, Cleyton Rodrigues e Laerte Bach, e aos meus tios Maria Ana, Osmarino, Elza, Luzia e Almo, por sempre demonstrarem preocupação e palavras de incentivo.

Ao meu padrasto Jorge de Melo pela atenção e carinho com que se relaciona com todos da família.

As minhas amigas e amigos, perto ou longe, Alice Fabiana de Aquino, Vanessa Elerbrock, Fabiana Faxina, Carolina Alves Ribeiro, Elaine Olegário, Fabrícia Nogueira, Cristina dos Santos, Rose Lins, Letiane Zambon, Elizangela Rodrigues, Gisele Campos, Rosi Ximenes, Elizete Franken, Gláucia Moraes, Inês Deolindo, Daniella Przybysz, Letiane de Souza Zambom e Luiz Fernando Prediger, que mesmo com minha ausência e distância em alguns momentos, lembravam-se da nossa amizade me doando um pouquinho de carinho a cada mensagem recebida.

E a todos que de alguma forma, fizeram parte da minha vida e do meu crescimento pessoal e profissional, meu muito obrigada!

Vou perseguir tudo aquilo que Deus já escolheu pra mim.

Vou persistir, e mesmo nas marcas daquela dor,

Do que ficou, vou me lembrar...

E realizar o sonho mais lindo que Deus sonhou.

Em meu lugar estar na espera de um novo que vai chegar,

Vou persistir, continuar a esperar e crer...

E mesmo quando a visão se turva e o coração só chora

Mas na alma, há certeza da vitória.

(Celina Borges)

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

VALOR NUTRICIONAL E TROCAS GASOSAS DO CAPIM TIFTON 85 (*Cynodon spp.*) E CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) EM FUNÇÃO DA IDADE DE REBROTA

Figura 1. A- Localização do Estado do Paraná; B e C – Localização do município de Marechal Cândido Rondon – PR.	48
Figura 2. Dados climáticos referentes ao período de crescimento do capim Tifton 85 e capim Vaquero.	49
Figura 3. A - Produção de matéria seca; B - Teor de matéria seca (MS); C - teor de proteína bruta (PB) e D – digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS), do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	53
Figura 4. A - Teor de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA); B – teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN); teor de fibra em detergente ácido (FDA) e teor de fibra em detergente neutro (FDN), do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	54
Figura 5. A - Teor de lignina; B – teor de celulose; teor de hemicelulose e teor de matéria mineral (MM), do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	55
Figura 6. A – Taxa de assimilação líquida de CO ₂ – Fotossíntese; B – condutância estomática; C – concentração interna de CO ₂ ; D – transpiração foliar, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	57
Figura 7. A – Umidade relativa do ar; B – temperatura foliar, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	58
Figura 8. A – Eficiência no uso da água; B – eficiência intrínseca no uso da água; C – eficiência intrínseca de carboxilação, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	59

CAPÍTULO 4

VALOR NUTRICIONAL E TROCAS GASOSAS DO CAPIM TIFTON 85 (*Cynodon spp.*) E CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) EM FUNÇÃO DA IDADE DE REBROTA

Figura. 1. A- Localização do estado do Paraná; B e C – localização do município de Marechal Cândido Rondon – PR.	77
Figura. 2. Dados climáticos referentes ao período de crescimento do capim Tifton 85 e capim Vaquero.	79
Figura. 3. A – Altura da planta; B – Índice SPAD – Teor indireto de clorofila, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	82

Figura. 4. A – Número de folhas verdes; B – número de folhas mortas; C - diâmetro de colmo, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	83
Figura. 5. A – Teor de proteínas solúveis; B – teor de carboidratos solúveis, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	84
Figura. 6. A – teor de peroxidase; B – teor de catalase, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) do capim Tifton 85 e capim Vaquero em função dos dias de rebrota.	84
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>A</i>	Taxa de Assimilação Líquida de CO ₂ ou Fotossíntese Líquida
<i>EiC</i>	Eficiência Intrínseca de Carboxilação
CAT	Atividade de Catalase
CE	Condutividade Elétrica
<i>Ci</i>	Concentração Interna de CO ₂ na Câmara Sub-estomática
CNE	Carboidratos Não Estruturais
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca
EROs	Espécies Reativas de Oxigênio
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrogênio
SOD	Superóxido Dismutase
<i>E</i>	Transpiração Foliar
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
<i>gs</i>	Condutância Estomática
PIDA	Proteína Insolúvel em Detergente Ácido
PIDN	Proteína Insolúvel em Detergente Neutro
POX	Atividade de Peroxidase
<i>RH-R</i>	Umidade Relativa do Ar
<i>Tleaf</i>	Temperatura Foliar
<i>WUE</i>	Eficiência no Uso da Água
<i>WUEi</i>	Eficiência Intrínseca no Uso da Água

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
INTRODUÇÃO	19
CAPÍTULO 2	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Estacionalidade e a Conservação de Forragens	22
2.2.1 Fenação	23
2.2 Condutividade Elétrica	24
2.3 Valor Nutricional do Feno	25
2.4 Índice SPAD	27
2.5 Trocas Gasosas	27
2.6 Enzimas	29
2.7 Carboidratos solúveis	31
2.7 Referências Bibliográficas	33
CAPÍTULO 3	41
3 VALOR NUTRICIONAL E TROCAS GASOSAS DO CAPIM TIFTON 85 (<i>Cynodon spp.</i>) E CAPIM VAQUERO (<i>Cynodon dactylon</i>) EM FUNÇÃO DA IDADE DE REBROTA	41
3.1 Introdução	45
3.2 Materiais e Métodos	47
3.3 Resultados	52
3.3.1 Produção de Matéria Seca	52
3.3.3 Digestibilidade do capim Tifton 85 e capim Vaquero	52
3.3.2 Composição bromatológica do capim Tifton 85 e capim Vaquero	52
3.3.4 Trocas gasosas do capim Tifton 85 e capim Vaquero	56
3.4 Discussão	59
3.5 Conclusões	67
3.5 Referências Bibliográficas	67
CAPÍTULO 4	72
4 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS, ÍNDICE SPAD E ATIVIDADE ENZIMÁTICA DO CAPIM TIFTON 85 (<i>Cynodon spp.</i>) E CAPIM VAQUERO (<i>Cynodon dactylon</i>) EM FUNÇÃO DA IDADE DE REBROTA	72
4.1 Introdução	74
4.2 Materiais e Métodos	76
4.3 Resultados	81

4.3.1 Altura da planta e teor relativo de clorofila do capim Tifton 85 e capim Vaquero ____	81
4.3.2 Características estruturais do capim Tifton 85 e do capim Vaquero _____	82
4.3.3 Condutividade elétrica do capim Tifton 85 e capim Vaquero _____	83
4.3.4 Teor de proteínas totais e carboidratos solúveis do capim Tifton 85 e capim Vaquero _	84
4.3.5 Atividade de enzimas Peroxidase e Catalase do capim Tifton 85 e capim Vaquero ____	85
4.4 Discussão _____	86
4.5 Conclusões _____	91
4.5 Referências Bibliográficas _____	91
APÊNDICE _____	97

CAPÍTULO 1

1 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DO CAPIM TIFTON 85 (*Cynodon spp.*) E CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) EM FUNÇÃO DA IDADE DE REBROTA

RESUMO

Objetivou-se avaliar as trocas gasosas, atividade enzimática, produção de matéria seca e valor nutricional durante o crescimento do capim Vaquero e capim Tifton 85 em função da idade de rebrota, entre os meses de agosto a outubro de 2014 em área de produção de feno. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com dois tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos corresponderam às forragens (Tifton 85 e Vaquero) e os tempos foram os dias de rebrota (15, 22, 29, 36 e 43 dias). As variáveis nutricionais analisadas foram produção de matéria seca, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), proteína bruta (PB), matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), lignina, celulose, hemicelulose e matéria mineral (MM). As análises de trocas gasosas foram feitas a partir da taxa de assimilação líquida de CO₂, condutância estomática, concentração interna de CO₂, transpiração foliar, umidade relativa do ar, temperatura foliar, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca no uso da água e eficiência intrínseca de carboxilação. Para as características estruturais foram coletados dados de altura de planta, diâmetro de colmo, número de folhas verdes e número de folhas mortas. As avaliações bioquímicas basearam-se nas variáveis como proteína total, carboidrato insolúvel, atividade de peroxidase (POX) e atividade de catalase (CAT), além de análises realizadas para o índice SPAD e a condutividade elétrica. Verificou-se que, a produção de matéria seca foi semelhante ($P>0,05$) entre as duas forrageiras. A PB do capim Vaquero apresentou-se melhor ($P<0,05$) aos 15 e 29 dias de rebrota. Os teores de FDA foram maiores no capim Tifton 85 aos 15 e 36 dias de rebrota. A DIVMS referente ao capim Tifton 85 foi superior aos 29, 36 e 43 dias de rebrota, enquanto que, o capim Vaquero exibiu melhores teores aos 15 e 22 dias de rebrota. A assimilação líquida de CO₂ foi semelhante entre as forrageiras, exceto aos 22 dias de rebrota em que o capim Vaquero mostrou-se superior, onde o mesmo expressou maior condutância estomática aos 29 dias de rebrota quando comparado ao capim Tifton 85, além de maior concentração de CO₂ durante os 22 e 29 dias de rebrota. Quanto à eficiência no uso da água e eficiência intrínseca do uso da água, o capim Tifton 85

manifestou melhores valores aos 22 e 29 dias de rebrota, sendo semelhante ao Vaquero nos demais tempos, porém, o capim Tifton 85 foi superior aos 22 e 29 dias de rebrota quando se avaliou a eficiência intrínseca de carboxilação. O capim Tifton 85 teve maior altura de planta aos 15, 22 e 36 dias de rebrota, com valores médios de 16,3; 18,8 e 25,1 cm, respectivamente. Para o índice SPAD, o capim Tifton 85 foi superior para todos os tempos avaliados, exibindo também menor condutividade elétrica. Aos dias 15, 29 e 36 dias de rebrota, o capim Tifton 85 apresentou maiores valores de carboidratos solúveis aos encontrados para o Vaquero. Os capins avaliados expressaram produção de matéria seca semelhantes, mas, foram influenciados pela baixa temperatura noturna registrada durante o experimento. Quanto ao valor nutricional, o capim Vaquero apresenta melhor valor nutricional até os 29 dias de rebrota e o capim Tifton 85, apesar do alto teor de FDN, demonstra digestibilidade adequada durante os 43 dias de rebrota. O capim Vaquero externa maior condutância estomática e concentração interna de CO_2 aos 22 e 29 dias, entretanto, o capim Tifton 85 mostra uma maior eficiência no uso da água e eficiência intrínseca no uso da água aos 22 e 29 dias de rebrota, sendo desta forma mais eficiente, ou seja, com menor perda de água na fixação de CO_2 . A altura recomendada para corte do capim Tifton 85 e do capim Vaquero situaram-se entre 30 e 25 cm, respectivamente. O capim Tifton 85 apresenta maior índice SPAD e assim, evidencia possuir melhor característica fotossintética devido a maior concentração de clorofilas, além do menor valor de condutividade elétrica. O capim Tifton 85 expos maior atividade de catalase (CAT) e mostrou sofrer maior estresse em baixas temperaturas noturnas. Os teores de peroxidase (POX) foram crescentes com pico de lignificação e atividade de catalase (CAT) aos 29 dias de rebrota para o capim Tifton 85. O capim Vaquero manifestou maior resistência ao estresse pelo frio, mas por outro lado, sofreu estresse com aumento de atividade de catalase (CAT) causado pela herbivoria da cigarrinha-da-pastagem.

Palavras-chave: assimilação de CO_2 , digestibilidade, forrageiras, oxidoredutores.

CHAPTER 1

1 NUTRITIONAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GRASS TIFTON 85 (*Cynodon spp.*) AND CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) FOR EACH AGE REGROWTH

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the gas exchange, enzyme activity, dry matter production and nutritional value over the grass growth Vaquero and Tifton 85 grass depending on the age of regrowth, between the months of August to October 2014 hay production area. The experimental design was a randomized block with split plot with two treatments and five replications. The treatments correspond to forage (Tifton 85 and Vaquero) and the times were the days of regrowth (15, 22, 29, 36 and 43 days). The analyzed nutritional variables were dry matter production, *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), crude protein (CP), dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), insoluble protein neutral detergent (IPND), insoluble protein, acid detergent (IPAD), lignin, cellulose, hemicellulose and mineral matter (MM). The analysis of gas exchange were made from the net assimilation rate of CO₂, stomatal conductance, internal CO₂ concentration, leaf transpiration, relative humidity, leaf temperature, efficiency in water use, intrinsic efficiency in water use and efficiency intrinsic carboxylation. For the structural characteristics were collected plant height data, stem diameter, number of green leaves and the number of dead leaves. The biochemical assessments are based on variables such as total protein, insoluble carbohydrate, peroxidase activity (POX) activity and catalase (CAT), and analyzes for the SPAD index and electrical conductivity. It was found that the dry matter production was similar ($P > 0.05$) between the two fodder. PB Vaquero grass has performed better ($P < 0.05$) at 15 and 29 days of regrowth. The ADF contents were higher in Tifton 85 grass at 15 and 36 days of regrowth. IVDMD concerning the grass Tifton 85 was higher than 29, 36 and 43 days of age, while the Vaquero grass showed better levels at 15 and 22 days of regrowth. The net CO₂ assimilation was similar between the forage, except at 22 days of age in the grass Vaquero was superior, where it expressed greater stomatal conductance at 29 days of age when compared to the Tifton 85 grass and greater concentration CO₂ for 22 and 29 days of regrowth. As for the efficient use of water and intrinsic efficiency of water use, the Tifton 85 grass showed the best values at 22 and 29 days of regrowth, similar to Vaquero in other times, however, the Tifton 85 grass was superior to 22 and 29 days of growth when assessing the intrinsic efficiency of carboxylation. Tifton 85 grass had higher plant height to 15, 22 and 36 days of regrowth, with average values

of 16.3; 18.8 and 25.1 cm, respectively. For the SPAD index, the grass Tifton 85 was superior for all time periods, showing also lower electrical conductivity. On days 15, 29 and 36 days of regrowth, the grass Tifton 85 had higher carbohydrate values soluble to those found for the Vaquero. The evaluated grasses expressed similar production of dry matter, but were influenced by low night temperature recorded during the experiment. As for nutritional value, the grass Vaquero has better nutritional value until 29 days of age and the Tifton 85 grass, despite the high NDF, demonstrates proper digestibility during the 43 days of regrowth. Vaquero grass externalizes greater stomatal conductance and internal CO_2 concentration at 22 and 29 days, however, the Tifton 85 grass shows a more efficient use of water and intrinsic efficiency of water use at 22 and 29 days of regrowth, and thus more efficient, i.e., less loss of water in CO_2 fixation. The recommended height for cutting and grass Tifton 85 and Vaquero grass were between 30 and 25 cm, respectively. The grass Tifton 85 has a higher SPAD index and thus shows have better photosynthetic characteristics due to higher concentration of chlorophyll, in addition to lower electrical conductivity. The grass Tifton 85 exposed higher catalase activity (CAT) and appeared to suffer greater stress at nights with low temperatures. The contents peroxidase (POX) increased with peak activity lignification and catalase (CAT) after 29 days of regrowth to Tifton 85. The grass Vaquero expressed higher resistance to cold stress, but on the other hand, suffered stress with increased catalase activity (CAT) caused by leafhopper-of-grazing herbivory.

Keywords: CO_2 assimilation, digestibility, forage, oxidoreducing.

INTRODUÇÃO

A conservação de forragem na forma de feno ainda é pouco utilizada no Brasil, em comparação à silagem, pois se tem a necessidade de maiores investimentos na aquisição de equipamentos e maior segurança na previsão do tempo, para evitar as perdas por precipitação durante o processo de secagem. Com a ampliação de financiamentos para aquisição de equipamentos e o uso de novas tecnologias meteorológicas, este método de conservação vem se expandindo, de forma a aumentar a utilização de volumoso na forma de feno.

O Brasil não possui extremos climáticos tão rigorosos e devido a este fato recusou-se o uso de volumosos conservados por vários anos. A partir da década de 60 deu-se início a produção e uso da silagem com maior intensidade nos sistemas de produção de bovinos de leite, que depois se estendeu a bovinos de corte. Porém, a fenação encontrou por anos barreiras devido a seu elevado custo de produção, pela necessidade de equipamentos adequados para o corte, reviragem e enfardamento além do grande risco de perdas por chuvas, quando o feno é secado a campo. A utilização do feno no Brasil teve início com os criadores de cavalos que atualmente ainda são os principais compradores. Em algumas regiões a atividade leiteira tem utilizado o feno como forma de volumoso, juntamente com a silagem e em menor escala a ovinocultura e bovinocultura de corte.

O uso adequado de tecnologias garante a produção e o suprimento nutricional animal, em especial, o uso de feno, silagem e pré-secado, que preserva o valor nutricional da planta e pode ser fornecido em períodos de pastagem insuficiente ou durante o ano todo. Neste sentido, o processo de fenação consiste na rápida desidratação da forragem a fim de conservar seu valor nutritivo, uma vez que, as atividades respiratórias das plantas e dos microrganismos são paralisadas. Assim, tem-se como alternativa, a conservação de forragem produzida em época de maior produtividade para fornecer aos animais nos períodos de estacionalidade e escassez de alimento.

A introdução de algumas forrageiras de alta potencialidade de produção e com adequado valor nutritivo contribuíram para a expansão e aceitação na utilização de forragem conservada na forma de feno. Dentre estas espécies, destacam-se as do gênero *Cynodon*, por possuírem elevado valor nutritivo, alta produção e serem de fácil manejo.

Neste caso, os híbridos Tifton 85 introduzido no Brasil na década de 90 e atualmente o Vaquero apresentam como características de alta produção de forragem, com estimativas médias de 5.241,1 Kg MS ha⁻¹ para o capim Tifton 85 e de 4.536,2 Kg MS ha⁻¹ para o capim Vaquero em pastagens fertirrigadas (ANDRADE et al., 2010), além do bom valor nutritivo,

alta capacidade suporte e adequada resposta a adubação nitrogenada. Porém, informações comparativas entre estes dois capins são escassas. Por isso a necessidade do conhecimento sobre a relação existente entre o vegetal e o meio ao qual ele está inserido, é de grande importância para produtores e pesquisadores, pois a partir daí, consegue-se amenizar e suprir as deficiências e injúrias causadas ao vegetal e que diminuem ou retardam sua produção.

Sabe-se que, pastagens tropicais possuem crescimento desuniforme durante o ano, devido às influências do solo e do clima. Assim, com o manejo adequado do solo, este fator pode ser suprido, porém, os fatores relacionados à deficiência hídrica, radiação solar, fotoperíodo e temperatura acabam se tornando obstáculo para uma produção constante. Vegetais submetidos a estresse, seja ele de qualquer natureza, apresentam oxidação de proteínas e carboidratos solúveis e aumento na lignificação da parede vegetal, como mecanismo natural de proteção.

Em condições de corte ou pastejo, a restauração foliar é de suma importância para a produtividade forrageira, pois depende da emissão constante de folhas e perfilhos. Entretanto, a idade fisiológica em que as plantas são colhidas e as condições ambientais às quais estão submetidas influenciam o seu crescimento e o valor nutritivo. À medida que, a planta se desenvolve e intensifica o processo de senescência foliar, ocorre redução na eficiência fotossintética das folhas, além de aumentar as perdas respiratórias da planta.

O estágio de desenvolvimento da planta apresenta uma associação com a composição química e a qualidade das forrageiras. Com o crescimento das forrageiras, há aumento nos teores de carboidratos estruturais e lignina, de modo a proporcionar redução na digestibilidade. A capacidade fotossintética, transpiração foliar e eficiência no uso da água são reduzidas, além de serem alteradas as estruturas das plantas com a elevação da relação caule/folha, e as plantas mais velhas apresentam maiores proporções de talos que de folhas, com a diminuição da sua digestibilidade com a maturação.

Estudos voltados ao crescimento de plantas forrageiras são essenciais para se definir estratégias de manejo em condições de meio diversificadas. No entanto, pesquisas com forrageiras do gênero *Cynodon* são relativamente escassas, em especial as que foram introduzidas recentemente, fato este que deixa o produtor inseguro perante as limitadas informações disponíveis.

Neste sentido, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as trocas gasosas, a atividade enzimática e produção de matéria seca e valor nutricional durante o crescimento do capim Vaquero e capim Tifton 85 em função da idade de rebrota, entre os meses de agosto a outubro de 2014 em área de produção de feno.

CAPÍTULO 2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos sistemas de produção animal, informações ligadas à alimentação são fundamentais, pois, caracterizam o insumo de maior impacto sobre o custo de produção, com implicações diretas sobre o sucesso da atividade. No Brasil, a pecuária possui como principal suprimento alimentar as pastagens, compondo a maior parte da dieta do rebanho.

As forrageiras do gênero *Cynodon* são formadas por um amplo grupo de gramíneas de origem tropical e subtropical, originárias do continente africano e asiático, em sua grande maioria com centros de origem na porção leste da África Tropical (Quênia, Uganda e Tanzânia), África Ocidental (Angola) e sul da Ásia e ilhas do Pacífico Sul. Em condições brasileiras apresentam elevado potencial de produção animal por área, elevada produção de forragem, flexibilidade de manejo, visando possibilitar sua conservação sob às mais variadas formas.

O capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) caracteriza-se como o melhor híbrido desenvolvido até o momento, sendo introduzido no Brasil a alguns anos e lançado em 1992 pela Universidade da Geórgia (USA). Esta forragem é um híbrido F₁ do Tifton 68 com PI 290884 (uma introdução sul-africana) com características de planta alta, com colmos grandes, folhas finas e de cor verde escuro (BURTON et al., 1993). Além disto, enquadra-se no grupo de gramíneas mais exigentes quanto à fertilidade química do solo, apresentando respostas positivas a adubação nitrogenada, que incrementa a produtividade da pastagem. Em gramíneas tropicais, o nitrogênio melhora o fluxo de tecidos e favorece a taxa de crescimento da cultura, por meio da restauração rápida da área foliar que ocorre a partir do aumento da taxa de assimilação líquida (FAGUNDES et al., 2012).

Outro híbrido do gênero *Cynodon* introduzido recentemente no Brasil é o capim Vaquero (*Cynodon dactylon*). É um vegetal propagado através de sementes e resultado da mistura física de três cultivares originalmente comercializados, como gramas para jardins (Pyramid e Mirage) e um genótipo para produção de forragem (CD 90160), que ainda, não foi oficialmente liberado para uso comercial por ser considerado experimental, apesar de obter resultados satisfatórios em testes realizados nas universidades norte americanas de Georgia, Kansas, Virginia, Oklahoma e Kentucky (EVERS & PARSONS, 2002). Este capim apresenta maior crescimento nas estações frias, facilidade de estabelecimento e valor nutritivo, sendo as principais vantagens na utilização deste vegetal.

Alguns trabalhos desenvolvidos no Texas demonstram que algumas gramíneas do gênero *Cynodon*, propagadas por meio de sementes podem demonstrar produção semelhante a alguns híbridos propagados por mudas (YERRAMSETTY et al., 2005). A dispersão por meio de sementes auxilia os produtores que possuem áreas em terrenos declivosos, áreas de integração agricultura pecuária ou sistemas silvipastoris, regiões de frio rigoroso, onde há a necessidade do replantio do vegetal todo ano, além de minimizar os custos com mão de obra e facilitar a rapidez no estabelecimento da forrageira (EVERS & PARSONS, 2002).

Para obter maior eficiência no processo de produção e colheita da forragem, torna-se fundamental o conhecimento das características dos novos capins submetidos a diferentes condições de manejo. Assim, o conhecimento das características produtivas e morfofisiológicas é necessário para identificar o potencial da forragem colhida, em função do manejo da colheita estabelecida.

A produtividade de uma gramínea forrageira decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante na restauração da área foliar sob condições de corte ou pastejo. À medida que a idade fisiológica da planta avança, aumentam as porcentagens de celulose, hemicelulose e lignina, reduzindo a proporção dos nutrientes potencialmente digestíveis (carboidratos solúveis, proteínas, minerais e vitaminas), que representam uma queda acentuada na digestibilidade (VALENTE et al., 2011).

No entanto, a idade fisiológica em que as plantas são colhidas e as condições de ambiente às quais estão submetidas podem influenciar o seu crescimento e o valor nutritivo. Desta forma, estudos sobre análise de crescimento de plantas forrageiras são importantes para a definição de estratégias de manejo dessas sob diversas condições de meio.

2.1 Estacionalidade e a Conservação de Forragens

No período seco, a forragem disponível nas pastagens brasileiras centrais, não contém todos os nutrientes essenciais, tanto em proporção, como quantidades suficientes para atender as exigências dos animais em pastejo (REIS et al., 2001). Da mesma forma, na região sul do Brasil, em consequência das baixas temperaturas, tem o crescimento limitado das forrageiras tropicais.

Para minimizar este déficit na produção forrageira e manter a produção animal, a prática de conservação de forragem se torna fundamental. Além destes pontos, a conservação permite aumentar a eficiência da utilização das pastagens e diminuir o risco de degradação destas em decorrência do superpastejo, que geralmente ocorre no período de alto índice de crescimento das forrageiras tropicais.

As principais formas de conservação de forragens são a ensilagem e fenação. No processo de ensilagem, a forragem é fermentada anerobiamente por bactérias produtoras de ácido láctico, presentes na própria forragem, sendo dependente de pH e de condições anaeróbias, que impeçam o surgimento de outros microrganismos como *Clostridium*, leveduras e fungos. Já a fenação é a forragem desidratada, de tal forma que permaneça biologicamente inativa, tanto as enzimas da própria planta como os microrganismos presentes. É dependente de condições climáticas adequadas e possui maior custo de produção (REIS et al., 2001).

2.2.1 Fenação

O processo de fenação considera a forragem conservada através de sua desidratação parcial, com redução da umidade de 85% para 10 a 15%, através de processos naturais ou artificiais, com o objetivo de conservar o valor nutritivo da planta.

O processo de desidratação não é uniforme, mesmo quando em condições ambientais constantes e ocorre em três fases. Na primeira fase, logo após o corte, os estômatos permanecem abertos e como o déficit de pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto, ocorre a perda de água de forma rápida decorrente do processo de transpiração, com perda de aproximadamente 20% a 30% de água (EVANGELISTA et al., 2011). Os estômatos se fecham cerca de uma hora após o corte, quando a planta está com aproximadamente 65 a 70% de água, dando início a segunda fase. Nesta, ocorre uma perda mais lenta de água, por evaporação cuticular (Mc DONALD & CLARK, 1987), e a umidade é reduzida a teores próximos a 30%. A duração desta fase é diretamente afetada pela estrutura das folhas, e da planta, além da característica da cutícula, sendo esta a principal barreira para a perda de água (HARRIS & TULLEBERG, 1980).

Durante a terceira fase, a planta apresenta 45% de umidade e ocorre plasmólise, ou seja, a membrana celular perde a permeabilidade seletiva, com rápida perda de água. Apesar do metabolismo da planta diminuir, esta se torna susceptível a danos climáticos (MOSER, 1995).

As perdas no processo de fenação têm alta correlação com o tempo de secagem. Assim sendo, quanto mais rápida a desidratação ocorrer maior serão as garantias de manutenção da qualidade nutritiva da forrageira. De acordo com Collins et al. (1987), períodos de secagem superiores a 7 dias comprometem o valor nutricional, consumo animal, aumenta as perdas de folhas e reduz os teores de carboidratos não estruturais.

O feno deve atingir um teor de matéria seca que impeça a respiração celular e a atividade de microrganismos indesejáveis, além de causar deterioração do volumoso pode

produzir toxinas que afetam a saúde dos animais. Dias ensolarados, sem nuvem e com ventos aceleram o processo de secagem, pois, mesmo sem precipitação, mas, com baixa velocidade de ventos e nebulosidade, são características climáticas consideradas inadequadas para produção de feno. Por isso a necessidade de informações meteorológicas confiáveis, para que haja um correto planejamento do corte, secagem, enfardamento e armazenamento dos fardos (NERES & AMES, 2015).

Atualmente existem no mercado equipamentos que auxiliam no processo de aceleração de desidratação de feno como as segadeiras condicionadoras, que surgiram nos anos 40 e atualmente existem no mercado as condicionadoras com batedores de dedos livres e as de rolos, com finalidade de esmagar o caule da planta, durante o processo de desidratação final, quando a perda de água ocorre basicamente através da cutícula. Contudo, as injúrias mecânicas na planta podem causar alterações bromatológicas e de digestibilidade na forragem.

2.2 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica (CE) é utilizada na determinação de estimativas de perdas de conteúdo celular durante o processo de corte, pastejo ou pisoteio de pastagens.

A condutividade elétrica é definida como a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente e varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, a partir da temperatura, mobilidade dos íons, valência dos íons e concentrações real e relativa de cada íon. Assim, quanto maior a quantidade de íons dissolvidos, maior será a CE, que pode ser determinada pelo método eletrométrico, por meio do equipamento condutivímetro digital (KRAUS et al., 1997). A condutividade elétrica é uma propriedade que depende expressivamente da temperatura. Para propósitos comparativos de dados de condutividade elétrica, define-se uma das temperaturas de referência (20 ou 25 °C).

Para Pauly et al. (1999). elevados teores de condutividade elétrica podem estar relacionados a maior ruptura celular causada pelo processamento físico da forragem, com extravasando, resultando em maior quantidade de líquido intracelular rico em eletrólitos.

Os índices de condutividade elétrica podem ser expressos por diferentes unidades, as medições realizadas em amostras de água, com unidades de microSiemens ($\mu\text{S cm}^{-1}$) ou miliSiemens por centímetro (mS cm^{-1}).

2.3 Valor Nutricional do Feno

Os cultivares do gênero *Cynodon* apresentam facilidade de cultivo, alta produção de forragem, teor de proteína bruta entre 11 e 13% além de uma boa relação lâmina/colmo (JOBIM et al., 2007), sendo exigentes em relação à fertilidade do solo, principalmente quando se trata de áreas produtoras de feno, onde a reciclagem de nutrientes é extremamente baixa, tendo portanto, a necessidade de se realizar frequentes análises de solo, e quando necessário, calagem e adubação, a fim de manter o sistema eficiente, o monitoramento da área devido ao alto risco de compactação do solo causado pelo grande tráfego de maquinários sobre a área.

A adubação nitrogenada pode evitar o processo de degradação das pastagens, além de garantir maior persistência e produtividade das forrageiras, permitindo determinar o ritmo de crescimento e interferindo na qualidade da forragem produzida. Neste caso, o nitrogênio (N), considerado essencial para as plantas, atua na formação das raízes, fotossíntese, taxa de crescimento foliar, produção de matéria seca e produção e translocação de fotoassimilados (MARTIN et al., 2011). Para promover quantidades adequadas deste elemento no solo, pode-se usar de fertilizantes químicos e orgânicos.

Neste contexto, os fertilizantes orgânicos são compostos formados por resíduos orgânicos de origem animal, vegetal, agroindustrial dentre outras, com a finalidade de aumentar a produtividade das culturas (CFSEMG, 1999). Um dos adubos orgânicos mais utilizados em áreas de pastagens e produção de feno são os dejetos suínos. A alta concentração de animais sempre acaba produzindo grandes quantidades de dejetos que precisam ser manejados sem comprometer o meio ambiente (SILVA et al., 2005).

Existem poucos trabalhos que avaliam o comportamento da composição bromatológica com forrageiras submetidas a adubações superiores a $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N, principalmente para novas espécies e cultivares (AGUIAR et al., 2006).

Conforme GONÇALVES et al. (2003), em pastagens onde há maiores níveis de adubação e ocorrem cortes com mais frequência, apresentam maiores teores de proteína bruta (PB) e menores de fibra em detergente neutro (FDN). O capim Tifton 85 apresenta, como particularidades, teores de FDN mais elevados, com valores próximos a 80%. Altos teores de PB nas pastagens são desejáveis, pois, geralmente a demanda proteica de ruminantes apresenta os maiores custos nos suplementos, tornando mais viável, o fornecimento via pastagem. Em contrapartida, altos teores de fibra em detergente ácido (FDA) não são desejáveis, pois, a partir de 39 a 44% (considerado como intervalo crítico) interferem na digestibilidade da forragem e aumento no teor de FDN passa a limitar o consumo do animal (SILVA et al., 2008).

Forragens provenientes de tecidos mais novos apresentam maior qualidade. O mesmo ocorre quando maiores doses de fertilizantes são utilizadas nas pastagens, com resposta visível quando se avalia os níveis de PB em função da fertilização nitrogenada (MOREIRA et al., 2009). De acordo com Gomide (1976), a redução nos teores de proteína bruta com o avanço da maturidade da forragem, provavelmente ocorre devido ao efeito da diluição desta na matéria seca produzida e, também, pela queda na relação lâmina/colmo, pois, a maior concentração deste nutriente encontra-se nas folhas.

Percebe-se, a grande importância das folhas no valor nutritivo e no consumo das forrageiras, as quais são rapidamente digeridas e degradadas no rúmen em relação aos colmos. Sob condições de pastejo, o animal é capaz de selecionar folhas e colmos menos maduros, tornando a relação lâmina/colmo um importante componente no manejo de plantas forrageiras, que quando aliado ao conhecimento da composição bromatológica do pasto, pode suprir, de certa forma, as exigências nutricionais do rebanho.

Com o avanço da idade da planta e a maturidade da mesma, ocorre um aumento nos teores de FDA. Isto provavelmente decorra do aumento da lignificação e à queda na relação lâmina/colmo, além do acréscimo na proporção de constituintes da parede celular (VAN SOEST, 1994). À medida que, a idade fisiológica da planta avança, esta tende a diminuir a produção de componentes potencialmente digestíveis, como os carboidratos solúveis e as proteínas, e a aumentar a produção de constituintes da parede celular, sendo esperados como resultados, declínios na digestibilidade e no consumo (REIS et al., 2005).

A digestibilidade pode ser definida como a proporção do alimento consumido que é digerida e metabolizada pelo animal. A digestão completa das forrageiras que dificilmente acontece devido às incrustações de hemicelulose e celulose pela lignina, que tem efeito protetor contra a ação dos microrganismos do rúmen, estando relacionada também com os seus teores de FDN e FDA (RIBEIRO et al., 2001).

Segundo Hamilton et al. (1970), valores acima de 65% para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca são indicativos de bom valor nutritivo, o que permite bom consumo de energia digestível. Além disso, estudos que caracterizam as forragens em termos de composição química e digestibilidade são pertinentes na avaliação da qualidade forrageira, pois são indicativos da necessidade de suplementação da dieta em determinadas épocas do ano e para algumas categorias de animais.

2.4 Índice SPAD

Clorofilômetros são instrumentos utilizados para estimar, de forma indireta e não destrutiva, os teores de clorofila tendo por base as propriedades óticas das folhas (ARGENTA et al., 2001). O mais antigo e difundido aparelho de medição é o SPAD (*Soil Plant Analysis Development*, Konica Minolta, Japão), que possui um sensor inferior que recebe a radiação transmitida através da estrutura da folha e, a partir desses dados, fornece valores chamados de índice indireto de clorofila, sendo proporcional a absorbância das clorofilas.

Ressalta-se que a clorofila é um pigmento que reflete a cor verde nas plantas e está diretamente associada com o potencial da atividade fotossintética e com o estado nutricional das plantas (ZOTARELI et al., 2003). Geralmente, o estado nutricional das plantas é avaliado por análise química do tecido vegetal, e seus valores utilizados para a identificação de deficiências nutricionais e a predição da necessidade do suprimento de nutrientes. Para a determinação indireta do teor de clorofila, empregando-se o SPAD que pode ser utilizada para avaliar o nível de nitrogênio das plantas (ESPÍNDULA et al., 2009), além de permitir a sincronização da aplicação do nitrogênio com a época de demanda do nutriente pela planta (ROCHA et al., 2005).

2.5 Trocas Gasosas

O metabolismo do carbono no interior da célula está relacionado à circulação atmosférica através das trocas gasosas, resultando em troca de dióxido de carbono (CO_2) e oxigênio (O_2) entre o interior da planta e a atmosfera. Nas trocas gasosas, durante a fotossíntese, a planta fixa CO_2 e libera O_2 , e durante a respiração, a planta libera CO_2 e consome O_2 , revertendo assim as trocas desses gases (LARCHER, 2006). Quando do total de CO_2 fixado pela planta que excede o gasto, tem-se a fotossíntese líquida positiva, que irá influenciar sobre a produção de biomassa (TAIZ & ZEIGER, 2009).

O total de carbono fixado é determinado pela taxa de fotossíntese realizada pela folha (TAIZ & ZEIGER, 2009), resultante de fatores intrínsecos, como a idade e de fatores extrínsecos às folhas, como a irradiação, a água no solo, a temperatura do ar e os nutrientes (LARCHER, 2006).

Desta forma, a investigação das trocas gasosas torna-se uma importante ferramenta na determinação da adaptação e estabilidade de plantas a determinados ecossistemas, pois, a redução no crescimento e a consequente diminuição na produtividade das plantas podem estar relacionadas à redução na atividade fotossintética, que é limitada por fatores abióticos intrínsecos ao local de cultivo (PEIXOTO et al. 2002; PAIVA et al. 2005).

Segundo Da Silva (2011), após o corte, a pastagem rebrota refazendo sua área foliar, com o objetivo de interceptar luz e crescer novamente. Desta maneira, logo após o corte, são produzidas principalmente folhas para maximizar a interceptação de luz incidente, por meio do componente mais eficiente que possui, as folhas. Este processo ocorre até que a massa de forragem aumente e as folhas comecem a se sobrepor, de modo a sombrear umas às outras. A interação destas características de crescimento com o aumento da altura e maturidade das plantas faz com que ocorra também, queda na taxa assimilatória líquida de carbono, em virtude do aumento da idade média das folhas, que aliado ao sombreamento ocasionado pelas próprias folhas da planta, reduz sua eficiência fotossintética (OLIVEIRA et al., 2000).

De acordo com Larcher (2006), durante as trocas gasosas, a planta fixa CO_2 e libera O_2 no processo fotossintético, e libera CO_2 sendo que durante a respiração, consome O_2 , revertendo assim à troca destes gases. Estudos com forrageiras, avaliando as trocas gasosas possibilitam a quantificação da resposta da planta em termos de concentração interna de CO_2 na folha, fotossíntese foliar, condutância estomática, entre outros parâmetros essenciais para a expressão do potencial forrageiro.

A utilização de parâmetros relacionados à taxa de transpiração da folha, temperatura da folha, taxa de fotossíntese foliar, concentração de dióxido de carbono na folha, condutância estomática, relação fotossíntese/transpiração (uso eficiente da água), relação fotossíntese/condutância (uso eficiente da água intrínseca) e índice relativo de clorofila permitem que seja realizada um dos processos fisiológicos ocorridos no vegetal em resposta a fatores relacionados ao meio e manejo (POMPEU et al., 2010; LOPES et al., 2011b).

Existe um complexo sistema hidráulico nas plantas, onde todas as partes funcionais se interligam por uma fase líquida, permitindo o movimento da água nas folhas, no xilema, e nas raízes. Este movimento é causado pela redução do potencial hídrico foliar, resultante da transpiração (E) (AWARD & CASTRO, 1983). A variável E é a perda de vapor d'água pelas plantas, assim, plantas que possuem altas taxas de absorção de CO_2 apresentam grandes perdas por E.

O controle da transpiração é realizado através de um mecanismo fisiológico poderoso conhecido como, condutância estomática ao vapor de água (G_s), que pode ser entendida como um mecanismo fisiológico poderoso que as plantas vasculares possuem para o controle da transpiração. As principais funções adaptativas dos estômatos são a otimização das trocas gasosas foliares, redução da desidratação, especialmente em folhas com potencial hídrico abaixo do ponto de cavitação do xilema (TYREE & SPERRY, 1988) e regulação da temperatura foliar por meio do resfriamento pela transpiração (JONES, 1998).

A forma como a taxa de assimilação de CO_2 (A) está relacionada com a G_s é de grande importância ecológica, pois quando a A e G_s variam proporcionalmente, numa relação linear, é possível dizer que a concentração interna de CO_2 (C_i) e a eficiência intrínseca do uso da água (WUE_i) mantenham-se constantes, no sentido de otimizarem as trocas gasosas (SCHULZE & HALL, 1982) em que, os valores observados relacionam a quantidade de carbono que a planta fixa, por cada unidade de água que perde (JAIMEZ et al. 2005).

Outro fator importante é que as alterações nas trocas gasosas ocorridas nas forragens, em resposta a adubação nitrogenada, proporcionam modificações morfofisiológicas positivas como incremento nas taxas de aparecimento e alongamento foliar (OLIVEIRA et al., 2007; PATÊS et al., 2007; SILVA et al., 2009; POMPEU et al., 2010), no comprimento da lâmina foliar (PATÊS et al., 2007), no número de folhas e na área foliar, além de interferir sobre a densidade populacional de perfilhos (PATÊS et al., 2007; LOPES et al., 2011a) e alongamento das hastes (POMPEU et al., 2010).

Assim o nitrogênio também atua de forma importante sobre a síntese de clorofilas, que são pigmentos responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, e estão diretamente relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, como consequência, ao seu crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Segundo Cabrera-Bosquet et al. (2009), o efeito positivo do incremento de nitrogênio sobre a taxa fotossintética decorre do maior estímulo à atividade enzimática e da maior síntese de enzimas, que são responsáveis pela fotossíntese e associadas a transpiração celular.

2.6 Enzimas

Segundo Halliwell (1996) a concentração de oxigênio (O_2) na atmosfera terrestre primitiva era muito baixa, sendo assim, as primeiras formas de vida que surgiram foram organismos anaeróbios.

A partir do aparecimento de seres fotossintéticos, os níveis de O_2 aumentaram e os organismos existentes precisaram desenvolver sistemas de defesa contra a toxicidade ao oxigênio e, ao mesmo tempo, utilizá-lo como fonte de energia para reações e transformações metabólicas (HALLIWELL, 1996).

Os componentes que permitiram a utilização do O_2 atmosférico pelas células foram as mitocôndrias, e como sistemas de defesa contra os metabólitos gerados, surgiram substâncias antioxidantes, impedindo a formação desses radicais livres ou convertendo-os à radicais menos tóxicos ao organismo (FANG et al., 2002). Estes radicais livres atuam sobre proteínas, lipídeos, carboidratos ou DNA, em função do local onde são formados (BIANCHI;

ANTUNES, 1999) e a maioria destes radicais é proveniente do metabolismo do oxigênio, sendo classificados por alguns autores, como “espécies reativas de oxigênio” (EROs).

Neste sentido, a atividade antioxidante está relacionada com a capacidade desses compostos de protegerem um sistema biológico, contra o efeito potencialmente nocivo de reações ou processos envolvendo espécies oxigênio reativa e espécies nitrogênio reativas (KARADAG et al., 2009).

Os fatores que podem gerar estresse oxidativo nas plantas estão a radiação ultravioleta, a seca, o encharcamento, os impactos osmóticos, as mudanças drásticas de temperatura, ataque de insetos herbívoros, além de mudanças químicas e ambientais (ELSTNER & OSSWALD, 1994), ocorrendo uma diminuição no crescimento e um aumento da resistência mecânica e química em condições de estresse, devido ao aumento da rigidez da mesma.

As peroxidases fazem parte da classe de enzimas oxidoredutases, sendo responsáveis por participar de vários processos fisiológicos de grande importância (CAVALCANTI et al., 2005b), catalisando um grande número de reações que envolvem a oxidação e a eventual polimerização de álcool hidroxicinâmico, na presença de hidróxido de hidrogênio (H_2O_2), dando origem a lignina, que é um importante mecanismo físico de defesa vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2009).

O processo de lignificação é fator muito importante com relação a resistência da planta a doenças, pois impede o desenvolvimento do patógeno nos tecidos vegetais, formando uma barreira mecânica e ao avanço do crescimento do patógeno, tornando-se mais resistentes ao ataque de enzimas hidrolíticas e ao aumento da parede a difusão de toxinas produzidas pelos microrganismos, impedindo que o invasor possa utilizar de recursos nutritivos do hospedeiro (VAN LOON & VAN STRIEN, 1999).

O funcionamento básico das peroxidases consiste em reagir com compostos contendo grupos hidroxilas anelado a um anel aromático, sendo a reação desta enzima a oxidação desidrogenativa do guaiacol (HIRAGA et al., 2001). Estas enzimas são específicas para o aceptor de hidrogênio, sendo ativos somente metil, etil e peróxidos. São glicoproteínas, também conhecidas como enzimas de função dupla, por terem a capacidade de gerar H_2O_2 que usarão como substrato (CAVALCANTI, 2005b).

Diante de condições normais, ocorrem as reações oxidativas no metabolismo celular, produzindo H_2O_2 e o próprio metabolismo cria um processo de defesa, para a inativação destas ROS (SIES, 1993). Porém, quando acumuladas tornam-se tóxicas à célula, ocorrendo um excesso na liberação desses agentes oxidantes ou deficiência desse sistema protetor e ocasionar um desequilíbrio desses radicais, o que caracteriza um “estresse oxidativo” (RUBIN

et al., 2006), sendo este capaz de lesar as estruturas dos sistemas biológicos por meio de alterações nas proteínas, nos lipídeos e no DNA (FINKEL & HOLBROOK, 2000).

Algumas enzimas antioxidantes são produzidas pelo próprio metabolismo na tentativa de minimizar tais reações, como o superóxido dismutase e a catalase. O superóxido dismutase catalisa a dismutação do superóxido em oxigênio e peróxido de hidrogênio. A catalase, por sua vez, decompõe o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio. Antioxidantes são moléculas capazes de retardar ou impedir o dano oxidativo. O papel dos antioxidantes é bloquear as reações de oxidação e oferecer proteção às membranas e outras partes das células. Segundo Breusegem et al. (2001) as catalases são enzimas que convertem o H_2O_2 em H_2O e O_2 , funcionando então como canal de limpeza do H_2O_2 celular.

Desta forma, o acúmulo de espécies ativas de oxigênio pode resultar em prejuízos consideráveis na produção vegetal. A célula dispõe de vários mecanismos, desenvolvidos pelas plantas durante o processo de evolução, para retirar essa potencialmente toxica do organismo, controlando os níveis dessas moléculas e anulando essa toxicidade (MOLLER, 2001).

2.7 Carboidratos solúveis

A produção e a concentração de carboidratos solúveis nos tecidos e órgãos das plantas são dependentes de muitos fatores, entre os quais, estão os ligados às condições de ambiente, ao estado nutricional e ao estágio fisiológico da planta (REIS et al., 1985; GEORGE et al., 1989; SOARES FILHO, 1991; HUMPHEYS, 1991).

As gramíneas tropicais têm mostrado que a produção de matéria seca, oriunda da rebrota após o corte, não é dependente do teor de carboidratos solúveis presente no momento do corte ou pastejo (GOMIDE et al., 1979; JONES & CARABALY, 1981). Contudo, são essenciais para a sobrevivência e produção de novos tecidos durante os períodos nos quais a utilização dos carboidratos pelas plantas excede sua capacidade de suprimento através da fotossíntese (SMITH, 1972; RODRIGUES & RODRIGUES, 1987).

Frequentemente, os carboidratos não estruturais (CNE) encontrados são os monossacarídeos glicose e frutose, os dissacarídeos sacarose e maltose e os polissacarídeos amido e frutosana (SMITH, 1972). Esses açúcares possuem grande importância no metabolismo vegetal, pois participam ativamente de vias metabólicas como metabólitos intermediários (STRYER, 1975).

As gramíneas forrageiras originárias de países de clima tropical e subtropical acumulam principalmente amido, o qual pode ser encontrado nas formas de amilose e amilopectina

(SMITH & GROTELUESCHEM, 1966). Os CNE são considerados os componentes de reserva mais importantes de gramíneas forrageiras. No entanto, esses estão em equilíbrio com a reserva de compostos nitrogenados (N) solúveis (SMITH, 1973). Provavelmente, esses açúcares podem ser mais rapidamente utilizados para a produção de novos tecidos vegetais quando o suprimento de N é adequado (PEDREIRA, 1995).

A diminuição da produção de fotoassimilados faz com que forrageiras tropicais consumam suas reservas de carboidratos (aumenta os açúcares solúveis devido a quebra do amido) com o objetivo de suprir a falta de energia e obter compostos osmorreguladores (SICHER & BARNABY, 2012).

O balanço entre carboidratos e compostos nitrogenados solúveis, estado fisiológico da planta e as condições de ambiente no período de desfolha determinam, o potencial de produção de cada espécie forrageira numa dada localidade (LEMAIRE & AGUSDAY, 1999).

2.7 Referências Bibliográficas

- AGUIAR, A. P. A.; DRUMOND, L. C. D.; MORAES NETO, A. R.; PAIXÃO, J. B.; RESENDE, J. R.; BORGES, L. F. C.; MELO JUNIOR, L. A.; SILVA, V. F.; APONTE, J. E. E. Composição química e taxa de acúmulo dos capins Mombaça, Tanzânia-1 (“*Panicum maximum*” Jacq. cv. Mombaça e Tanzânia-1) e Tifton 85 (“*Cynodon dactylon*” x “*Cynodon nlemfuensis*” cv. Tifton 68) em pastagens intensivas. **FAZU em Revista**, n.3, p.15-19, 2006.
- AMARAL, J. A. T. do; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. do. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.
- ANDRADE, A.S.; APPELT, M.F.; SILVA, A.C.C.; et al.. Características estruturais de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Vaquero e *Cynodon* sp. cv. Tifton 85 sob condição irrigada por aspersão em malha na região do Alto Paranaíba-MG. In: CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, 9. Vitória, 2010. **Anais ...** Vitória: SBEA, p.1-4, 2010.
- ARGENTA, G. et. al. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.715-722, 2001.
- AWARD, M., CASTRO, P.R.C., A água na planta. In: **Introdução à fisiologia vegetal: movimento da água na planta**. São Paulo: Nobel. p.30-36, 1983.
- BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, p. 123-130, 1990.
- BLOKHINA, O.; VIROLAINEM, E.; FAGERSTEDT, K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. **Annals of Botany**, Oxford, v.91, p.179-194, 2002.
- BREUSEGEM, F.V., VRANOVÁ, E., DAT, J.F. & INZÉ, D. The role of active oxygen species in plant signal transduction. **Plant Science**, v.161, p.405-414, 2001.
- BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M. Registration of ‘Tifton 85’ bermudagrass. **Crop Science**. v.33, p.644-645, 1993.
- CABRERA-BOSQUET, L.; ALBRIZIO, R.; ARAUS, J. L. et al. Photosynthetic capacity of field-grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. **Environmental and Experimental Botany**, v.67, n.1, p.145–152, 2009.

- CAVALCANTI, L.S.; BRUNELLI, K.R.; STANGARLIN, J.R. Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência induzida. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOALATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, cap.4, p.81-124, 2005b.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais – 5ª aproximação**. Belo Horizonte: EPAMIG, 180p., 1999.
- COLLINS, M.; PAULSON, W.H.; FINNER, M.F. et al. Moisture and storage effects on dry matter and quality losses of alfalfa in round bales transactions of the. *Asae. American Society Of Agricultural Engineers*, Beltsville, v.30, n.04, p.913-917, 1987.
- DA SILVA, S. C. Uso da interceptação de luz como critério de manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 8., Lavras, 2011. **Anais...** Lavras: UFLA, p.79-98, 2011.
- ELSTNER, E. F.; OSSWALD, W. Mechanisms of oxygen activation during plant stress. **Proceedings of the Royal Society of Edinburgh**, Edington, v.102B, p.131-154, 1994.
- ESPÍNDULA, M. C., ROCHA, V. S., FONTES, P. C. R., et al., Effect of nitrogen and trinexapac-ethyl rates on the Spad index of wheat leaves. **Journal of Plant Nutrition**, v.32, p.1956-1964, 2009.
- EVANGELISTA, A.R.; REIS, R.A.; MORAES, G. Fatores limitantes para adoção da tecnologia de fenação em diferentes sistemas de produção animal. Editores: Jobim, C.C.; Cecato, U.; Canto, M.W. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. **Anais...IV** p.271-292, 2011.
- EVERS, G.W.; PARSONS, M.J. **Comparison of seeded and increased with time**. Overton: Overton Forage-Livestock Field Day Report, p.41-42, 2002.
- FAGUNDES, J.L.; MOREIRA, A.L.; FREITAS, A.W.P.; et al.. Produção de forragem de Tifton 85 adubado com nitrogênio e submetido à lotação contínua. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.02, p.302-317, 2012.
- FANG, Y-Z.; YANG, S., WU, G. Free Radicals, Antioxidants, and Nutrition. **Nutrition**, v. 18, p. 872– 879, 2002.
- FINKEL, T.; HOLBROOK, N.J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. **Nature**, v. 408, p. 239-247, 2000.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: Ed. da UPF, 2004.

- GARRE, V., TENBERGE, K.B. & EISING, R. Secretion of a fungal extracellular catalase by *Claviceps purpurea* during infection of rye: putative role in pathogenicity and suppression of host defense. **Phytopathology**, v.88, p.744-753, 1998.
- GEORGE, J.R.; OBERMANN, D.J.; WOLF, D.D. Seasonal trends for nonstructural carbohydrates in stem bases of defoliated switchgrass. **Crop Science**, v.29, p.1282-1287, 1989.
- GOMIDE, J.A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1, 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EPAMIG, p.20-33, 1976.
- GOMIDE, J.A.; OBEID, J.A.; RODRIGUES, L.R.A. Fatores morfofisiológicos de rebrota do capim-colônia (*Panicum maximum*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.8, p.532-562, 1979.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; et al. F. Determinação do consumo, digestibilidade e frações proteicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p. 804-813, 2003.
- HALLIWELL, B. Antioxidants in human health and disease. **Annual Reviews of Nutrition**, v. 16, p. 33-50, 1996.
- HALLIWELL, B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. **Plant Physiology**, v. 141, p. 312-322, 2006.
- HAMILTON, R.I., LAMBOURNE, L.J., ROE, R. et al. Quality of tropical grasses for milk production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11, 1970, Surfers Paradise. **Proceedings...** Surfers Paradise: s.ed., p.860-864, 1970.
- HARRIS, C.E.; TULLEBERG, J.N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut from conservation. **GrassForage Sci.**, v.35, n.01, p.01-11, 1980.
- HIRAGA, S; SASAKI, K.; ITO, H. et al. A large Family of class III plant peroxidases. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo: v. 2, n.5, p.462-468, 2001.
- HUMPHREYS, L.R. Effects of defoliation on the growth of tropical pastures. In: HUMPHREYS, L.R. (Ed.) **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, cap.4, p.46-65, 1991.
- JAIMEZ, R. E. et al. Seasonal variations in leaf gas exchange of plantain cv. 'Hartón' (*Musa AAB*) under different soil water conditions in a humid tropical region. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 104, n. 1, p. 79-89, 2005.

- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl., 2007.
- JONES, C.A.; CARABALY, A. Some characteristics of the regrowth of 12 tropical grasses. **Tropical Agriculture Trinidad**, v.58, p.37-44, 1981.
- JONES, H.G., Stomatal control of photosynthesis and transpiration. **J. Exp. Bot.** 49:387-398, 1998.
- KAO, C.H. Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol and antioxidante enzymes in rice leaves. **Plant Growth Regulation**, v.39, p.83-89, 2003.
- KARADAG, A.; OZCELIK, B.; SANER, S. Review of methods to determine antioxidant capacities. **Food Anal. Methods**, v. 2, p. 41-60, 2009.
- KRAUS, T. J.; KOEGEL, R. G.; STRAUB, R. J.; et al. Leachate conductivity as index for quantifying level of forage conditioning. In: ASAE ANUAL INTERNATIONAL MEETING. Minneapolis, 1997. **Proceedings...** Minneapolis: ASAE, 1997.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDAI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1., Curitiba, 1999. **Anais**. Curitiba: UFPR, p.165-183, 1999.
- LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F. et al. Biomass components in Massai grass during establishment and regrowth under five nitrogen fertilization levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1629-1637, 2011a.
- LOPES, M. N.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D. et al. Gas exchange in massai grass under five nitrogen fertilization levels during establishment and regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1862-1869, 2011b.
- MARTIN, T.N.; VENTURINI, T.; API, I.; PAGNONCELLI, A. Perfil do manejo da cultura de milho no sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, v. 8, n.1, p.1-8, 2011.
- Mc DONALD, A.D.; CLARK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v.41, p.407-437, 1987.
- MOLLER, I.M. Plant mitochondria and oxidative stress: elétron transport, NADPH turnover, and metabolism of reactive oxygen species. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.52, p.561-91, 2001.
- MOREIRA, L. M.; MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; et al.. Perfilamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim Braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1675-1684, 2009.

- MOSER, L.E. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). **American Society of Agronomy Inc.**, Madison, Wisconsin, p.1-19, 1995.
- NERES, M.A.; AMES, J.P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**. Marechal Cândido Rondon, v. 14, n.01, p.10-17, 2015.
- NORTON, B.W. Differences in plant species in forage quality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURE, 1981, Sta. Lucia. **Proceedings...** Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, p.89-110, 1982.
- OLIVEIRA, A. B.; PIRES, A. J. V.; NETO, U. M. et al. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p.1006-1013, 2007.
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA O.G.; GARCIA, R.; et al.. Rendimento e valor nutritivo do Capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1949-1960, 2000.
- PAIVA, A. S. et al. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Piracicaba, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.
- PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; DA SILVA, C. C. F. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p.1736-1741, 2007.
- PAULY, T.M.; HANSSON, J.B.; THAN, W.A. The effect of mechanical forage treatment on the growth of *Clostridium tyrobutyricum* and *Listeria monocytogenes* in grass silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.78, p.1127-139, 1999.
- PEDREIRA, C.G.S. **Plant and animal responses on grazed pastures of ‘Florakirk’ and ‘Tifton-85’ bermudagrasses**. Gainesville, Thesis (Ph.D.) – University of Florida, 153p., 1995.
- PEIXOTO, P. H. P.; MATTA, F. M. da; CAMBRAIA, J. Responses of the photosynthetic apparatus to aluminum stress in two sorghum cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 25, n. 4, p. 821-832, 2002.
- POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N. et al. Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1187-1210, 2010.

- REIS, R.A., MOREIRA, A.L., PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, p.1-39, 2001.
- REIS, R.A.; GARCIA, J.A.; GOMIDE, J.A.; et al.. Efeito dos regimes de corte nos níveis de carboidratos totais nãoestruturais do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.14, p.522-528, 1985.
- REIS, R.A.; MELO G.M.P.; BERTIPAGLIA L.M.A. et al. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: REIS R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. et al. (Eds.). **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.187-238, 2005.
- RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; FILHO, S. C. V., et al. Caracterização das Frações que Constituem as Proteínas e os Carboidratos, e Respectivas Taxas de Digestão, do Feno de Capim-Tifton 85 de Diferentes Idades de Rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.589-595, 2001.
- ROCHA, G. P., EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais. **Pasturas Tropicais**, v.22, n.1, p.67-73, 2003.
- RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed.) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, cap.12, p.203-230, 1987.
- RUBIN, E.; GORSTEIN, F.; RUBIN, R.; et al.. Rubin Patologia: Bases clinicopatológicas da Medicina. In: RUBIN & STRAYER. **Lesão celular**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 3-39, 2006.
- SCHMIDT, A.; KUNERT, K. J. Lipid peroxidation in higher plants. **The role of glutathione reductase. Plant Physiology**, Rockville, v.82, n.3, p.700-702, 1986.
- SCHULZE, E.D., HALL, A.E., Stomatal responses, water loss and CO₂ carbon dioxide assimilation rates of plants in contrasting environments. In: LANGE, O.L., NOBEL, P.S., OSMOND, C.B., ZIEGLER, H. (eds.) **Encyclopedia of plant physiology: physiological plant ecology**, Vol. II. Berlin: Springer-Verlag, 181–230, 1982.
- SICHER, R.C.; BARNABY, J.Y. Impact of carbon dioxide enrichment on the responses of maize leaf transcripts and metabolites to water stress. **Physiologia Plantarum**, v. 144, p. 238–253, 2012.
- SIES, H. Strategies of antioxidant defense. **European Journal of Biochemistry**, v. 213, p. 213-219, 1993.

- SILVA, A.A; PRADO, P.P; COSTA, A.M; et al. Utilização de dejetos de suínos como fertilizante de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*. **Encontro Latino Americano de Iniciação Científica**, p.1746-1749, 2005.
- SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. et al. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.657-661, 2009.
- SILVA, S. C.; JÚNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. P. B. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo**. 1. ed. Viçosa: Suprema, 115 p., 2008.
- SMIRNOFF, N. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. **New Phytologist**, Oxford, v.125, n.1, p.27-58, 1993.
- SMITH, D. Carbohydrate reserves of grasses. In: YOUNGNER, V.B.; McKELL, C.M. (Ed.) **The biology and utilization of grasses**. New York: Academic Press, cap.23, p.318- 331, 1972.
- SMITH, D. The nonstructural carbohydrates. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Ed.) **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, cap.3, p.105-155, 1973.
- SMITH, D.; GROTELUESCHEM, R.D. Carbohydrates in grasses: I. Sugar and fructosan composition of the stem bases of several northern-adapted grasses at seed maturity. **Crop Science**, v.6, p.263-266, 1966.
- SOARES FILHO, C.V. **Variação sazonal de parâmetros bioquímico-fisiológicos em braquiária decumbens estabelecida em pastagem**. Piracicaba, 1991. 110p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1991.
- STRYER, L. **Biochemistry**. Stanford: Stanford University Press, p.881., 1975.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 848p., 2009.
- TYREE, M.T., SPERRY, J.S., Do woody plants operate near the point of catastrophic xylem dysfunction caused by dynamic water stress? Answers from a model. **Plant Physiol.** 88:574-580, 1988.
- VALENTE, T.N.P.; LIMA, E.S.; HENRIQUES, L.T.; et al. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, n.3, p.347-358, 2011.
- VAN LOON, L.C.; VAN STREIN, E.A. The families os patogênese-related proteins, their activities, and comparative analyses of PR-1 type proteins. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London: v.55, p.85-97, 1999.

- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, New York: Cornell. 476p., 1994.
- WERNER, J.C.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 285p., 1996.
- YERRAMSETTY, P.N.; ANDERSON, M.P.; TALIAFERRO, C.M.; et al. DNA Fingerprinting of Seeded Bermudagrass Cultivars. **Crop Science**, Madison, v.45, p.772-777, 2005.
- ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; et al.. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 9, p. 1117-1122, 2003.

CAPÍTULO 3

3 VALOR NUTRICIONAL E TROCAS GASOSAS DO CAPIM TIFTON 85 (*Cynodon spp.*) E CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) EM FUNÇÃO DA IDADE DE REBROTA

RESUMO

Conduziu-se o experimento com o objetivo de avaliar a produção de matéria seca, valor nutricional e trocas gasosas durante o crescimento dos capins Vaquero e Tifton 85 em área de produção de feno entre os meses de agosto a outubro de 2014. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com 20 repetições para trocas gasosas e 5 repetições para o valor nutricional. O valor nutricional foi mensurado aos 15, 22, 29, 36 e 43 dias de rebrota e as trocas gasosas aos 22, 29, 36 e 43 dias de rebrota. As variáveis analisadas foram produção de matéria seca, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), lignina, celulose, hemicelulose, matéria mineral (MM) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Para trocas gasosas avaliou-se a taxa de assimilação líquida de CO₂, condutância estomática, concentração interna de CO₂, transpiração foliar, umidade relativa do ar, temperatura foliar, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca no uso da água e eficiência intrínseca de carboxilação. Verificou-se que, a produção de matéria seca foi similar entre as duas forrageiras ($P>0,05$). A PB do capim Vaquero foi maior ($P<0,05$) aos 15 e 29 dias de rebrota. Os teores de FDA foram mais elevados no capim Tifton 85 aos 15 e 36 dias de rebrota. A DIVMS do capim Tifton 85 foi melhor aos 29, 36 e 43 dias de rebrota, enquanto que, o capim Vaquero foi aos 15 e 22 dias de rebrota. A assimilação líquida de CO₂ foi semelhante entre as forragens, exceto para aos 22 dias de rebrota, em que o capim Vaquero mostrou-se superior. O capim Vaquero expressou maior condutância estomática aos 29 dias de rebrota quando comparado ao capim Tifton 85, além de demonstrar maior concentração de CO₂ durante os 22 e 29 dias de rebrota. Quanto à eficiência no uso da água e eficiência intrínseca do uso da água, o capim Tifton 85 mostrou-se superior aos 22 e 29 dias de rebrota, sendo semelhante ao Vaquero nos demais tempos, porém, o capim Tifton 85 foi superior aos 22 e 29 dias de rebrota quando se avaliou a eficiência intrínseca de carboxilação. Os capins avaliados manifestaram produção de matéria seca semelhantes, mas, foram influenciados pela temperatura noturna, registrada durante o período experimental. Quanto ao valor nutricional, o capim Vaquero exibe melhor valor nutricional até aos 29 dias de rebrota e o capim Tifton 85, apesar do alto teor de FDN, possui

digestibilidade adequada durante os 43 dias de rebrota. O capim Vaquero expõe maior condutância estomática e concentração interna de CO_2 aos 22 e 29 dias, entretanto, o capim Tifton 85 teve melhor eficiência no uso da água e eficiência intrínseca no uso da água aos 22 e 29 dias de rebrota, sendo assim, mais eficiente e com menor perda de água na fixação de CO_2 .

Palavras-chave: composição bromatológica, digestibilidade, fotossíntese líquida, produção de matéria seca.

CHAPTER 3

3 NUTRITIONAL VALUE AND EXCHANGES OF GAS OF GRASS TIFTON 85 (*Cynodon* spp.) AND CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) FOR EACH AGE REGROWTH

ABSTRACT

Was conducted the experiment in order to evaluate the dry matter production, nutritional value and gas exchange during the growth of Vaquero and Tifton 85 hay grasses in production area between the months of August to October 2014. The experimental design was in randomized blocks with split plot, with 20 repetitions for gas exchange and 5 repetitions for nutritional value. The nutritional value was measured at 15, 22, 29, 36 and 43 days of regrowth and gas exchange at 22, 29, 36 and 43 days of regrowth. The analyzed variables were the production of dry matter, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), insoluble protein, acid detergent (IPAD), insoluble protein in neutral detergent (IPND), lignin, cellulose, hemicellulose, mineral matter (MM) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). For gas exchange were evaluated the net assimilation rate of CO₂, stomatal conductance, internal CO₂ concentration, leaf transpiration, relative humidity, leaf temperature, efficiency in water use, intrinsic efficiency in water use and intrinsic efficiency of carboxylation. It was found that the dry matter production was similar between the two fodders ($P > 0.05$). The CP of Vaquero Grass was higher ($P < 0.05$) at 15 and 29 days of regrowth. The ADF levels were higher in Tifton 85 grass at 15 and 36 days of regrowth. The IVDMD of Tifton 85 was better at 29, 36 and 43 days of age, while the Vaquero grass was at 15 and 22 days of regrowth. The net CO₂ assimilation was similar between fodders, except for the 22 days of age, where the grass Vaquero was superior. The grass Vaquero expressed greater stomatal conductance at 29 days of age when compared to the Tifton 85 grass, and demonstrated greater concentration of CO₂ during the 22 and 29 days of regrowth. As for the efficient use of water and intrinsic efficiency of water use, the Tifton 85 grass was higher at 22 and 29 days of regrowth, similar to Vaquero in other times, however, the Tifton 85 grass was higher on 22 and 29 days of regrowth when assessing the intrinsic efficiency of carboxylation. The evaluated grasses expressed similar dry matter production, but were influenced by the night temperature during the trial period. As for nutritional value, the Vaquero grass displays better nutritional value even after 29 days of age and the Tifton 85 grass, despite the high NDF, has adequate digestibility during the 43 days of regrowth. Vaquero grass exposes higher stomatal conductance and internal CO₂ concentration at 22 and

29 days, however, Tifton 85 grass had better efficiency in water use and intrinsic efficiency of water use at 22 and 29 days of regrowth, and thus more efficiently and with less loss of water in CO₂ fixation.

Keywords: chemical composition, digestibility, net photosynthesis, dry matter production.

3.1 Introdução

Com a intensificação dos sistemas de produção e o uso de animais de elevado potencial produtivo, houve uma crescente demanda por alimentos de melhor qualidade e com produção em grande quantidade. Diante disso, as gramíneas forrageiras de clima tropical constituem uma alternativa viável na alimentação animal, devido ao alto potencial de produção e baixo custo.

Dentre os aspectos importantes na escolha da espécie forrageira destacam-se a produção constante durante o ano, sendo esta, uma das características fundamentais e mais exigidas, tanto pelos pecuaristas quanto pelos pesquisadores. Sabe-se que, a estacionalidade produtiva de forragem é vista como um dos principais fatores responsáveis pelos baixos índices de produção da pecuária no Brasil, uma vez que, os níveis de produção animal durante o período de seca são comprometidos pelo baixo rendimento forrageiro.

Independentemente da necessidade do conhecimento sobre a capacidade produtiva e da qualidade dessas forrageiras, existem poucos trabalhos que relatam o comportamento destas no campo em situações intensivas no Brasil, principalmente para as novas cultivares.

As forrageiras do gênero *Cynodon* possuem características potenciais para produzir elevada quantidade de matéria seca, com boa relação lâmina/colmo resultando em melhor valor nutritivo, assim, pode ser usada tanto sob pastejo como na forma de feno (GONÇALVES et al., 2002). Para Evangelista & Pinto (2005), no Brasil a utilização das gramíneas do gênero *Cynodon* ocorre nas regiões Sul, Sudeste e, em menor extensão, no Centro-Oeste.

Dentre os capins do gênero *Cynodon*, a cultivar que apresenta maior interesse entre os produtores é o capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.), que foi desenvolvido na região do Tifton, sul do Estado da Geórgia por Burton et al. (1993) na Coastal Plain Experiment Station (USDA - University of Georgia), a partir do cruzamento da introdução sul-africana (PI 290884) com o capim Tifton 68.

Atualmente, no Brasil, o capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) tem grande destaque, com ampla utilização para a produção de pastagem e feno, sendo menos utilizado em silagens, em virtude do seu baixo teor de carboidratos solúveis e a alta umidade no momento do corte (OLIVEIRA, et al. 2011).

Outro capim do gênero *Cynodon* é o capim Vaquero (*Cynodon dactylon*), mistura das variedades de sementes de capins conhecidas como “Pyramid”, “Mirage” e “CD 90160”, originário dos Estados Unidos e recentemente introduzido no Brasil. Devido a este fato, apresenta poucos estudos que descrevam seu desempenho em condições brasileiras. Contudo,

apresenta grande aceitação pelos produtores, especialmente na forma de feno (ANDRADE et al., 2012).

Com a inserção de novas forrageiras em determinados ambientes de cultivo, informações relacionadas aos sistemas intensivos de pastejo, conservação de forragem, capacidade produtiva, qualidade da forragem e ponto ideal de corte ou de entrada e saída dos animais nos piquetes, são fatores de suma importância para produtores e setores de pesquisa.

A produtividade das forrageiras depende da emissão de folhas e perfilhos, fator importante para a restauração da área foliar após o corte ou pastejo, para garantir a perenidade das plantas. Neste caso, a formação e desenvolvimento das folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, sendo essenciais para a fotossíntese e elaboração de novos tecidos. No entanto, a idade fisiológica em que as plantas são pastejadas ou cortadas, além das condições de ambiente, às quais são submetidas influenciam no seu crescimento e no valor nutritivo.

Com a maturidade da planta, a produção de componentes digestíveis, como as proteínas e carboidratos solúveis, tende a diminuir e os constituintes da parede celular aumentam, causando o declínio na digestibilidade e no consumo, devido à alteração das estruturas das plantas com a elevação da relação caule/folha.

As gramíneas forrageiras de clima tropical constituem uma alternativa viável na alimentação animal, por apresentarem elevado potencial de produção. Porém, para a maximização do sistema de produção é necessário o conhecimento do teor de nutrientes, que a forrageira fornece ao animal durante o avanço da sua maturação.

Por outro lado, as mudanças nas condições ambientais influenciam na produtividade e na estabilidade do pasto, em consequência das mudanças de luminosidade, deficiência hídrica e de temperatura. E assim, interfere na capacidade fotossintética do vegetal, uma vez que, o crescimento da planta forrageira é induzido por características químicas e físicas do solo e pelas condições climáticas.

Ressalta-se que, as plantas forrageiras no Brasil apresentam acentuada estacionalidade, com a produção no inverno decrescendo em relação à produção no verão. Os principais fatores que influenciam e condicionam o desenvolvimento vegetativo e a maturação das forrageiras estão relacionados à luz, temperatura e umidade, sendo importante conhecer as respostas morfofisiológicas do manejo (MARANHÃO et al., 2010).

A deficiência hídrica ocorre quando a quantidade de água que a planta absorve é menor que a quantidade de água que ela transpira, de forma que, os tecidos da planta não ficam totalmente túrgidos. Neste caso, uma das principais respostas das plantas à deficiência hídrica no solo é o fechamento parcial dos estômatos, considerado como resposta fisiológica para

retardar os efeitos causados pela deficiência hídrica, e, com isso, pode ocorrer a limitação da disponibilidade de CO₂ no interior do mesófilo e causar a redução da taxa fotossintética líquida (CORNIC, 2000).

Para minimizar tais fatores, as plantas utilizam algumas estratégias com a finalidade de limitar a superfície transpirante e retardar o agravamento da deficiência hídrica, responsáveis por provocar alterações no seu padrão de crescimento. Dentre estes mecanismos destacam-se inibição de novos perfilhos e ramificação, morte de perfilhos estabelecidos, redução da área foliar pela aceleração da senescência das folhas mais velhas e maior crescimento do sistema radicular.

Desta maneira, a utilização de parâmetros relacionados à taxa de transpiração, temperatura foliar, taxa de fotossíntese, concentração de dióxido de carbono, condutância estomática, relação fotossíntese/transpiração, relação fotossíntese/condutância e índice relativo de clorofila permitem que seja realizada uma quantificação dos processos fisiológicos ocorridos no vegetal em resposta à fatores relacionados ao meio e ao manejo (POMPEU et al., 2010), de modo a permitir maior potencial produtivo da forrageira.

Dentre as alternativas utilizadas pelos produtores para minimizar a escassez de pastagem no período de estiagem, aliado à importância que o alimento volumoso tem na nutrição de animais ruminantes, enfatiza-se a prática de conservação da forragem sob forma de feno no período de condições edafoclimáticas favoráveis. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção de matéria seca, valor nutricional e trocas gasosas durante o crescimento dos capins Vaquero e Tifton 85 em área de produção de feno entre os meses de agosto a outubro de 2014.

3.2 Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural destinada à produção de forragem conservada, com área total de produção de feno de 20 hectares, localizada no município de Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná (figura 1), sob as coordenadas geográficas de latitude 24°32'49,7"S, longitude 54°01'46,4"O e altitude de 392 m, durante o período de 25 de agosto a 14 de outubro de 2014.

De acordo com a classificação climática proposta por Köppen, o clima da região caracteriza-se como Cfa - Clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão,

contudo, sem estação seca definida. A precipitação pluvial anual, para a região varia de 1.800 a 2.000 mm, com temperatura média entre 21 a 22°C (CAVIGLIONE et al, 2000).

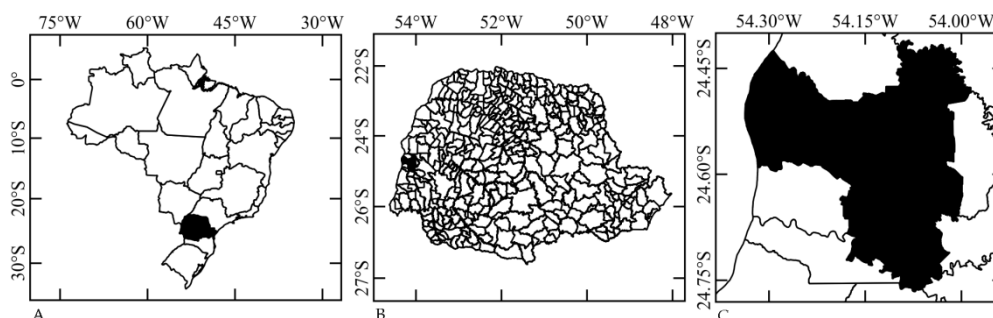


Figura 1. A- Localização do Estado do Paraná; B e C – Localização do município de Marechal Cândido Rondon – PR.

De acordo com a Embrapa (2013), o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico de textura muito argilosa e possui como características químicas pH em água = 5,5; P (Mehlich) = 24,45 mg dm⁻³; K (Mehlich) = 0,91 cmolc dm⁻³; Ca²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) = 6,29 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) = 2,1 cmolc dm⁻³; Al³⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) = 0,0 cmolc dm⁻³; H⁺Al (Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹) = 3,59 cmolc dm⁻³; SB = 9,3 cmolc dm⁻³; CTC = 12,89 cmolc dm⁻³; V = 72,15%; Matéria Orgânica (Método Boyocus) = 23,24 g dm⁻³; Cu = 20,05 mg dm⁻³; Zn = 9,4 mg dm⁻³; Mn = 158,0 mg dm⁻³ e Fe = 30,7 mg dm⁻³.

As áreas de capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e capim Vaquero (*Cynodon dactylon*) foram implantadas a aproximadamente três anos, com destinação exclusiva à produção de forragem conservada na forma de feno, sendo manejadas com adubação de digestato, proveniente da produção de suínos, com tratamento da biomassa residual em biodigestor de modelo canadense.

No dia 25 de agosto de 2014 realizou-se um corte de uniformização a 5 cm do solo, e a partir do 15º dia de rebrota, as forragens foram submetidas às avaliações quanto a produção de matéria seca, trocas gasosas e valor nutricional.

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Marechal Cândido Rondon, com valores médios mensais referentes à precipitação e temperatura (mínima, média e máxima) durante o crescimento do capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e capim Vaquero (*Cynodon dactylon*) (figura 2). Ressalta-se que, as informações climáticas obtidas foram observadas quanto aos aspectos favoráveis ao crescimento das forrageiras durante os 43 dias de rebrota.

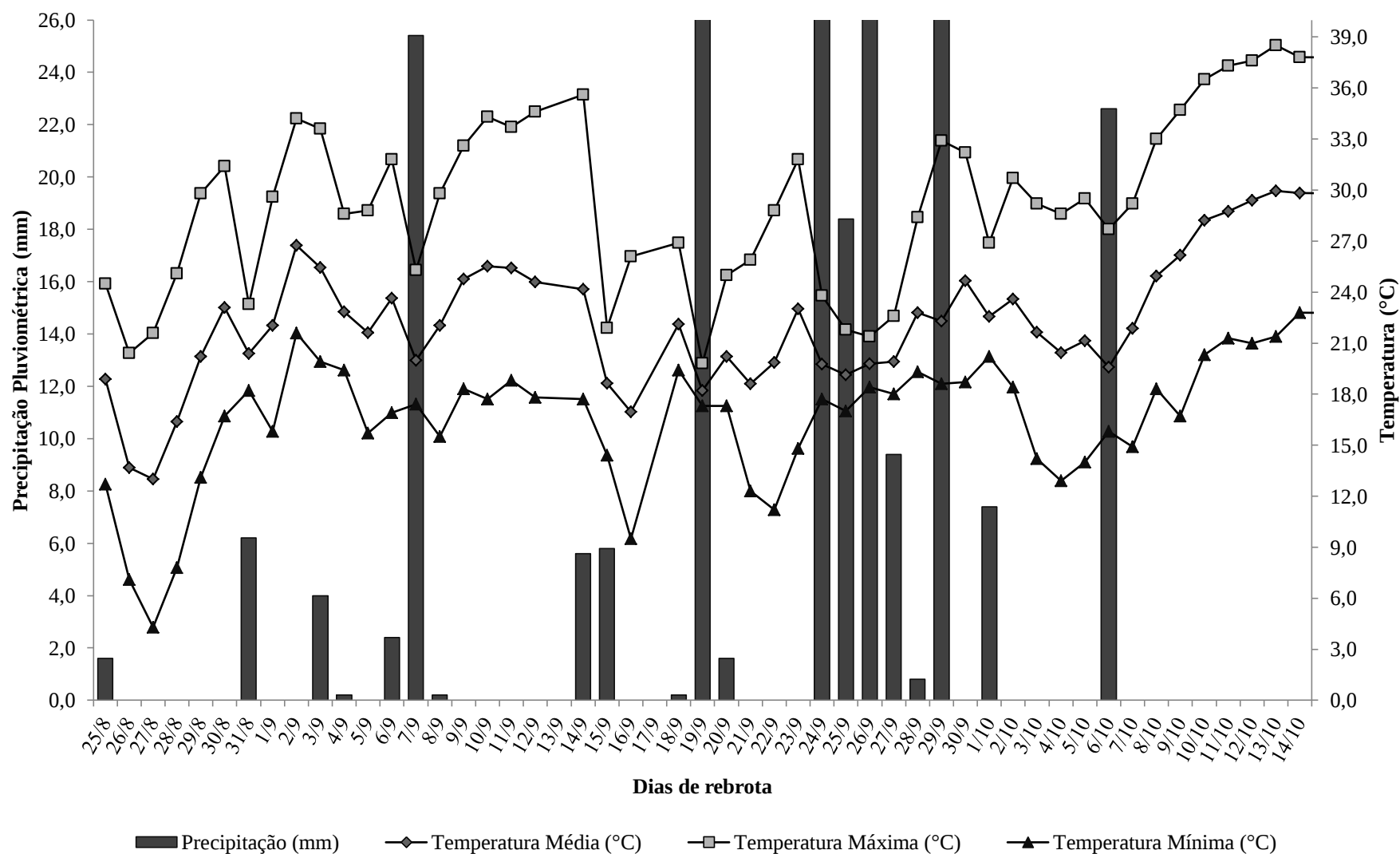


Figura 2. Dados climáticos referentes ao período de crescimento do capim Tifton 85 e capim Vaquero.

Fonte: Estação Meteorológica do Núcleo de Estações Experimentais da UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, 25 de agosto a 14 de outubro de 2014.

O delineamento experimental para o crescimento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com dois tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram as forragens capim (Tifton 85 e Vaquero) e os tempos foram os dias de rebrota (15, 22, 29, 36 e 43 dias).

A produção de matéria seca foi obtida utilizando-se um quadrado metálico com área conhecida de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$), que foi lançado aleatoriamente 5 vezes dentro da área útil de cada parcela experimental, e todo material da superfície do solo contido no seu interior foi coletado. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar sob temperatura de 55°C por 72 horas, com posterior pesagem para a determinação da matéria seca, expressa por kg MS ha^{-1} .

As análises referentes às trocas gasosas foram realizadas utilizando-se o equipamento, medidor portátil por infravermelho (IRGA, modelo *LI 6400xt inc. Lincoln, NE, EUA*). Estas medições foram realizadas em folhas completamente expandidas e diretamente expostas à luz solar, desenvolvidas e não senescentes situadas no terço médio superior de cada perfilho, entre o horário das 09h30 e 12h00. Tal horário justifica-se pelo fato de que o período da manhã propicia um ambiente adequado (luz, temperatura, água e umidade relativa do ar) para as trocas gasosas e fixação de CO_2 pelas folhas das plantas.

As variáveis analisadas foram a Taxa de Assimilação Líquida de CO_2 (A) ou Fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Condutância Estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Concentração Interna de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$); Transpiração Foliar (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Umidade Relativa do Ar (RH-R) (%); Temperatura Foliar (T_{leaf}) ($^\circ\text{C}$); Eficiência no Uso da Água (WUE) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Eficiência Intrínseca no Uso da Água (WUE_i) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e Eficiência instantânea de carboxilação (E_iC) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$).

Para a determinação da composição bromatológica foram coletadas aproximadamente 300 g de amostra com os respectivos tratamentos experimentais, sendo acondicionadas em saco de papel e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar sob temperatura de 55°C por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm de crivo, para a determinação dos teores de matéria seca (MS) realizado conforme Silva & Queiroz (2006), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) de acordo com a AOAC (1990), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram conforme Van Soest (1994). Ressalta-se que, as amostras provenientes das análises de FDN e FDA permitiram demais análises a partir de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel e detergente ácido (NIDA), expressos em proteína insolúvel

em detergente neutro (PIDN), e proteína insolúvel e detergente ácido (PIDA), respectivamente.

Para a determinação da lignina foi realizada com o uso de ácido sulfúrico a 72%, conforme a metodologia proposta por Van Soest (1994). Os valores de celulose e hemicelulose seguiram as recomendações de Silva & Queiroz (2006), a partir da diferença entre valores de FDN, FDA e lignina.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi obtida pela técnica descrita por Tilley & Terry (1963) adaptada ao rúmen artificial, conforme Holden (1999). As amostras foram acondicionadas em saquinhos confeccionados de TNT (tecido não tecido), que posteriormente foram alocadas em jarros com líquido ruminal (obtido via cânula ruminal) e solução tampão. Para a coleta do líquido ruminal foram utilizados bovinos da raça Jersey, castrados, com peso médio de 450 kg e munidos de cânula ruminal.

As amostras permaneceram incubadas por um período de 48 horas, e após este intervalo, foi acrescentado ao fermentador artificial a solução de HCl-Pepsina (1:10.000) na proporção de 6,68 mL/amostra, sendo novamente incubado por mais 24 horas. Após o término deste período, os saquinhos foram retirados dos jarros contendo o líquido fermentador ruminal, lavados com água destilada até a retirada total de materiais aderentes e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada a 105°C por 24 horas, com posterior pesagem para a determinação do teor da matéria seca.

A digestibilidade *in vitro* foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo que restou após o processo de incubação apresentado a seguir.

$$\%DIVMS = 100 - \{[g \text{ MS do alimento residual} - (\text{peso do saquinho} \times \text{branco})] \times 100 / g \text{ amostra}\}$$

Os dados referentes à comparação entre as espécies forrageiras foram submetidos à análise de variância e quando significativos, os valores médios foram comparados entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A comparação das forrageiras nos tempos avaliados foi realizada pela análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SISVAR.

3.3 Resultados

3.3.1 Produção de Matéria Seca

A produção de matéria seca das forragens avaliadas foi afetada pelo tempo, apresentando uma crescente produção no decorrer das idades de rebrota (figura 3).

Os valores referentes à produção de matéria seca das forragens se ajustaram ao modelo quadrático (figura 3) com maiores taxas aos 43 dias de rebrota, porém, com decréscimo aos 22 dias de rebrota.

O capim Tifton 85 e o capim Vaquero apresentaram produção de matéria seca (kg MS ha⁻¹) semelhante ($P>0,05$) (figura 3) durante todo o período de crescimento avaliado.

3.3.3 Digestibilidade do capim Tifton 85 e capim Vaquero

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca sofreu influência da maturidade decorrente dos dias de rebrota das forragens analisadas (figura 3).

A DIVMS manifestou comportamento quadrático (figura 3), sendo superior para o capim Tifton 85 e influenciada pelo tempo para ambas às forragens, com ponto de máxima para capim Tifton 85 aos 31,08 dias de rebrota e capim Vaquero aos 27,10 dias de rebrota.

O capim Tifton 85 apresentou superioridade ($P<0,05$) em relação a variável DIVMS aos 22 (790,28 g kg⁻¹), 36 (815,96 g kg⁻¹) e 43 dias de rebota (750,28 g kg⁻¹) em relação ao capim Vaquero nos mesmos tempos. Aos 15 e 29 dias de rebrota as forragens apresentaram comportamento similar (figura 3).

3.3.2 Composição bromatológica do capim Tifton 85 e capim Vaquero

Houve interferência da idade de rebrota sobre a composição bromatológica do capim Tifton 85 e capim Vaquero (figura 3, figura 4 e figura 5).

O teor de matéria seca (MS) apresentou comportamento quadrático sendo influenciado pela idade de rebrota, tendo sua máxima produção aos 43 dias (figura 3).

O teor de MS sofreu influência dos dias de rebrota para as duas forrageiras. O capim Vaquero apresentou-se distinto ao capim Tifton 85 aos 15, 36 e 43 dias de rebrota com teores de 351,40; 298,14 e 355,00 g kg⁻¹, respectivamente. O capim Tifton foi superior aos 22 dias de rebota com teor médio de 254,53 g kg⁻¹. Aos 29 dias de rebrota os teores foram semelhantes entre as forragens ($P>0,05$) (figura 3).

Os dias de rebrota também exerceram influência sobre os teores de proteína bruta dos capins analisados, que apresentaram comportamento linear decrescente com o crescimento das forragens (figura 3).

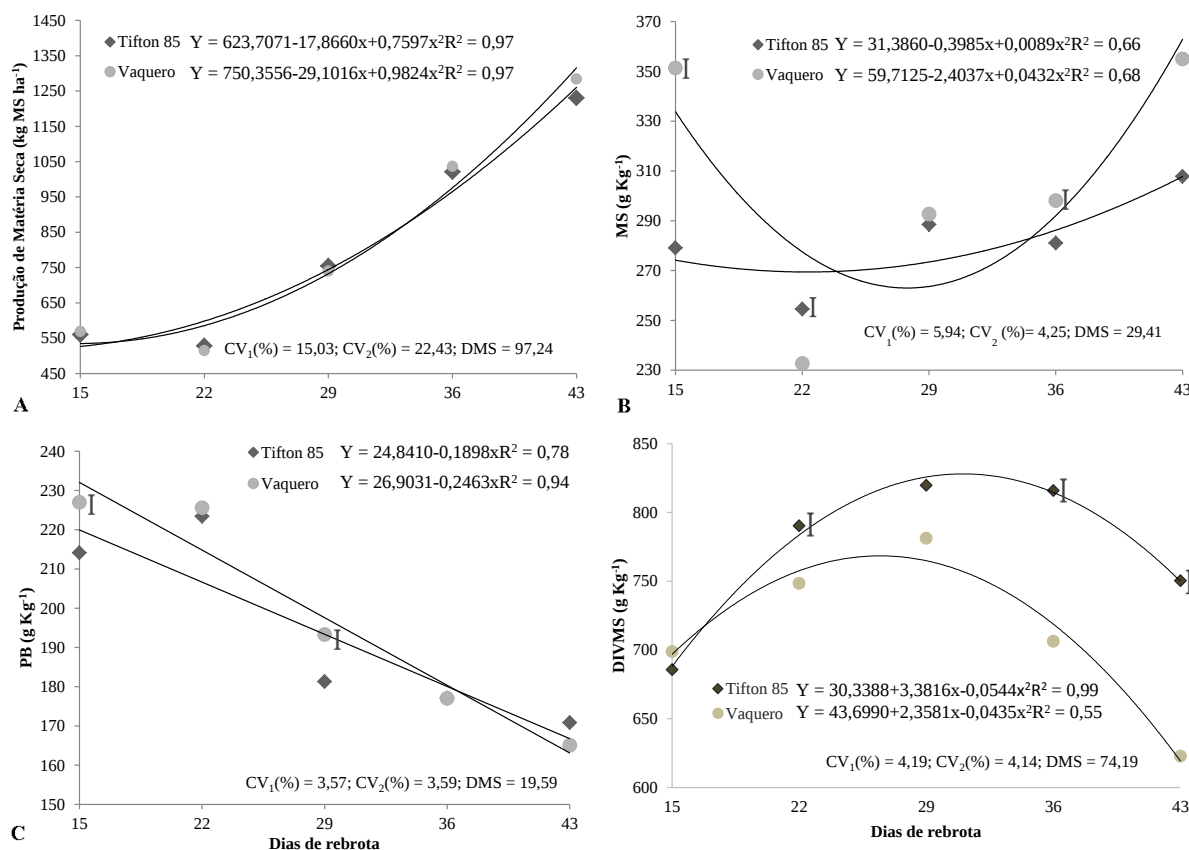


Figura 3. A - Produção de matéria seca; B - Teor de matéria seca (MS); C - teor de proteína bruta (PB) e D – digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

O capim Vaquero mostrou-se superior ao capim Tifton 85 com teores mais elevados de PB aos 15 dias de rebrota com $226,98 \text{ g kg}^{-1}$ e aos 29 dias de rebrota com $193,28 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Os demais tempos os tratamentos foram semelhantes ($P > 0,05$) (tabela 3).

Para os teores de proteína insolúvel em detergente neutro as forragens apresentaram comportamento quadrático, tanto para o capim Tifton 85 quanto para o capim Vaquero, que apresentaram como ponto de máxima aos 28,93 e 30,00 dias de rebrota, respectivamente (figura 4).

Houve diferença ($P < 0,05$) nos teores de PIDA para o capim Vaquero aos 43 dias de rebrota ($39,34 \text{ g kg}^{-1}$) e de PIDN para o capim Tifton 85 aos 15 dias de rebrota ($90,86 \text{ g kg}^{-1}$).

Nos demais tempos, as forragens não apresentaram diferença nos teores analisados durante os dias de rebrota, demonstrando similaridade entre si (figura 4).

Houve comportamento quadrático para os teores de FDN tanto para o capim Tifton 85 como para o capim Vaquero (figura 4).

Os teores de FDN exibiram comportamento quadrático para ambos os tratamentos, apresentando acréscimo com o passar dos dias de rebrota. Os maiores teores de FDN foram observados aos 36 dias de rebrota, para ambas as forrageiras (figura 4).

Tanto o teor de FDN quanto o teor de FDA foram superiores no capim Tifton 85. Para FDN observam-se valores maiores ($P < 0,05$) aos 22 (729,26 g kg⁻¹), 36 (793,72 g kg⁻¹) e 43 dias de rebrota (763,90 g kg⁻¹). Os demais tempos não houve diferença e comportamento correlato entre as forragens (figura 4).

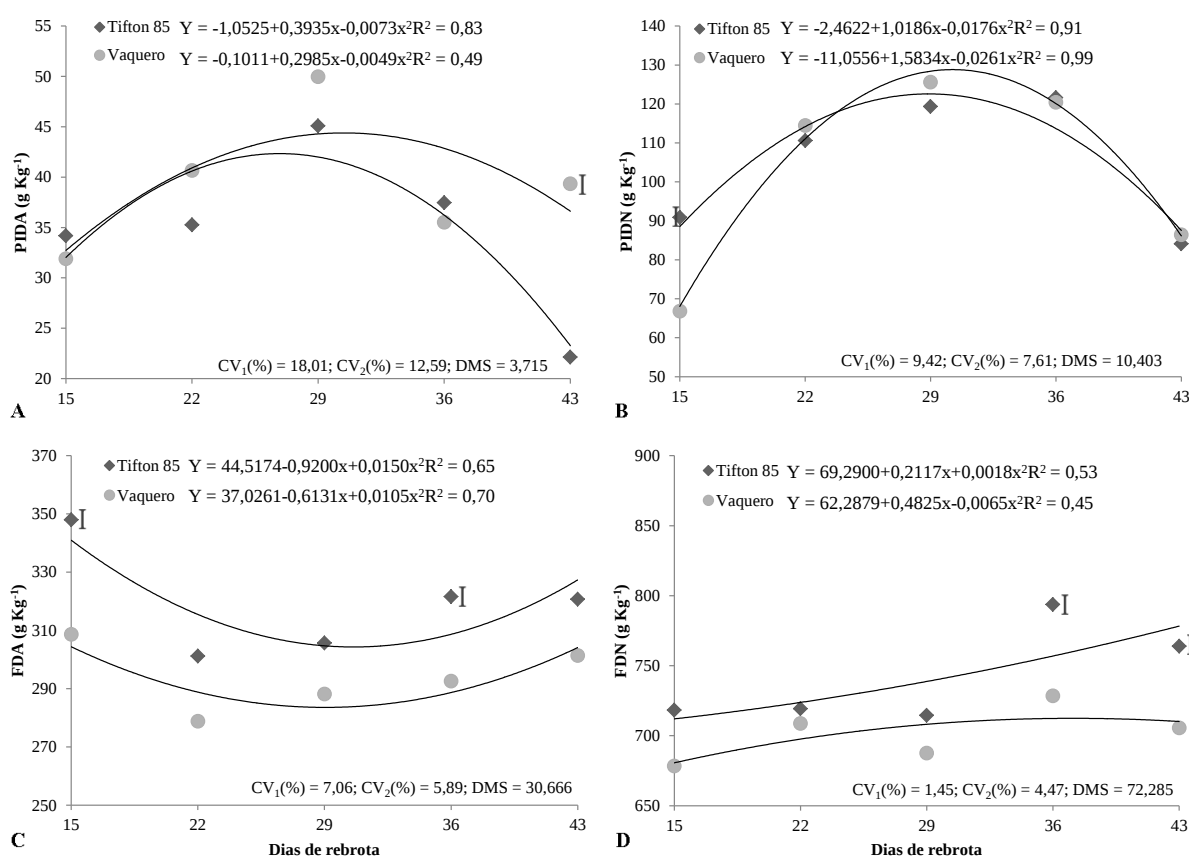


Figura 4. A - Teor de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA); B – teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN); teor de fibra em detergente ácido (FDA) e teor de fibra em detergente neutro (FDN), do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

Para teores de FDA a diferença ($P<0,05$) foi observada aos 15 ($347,94 \text{ g kg}^{-1}$) e 36 dias de rebrota ($321,62 \text{ g kg}^{-1}$) com valores maiores para o capim Tifton 85. Os demais tempos demonstraram comportamento aproximado (figura 4).

A lignina também foi influenciada pela maturidade das forragens ao demonstrar comportamento quadrático, com o máximo de teor a partir dos 36 dias de rebrota (figura 5).

O capim Tifton 85 foi superior ($P<0,05$) quanto ao teor de lignina quando comparado ao capim Vaquero aos 15 dias de rebrota, com valor de $28,18 \text{ g kg}^{-1}$. Os demais dias de rebrota apresentaram comportamento equivalente para as forragens nos tempos avaliados (figura 5).

A celulose teve interferência do tempo e exibiu comportamento quadrático com ponto de mínima aos 22 dias de rebrota (figura 5).

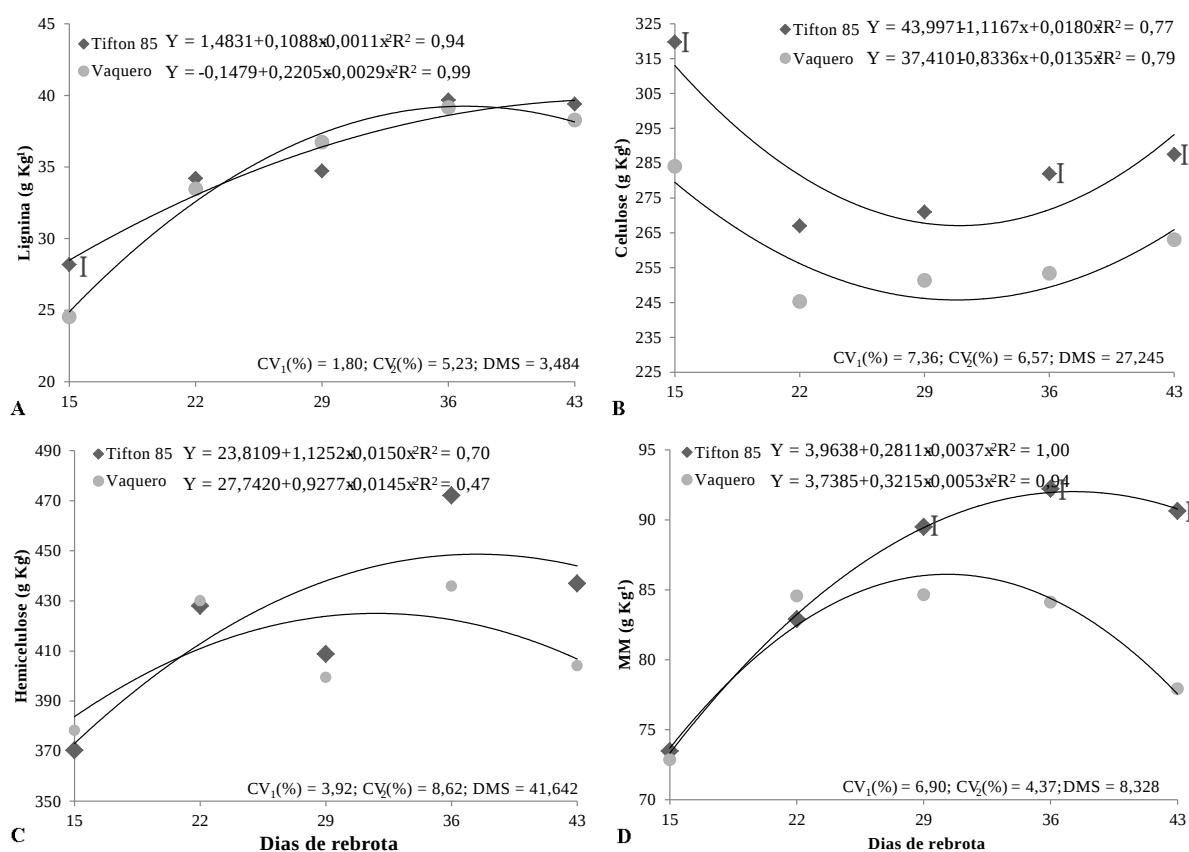


Figura 5. A - Teor de lignina; B – teor de celulose; teor de hemicelulose e teor de matéria mineral (MM), do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

Para os teores de celulose, o capim Tifton 85 apresentou desempenho superior ao capim Vaquero ($P<0,05$) aos 15, 36 e 43 dias de rebrota com valores médios de $319,79 \text{ g kg}^{-1}$;

281,98 g kg⁻¹ e 287,54 g kg⁻¹, respectivamente. Nos demais tempos, não houve diferença entre as forragens (figura 5).

O capim Vaquero e o capim Tifton 85 apresentaram teores de hemicelulose muito próximos e diferenciaram-se numericamente aos 36 e 43 dias de rebrota. Esta variável manifestou comportamento quadrático para ambas as forrageiras (figura 5).

A hemicelulose comportou-se de forma semelhante entre os tratamentos nos tempos avaliados ($P < 0,05$) (figura 5), não obtendo diferença entre as forragens.

Para os teores de matéria mineral os capins apresentaram comportamento quadrático com aumento nos níveis de MM no decorrer da idade das forragens (figura 5). Assim, a MM apresentou valores maiores para o capim Tifton 85 aos 29 (89,5 g kg⁻¹), 36 (92,22 g kg⁻¹) e 43 dias de rebrota (90,64 g kg⁻¹). Nos demais dias de rebrota o comportamento entre as forragens foi aproximado e não teve diferença entre os tratamentos ($P < 0,05$) (figura 5).

3.3.4 Trocas gasosas do capim Tifton 85 e capim Vaquero

As variáveis correspondentes às trocas gasosas como taxa de assimilação líquida de CO₂ ou fotossíntese (A), Condutância Estomática (g_s), concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração foliar (E), umidade relativa do ar (RH-R), temperatura foliar (T_{leaf}), eficiência no uso da água (WUE), eficiência intrínseca no uso da água (WUE_i) e eficiência instantânea de carboxilação (E_iC) foram influenciadas pelos dias de rebrota (figuras 6, 7 e 8).

A taxa de assimilação líquida de CO₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) exibiu comportamento quadrático para ambas as forragens, sendo influenciada negativamente pelos dias de rebrota (figura 6).

A taxa de assimilação líquida de CO₂ foi mais elevada ($P > 0,05$) somente aos 22 dias de rebrota para o capim Vaquero (31,082 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Nos demais tempos avaliados, houve comportamento semelhante entre os tratamentos (figura 6).

Os valores de condutância estomática (g_s) comportaram-se de forma quadrática para os dois tratamentos com máxima média apresentada aos 43 dias de rebrota (figura 6).

O capim Vaquero apresentou índices mais elevados ($P < 0,05$) de condutância estomática (g_s) aos 22 e 29 dias de rebrota (0,348 mol m⁻² s⁻¹ e 0,411 mol m⁻² s⁻¹, respectivamente). Nos demais tempos (figura 6), as forragens avaliadas apresentaram-se aproximados.

Para a variável concentração interna de CO₂ (C_i), o capim Vaquero foi superior ($P < 0,05$) aos 22 (202,040 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) e 29 dias de rebrota (213,471 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$). Nos demais tempos não houve diferença entre as forragens (figura 6).

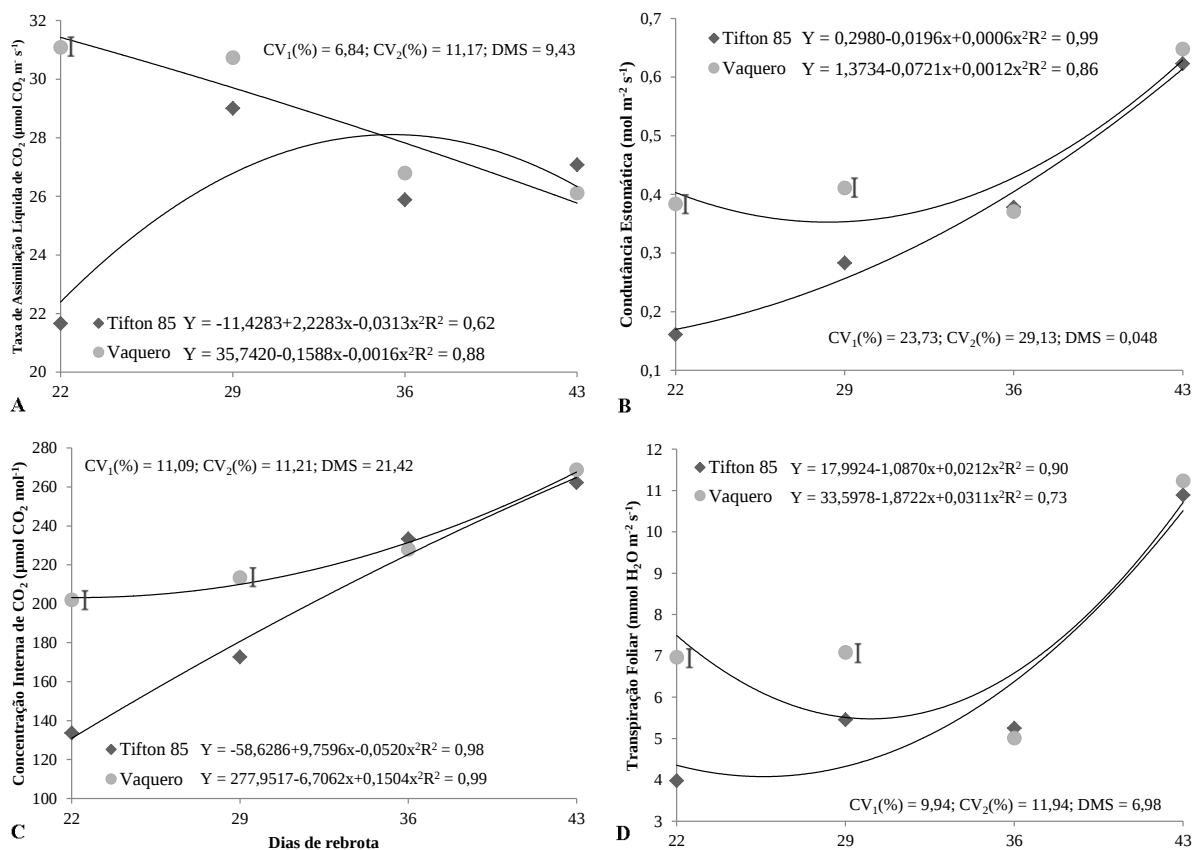


Figura 6. A – Taxa de assimilação líquida de CO₂ – Fotossíntese; B – condutância estomática; C – concentração interna de CO₂; D – transpiração foliar, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

O capim Tifton 85 e o capim Vaquero apresentaram concentração interna de CO₂ (C_i) (µmol CO₂ mol⁻¹) com comportamento quadrático (figura 6).

As taxas de transpiração foliar (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) exibiram comportamento quadrático para as duas forragens (figura 6).

A transpiração foliar (E) foi predominante para o capim Vaquero (P<0,05) aos 22 dias de rebrota, com valor de 6,967 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ e aos 29 dias de rebrota com valor de 7,085 mmol H₂O m⁻² s⁻¹. Nos demais tempos não houve diferença entre os tratamentos (figura 6).

O capim Tifton 85 e capim Vaquero obtiveram comportamento semelhante quando observado a taxa de umidade relativa do ar, ajustando-se ao modelo quadrático (figura 7).

A umidade relativa do ar para o capim Vaquero foi superior (P<0,05) aos 36 dias de rebrota (64,531%), apresentando comportamento correlato entre às demais idades de rebrota (figura 7).

A temperatura foliar (°C) demonstrou comportamento quadrático para as duas forrageiras (figura 7).

O capim Vaquero foi disntinto ($P<0,05$) aos 22 e 29 dias de rebrota em relação a variável temperatura foliar (*Tleaf*), obtendo valores médios de 30,814°C e 32,047°C, respectivamente. Nos demais tempos, as forrageiras apresentaram comportamento sequivalente (figura 7).

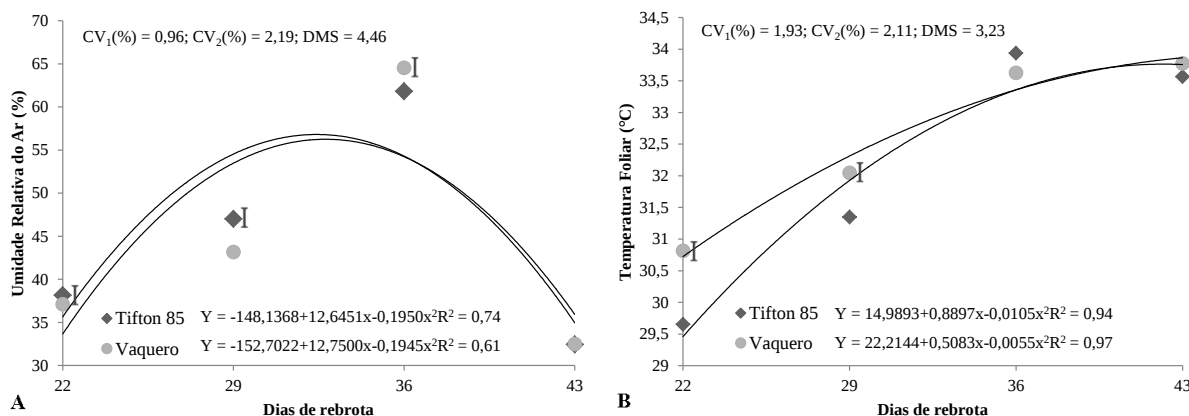


Figura 7. A – Umidade relativa do ar; B – temperatura foliar, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

A variável eficiência no uso da água (*WUE*) dos capins Tifton 85 e Vaquero apresentou comportamento quadrático, com valores mínimos observados aos 43 dias de rebrota, sendo, portanto influenciados pelo tempo, com ponto de máxima alcançada aos 27,29 dias de rebrota para o capim Tifton 85 e aos 30,01 dias de rebrota para o capim Vaquero (figura 8).

A eficiência no uso da água (*WUE*) foi maior para o capim Tifton 85 ($P<0,05$) aos 22 ($5,452 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e 29 dias de rebrota ($5,452 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Nos demais dias, os tratamentos apresentaram valores próximos (figura 8).

Os capins Tifton 85 e Vaquero apresentaram comportamento quadrático para a variável eficiência intrínseca no uso da água (*WUEi*), com valores mínimos observados aos 43 dias de rebrota, sendo assim, influenciados pelo tempo (figura 8).

O capim Tifton 85 foi superior ($P>0,05$) quando avaliado a eficiência intrínseca no uso da água (*WUEi*) aos 22 ($135,717 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e 29 dias de rebrota ($104,642 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Nos demais dias de rebrota, não houve diferença entre os tratamentos, que apresentaram comportamento próximo (figura 8).

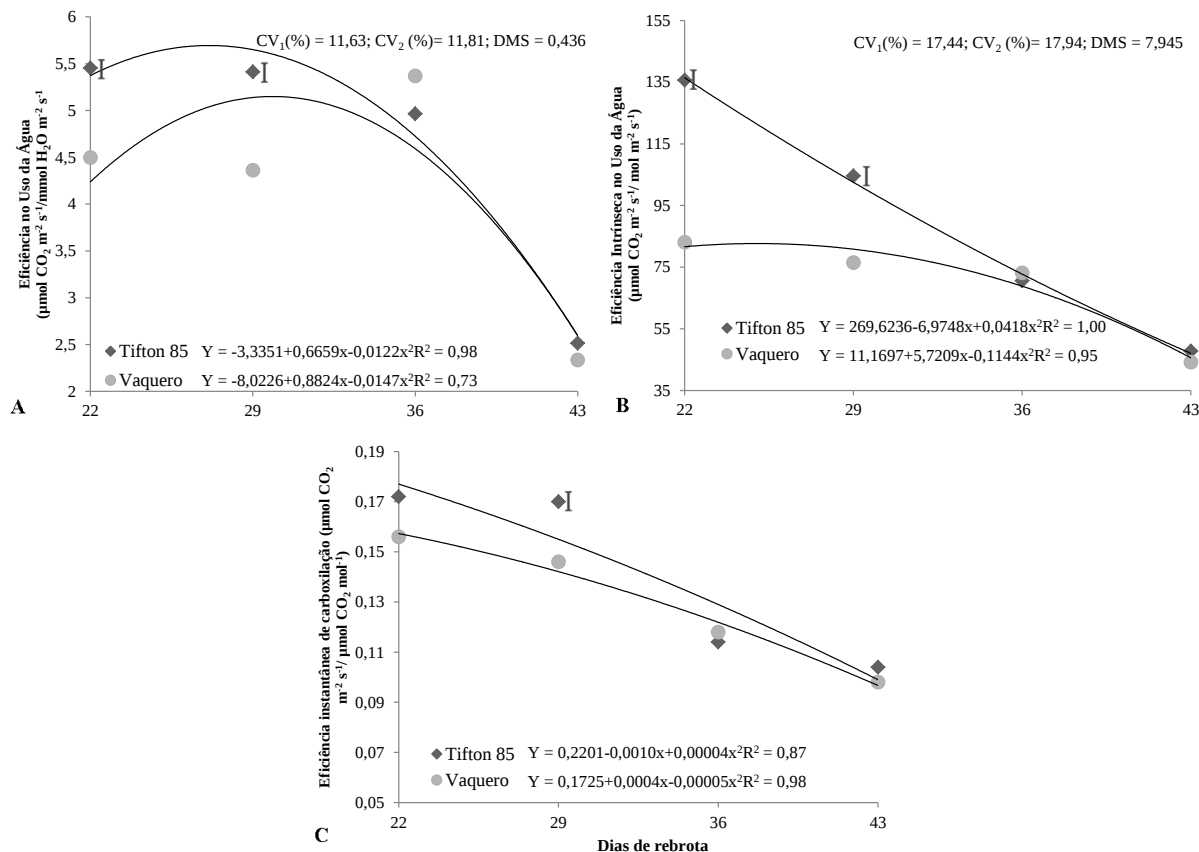


Figura 8. A – Eficiência no uso da água; B – eficiência intrínseca no uso da água; C – eficiência intrínseca de carboxilação, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

Houve comportamento quadrático das forrageiras para a variável eficiência instantânea de carboxilação (EiC), com valores mínimos observados aos 43 dias de rebrota, na qual, o tempo teve interferência (figura 8).

Para a variável eficiência instantânea de carboxilação, o capim Tifton 85 foi superior ($P < 0,05$) aos 29 dias de rebrota, com $0,170 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$. Nos demais tempos não houve diferença entre as forrageiras (figura 8).

3.4 Discussão

A produção de matéria seca dos capins Tifton 85 e Vaquero não apresentaram diferença produtiva ($P < 0,05$), resultando em crescimento e produção semelhantes (kg MS ha^{-1}). No entanto, verificou-se que, ambos os tratamentos tiveram influência positiva em relação ao tempo, seguindo modelo quadrático com baixa produção no início da avaliação, até atingir máxima produção de matéria seca ao final dos dias de rebrota.

Rodrigues et al. (2006) analisaram 5 cultivares de *Cynodon* (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst cv “Tifton 68”, *Cynodon* spp. cv “Tifton 85”, *Cynodon dactylon* cv “Florakirk”, *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv “Florico” e *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv “Florona”) aos 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 dias de rebrota e observaram que, não houve diferença entre estes cultivares ($P>0,05$), mas, ocorreu um aumento da produção de matéria seca ($P<0,01$) em decorrência da idade das forrageiras.

O aumento no rendimento de matéria seca pode estar associado ao aumento na proporção de colmo, pois, com o desenvolvimento da forrageira, a proporção de folhas diminui, além de ocorrer o processo de alongamento do colmo, resultando no acréscimo de peso do perfilho e, conseqüentemente, no rendimento forrageiro. Para Cedeño et al. (2003), em estudo realizado com Tifton 85, Tifton 68 e Coastcroos durante os 28, 42, 56 e 70 dias de rebrota em pastagens adubadas, obtiveram uma produção de 2.120 kg MS ha⁻¹, 4.640 kg MS ha⁻¹, 4.840 kg MS ha⁻¹ e 10.920 kg MS ha⁻¹, referentes aos respectivos dias de rebrota para o Tifton 85, sendo valores superiores ao encontrado neste estudo (figura 3). Tal fato pode ser explicado, devido as condições climáticas durante o período experimental.

O período compreendido entre os meses de agosto e outubro de 2014, notou-se que, as condições climáticas não foram favoráveis (figura 2), tendo temperaturas médias noturnas abaixo de 15° C (temperatura basal). Pinheiro (2002) relata que, temperaturas abaixo de 15 °C, o crescimento de espécies forrageiras tropicais praticamente cessa, sendo considerado fator determinante da menor produção no outono e inverno em relação à primavera e verão. Assim, as temperaturas mínima e máxima basais de uma cultura ou cultivar são indicadores do seu metabolismo de extrema importância, a fim de que se possa escolher a época mais adequada para o cultivo das forrageiras. As temperaturas fora do intervalo considerado ideal, resulta em condições do meio para provocar paralização nos processos metabólicos da planta (estacionalidade) e cessar o estímulo às reações bioquímicas.

O teor de MS sofreu influência do tempo e apresentou diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos durante os tempos avaliados (figura 3). O capim Vaquero apresentou maiores teores de MS em comparação ao capim Tifton 85, exceto aos 22 dias de rebrota que foi inferior.

Em estudo com forragens do gênero *Cynodon*, Oliveira et al. (2014) obtiveram teores médios de MS para o Tifton 85 de 431,4 g kg⁻¹, Jiggs com 546,9 g kg⁻¹ e Vaquero a partir de 612,3 g kg⁻¹. Oliveira et al. (2000) avaliaram os teores médios de matéria seca nas frações da lâmina e colmo do capim Tifton 85 e encontraram um aumento linear ($P>0,05$) com o passar

da idade para este capim, conforme os valores médios de 26,8 g kg⁻¹; 25,8 g kg⁻¹; 25,6 g kg⁻¹; 26,5 g kg⁻¹ e 35,3 g kg⁻¹ aos 14, 28, 35, 42 e 70 dias de rebrota, respectivamente. Estes valores estão de acordo com os teores encontrados no presente estudo (figura 3) e constatam que, com o passar da idade da planta há um incremento no teor de MS, em função da queda na relação lâmina/colmo.

Nota-se que, os teores de PB decaíram ($P>0,05$) com o desenvolvimento e maturação das forrageiras (figura 3). Tais valores se justificam, pois, as concentrações proteicas nas espécies forrageiras são maiores nos estágios vegetativos da planta e declinam à medida que, atingem a maturidade. O conteúdo de proteína na maturidade é função de diferenças entre espécies, nível inicial de proteína na planta, além das proporções de caule e folha da planta a esta idade (NORTON, 2000).

Oliveira et al. (2000) ao analisar o capim Tifton 85 em diferentes idades de rebrota, constataram que, os teores de proteína bruta da planta inteira e da lâmina foliar reduziram linearmente ($P<0,01$) com a idade. Para a planta inteira foram estimados valores que variaram de 156,0 a 45,0 g kg⁻¹ dos 14 aos 70 dias de idade, enquanto que, o teor de proteína bruta na lâmina foliar atingiu valor mínimo de 82,4 g kg⁻¹ durante os 70 dias de rebrota. Para Oliveira et al. (2014), em estudo com forragens do gênero *Cynodon* obtiveram teores médios de PB Tifton 85 de 133,8 g kg⁻¹; Jiggs com 116,1 g kg⁻¹ e Vaquero com 138,9 g kg⁻¹, valores inferiores ao observado neste trabalho.

Constata-se que, os valores médios encontrados neste estudo, para todas as idades de rebrota ficaram acima dos 70 g kg⁻¹, teor mínimo que limita o consumo de matéria seca, devido à deficiência de proteína degradável no rúmen para atender o crescimento microbiano e à atividade fermentativa (VAN SOEST, 1994), com redução da atividade microbiana sobre os carboidratos fibrosos da forragem (LAZZARINI et al., 2009).

A digestibilidade do capim Tifton foi superior ($P<0,05$) ao capim Vaquero aos 22 (790,28 g kg⁻¹), 36 (815,96 g kg⁻¹) e 43 (750,28 g kg⁻¹) dias de rebrota (figura 3). O ponto de máxima das forragens foi alcançado aos 31,08 e 27,10 dias de rebrota para capim Tifton 85 e capim Vaquero, respectivamente. Desta maneira, as forragens alcançaram teores de DIVMS de 82,89 g kg⁻¹ para o capim Tifton 85, e 75,65 g kg⁻¹ para o capim Vaquero, na qual, ambas as forragens ficaram com valores acima da média de DIVMS preconizada para uma boa forragem.

Do ponto de vista de nutrição animal, Cedeño et al. (2003) mencionaram que, valores acima de 65% para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca são indicativos de um bom valor nutritivo, o que permite adequado consumo de energia digestível, pois, à medida que a idade

fisiológica da planta avança, as porcentagens de celulose, hemicelulose e lignina tendem a aumentar e reduzir a digestibilidade. Estes pesquisadores ao analisarem as cultivares de *Cynodon* obtiveram teores médios de 628,4 g kg⁻¹; 681,8 g kg⁻¹ e 643,1 g kg⁻¹ aos 28 dias de rebrota; 605,9 g kg⁻¹; 657,7 g kg⁻¹ e 605,3 g kg⁻¹ aos 42 dias de rebrota e de 564,7 g kg⁻¹; 630,8 g kg⁻¹ e 586,1 g kg⁻¹ aos 56 dias de rebrota, para os respectivos capins Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85.

Oliveira et al. (2014), ao analisar forragem do gênero *Cynodon* encontraram teores médios de DIVMS em torno de 741,2 g kg⁻¹ para o Tifton 85; 686,9 g kg⁻¹ para o Jiggs; 623,6 g kg⁻¹ para o Russel; 781,5 g kg⁻¹ para o Tifton 68 e de 681,6 g kg⁻¹ para o Vaquero, não havendo diferença entre os capins Jiggs e Vaquero.

Para os teores de PIDA e PIDN (figura 4) foram observadas variações no 43º dia de rebrota para o capim Vaquero que foi superior (P>0,05) ao capim Tifton 85, e apresentou teor de 39,34 g kg⁻¹ para o PIDA. O capim Tifton 85, no 15º dia de rebrota foi superior (P>0,05) ao capim Vaquero, tendo teor de 90,86 g kg⁻¹ para o PIDN.

Castagnara et al. (2011), ao observarem o capim Tifton 85 solteiro em período de inverno, constataram valor de 60,79 g kg⁻¹ para PIDN aos 42 dias de rebrota, valor inferior dos encontrados neste estudo para capim Tifton 85, aos 43 dias de rebrota (84,12 g kg⁻¹) e capim Vaquero (86,44 g kg⁻¹). Os mesmos autores encontraram valor de PIDA de 31,03 g kg⁻¹ aos 42 dias de rebrota para o capim Tifton 85 solteiro em período de inverno, ficando acima do teor encontrado para o capim Tifton 85 aos 43 dias de rebrota (22,14 g kg⁻¹) neste estudo.

Os teores de FDN e FDA do capim Tifton 85 foram superiores (P>0,05) em relação ao capim Vaquero (figura 4). Ressalta-se que, alguns trabalhos com o gênero *Cynodon* têm demonstrado que, os teores de FDN mais elevados são em decorrência das características da própria espécie (HILL et al., 1996). Em estudo realizado com Tifton 85, Oliveira et al. (2000) observaram teores crescentes de FDN, tanto na folha como no colmo, aos 14 (612,0 g kg⁻¹ e 689,0 g kg⁻¹), 28 (693,0 g kg⁻¹ e 769,0 g kg⁻¹), 32 (728,0 g kg⁻¹ e 780,0 g kg⁻¹) e 42 (749,0 g kg⁻¹ e 801,0 g kg⁻¹) dias de rebrota, respectivamente. Enquanto que, Oliveira et al. (2014) encontraram teores médios para a variável FDN de 749,2 g kg⁻¹ para o Tifton 85; 762,7 g kg⁻¹ para a cultivar Jiggs e 790,9 g kg⁻¹ para o capim Vaquero.

Geralmente, em pastagens intensivas, onde há maiores níveis de adubação e cortes mais frequentes, encontram-se maiores teores de PB e menores de FDN. Alto teor de FDN obtido para o Tifton 85 é uma particularidade desta forrageira, comumente retratada na literatura, que citam valores próximos a 80% (GONÇALVES et al., 2003).

O teor de FDN constitui o componente bromatológico do volumoso que possui mais estreita correlação com o consumo, sendo que, valores superiores a 550 a 600 g kg⁻¹ limitam o consumo de matéria seca, por causar efeito de enchimento do rúmen (VAN SOEST, 1994). Forragens com valores de FDA próximos de 30% possuem maiores níveis de consumo, enquanto que, os teores acima de 40% são menos consumidas (HILL et al., 1996).

Oliveira et al. (2000) observaram maior teor médio de FDA ($P < 0,05$) para a fração colmo (419,0 g kg⁻¹), quando comparado com a lâmina (347,0 g kg⁻¹). Oliveira et al. (2014) obtiveram teores médios de FDA em Tifton 85 de 339,4 g kg⁻¹; com a cultivar Jiggs de 348,6 g kg⁻¹ e em Vaquero de 344,3 g kg⁻¹. Para Van Soest (1994), o aumento na FDA com a maturidade da forrageira, ocorre pelo aumento da lignificação e à queda na relação lâmina/colmo, além do aumento na proporção de constituintes da parede celular.

Os valores de FDA encontrados no presente estudo (figura 4) foram conforme os teores recomendados por Hill et al. (1996). Os teores de FDN para o capim Vaquero foram de acordo com os limites recomendado por Van Soest (1994). No entanto, o capim Tifton 85 apresentou valores entre 70 a 80% (figura 4), característica particular desta forragem.

O capim Tifton 85 apresentou maiores teores de lignina em relação ao capim Vaquero, mas, observou-se que, ambas forragens apresentaram um aumento no teor de lignina a partir dos 15 dias de rebrota (figura 5). Oliveira et al. (2014) encontraram teores médios para a lignina de 75,9 g kg⁻¹ para o Tifton 85; 83,0 g kg⁻¹ em Jiggs e 89,3 g kg⁻¹ referente ao capim Vaquero.

Oliveira et al. (2000) encontraram teores de lignina no colmo superiores ($P < 0,05$) aos encontrados na lâmina aos 14, 28 e 42 dias de rebrota, com valores médios de 42,6 g kg⁻¹ e 57,5 g kg⁻¹; 40,5 g kg⁻¹ e 74,7 g kg⁻¹; e 40,6 g kg⁻¹ e 79,4 g kg⁻¹, respectivamente para lâmina e colmo em capim Tifton 85. Estes valores são superiores aos encontrados no presente trabalho.

Os tratamentos não demonstraram diferença ($P < 0,05$) quanto ao teor de hemicelulose, mantendo-se para ambos entre a faixa de 370,0 g kg⁻¹ a 470,0 g kg⁻¹. Para os teores de celulose, o capim Tifton 85 apresentou níveis superiores quando comparado ao capim Vaquero aos 15, 36 e 43 dias de rebrota (figura 5).

Paciullo et al. (2001), em estudo com três forrageiras (capim-gordura, capim-bermuda (Tifton 85) e capim-braquiária), obtiveram teores de celulose de 37,4 g kg⁻¹ para folhas e de 42,4 g kg⁻¹ para colmo aos 20 dias de rebrota. Os mesmos autores encontraram teores de 30,0 g kg⁻¹ e 31,8 g kg⁻¹ para hemicelulose referente ao colmo de Tifton 85 aos 20 dias de rebrota. Norton (1982) menciona que, com o desenvolvimento da planta a celulose e a hemicelulose

da parede celular se associam a lignina, e assim, restringe o ataque das enzimas digestivas e reduz a digestibilidade da fibra.

Os teores de matéria mineral foram superiores ($P < 0,05$) no capim Tifton 85 aos 29 (89,50 g kg⁻¹), 36 (92,22 g kg⁻¹) e 43 (90,64 g kg⁻¹) dias de rebrota em comparação ao capim Vaquero (figura 5). Ribeiro et al. (2001) encontraram teores médios de MM de 80,9 g kg⁻¹; 76,7 g kg⁻¹; 72,7 g kg⁻¹ e 79,2 g kg⁻¹ para o capim Tifton 85 aos 28, 35, 42 e 56 dias de rebrota. Andrade et al. (2012) avaliaram forragens do gênero *Cynodon* e encontraram teores de 72,4 g kg⁻¹ e 59,2 g kg⁻¹ para o capim Vaquero durante o verão e outono, respectivamente.

Variações do conteúdo mineral em plantas forrageiras decorrentes da maturidade, em parte é resultado às respostas da própria forrageira à fatores internos inerentes as características genéticas da planta, relacionados a fatores de natureza externa, como clima e condições estacionais, que podem ser modificadas por práticas de manejo. Apesar dos elementos minerais não fornecerem energia aos animais, o desequilíbrio nas forrageiras, pode limitar a digestão, a utilização e a absorção dos componentes da dieta, além de provocar toxidez para os animais (NORTON, 2000).

As variáveis relacionadas às trocas gasosas sofreram interferência do desenvolvimento e maturação das forragens. A taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) foi superior ($P < 0,05$) no capim Vaquero aos 22 dias de rebrota (31,082 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) e com valores semelhantes nos demais tempos, demonstrando que, a produção de fotoassimilados entre os tratamentos foi semelhante (figura 6).

Os valores encontrados no capim Vaquero tiveram uma redução constante (figura 6) sendo influenciada pelo crescimento da forragem. Tal redução na taxa de assimilação líquida nas idades mais avançadas reflete o aumento na idade média das folhas, aliado ao sombreamento mútuo das mesmas (OLIVEIRA et al., 2000) e aumento na taxa respiratória de manutenção, reduzindo assim, a eficiência fotossintética, sendo ratificado pela diminuição da taxa de fotossíntese líquida. Dados semelhantes foram observados por Gomide et al. (2002), ao trabalhar com o capim Mombaça sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal, relatando um padrão de evolução inicial crescente seguido de uma redução para este índice.

Em estudo com capim Massai, Lopes et al. (2011) constataram que, a taxa de fotossíntese foliar (A) elevou-se ($P < 0,05$) com as doses crescentes de nitrogênio e situou-se entre 19,64 a 37,76 mol m⁻² s⁻¹ nas dosagens de 0 e 1.200 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Tais resultados estão de acordo com estudos realizados por Pompeu et al. (2010), ao estudar o capim Aruana, em condições de casa de vegetação e adubados com nitrogênio, na qual,

destaca que, este aumento na fotossíntese confirma a importância desse nutriente para o crescimento e rebrotação em pastos manejados intensivamente.

Os valores de condutância estomática foram superiores ($P < 0,05$) no capim Vaquero aos 22 e 29 dias de rebrota, onde foram encontrados valores de $0,348 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $0,411 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente (figura 6). Tal superioridade nos valores de g_s reflete a maior abertura estomática (POMPEU et al., 2010) como mecanismo para atender à absorção de CO_2 do meio externo (KUWAHARA & SOUZA, 2009) e regular a temperatura da folha por meio da transpiração (SLATYER, 1967).

Lopes et al. (2011a) verificaram incremento nos valores de condutância estomática (g_s) do capim Massai manejados com adubação nitrogenada, com valores de $0,192$ e $0,677 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ nas doses 0 e $1200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente. Chaves et al. (2002), destaca que os estômatos regulam a entrada de CO_2 na folha e a perda de água para a atmosfera pela transpiração. Sendo que, estas trocas gasosas entre a folha e o ar são controladas pelos estômatos e possui papel essencial na manutenção da atividade fotossintética e hidratação dos tecidos, devendo se manter com certa condutância estomática (g_s), que permita o fornecimento de substrato para as reações bioquímicas da fotossíntese e impeça a perda excessiva de água e uma consequente desidratação.

O capim Vaquero apresentou maior concentração interna de CO_2 (C_i) ($P < 0,05$) aos 22 ($202,040 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) e 29 dias de rebrota ($213,471 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) (figura 6). Lopes et al. (2011b) observaram que, os valores da concentração interna de CO_2 (g_s) do capim Massai com adubação nitrogenada foi da ordem de $117,0$; $119,5$; $141,3$ e $142,8 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ para doses de $0,400$, 800 e $1.200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de nitrogênio, respectivamente.

Pompeu et al. (2010), em avaliação de trocas gasosas do capim Aruana sob adubação nitrogenada, observaram que a C_i foi reduzida com o aumento das doses de nitrogênio, justificado pela elevação da atividade das enzimas carboxilativas nas doses superiores do referido nutriente. Este fato favorece a carboxilação das moléculas orgânicas e reduz a concentração de dióxido de carbono livre no mesófilo (PAN et al., 2004). Assim, incrementos na C_i em pastos adubados com maiores doses de nitrogênio pode elevar o valor da condutância estomática (g_s), pelo fato da maior abertura estomática ser favorecida e elevar absorção de CO_2 do meio externo (LAMBERS et al., 1998), de maneira que a resistência estomática não foi fator limitante para a ação de CO_2 .

A concentração interna de CO_2 (C_i) e a temperatura da folha (T_{leaf}) podem ser influenciadas pela adubação nitrogenada. Lopes et al. (2011b) avaliaram o capim Massai em pastagens adubadas e verificaram que houve incremento nos valores de C_i , fato ocorrido de

maneira inversa para a *Tleaf*, a partir de valores médios de 115,28 e 145,04 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ para *Ci* e 38,14 e 36,16°C para *Tleaf*, com doses que variaram de 0 e 1.200 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Os valores de *Tleaf* encontrados foram superiores ($P < 0,05$) para o capim Vaquero aos 22 e 29 dias de rebrota (30,814 e 32,047°C), respectivamente. Da mesma forma, ocorreu com a umidade relativa do ar (RH_R) que demonstrou-se superior nos mesmos tempos para o capim Vaquero (figura 7). A variação nos valores de temperatura foliar (*Tleaf*) geralmente se relaciona ao comportamento de transpiração foliar, como forma de resposta à maiores doses de nitrogênio, aumentando a demanda hídrica das plantas (LOPES et al., 2011a), tendo a maior absorção de água pelas raízes. Isso contribui para diminuição do aquecimento das folhas (LOPES et al., 2011), visto que, a transpiração consiste no mecanismo primário de regulação da temperatura da folha, dissipando parte da energia proveniente da radiação solar (HOPKINS, 1999).

A taxa de transpiração foliar (*E*) avaliada por Pompeu et al. (2010), revela um incremento relacionado às doses de nitrogênio com valores estimados em 3,24 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 5,55 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, mediante às doses de 0 e 1200 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de nitrogênio, que alcançou valor máximo de 6,01 $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose equivalente a 852,5 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo estes valores próximos aos encontrados no presente trabalho (figura 6).

Tal aumento na transpiração foliar até sua maximização, ocorreu possivelmente em função da maior atividade enzimática, que eleva a taxa de absorção de água pelas raízes (YIN et al., 2009) e de abertura dos estômatos e, conseqüentemente, resulta no aumento da taxa fotossintética, com resposta positiva sobre a produção de biomassa foliar (POMPEU et al., 2010; LOPES et al., 2011b).

Os valores de eficiência no uso da água (*WUE*) encontrados neste trabalho foram superiores ($P < 0,05$) para o capim Tifton 85, que aos 22 dias de rebrota obteve valor médio de 5,452 e aos 29 dias de rebrota foi de 5,411 (figura 8). Ressalta-se que, a relação existente entre a fotossíntese e a transpiração representam a eficiência do uso da água (*WUE*) e expressam quantitativamente o comportamento momentâneo das trocas gasosas na folha. Em estudo realizado por Pompeu et al. (2010) foram estimados valores para a referida relação de 5,20 e 6,31 nas doses 0 e 1.200 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente. Estes valores aliados ao incremento da taxa fotossintética e quando comparada à transpiração foliar com a elevação das doses de nitrogênio, demonstram um uso mais eficiente da água em pastos adubados com nitrogênio.

Como consequência, tais relações proporcionam melhor desenvolvimento da planta, com sistema radicular mais consolidado (LOPES et al., 2011) e desta forma, responde de forma mais eficiente aos fatores do meio (adubação, radiação, temperatura e umidade do ar).

A eficiência intrínseca no uso da água (WUE_i), dada pela relação fotossíntese e condutância estomática neste trabalho (figura 8) apresentou valores superiores ($P < 0,05$) para o capim Tifton aos 22 e 29 dias de rebrota (135,717 e 104,642, respectivamente). Pompeu et al. (2010) encontraram valores de WUE_i , em torno de 96,10 e 56,98 para esta relação sob doses de 0 e 1.200 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Assim, a eficiência de carboxilação é a relação existente entre fotossíntese e concentração interna de CO₂. Esta medida expressa a capacidade de fixação de CO₂, por meio da quantidade de CO₂ que entrou por difusão pela quantidade que foi fixada.

Portanto, acerca das variáveis anteriormente descritas destaca-se ainda, que a melhor relação entre absorção de CO₂ e a perda de água é alcançada quando há elevado número de estômatos parcialmente fechados, com a relação WUE , atingindo valores mais altos e relação WUE_i chegando a valores mais baixos (LARCHER, 2006).

3.5 Conclusões

Os capins Tifton 85 e Vaqueiro durante todo o período de rebrota apresentam matéria seca semelhantes, porém, quanto ao valor nutricional, o capim Vaqueiro demonstra melhor valor nutricional até os 29 dias de rebrota.

O capim Tifton 85, apesar do alto teor de FDN, possui uma digestibilidade adequada durante os 43 dias de rebrota, de modo a constatar que tal fibra é digestível.

O capim Vaqueiro apresenta maior condutância estomática e concentração interna de CO₂ aos 22 e 29 dias, enquanto que, o capim Tifton 85 demonstra maior eficiência no uso da água e eficiência intrínseca no uso da água aos 22 e 29 dias de rebrota, sendo mais eficiente e com menor perda de água na fixação de CO₂.

Temperaturas noturnas abaixo dos 15°C (temperatura basal) influenciam negativamente na produção de matéria seca dos capins Tifton 85 e Vaquero.

3.5 Referências Bibliográficas

ANDRADE, A.S.; DRUMOND, L. C. D.; APPELT, M. F.; et al.. Crescimento e composição bromatológica de Tifton 85 e Vaquero em pastagens fertirrigadas. **Global Science Technology**, Rio Verde, v.05, n.02, p.56-68, 2012.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Virginia: Arlington, p. 1117, 1990.
- BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M. Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop Science**. v. 33, p. 644-645, 1993.
- CASTAGNARA, D. D.; AMES, J. P.; NERES, M. A. et al. Use of conditions in the production of Tifton 85 grass hay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.10, p.2083-2090, 2011.
- CAVIGLIONE, João Henrique ; KIIHL, Laura Regina Bernardes ; CARAMORI, Paulo Henrique ; OLIVEIRA, Dalziza. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD
- CEDEÑO, J. A. G.; ROCHA, G. P.; PINTO, J. C.; et al. Efeito da idade de corta na performance de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V.27, n.2, p.462-470, 2003.
- CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S.; MAROCO, J.; et al.. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, v. 89, n. 6, p. 907-916, 2002.
- CORNIC, G. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture – not by affecting ATP synthesis. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v.5, p.187-188, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro, p.353, 2013.
- EVANGELISTA, A. R.; PINTO, J. C. **Potencial do gênero *Cynodon* para a produção de ruminantes: realidades e perspectivas**. In: REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P.; MELO, G. M. P.; BERNARDES, T. F. (Ed.) **VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES**, 2005, Jaboticabal: FUNEP. p. 257-280, 2005.
- GOMIDE, C.A.M. **Morfogênese e análise de crescimento de quatro cultivares de *Panicum maximum* cultivadas em vaso**. Viçosa-MG: UFV, 1997. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- GOMIDE, C.A.M., PACIULLO, D.S.C., GRASSELLI, L.C.P. et al. Efeito da adubação sobre a morfogênese de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ., p.486-488, 1998.
- GOMIDE, J.A., NOLLER, C.H., MOTT, G.D. et al. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by age and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, v.61, n.1, p.120-123, 1969.

- GOMIDE, J.A.; IVAN, J.W.; BRAS, S.P. et al. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagens de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1194-1199, 2001.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; MARTINEZ, C.A. et al. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do capim-mobaça (*Panicum maximum*, Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2165-2175, 2002.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; et al. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p. 804-813, 2003.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; CECATO, U.; et al. Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 1163-1174, 2002.
- HILL, G. M.; GATES, R. N.; WEST, J. W.; et al. Tifton 85 bermudagrass utilization in beef dairy, and hay production. In: Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero *Cynodon*. Juiz de Fora: Embrapa Cnppl; p.139-50, 1996.
- HILL, G.M.; GATES, R.N.; WEST, J.W. et al. Tifton-85 bermuda grass utilization in beef, dairy, and hay production. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, p.140-150, 1996.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds, **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p. 1791-1794, 1999.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. 2. Ed. New York: John Wiley & Sons. p.512, 1999.
- KUWAHARA, F. A.; SOUZA, G. M. Fósforo como possível mitigador dos efeitos da deficiência hídrica sobre o crescimento e as trocas gasosas de *Brachiaria brizantha* cv. MG- 5 Vitória. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 261-267, 2009.
- LAMBERS, L.; CHAPAIN III, F. S.; PONS, T. L. **Plant Physiological Ecology**. Berlin: Springer, 1998.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Editora RiMa, 550p., 2006.
- LAZZARINI, I. ; DETEMANN, E.; SAMPAIO, C. B.; et al.. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 3, p. 635-647, 2009.

- LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F. et al. Biomass componentes in Massai grass during establishment and regrowth under five nitrogen fertilization levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1629-1637, 2011a.
- LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F. et al. Componentes estruturais do resíduo pós-corte em capim-massai adubado com cinco doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 518-525, 2011.
- LOPES, M. N.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D. et al. Gas exchange in massai grass under five nitrogen fertilization levels during establishment and regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1862-1869, 2011b.
- NORTON, B. W. The Significance of Tannins in Tropical Animal Production. In: Tannins in livestock and human nutrition, Australia. **Proceedings...** Adelaide: ACIAR, p.75, 2000.
- NORTON, B.W. Differences in plant species in forage quality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURE, 1981. St. Lucia. **Proceedings...** Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 89-110, 1982.
- OLIVEIRA, E. R.; MONÇÃO, F. P.; GOÉS, R. H. T. B.; et al. Digestibilidade in vitro de gramíneas *Cynodon* spp avaliadas em quatro idades de rebrota. **Revista Agrarian**, Dourados, v.7, n.23, p.147-156, 2014.
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; et.al. Rendimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000.
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G; et.al. Produção e valor nutritivo do capim-coastcross sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.694-703, 2011.
- PACIOLLO, S. C. P., GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S, et al. Composição Química e Digestibilidade *In Vitro* de Lâminas Foliares e Colmos de Gramíneas Forrageiras, em Função do Nível de Inserção no Perfilho, da Idade e da Estação de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.964-974, 2001.
- PAN, Y.; HON, J.; JENKINS, J. et al. Importance of foliar nitrogen concentration to predict forest productivity in the Mid-Atlantic **Regional Forest Science**, v. 50, n. 3, p. 279-289, 2004.
- PINHEIRO, V.D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia –

- Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N. et al. Características morfofisiológicas do capim Aruana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, 2010.
- POMPEU, R.C.F.F., M.J.D. CÂNDIDO, J.N.M. NEIVA, M.C.P. et al.. Componentes da biomassa pré-pastejo e pós-pastejo de capim Tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.383-393, 2008.
- RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; FILHO, S. C. V., et al. Caracterização das Frações que Constituem as Proteínas e os Carboidratos, e Respectivas Taxas de Digestão, do Feno de Capim-Tifton 85 de Diferentes Idades de Rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.589-595, 2001.
- RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A.; et al. Produção de massa seca e composição de cinco cultivares de *Cynodon*. **Acta Science Animal Science**. Maringá, v. 28, n. 3, p. 251-258, 2006.
- RODRIGUES, R.C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos químicos, físicos e bromatológicos**. Documentos, EMBRAPA: clima temperado, p. 177, 2010.
- SANTOS, N.L. et al. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins Tifton 85, tanzânia e marandu no período de verão no sudoeste baiano. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, p.911-922, 2008.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, p.235, 2006.
- SLATYER, R.O. **Plant-water relationships**. New York: Academic Press, 1967. 366p.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for *in vitro* digestion of forages crops. **Journal of the British Grassland Society**, Aberystwyth, v. 18, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, p.476, 1994.
- VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.
- YIN, C.; PANG, X.; CHEN, K. The effects of water, nutrient availability and their interaction on the growth, morphology and physiology of two poplar species. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, n. 1, p. 196-203, 2009.

CAPÍTULO 4

4 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS, ÍNDICE SPAD E ATIVIDADE ENZIMÁTICA DO CAPIM TIFTON 85 (*Cynodon spp.*) E CAPIM VAQUERO (*Cynodon dactylon*) EM FUNÇÃO DA IDADE DE REBROTA

RESUMO

O estudo teve por objetivo avaliar as características estruturais, índice SPAD, atividade enzimática e condutividade elétrica durante o crescimento dos capins Vaquero e Tifton 85 em área de produção de feno entre os meses de agosto a outubro de 2014. O delineamento experimental para o crescimento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com dois tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram as forragens capim (Tifton 85 e Vaquero) e os tempos foram os dias de rebrota (15, 22, 29, 36 e 43 dias). Para as características estruturais foram avaliadas altura de planta, diâmetro de colmo, número de folhas verdes e número de folhas mortas. O teor indireto de clorofila e a condutividade elétrica foram avaliados semanalmente. A atividade enzimática foi verificada a partir da análise de atividade de peroxidase (POX), atividade de catalase (CAT), teor de proteínas totais e de carboidratos insolúveis. O capim Tifton 85 apresentou maior ($P<0,05$) altura de planta aos 15, 22 e 36 dias de rebrota, com valores médios de 16,3; 18,8 e 25,1 cm, respectivamente. Para o índice SPAD, o capim Tifton 85 foi superior ao capim Vaquero para todos os tempos avaliados, bem como, apresentou menor condutividade elétrica. Durante os 15, 29 e 36 dias de rebrota, o capim Tifton 85 expressou valores superiores de carboidratos solúveis em relação ao capim Vaquero e a altura recomendada para corte do capim Tifton 85 e do capim Vaquero situa-se entre 30 e 25 cm, respectivamente. O capim Tifton 85 manifestou maior índice SPAD e demonstrou possuir melhor característica fotossintética, devido a maior concentração de clorofilas, além do menor valor de condutividade elétrica. O capim Tifton 85 manifestou maior atividade de catalase (CAT), resultando em maior estresse às baixas temperaturas, registradas durante o período noturno. Os teores de peroxidase (POX) foram crescentes, e apresentaram pico de lignificação e atividade de catalase (CAT) aos 29 dias de rebrota para o capim Tifton 85. O capim Vaquero evidenciou maior resistência ao estresse pelo frio, porém, sofreu estresse com o aumento da atividade de catalase (CAT) causado pela herbivoria da cigarrinha-da-pastagem.

Palavras-chave: condutividade elétrica, enzimas, forragens, teor de clorofila.

CHAPTER 4

4 STRUCTURAL CHARACTERISTICS, SPAD INDEX AND ENZYME ACTIVITY OF TIFTON 85 GRASS (*Cynodon spp.*) AND VAQUERO GRASS (*Cynodon dactylon*) FOR EACH AGE OF REGROWTH

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the structural characteristics, SPAD index, enzymatic activity and electrical conductivity during the growth of Vaquero and Tifton 85 hay grasses in production area between the months of August to October 2014. The experimental design was for growth in randomized blocks with split plot with two treatments and five replications. The treatments were the grass forage (Tifton 85 and Vaquero) and the times were the days of age (15, 22, 29, 36 and 43 days). For structural characteristics were evaluated the plant height, stem diameter, number of green leaves and the number of dead leaves. Indirect chlorophyll content and the electrical conductivity were evaluated weekly. The enzyme activity was observed from the peroxidase activity analysis (POX), catalase activity (CAT), total protein content and insoluble carbohydrates. Tifton 85 grass showed higher ($P < 0.05$) plant height at 15, 22 and 36 days of regrowth, with average values of 16.3; 18.8 and 25.1 cm, respectively. For the SPAD index, the Tifton 85 grass was higher than Vaquero grass for all time periods and showed lower electrical conductivity. During 15, 29 and 36 days of age, Tifton 85 express higher amounts of soluble carbohydrates than Vaquero grass and the recommended height for cutting Tifton 85 grass and Vaquero grass is between 30 and 25 cm, respectively. Tifton 85 grass showed higher SPAD index and has demonstrated better photosynthetic characteristics due to higher concentration of chlorophyll, in addition to lower electrical conductivity. Tifton 85 grass showed higher catalase activity (CAT), resulting in greater stress at low temperatures that happened during the night. Peroxidase levels (POX) were growing, and showed lignification peak and catalase activity (CAT) at 29 days of age for Tifton 85 grass. Vaquero grass showed greater resistance to cold stress, however, suffered with stress because of the increased catalase activity (CAT) caused by leafhopper-of-grazing herbivory.

Keywords: electrical conductivity, enzymes, feed, chlorophyll content.

4.1 Introdução

As pesquisas voltadas para plantas forrageiras tropicais no Brasil é de fundamental importância, em virtude da pecuária nacional se destacar como uma das principais atividades econômicas do país. Os grandes avanços na produção dos pastos no país ocorreram nos últimos 30 anos, em especial o aumento nas áreas de pastagens cultivadas, a redução nas áreas de pastagens nativas, os avanços no conhecimento relativo aos processos de melhoramento de plantas forrageiras e a introdução de novas cultivares.

Apesar de todos esses avanços, a baixa produção e a redução na qualidade da forragem apresentadas pelas espécies tropicais, durante a época seca do ano, tornou-se um dos fatores responsáveis pelos baixos índices de produtividade de leite e carne em quase todo o território nacional.

Neste contexto, a introdução de espécies forrageiras mais adaptadas, de alta potencialidade de produção e com adequado valor nutritivo tem contribuído para a expansão e aceitação na utilização de forragem conservada na forma de feno, de modo a buscar novas opções de uso, mediante a maior produtividade e melhor qualidade da forragem nos períodos críticos do ano, além do maior aproveitamento de diferentes tipos de solos. Dentre estas espécies, destacam-se as do gênero *Cynodon*, por possuírem elevado valor nutritivo, alta produção e serem de fácil manejo.

Além da necessidade de conhecer a capacidade produtiva e a qualidade destas forrageiras, existem relativamente poucos trabalhos que relatam o comportamento das plantas forrageiras do gênero *Cynodon* no campo, em situações intensivas no Brasil, principalmente para novas cultivares.

Para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, esta depende da contínua emissão de folhas e perfilhos, importante para a restauração da área foliar após o corte ou pastejo, de maneira a garantir a perenidade dessas plantas. Além disso, uma maior proporção de lâminas foliares em relação a colmos proporciona maior qualidade de forragem. Desta forma, utilizar alturas de corte promove um nível de área foliar remanescente e mantém o vigor de rebrota elevado.

Assim, a altura do corte favorece a manutenção de um índice de área foliar apropriado para ocorrer adequada interceptação de energia luminosa, propiciando o crescimento inicial das plantas, bem como, o manejo adequado é fundamental para melhorar a recuperação e produção das plantas forrageiras. Além disso, cortes com intervalos prolongados resultam em maior produção de massa seca, porém, tem o decréscimo acentuado sobre alguns nutrientes como a proteína bruta e os carboidratos solúveis. Por isso, a produção e a concentração de

carboidratos solúveis nos tecidos e órgãos das plantas são dependentes de muitos fatores, tais como às condições de ambiente, estado nutricional e estágio fisiológico da planta.

Neste sentido, os açúcares são mais utilizados para a produção e sobrevivência de novos tecidos, em períodos quando a utilização de carboidratos pela planta excede sua capacidade de suprimento fotossintética. A atividade fotossintética e o estado nutricional das plantas estão diretamente associados a clorofila, pigmento que reflete a cor verde nos vegetais. A determinação indireta do teor de clorofila é realizada empregando-se o SPAD para avaliar o nível nutricional das plantas, além de permitir a sincronização da aplicação do nitrogênio com a época de demanda do nutriente pela planta.

Os organismos fotossintetizantes precisaram desenvolver sistemas de defesa contra a toxicidade ao oxigênio e, ao mesmo tempo, utilizá-lo como fonte de energia para reações e transformações metabólicas, pois, a concentração de oxigênio (O_2) na atmosfera terrestre primitiva era muito baixa, sendo assim, as primeiras formas de vida que surgiram foram organismos anaeróbios. Assim, o oxigênio que apareceu na atmosfera da Terra principalmente como um produto da fotossíntese, apresenta vantagens e desvantagens para os organismos aeróbicos.

Normalmente, em torno de 95 a 98% do oxigênio absorvido pelos organismos aeróbicos é reduzido, formando-se água na cadeia respiratória e 2 a 5% do O_2 é reduzido univalentemente (processo em que uma molécula recebe apenas um elétron), produzindo intermediários altamente reativos, denominados Espécies Reativas de Oxigênio (EROs), que algumas vezes constituem os radicais livres.

A formação de radicais livres pelo organismo em condições normais é inevitável, pois, são necessários no processo de respiração. O efeito prejudicial dos radicais livres ocorre quando estes estão em quantidade excessiva no organismo, ultrapassando a capacidade do organismo de neutralizá-los com os seus sistemas naturais. Neste caso, quando as plantas sofrem algum estresse, abiótico ou biótico, os principais pontos de produção das EROs são os cloroplastos e as mitocôndrias, por serem organelas com alta atividade de oxidação metabólica ou com intenso fluxo de elétrons. Nos cloroplastos, a formação de EROs está relacionada com eventos da fotossíntese.

Porém, quando esses fatores conduzem a um desvio das condições fisiológicas ótimas eles são chamados de fatores de estresse. As plantas reagem às mudanças destes fatores e estas reações são utilizadas para medir a força do estresse. Diante disso, como as plantas são organismos incorporados ao solo, estão expostas às condições ambientais, sofrem

constantemente as ações de diferentes estresses que alteram o seu metabolismo, crescimento e produtividade.

Diferentes situações levam à formação de EROs e para as forrageiras destacam-se estresse osmótico, senescência, estresse por baixas temperaturas, déficit hídrico, exposição à radiação ultravioleta e ataque de insetos herbívoros. Extremos de temperatura são considerados um dos principais estresses ambientais. Entretanto, cada planta pode responder de forma diferenciada as variações de temperatura, pois, uma determinada condição ambiental que é desfavorável para uma planta, pode não o ser para outra (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Por outro lado, o estresse por frio em regiões tropicais é diferente do que em regiões temperadas. Nesta o resfriamento ocorre de forma progressiva e nas regiões tropicais o resfriamento pode acontecer de forma abrupta após um dia quente (25 a 35°C) e ensolarado. Portanto, cada espécie possui uma temperatura ideal de crescimento, na qual, a sua distribuição geográfica é baseada na temperatura onde a planta é capaz de sobreviver (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Dentre as EROs, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) torna-se o mais importante na produção vegetal, em especial às forrageiras, pois, além de atuar como importante substrato das peroxidases, ativa o processo de lignificação, com formação de precursores de polímeros de lignina, via atividade da peroxidase (POX). Existe uma variedade de enzimas oxidativas com função de decompor estas espécies reativas de oxigênio. O superóxido dismutase, juntamente com outras duas enzimas, a catalase e glutathione peroxidase são as principais defesas antioxidantes que atuam nos organismos superiores.

Desta forma, os antioxidantes são quaisquer substâncias que, quando presentes em pequenas concentrações, comparadas com aqueles substratos oxidáveis, significativamente retardam ou inibem a oxidação deste substrato e podem agir em diferentes níveis da sequência oxidativa.

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar as características estruturais, o índice SPAD, a atividade enzimática e a condutividade elétrica durante o crescimento dos capins Vaquero e Tifton 85 em área de produção de feno entre os meses de agosto a outubro de 2014.

4.2 Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural destinada à produção de forragem conservada, com área total de produção de feno de 20 hectares, localizada no município de Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná (figura 1), sob as coordenadas

geográficas de latitude 24°32'49,7"S, longitude 54°01'46,4"O e altitude de 392 m, durante o período de 25 de agosto a 14 de outubro de 2014.

De acordo com a classificação climática proposta por Köppen, o clima da região caracteriza-se como Cfa - Clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, contudo, sem estação seca definida. A precipitação pluvial anual, para a região varia de 1.800 a 2.000 mm, com temperatura média entre 21 a 22°C (CAVIGLIONE et al, 2000).

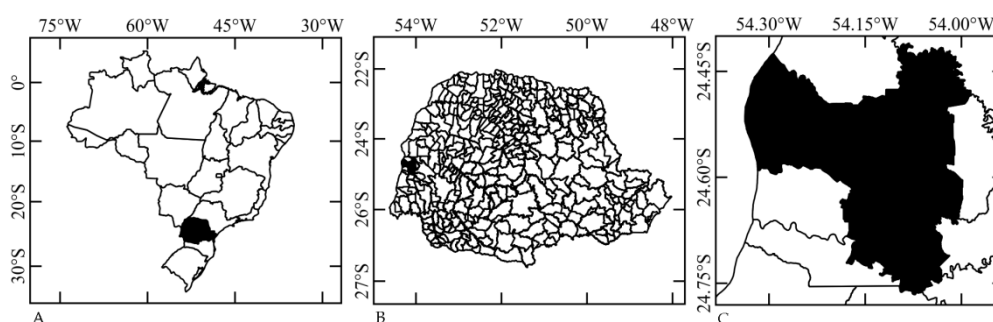


Figura. 1. A- Localização do estado do Paraná; B e C – localização do município de Marechal Cândido Rondon – PR.

De acordo com a Embrapa (2013), o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférrico de textura muito argilosa e possui como características químicas pH em água = 5,5; P (Mehlich) = 24,45 mg dm⁻³; K (Mehlich) = 0,91 cmolc dm⁻³; Ca²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) = 6,29 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) = 2,1 cmolc dm⁻³; Al³⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) = 0,0 cmolc dm⁻³; H⁺ Al (Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹) = 3,59 cmolc dm⁻³; SB = 9,3 cmolc dm⁻³; CTC = 12,89 cmolc dm⁻³; V = 72,15%; Matéria Orgânica (Método Boyocus) = 23,24 g dm⁻³; Cu = 20,05 mg dm⁻³; Zn = 9,4 mg dm⁻³; Mn = 158,0 mg dm⁻³ e Fe = 30,7 mg dm⁻³.

As áreas de capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e capim Vaquero (*Cynodon dactylon*) foram implantadas a aproximadamente três anos, com destinação exclusiva à produção de forragem conservada na forma de feno, sendo manejadas com adubação de digestato, proveniente da produção de suínos, com tratamento da biomassa residual em biodigestor de modelo canadense.

No dia 25 de agosto de 2014 realizou-se um corte de uniformização a 5 cm do solo, e a partir do 15º dia de rebrota, as forragens foram submetidas às avaliações quanto a produção de matéria seca, trocas gasosas e valor nutricional.

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Marechal Candido Rondon, com valores médios mensais referentes à precipitação e temperatura (mínima, média e máxima) durante o crescimento do capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e capim Vaquero (*Cynodon dactylon*) (figura 2). Ressalta-se que, as informações climáticas obtidas foram observadas quanto aos aspectos favoráveis ao crescimento das forrageiras durante os 43 dias de rebrota.

Ao final do período de rebrota (dos 36 aos 43 dias) observou-se que a área de capim Vaquero foi infestada por cigarrinha-da-pastagem (*Notozulia entreriana*), comum em pastagens de *Cynodon* na região oeste do Paraná.

O delineamento experimental para o crescimento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com dois tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram as forragens capim (Tifton 85 e Vaquero) e os tempos foram os dias de rebrota (15, 22, 29, 36 e 43 dias).

As características estruturais avaliadas para as forrageiras foram altura de planta, diâmetro de colmo, número de folhas verdes e número de folhas mortas. A determinação destas variáveis foi realizada em amostras com dez plantas forrageiras escolhidas de forma aleatória, dentro da área útil de cada parcela experimental. A determinação da altura da planta foi mensurada com o auxílio de uma régua graduada, sendo considerado a distância entre o nível do solo à curvatura da última folha do perfilho, expressa em centímetros.

Para a obtenção do diâmetro de colmo foi utilizado um paquímetro digital com a medida realizada antes do primeiro nó, sendo expressa em milímetros. A contagem do número de folhas verdes e folhas mortas por perfilho foram determinadas em dez perfilhos, distribuídos nas parcelas experimentais.

O Índice SPAD foi mensurado semanalmente para a determinação dos teores indiretos de clorofila, sendo escolhidas de forma aleatória dez folhas por parcela experimental, completamente expandidas com as mensurações realizadas na lâmina foliar, entre as 09h00 e 11h30. O equipamento utilizando foi um Clorofilômetro Konica Minolta SPAD - 502 Plus - CHLOROPHYL METER (mg m^{-2}).

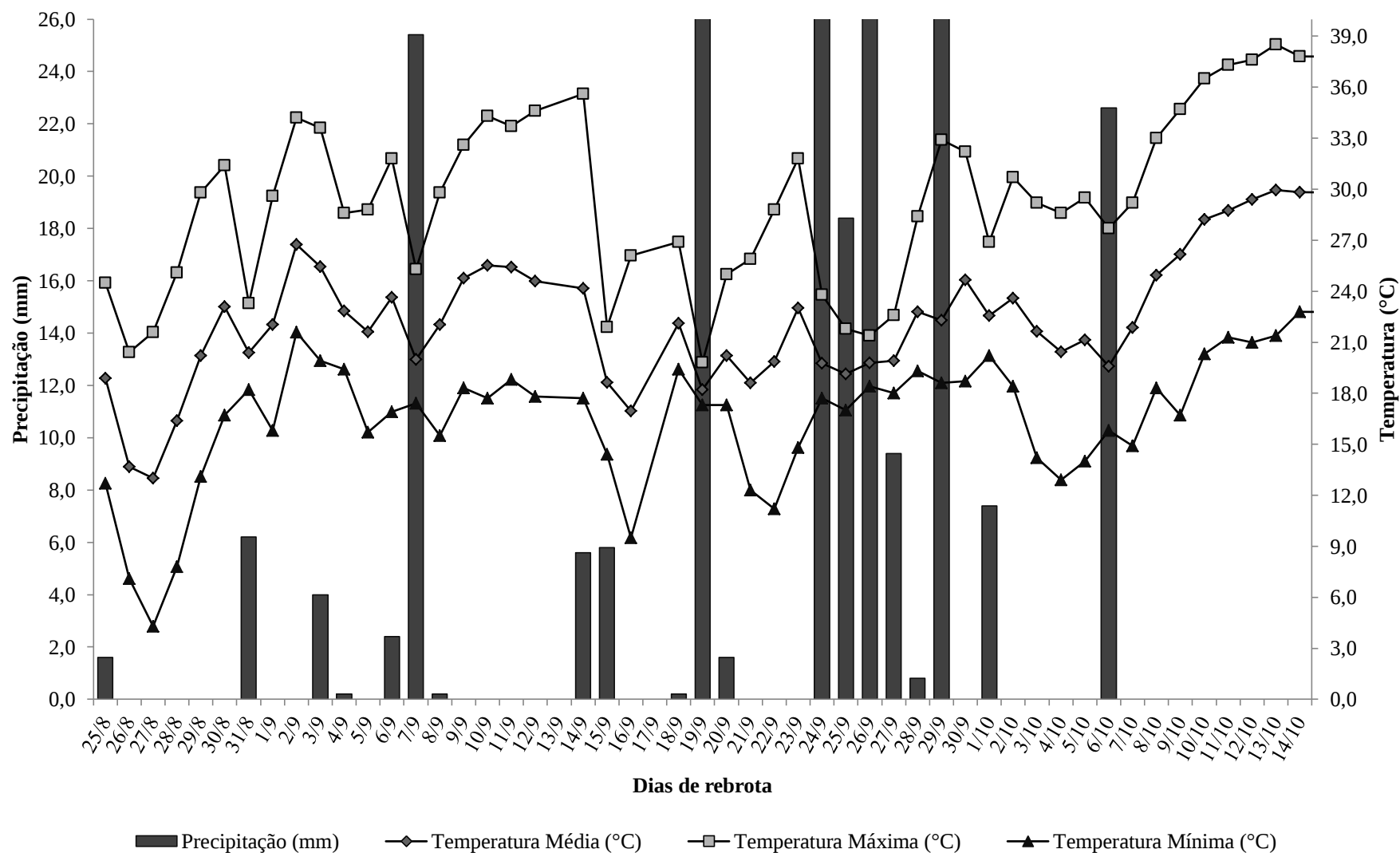


Figura. 2. Dados climáticos referentes ao período de crescimento do capim Tifton 85 e capim Vaquero.

Fonte: Estação Meteorológica do Núcleo de Estações Experimentais da UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, 25 de agosto a 14 de outubro de 2014.

A determinação da condutividade elétrica (CE) foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Kraus et al. (1997), com a utilização de um condutivímetro modelo TEC-4 MP ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$). O método foi realizado com base na mensuração indireta da quantidade de líquido liberado pelo rompimento de células, resultando na avaliação dos eletrólitos dispersos na solução, provenientes do conteúdo celular extravasado. Foram utilizadas 25 g de amostra homogeneizada durante um minuto com 300 mL de água deionizada. Após a mistura, esta foi filtrada em papel filtro e na solução foi realizada a leitura das quantidades de eletrólitos livres com o auxílio do condutivímetro.

Para a caracterização dos teores de proteínas totais, proteínas solúveis, carboidratos solúveis, e atividade de peroxidase e catalase foram coletadas semanalmente dez lâminas foliares de cada tratamento experimental e imediatamente armazenadas em papel alumínio e acondicionadas em caixa térmica, contendo gelo com a finalidade de paralisar a atividade enzimática. Em laboratório, as amostras de folhas de capim Tifton 85 e capim Vaquero foram homogeneizadas em 4 mL da solução de tampão fosfato de sódio 0,01 M (pH 6,0) (tampão de extração) em almofariz de porcelana previamente resfriado e acrescentado 0,04 g de polivinil pirrolidona durante a maceração. O homogeneizado foi centrifugado a 20.000 *g* durante 20 min. O sobrenadante obtido, considerado como a fração contendo as proteínas solúveis, foi armazenado a 4°C para posteriores análises bioquímicas (LUSSO & PASCHOLATI, 1999).

A atividade de peroxidases (POX) foi determinada a 30°C através do método espectrofotométrico direto (HAMMERSCHMIDT et al., 1982). A mistura da solução consistiu de 2,9 mL do substrato para enzima (306 μL de peróxido de hidrogênio p.a., 12,5 mL de guaiacol 2% alcoólico e 87,5 mL de tampão fosfato 0,01M (pH 6,0)) e 0,1 mL de preparação enzimática. A cubeta de referência continha 3 mL do substrato para enzima. A reação foi seguida em espectrofotômetro a 470 nm pelo período de 2 minutos, com as medidas de densidade óptica tomadas a cada 15 segundos, iniciando-se logo após a adição da preparação enzimática ao substrato. A atividade foi determinada pela variação ocorrida entre os valores extremos situados na faixa de incremento linear, expressa em variação (Δ = delta) de unidade de absorbância (abs). $\text{min}^{-1} \text{mg proteína}^{-1}$.

A atividade de β -1,3-glucanases (carboidratos solúveis) foi obtida pela quantificação colorimétrica de açúcares redutores liberados a partir da laminarina, conforme a metodologia de Vogelsang & Barz (1993). Para tanto, 150 μL do extrato enzimático foram adicionados a 150 μL de laminarina (2 mg mL^{-1}) em tampão fosfato de sódio 0,01 M (pH 6,0). Como controle, utilizou-se a mesma reação onde a laminarina foi adicionada imediatamente antes da

determinação de açúcares (sem incubação). A reação foi conduzida a 40°C durante 60 minutos, em banho-maria.

Após o período de incubação, os açúcares redutores formados foram quantificados pelo método de Lever (1972), sendo retirada uma alíquota de 50 µL dos tubos incubados e adicionado 1,5 mL de solução de hidrazida do ácido *p*-hidroxibenzóico (PAHBAH) 0,5% em NaOH 0,5 M. A mistura foi mantida a 100°C por 10 minutos e resfriada em banho de gelo. A leitura das absorbâncias foi realizada a 410 nm, em espectrofotômetro, descontando-se os valores de absorbância do branco. A quantidade de açúcares foi determinada utilizando-se curva-padrão de 30 concentrações de glicose. Os valores foram expressos em equivalente mg de glicose h⁻¹ mg proteína⁻¹.

A atividade da catalase (CAT) foi determinada pelo consumo de H₂O₂ monitorado por espectrofotometria a 240 nm, considerando o coeficiente de extinção molar do H₂O₂ de 43,6 M⁻¹cm⁻¹ (PATTERSON et al., 1984). Realizou-se a leitura em 240 nm imediatamente após a adição do extrato e novamente após 2 minutos de reação.

Os teores de proteínas totais foram obtidos pelo método de Bradford (1976), consistindo de 600 µL de tampão fosfato 0,01 M (pH 6,0), 200 µL de preparação enzimática e 200 µL de reagente de Bradford (250 mg de corante Coomassie Brilliant Blue G-250, 125 mL etanol; 125 mL de ácido fosfórico (H₃PO₄) e 250 mL de água destilada). Após adicionar o reagente sob agitação e incubar as amostras por 5 minutos foi efetuada leitura em espectrofotômetro a 595 nm. Cada amostra foi formada por três réplicas. A cubeta de referência consistiu de 800 µL de tampão fosfato 0,01 M (pH 6,0) e 200 µL de reagente. A absorbância foi plotada em curva padrão para proteína ($y = 0,0299x + 0,0596$, onde y é a absorbância a 595 nm e x a concentração de proteína (µg)).

Os dados referentes à comparação entre as espécies forrageiras foram submetidos à análise de variância e quando significativos, os valores médios foram comparados entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A comparação das forrageiras nos tempos avaliados foi realizada pela análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SISVAR.

4.3 Resultados

4.3.1 Altura da planta e teor relativo de clorofila do capim Tifton 85 e capim Vaquero

A altura do capim Tifton 85 e do capim Vaquero sofreu interferência dos dias de rebrota tendo crescimento linear positivo ($P < 0,05$). Aos 15 dias de rebrota o capim Tifton 85

apresentava 16,3 cm e o capim Vaquero 12,4 cm de altura, e com o passar das semanas apresentaram alturas de 26,5 e 23,8 cm, respectivamente, aos 43 dias de rebrota (figura 3).

A variável altura da planta foi superior ($P<0,05$) para o capim Tifton 85 aos 15, 22 e 36 dias de rebrota, com alturas médias de 16,3; 18,8 e 25,1 cm, respectivamente. O 29º e 43º dias não influenciaram as alturas entre as espécies forrageiras (figura 3).

As forragens analisadas exibiram comportamento quadrático para a variável teor indireto de clorofila (figura 3), tendo sua redução com o decorrer dos dias de rebrota.

O teor de clorofila apresentou superioridade ($P<0,05$) para todos os dias de rebrota avaliados (figura 3), com médias para o capim Tifton 85 aos 15 ($27,37 \text{ g kg}^{-1}$), 22 ($28,96 \text{ g kg}^{-1}$), 29 ($28,37 \text{ g kg}^{-1}$), 36 ($25,73 \text{ g kg}^{-1}$) e 43 dias de rebrota ($24,76 \text{ g kg}^{-1}$).

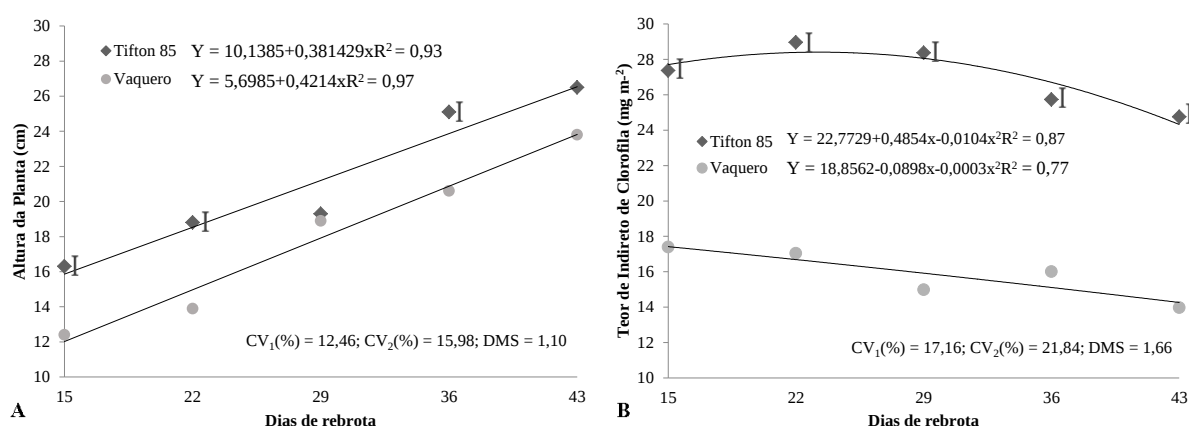


Figura. 3. A – Altura da planta; B – Índice SPAD – Teor indireto de clorofila, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

4.3.2 Características estruturais do capim Tifton 85 e do capim Vaquero

As características estruturais do capim Tifton 85 e do capim Vaquero teve interferência dos dias de rebrota. O diâmetro de colmo destas forrageiras apresentaram comportamento quadrático ($P<0,05$), com decréscimo ao final do período de avaliação (figura 4).

Para as características de folhas verde e folhas mortas (figura 4), ambas as forrageiras demonstraram comportamento quadrático ($P<0,05$) em função dos dias de rebrota.

O diâmetro de colmo apresentou diferença ($P<0,05$) para o capim Tifton 85 aos 15 dias de rebrota teve diâmetro médio de 1,802 cm; 22 dias de rebrota com 2,203 cm; 36 dias de

rebrotar com 2,533 cm e 43 dias de rebrotar com 1,473 cm. O 29° foi análogo entre as forragens (figura 4).

Para a variável folhas mortas aos 15, 29, 36 e 43 dias de rebrotar, não houve diferença significativa entre as forragens ($P < 0,05$). Porém, no 22° dia de rebrotar, o capim Tifton 85 apresentou média superior ao Vaquero com 3,1 un. (figura 4). O capim Vaquero apresentou aos 15 dias de rebrotar predomínio ao capim Tifton 85 ($P < 0,05$) quando analisado o número de folhas verdes com média de 7,6 un. (figura 4). Os demais dias de rebrotar não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

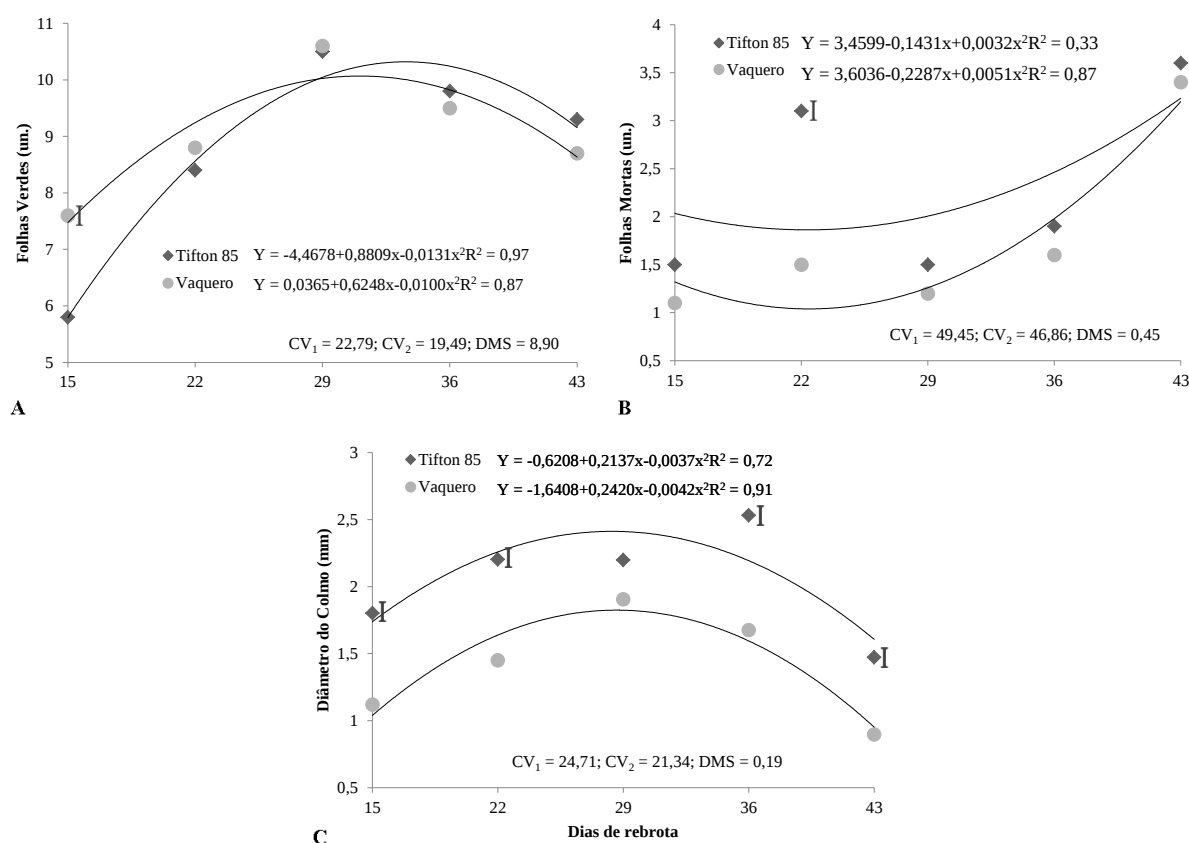


Figura. 4. A – Número de folhas verdes; B – número de folhas mortas; C - diâmetro de colmo, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrotar.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

4.3.3 Condutividade elétrica do capim Tifton 85 e capim Vaquero

O capim Tifton 85 não apresentou variações na condutividade elétrica em relação aos dias de rebrotar. Entretanto, o capim Vaquero sofreu influência do tempo ($P < 0,05$) apresentando teor superior aos 22 dias de rebrotar ($54,47 \mu S \text{ cm}^{-1}$) (tabela 1).

Tabela 1. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) do capim Tifton 85 e capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

Tempo (dias)	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)			
	Tifton 85		Vaquero	
22	21,51	Ab	54,47	Aa
36	22,94	Ab	45,94	ABa
43	24,72	Ab	42,10	Ba
CV ₁ = 26,95				
CV ₂ = 23,91				
DMS = 5,55				

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna e minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

Quando observadas as forrageiras durante os dias de rebrota, verifica-se que, o capim Vaquero apresentou melhores resultados, em relação ao capim Tifton 85 nos três tempos avaliados (tabela 1). Os valores encontrados para condutividade elétrica para o capim Vaquero foram de $54,47 \mu\text{S cm}^{-1}$ aos 22 dias de rebrota, $45,94 \mu\text{S cm}^{-1}$ aos 36 dias de rebrota e $42,10 \mu\text{S cm}^{-1}$ aos 43 dias de rebrota.

4.3.4 Teor de proteínas totais e carboidratos solúveis do capim Tifton 85 e capim Vaquero

Os teores de proteína total decaíram com o passar dos dias de rebrota das forragens avaliadas (figura 5). O capim Tifton 85 e o capim Vaquero apresentaram comportamento quadrático.

O capim Vaquero apresentou aos 15 e 29 dias de rebrota superioridade ao capim Tifton 85 ($P < 0,05$) no teor de proteínas totais com valores médios de 0,07 e 0,08 μg , respectivamente (figura 5). Nos demais dias não houve diferença entre os valores encontrados.

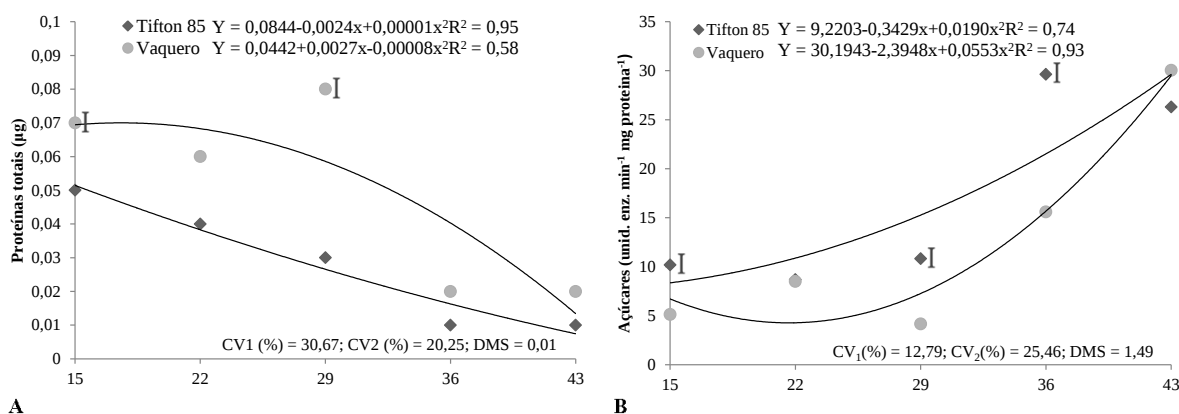


Figura. 5. A – Teor de proteínas solúveis; B – teor de carboidratos solúveis, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

Para a variável carboidratos solúveis ou açúcares solúveis houve interferência dos dias de rebrota com aumento na proporção para as duas forrageiras avaliadas (figura 5).

Aos dias 15, 29 e 36 dias de rebrota, o capim Tifton 85 apresentou valores maiores ($P < 0,05$) aos encontrados para o capim Vaquero com médias de 10,19; 10,82 e 29,63 unid. enz. $\text{min}^{-1} \text{mg proteína}^{-1}$, respectivamente. Nos demais dias de rebrota, as forrageiras tiveram valores similares (figura 5).

4.3.5 Atividade de enzimas Peroxidase e Catalase do capim Tifton 85 e capim Vaquero

Os capins Tifton 85 e Vaquero tiveram as atividades das enzimas peroxidase e catalase influenciadas pelos dias de rebrota (figura 6). Ambas forrageiras apresentaram comportamento quadrático ascendente para a atividade de peroxidase (figura 6), com níveis máximos de atividade enzimática aos 43 dias de rebrota.

A peroxidase foi superior ($P < 0,05$) no capim Tifton 85 aos 15, 29 e 36 dias de rebrota com valores médios de atividade enzimática de 0,066; 0,074 e 0,106 var. abs $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ proteína, respectivamente. Aos 22 e 43 dias de rebrota os valores encontrados para as forrageiras foram equivalentes (figura 6).

A atividade de catalase demonstrou comportamento quadrático para as forrageiras, sendo superior ($P < 0,05$) aos 15, 29, 36 e 43 dias de rebrota para o capim Tifton em relação ao capim Vaquero. Somente no 22º dia que os valores de atividade de catalase foram semelhantes para as forrageiras situando-se em valores médios de 45,54 para o capim Tifton 85 e 40,34 mg açúcares redutores $\text{h}_1 \text{mg}^{-1} \text{prot}^{-1}$ para o capim Vaquero (figura 6).

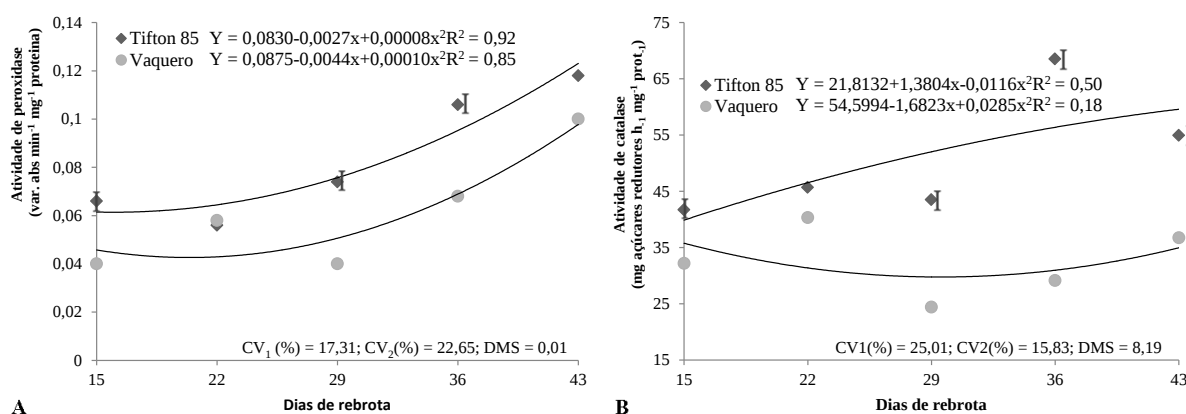


Figura. 6. A – teor de peroxidase; B – teor de catalase, do capim Tifton 85 e do capim Vaquero em função dos dias de rebrota.

I diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

4.4 Discussão

A altura do capim Tifton 85 e do capim Vaquero sofreu interferência dos dias de rebrota tendo crescimento linear positivo ($P < 0,05$). O capim Tifton 85 teve altura de 16,3 cm, enquanto que, o capim Vaquero obteve 12,4 cm aos 15 dias de rebrota, havendo uma crescente nesta variável (figura 3) que atingiu altura máxima aos 43 dias de rebrota com 26,3 e 23,8 cm, respectivamente.

Andrade et al. (2012), ao estudar o capim Tifton 85 e capim Vaquero verificaram que, a altura de corte ideal para estas forragens devem ocorrer aos 25,4 e 23,7 cm, respectivamente, justamente por apresentarem a máxima relação lâmina foliar/colmo. Da Silva et al. (2008) recomendam que, a entrada dos animais no piquete deve ocorrer aos 25 cm e saída com 10 a 15 cm de altura das forrageiras. Pereira et al. (2011) concluíram que, na condição de desfolha intermitente, o Tifton 85 deve ser colhido com altura inferior a 30 cm, sendo estes resultados condizentes com os encontrados no presente trabalho.

Com o decorrer do crescimento das forrageiras, aumento da altura e maturidade das plantas, ocorre também queda na taxa assimilatória líquida de carbono, devido ao aumento da idade média das folhas, que aliado ao sombreamento mútuo das folhas na planta reduz sua eficiência fotossintética (OLIVEIRA et al., 2000). Desta forma, recomenda-se que, para cada espécie forrageira seja determinada uma altura ideal de corte, antes que ocorra acentuado processo de alongamento de colmos e redução da taxa assimilatória líquida de carbono. Este momento ocorre quando o relvado está interceptando em torno de 95 % da luz incidente (SILVA et al., 2008; EUCLIDES et al., 2010).

Para a variável Índice SPAD (figura 3), o teor indireto de clorofila foi superior no capim Tifton 85 em todos os tempos analisados (dias de rebrota), demonstrando maior valor aos 22 dias de rebrota com $28,96 \text{ mg m}^{-2}$, com queda acentuada a partir dos 29 dias de rebrota, encerrando o período de pesquisa com $24,76 \text{ mg m}^{-2}$ (43º dia).

Lopes et al. (2011b) avaliaram o índice relativo de clorofila em *P. maximum* x *P. infestum* cv. Massai adubado com nitrogênio, obtendo valores estimados de 17,6 a 25,4 unidades SPAD para as doses de N de 0,0 e 600 mg dm^{-3} de solo, respectivamente. Esta variável teve um incremento de 44,4% na dose de N de 600 mg dm^{-3} em relação à ausência de adubação nitrogenada. Conforme Costa et al. (2008), ao avaliarem doses de $300 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ observaram que, proporcionou maiores teores de clorofila na folha para todos os anos do estudo, com valores de 44,23; 45,03 e 46,14 unidades SPAD para os pastos supridos com $300 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ nos anos de 2004, 2005 e 2006, respectivamente.

Uma importante atuação do nitrogênio na planta está relacionada à síntese de clorofilas. De acordo com Taiz & Zeiger (2009), as clorofilas são pigmentos responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, estando estreitamente relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, consequentemente, ao seu crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes.

A determinação indireta do teor de clorofila na folha é realizada com o auxílio do clorofilômetro, ferramenta relevante na quantificação de nitrogênio (MENGEL & KIRKBY, 2001). Estudos têm revelado a influência positiva da adubação nitrogenada sobre o índice relativo de clorofila nas forrageiras (ABREU & MONTEIRO, 1999; MATTOS & MONTEIRO, 2003; LAVRES JÚNIOR & MONTEIRO, 2006; COSTA et al., 2008; LOPES et al., 2011b).

O diâmetro de colmo para ambas forrageiras tiveram redução ao final dos dias de rebrota. O capim Tifton 85 apresentou maior diâmetro aos 29 dias de rebrota com 2,53 mm e o capim Vaquero aos 22 dias de rebrota foi de 1,90 mm (figura 4). Neres et al. (2012) avaliaram o capim Tifton 85 e Piatã em três idades diferentes de corte e obtiveram diâmetro de colmo de 3,250; 4,083 e 5,887 mm, respectivamente, e para o capim Tifton e capim Tifton adubado com nitrogênio foi encontrado valores médios de diâmetro de colmo de 6,667 e 6,375; 6,917 e 7,417 e de 7,863 e 8,553, respectivamente.

Silva et al. (2011), ao cultivar os capins Tifton 85, Buffel, Uroclora, Tanzânia e *Brachiaria* encontraram diâmetro de colmo com valores médios de 4,23; 3,30; 4,56; 8,60 e 3,86 aos 30 dias de rebrota, respectivamente. Para Fagundes et al. (2006), a fração colmo é importante para o crescimento das forrageiras tropicais, tendo relação com a altura do dossel forrageiro, que pode interferir na estrutura do dossel e nos processos de competição por luz.

Quando avaliado o número de folhas verdes, o capim Vaquero apresentou aos 15 dias de rebrota superioridade ao capim Tifton 85, com 7,6 un. (figura 4). Os demais dias de rebrota as forragens apresentaram número semelhante de folhas verdes. Pereira et al. (2011), ao estudarem o capim Tifton 85 sob doses de N e alturas de corte, encontraram até 9 folhas vivas por perfilho, e Silveira et al. (2010) observaram 5,8 folhas por perfilho para o capim Piatã.

Para as características de folhas mortas as forragens obtiveram números semelhantes aos 15, 29, 36 e 43 dias de rebrota, sendo o capim Tifton com produção superior aos 22 dias de rebrota (3,1 un.) em relação ao capim Vaquero (figura 4).

Conforme Euclides et al. (1999), dentre as principais características estruturais do dossel forrageiro que condicionam o comportamento ingestivo e o desempenho dos ruminantes em pastejo, tem a proporção de folhas na forragem produzida e a relação folha/colmo (GONTIJO NETO et al., 2006), pois, estas estão correlacionadas com o valor nutritivo da forragem produzida.

De acordo com Van Soest (1994), quanto maior a relação folha/colmo, maior o valor nutritivo da forragem, na qual, as folhas são a fração da planta forrageira com maior digestibilidade, por serem mais ricas em proteína bruta e com menor teor de fibra. Mickenhagen (1996) afirma que, os melhores fenos de gramíneas (*Cynodon* spp.) são obtidos dos cultivares que têm mais folhas que colmos, como Tifton-85, Florakirk, "Coastcross" e Florona.

A condutividade elétrica verificada no capim Tifton 85 apresentou variações significativas no decorrer dos dias de rebrota. Em contrapartida, o capim Vaquero, sofreu influência do tempo ($P < 0,05$) apresentando teor superior aos 22 dias de rebrota ($54,47 \mu\text{S cm}^{-1}$) com posterior queda no decorrer dos dias de rebrota (tabela 1).

Quando comparados os teores de condutividade elétrica entre as forrageiras estudadas, percebe-se que, o capim Vaquero foi superior em relação ao capim Tifton 85 em todos os dias de rebrota, com valores médios de $54,47 \mu\text{S cm}^{-1}$ aos 22 dias de rebrota, $45,94 \mu\text{S cm}^{-1}$ aos 36 dias de rebrota e $42,10 \mu\text{S cm}^{-1}$ aos 43 dias de rebrota (tabela 1).

Os valores encontrados no presente estudo são inferiores aos valores obtidos por Mari (2003), contudo, evidencia-se que as folhas dos capins Tifton 85 e Vaquero estavam inteiras e não picadas, logo, a porcentagem de injúria causada ao tecido e extravasamento do conteúdo celular é mais baixa.

De acordo com Kraus et al. (1997), a mensuração da condutividade elétrica do material em análise, expressa em $\mu\text{S cm}^{-1}$, avalia a intensidade da ruptura celular da forragem submetida ao corte e o consequente extravasamento de íons para a solução. Os cortes realizados em estações do ano distintas (verão e inverno) demonstram que, o maior teor de MS está associado a maior condutividade elétrica (BALSALOBRE et al., 2001; CASTRO, et al., 2001). Tal fato está de acordo com os valores encontrados no presente trabalho (tabela 1) para o capim Tifton 85 durante os 43 dias de rebrota.

Os teores de proteína total decaíram com o passar dos dias de rebrota das forragens avaliadas (figura 5). O capim Vaquero apresentou aos 15 e 29 dias de rebrota superioridade ao capim Tifton 85, com valores médios de 0,07 e 0,08 μg , respectivamente. De acordo com Kerbauy (2004), a queda no teor de proteínas totais está relacionada ao aumento da atividade

de enzimas proteolíticas, que quebram as proteínas de reservas das plantas e reduzem a síntese de proteínas, uma vez que, a deficiência afeta todo seu processo bioquímico.

Por outro lado, os teores de aminoácidos solúveis totais tiveram um aumento. Verifica-se que, os açúcares solúveis tiveram interferência dos dias de rebrota com aumento constante no decorrer do crescimento das forrageiras (figura 5). Tal fato justifica-se pelo aumento da atividade da enzima protease, que quebram as proteínas de reservas com o aumento do tempo de estresse, e assim eleva o teor de carboidratos solúveis totais das mesmas, no intuito de se ajustar osmoticamente ao meio estressante (KERBAUY, 2004).

O capim Tifton apresentou maiores teores de carboidratos solúveis aos 15, 29 e 36 dias de rebrota, com médias de 10,19; 10,82 e 29,63 unid. enz. min⁻¹ mg proteína⁻¹, respectivamente (figura 5). A produção e a concentração de carboidratos solúveis nos tecidos e órgãos das plantas depende de muitos fatores, que podem estar ligados às condições ambientais, ao estado nutricional e ao estágio fisiológico da planta (REIS et al., 1985; GEORGE et al., 1989; SOARES FILHO, 1991; HUMPHREYS, 1991).

Frequentemente os carboidratos não estruturais (CNE) mais encontrados são a glicose e frutose (monossacarídeos), a sacarose e maltose (dissacarídeos) e o amido e frutoseana (polissacarídeos) (SMITH, 1972). Estes açúcares possuem grande importância no metabolismo dos vegetais, pois, participam ativamente de vias metabólicas como metabólitos intermediários (STRYER, 1975).

Os CNE são considerados os mais importantes componentes de reserva de gramíneas forrageiras. Porém, encontram-se em equilíbrio com a reserva de compostos nitrogenados (N) solúveis (SMITH, 1973). Provavelmente, esses açúcares podem ser mais rapidamente utilizados para a produção de novos tecidos vegetais quando o suprimento de N é adequado (PEDREIRA, 1995).

De acordo com Pascholati & Leite (1995), a enzima peroxidase está diretamente ligada à lignificação dos tecidos, a qual polimeriza lignina a partir da oxidação de hidroxilas de grupos fenólicos. Os mesmos autores argumentam que a lignificação e seus precursores tóxicos exercem papel importante na relação de resistência em plantas. Tal fato está de acordo com os valores encontrados para atividade de peroxidase. Os capins Tifton 85 e Vaquero tiveram as atividades das enzimas peroxidase influenciadas pelos dias de rebrota mediante ao seu crescimento (figura 6).

Com o desenvolvimento das plantas ocorre um aumento natural no teor de lignina. A peroxidase é uma enzima presente em tecidos de animais, plantas e microrganismos, que cataliza a oxidoredução entre H₂O₂ e vários redutores, participando de uma grande variedade

de processos fisiológicos nas plantas, tais como, lignificação, formação e reticulação de componentes da parede celular, senescência, proteção contra ataque de insetos e estressores abióticos.

Neste estudo, observou-se que a peroxidase foi superior ($P < 0,05$) no capim Tifton 85 aos 15, 29 e 36 dias de (figura 6), mas, ambas as forragens apresentaram níveis crescentes de peroxidase com o passar dos dias de rebrota.

Para a catalase, o comportamento quadrático foi crescente para as forragens avaliadas, sendo superior ($P < 0,05$) aos 15, 29, 36 e 43 dias de rebrota para o capim Tifton em relação ao capim Vaquero. Somente no 22º dia, que os valores de atividade de catalase foram semelhantes para as forrageiras, porém, a partir dos 29 dias de rebrota, observou-se uma tendência ao aumento na atividade de catalase para o capim Vaquero (figura 6).

Alguns autores relatam que alterações nos níveis destas enzimas oxidativas nas plantas têm sido relacionadas à primeira resposta da planta ao ataque de insetos herbívoros (GOLAN et al., 2013; RANI & PRATYUSHA, 2013; SIGH et al., 2013). Tal fato corrobora com o encontrado no experimento, onde na última semana de análise, a área de capim Vaquero foi infestada por cigarrinha-da-pastagem (*Notozulia entreriana*), que se alimenta do xilema das plantas hospedeiras e injetam compostos tóxicos através da saliva.

Lohman (2010), em estudo realizado no município de Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, com capins do gênero *Cynodon* concluiu que, a maior incidência de *Notozulia entreriana* ocorre nos períodos de temperaturas mais elevadas e com maior índice pluviométrico, estando de acordo com o aparecimento da cigarrinha na área experimental e das características ambientais observadas (figura 2).

O capim Tifton 85 apresentou valores superiores aos encontrados no capim Vaquero, entretanto, foram menos distantes entre si e com tendência à estabilidade da atividade de catalase (figura 6). Pode-se justificar tal comportamento, em virtude do capim Vaquero ser mais resistente às baixas temperaturas e sofrer um menor estresse durante às baixas temperaturas noturnas, registradas nas primeiras semanas de estudo (figura 2). Com o passar dos dias de rebrota, as temperaturas mínimas noturnas registradas foram maiores, havendo a estabilização da atividade de catalase (CAT).

O tempo de exposição ao estresse, que o vegetal está disposto, bem como, a intensidade e o “histórico” de estresse vivido pela planta são fatores importantes ao se avaliar os efeitos causados sobre o metabolismo e produtividade vegetal (LARCHER, 2000).

O estresse pelo frio, entre outros, pode promover um aumento na produção de EROs, resultando numa situação de estresse oxidativo. As EROs, por sua vez, podem atuar como

indutores de mecanismos de tolerância ao estresse e como agentes causadores de injúrias e morte celular (PRASAD et al., 1994; NOGUEIRA, 2011; TAYLOR et al., 2005; RHOADS et al., 2006; PASTORE et al., 2007).

Estresses representam um dos principais fatores limitantes para a produtividade agrícola. Como as plantas são organismos incorporados ao solo, estão expostas as condições ambientais, e sofrem constantemente as ações de diferentes estresses que alteram o seu metabolismo, crescimento e produtividade (DAT et al., 2000; KEEGSTRA & THOMASHOW, 2002; VRANOVÁ et al., 2002; HOEBERICHTS & WOLTERING, 2003; NOGUEIRA, 2004).

4.5 Conclusões

A altura recomendada para corte do capim Tifton 85 e do capim Vaquero situa-se entre 25 a 30 cm e 20 a 25 cm, respectivamente.

O capim Tifton 85 possui melhor característica fotossintética, devido a maior concentração de clorofilas, além de maior atividade de catalase (CAT), decorrente do estresse causado pelas baixas temperaturas noturnas.

O capim Vaquero apresenta maior ruptura tecidual e extravasamento de líquido celular com os cortes realizados, bem como, maior resistência ao frio, apesar da atividade de catalase (CAT) aumentar mediante ao estresse.

Os teores de proteína total, carboidratos solúveis e atividade de catalase (CAT) dos capins Tifton 85 e Vaquero são influenciados pelos fatores bióticos e abióticos.

Os capins Tifton 85 e Vaquero apresentam elevados valores nutricionais e boa digestibilidade até os 43 dias de rebrota.

4.5 Referências Bibliográficas

- ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim-Marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. **Boletim de Indústria Animal**, v. 56, p. 37-146, 1999.
- ANDRADE, A.S.; DRUMOND, L. C. D.; APPELT, M. F.; et al. Crescimento e composição bromatológica de Tifton 85 e Vaquero em pastagens fertirrigadas. **Global Science Technology**, Rio Verde, v.05, n.02, p.56-68, 2012.
- BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: MATTOS, W.R.S; FARIA, V.P.; DA

- SILVA, S.C. et al. (Ed). **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, p. 890-911, 2001.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v. 72, p. 248-254, 1976.
- CASTRO, F.G.F; NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.M.C. et al. Parâmetros físico-químicos da silagem de Tifton 85 (*Cynodon* sp.) sob efeito de pré emurchecimento e de inoculante bacteriano-enzimático. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ: p.270-272, 2001.
- CAVIGLIONE, João Henrique ; KIIHL, Laura Regina Bernardes ; CARAMORI, Paulo Henrique ; OLIVEIRA, Dalziza. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD
- COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. et al. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. II – nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1601-1607, 2008.
- DA SILVA, S. C. Uso da interceptação de luz como critério de manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 8., Lavras, 2011. **Anais...** Lavras: UFLA, p.79-98, 2011.
- DAT, J.; VANDENABEELE, S.; VRANOVA, E.; et al. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 57, p. 779–795, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro, p.353, 2013.
- EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; et al. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.151-168, 2010.
- EUCLIDES, V.P.B., THIAGO, L.R.L.S., MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 28: 1177-1185, 1999.
- FAGUNDES, J.L., FONSECA, D.M., MISTURA, C., et al.. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35: 21-29, 2006.

- GEORGE, J.R.; OBERMANN, D.J.; WOLF, D.D. Seasonal trends for nonstructural carbohydrates in stem bases of defoliated switchgrass. **Crop Science**, v.29, p.1282-1287, 1989.
- GOLAN, K.; RUBINOWSKA, K.; GÓRSKA-DRABIK, E. Physiological and biochemical responses of fern *Nephrolepis biserrata* (SW.) Schott. to *Coccus hesperidum* L. infestation. **Acta Biologica Cracoviensia**, v. 55, p. 93-98, 2013.
- GONTIJO NETO, M.M., EUCLIDES, V.P.B., NASCIMENTO JÚNIOR, D., et al., Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim Tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, p.60-66, 2006.
- HAMMERSCHMIDT, T. R.; NUCLES, E. M.; KUC, J. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. *Physiological Plant Pathology*, v. 20, p. 73-82, 1982.
- HOEBERICHTS, F.A.; WOLTERING, E.J. Multiple mediators of plant programmed cell death: interplay of conserved cell death mechanisms and plant-specific regulators. **BioEssays**, v. 25, p. 47–57, 2003.
- HUMPHREYS, L.R. Effects of defoliation on the growth of tropical pastures. In: HUMPHREYS, L.R. (Ed.) **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, cap.4, p.46-65, 1991.
- KEEGSTRA, K.; THOMASHOW, M. Adapting physiology and metabolism to changes in the environment. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, p. 191–192, 2002.
- KERBAUY, G. B. (Org.). **Fisiologia Vegetal**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro - RJ, 2004, 452p.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 1ªed. GUANABARA KOOGAN: Rio de Janeiro. 472p., 2004.
- KRAUS, T. J.; KOEGEL, R. G.; STRAUB, R. J.; et al. Leaflet conductivity as index for quantifying level of forage conditioning. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING. Minneapolis, 1997. Proceedings... Minneapolis: ASAE, 1997.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Editora RiMa, 529 p., 2000.
- LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim marandu em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 829-837, 2006.
- LEVER, M. A new reaction for colorimetric determination of carbohydrates. *Analytical Biochemistry*, v. 47, p. 273-279. 1972.

- LOHMANN, T.R.; PIETROWSKI, V.; BRESSAN, D. Population dynamics of spittlebugs in the Western Region of Paraná State. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1291-1298, 2010.
- LOPES, M. N.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D. et al. Gas exchange in massai grass under five nitrogen fertilization levels during establishment and regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1862-1869, 2011b.
- LUSSO, M. F. G.; PASCHOLATI, S. F. Activity and isoenzymatic pattern of soluble peroxidases in maize tissues after mechanical injury or fungal inoculation. *Summa Phytopathologica*, v. 25. p. 244-249, 1999.
- MARI, L.J. **Intervalo entre Cortes em capim Marandu (*Brachiária brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): Produção, Valor Nutritivo e Perdas Associadas à Fermentação da Silagem**. Piracicaba, 2003. 138p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2003.
- MATTOS, W. T.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição de capim-braquiária em função de doses de nitrogênio e enxofre. **Boletim de Indústria Animal**, v. 60, p. 1-10, 2003.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers, 849p., 2001.
- MICKENHAGEN, R. **Elementos sobre pastagens das gramíneas Tifton 68 e Tifton 85**. Araçatuba, SP: Fazenda Progresso, 27p., 1996.
- NERES, M.A.; CASTAGNARA, D.D.; SILVA, F.B., Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, v.42, n.5, 2012.
- NOGUEIRA, F.T.S. **Identificação e caracterização de genes expressos em resposta ao estresse por baixas temperaturas em cana-de-açúcar**. Campinas, 2004. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- NOGUEIRA, F.T.S.; SASSAKI, F.T.; MAIA, I.G. *Arabidopsis thaliana* uncoupling proteins (AtUCPs): insights into gene expression during development and stress response and epigenetic regulation. **Journal Bioenerg. Biomembr.**, v. 43, p. 71–79, 2011.
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; et.al. Rendimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000.

- PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: Bergamin Filho A, Kimati H, Amorin L (Eds.) **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo SP.Agronômica Ceres. vol. 1, p. 417-453, 1995.
- PASTORE D.; TRONO D.; LAUS M.N.; et al. Possible plant mitochondria involvement in cell adaptation to drought stress. A case study: *durum wheat* mitochondria. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 2, p. 195-210, 2007.
- PATTERSON, B. D.; Mac RAE, E. A.; FERGUSON, I. B. Estimation of hydrogen peroxide in plant extracts using titanium (IV). *Analytical Biochemistry*, v. 139, p. 487-494, 1984.
- PEDREIRA, C.G.S. **Plant and animal responses on grazed pastures of ‘Florakirk’ and ‘Tifton-85’ bermudagrasses**. Gainesville, Thesis (Ph.D.) – University of Florida, 153p., 1995.
- PEREIRA, O. G.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K. J.; et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1870-1878, 2011.
- PRASAD, T. K.; ANDERSON, M. D.; MARTIN, B. A.; et al. Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide. **The Plant Cell**, v. 6, p. 65-74,1994.
- RANI, P. U.; PRATYUSHA, S. Defensive role of *Gossypium hirsutum* L. anti-oxidative enzymes and phenolic acids in response to *Spodoptera litura* F. feeding. **Journal of Asia Pacific Entomology**, v. 16, p. 131-136, 2013.
- REIS, R.A.; GARCIA, J.A.; GOMIDE, J.A.; et al. Efeito dos regimes de corte nos níveis de carboidratos totais nãoestruturais do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.14, p.522-528, 1985.
- RHOADS, D.M.; UMBACH, A.L.; SUBBAIAH, C.C.; et al. Mitochondrial reactive oxygen species. Contribution to oxidative stress and interorganellar signaling. **Plant Physiol.**, v. 141, p. 357–366, 2006.
- SILVA, E.B.; CARNEIRO, M.S.S.; EDVAN, R.L., **Componentes morfológicos e curva de desidratação de gramíneas tropicais**. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.5, n.3, p.43-46, 2011.
- SILVA, S. C.; JÚNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. P. B. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo**. 1. ed. Viçosa: Suprema, 115 p., 2008.
- SILVEIRA, M.C.T. et al. Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivars under free growth. **Scientia Agricola**, v.67, n.2, p.136-142, 2010.

- SINGH, H.; DIXIT, S.; VERMA, P. C.; et al. Differential peroxidase activities in three different crops upon insect feeding. **Plant Signaling & Behavior**, v. 8, e. 25615-1 – e. 25615-7, 2013.
- SMITH, D. Carbohydrate reserves of grasses. In: YOUNGNER, V.B.; McKELL, C.M. (Ed.) **The biology and utilization of grasses**. New York: Academic Press, cap.23, p.318- 331, 1972.
- SMITH, D. The nonstructural carbohydrates. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Ed.) **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, cap.3, p.105-155, 1973.
- SOARES FILHO, C.V. **Variação sazonal de parâmetros bioquímico-fisiológicos em braquiária decumbens estabelecida em pastagem**. Piracicaba, 1991. 110p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1991.
- STRYER, L. **Biochemistry**. Stanford: Stanford University Press, p.881., 1975.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ªed, Editora Artmed, Porto Alegre-RS, 719p., 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ªed, Editora Artmed, Porto Alegre-RS, 848p., 2009.
- TAYLOR, N.L.; HEAZLEWOOD, J.L.; DAY, D.A.; et al. Differential impact of environmental stresses on the Pea mitochondrial proteome. **Molecular & Cellular Proteomics**, v. 4, n. 8, p. 1122-1133, 2005.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, New York: Cornell. 476p., 1994.
- VOGELSANG, R.; BARZ, W. Purification, characterization and differential hormonal regulation of a β -1,3-glucanase and chitinases from chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Planta*, v.189, p.60-69, 1993.
- VRANOVÁ, E.; INZÉ, D.; VAN BREUSEGEM, F. Signal transduction during oxidative stress. **Journal of Experimental Botany**, v.53, n. 372, p. 1227-1236, 2002.

APÊNDICE



Apêndice 1. Caracterização da área de estudo com a implantação das forrageias destinadas a produção de feno.



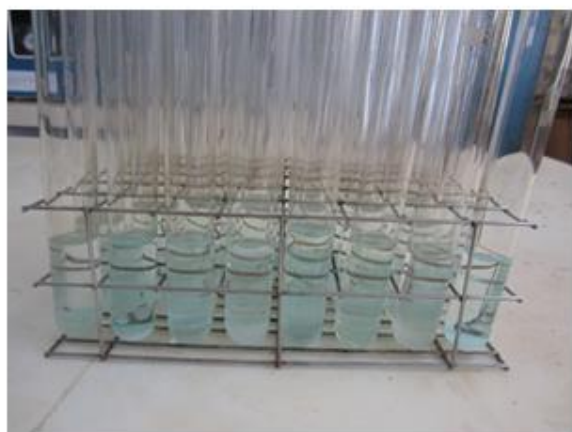
Apêndice 2. Características estruturais do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.



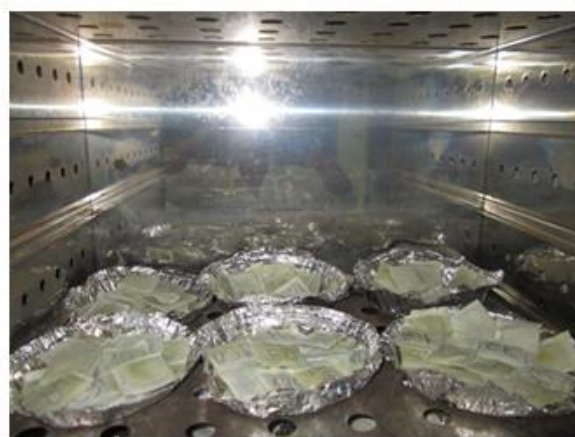
Apêndice 5. Produção de matéria seca do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.



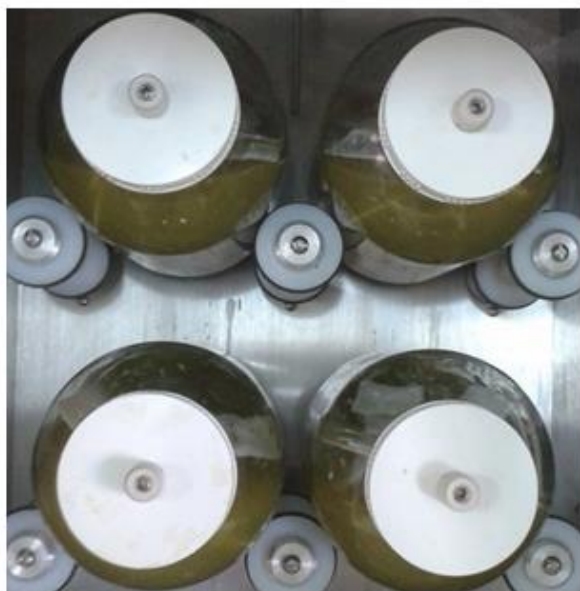
Apêndice 4. Índice SPAD do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.



Apêndice 5. Análise de proteína bruta do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.



Apêndice 6. Análise de Lignina, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína em detergente neutro (PIDN) e proteína em detergente ácido (PIDA) do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.



Apêndice 7. Análise de digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.



Apêndice 8. Análise de trocas gasosas (IRGA), do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.



Apêndice 9. Análise de condutividade elétrica (CE), do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.



Apêndice 10. Análise de proteína total, carboidratos solúveis, atividade de peroxidase (POX) e atividade de catalase (CAT), do capim Tifton 85 e capim Vaquero em área de produção de feno.