



Produção de massa seca e teores de clorofilas no capim tifton 85

Élio BARBIERI JUNIOR^{1*}, Roberto Oscar Pereyra ROSSIELLO², Everaldo ZONTA²,
Carlos Alberto BUCHER³, Roberta Cristiane RIBEIRO¹

¹ Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Sorriso, Mato Grosso, Brasil.

² Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

³ Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

* E-mail: elio.barbieri@srs.ifmt.edu.br

Recebido em maio/2017; Aceito em abril/2018.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o capim Tifton 85, em relação a características produtivas e pelos teores de clorofila obtidos de forma direta e indireta, quando cultivado com nitrogênio na forma mista. Os tratamentos foram compostos de quatro doses de N: zero, 80, 160 e 240 mg kg⁻¹ de solo, de quatro épocas de coleta: 14, 21, 28 e 35 dias após corte (DAC) e quatro repetições. Como fonte de N foi utilizado o nitrato de amônio (NH₄NO₃). Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 x 4. Os parâmetros avaliados foram: produção de massa seca, relação folha-colmo (F:C), teores de clorofila foliar total extraída (CFT) e de leituras obtidas com um medidor eletrônico de clorofila (ICF - Índice de clorofila). O experimento permitiu compreender como se comportou o desenvolvimento do capim Tifton 85 sob nutrição nitrogenada de fonte mista. O capim respondeu aos tratamentos com aumento da produção de massa seca e da relação F:C, elevação da CFT e de ICF. O acompanhamento da variação dos teores de clorofila, de forma não destrutiva, foi viabilizado com o uso do aparelho clorofilômetro, porém, sob altas doses de N foi identificado consumo de luxo.

Palavras-chave: *Cynodon* spp., nutrição nitrogenada, eficiência assimilatória, consumo de luxo.

Dry mass production and chlorophylls in cv. tifton 85 bermuda grass

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate Tifton 85 grass cultivated with nitrogen in the mixed form in relation to the production and chlorophyll content obtained directly and indirectly. The treatments were composed of four doses of N: zero, 80, 160 and 240 mg kg⁻¹ of soil and four sampling dates: 14, 21, 28 and 35 days of regrowth (DAC). Ammonium nitrate (NH₄NO₃) was used as the source of N. A completely randomized experimental design was used in a factorial scheme 4 x 4 x 4. The parameters evaluated were: dry mass production, leaf leaf ratio (F:C), foliar chlorophyll content total (CFT) and readings obtained with an electronic chlorophyll meter (ICF - Chlorophyll index). The experiment allowed to understand how the development of Tifton 85 grass under nitrogen nutrition of mixed source behaved. The grass responded to treatments with increased dry mass production and the F:C ratio, elevated CFT and ICF. The monitoring of the variation of chlorophyll content, in a non-destructive way, was made possible by the use of the chlorophyllometer apparatus, however, under high doses of N, luxury consumption was identified.

Keywords: *Cynodon* spp., nitrogen nutrition, assimilation efficiency, luxury consumption.

1. INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é o macronutriente de maior demanda metabólica pelas plantas, uma vez que é um componente estrutural de proteínas, ácidos nucleicos, clorofilas, coenzimas e numerosas outras moléculas do metabolismo secundário, representando cerca de 2% da massa seca total da planta (MILLER; CRAMER, 2004).

De forma geral, o cátion amônio (NH₄⁺), oriundo da desaminação dos compostos orgânicos em decomposição (amonificação), ou da adição de fertilizantes amoniacais, e o ânion nitrato (NO₃⁻), resultante da oxidação biológica (nitrificação) do amônio, são as formas mais comuns de N-mineral disponíveis aos sistemas radiculares das plantas.

Esse entendimento, propiciou uma extensiva série de estudos visando elucidar os mecanismos de absorção dessas formas minerais, assim como as consequências metabólicas e fisiológicas relacionadas com a sua assimilação. Por força da importância alimentar e econômica das espécies envolvidas,

o foco dessas pesquisas recaiu inicialmente sobre as *Poaceae* produtoras de grão, como milho, arroz, trigo e cevada (BRITTO; KRONZUCKER, 2002; ZHOU et al., 2011; BRITTO; KRONZUCKER, 2013). Posteriormente, aspectos ecofisiológicos e agrônômicos foram incorporados a esses estudos básicos (FERNANDES; ROSSIELLO, 1995; LEMAIRE et al., 2008).

Recentemente, estudos sobre transportadores e sua expressão gênica tem se tornado focos importantes da pesquisa nesta área (MOKHELE et al., 2012). Em relação às plantas forrageiras, um número reduzido de estudos tem sido conduzidos, tanto para as espécies forrageiras de clima temperado como de clima tropical.

O N é considerado o nutriente mais crítico para a produção das pastagens, por ser muito instável no ecossistema solo-planta-animal. Neste sentido, num sistema pastoril típico, o N circula através de diversas vias, tanto biológicas quanto químicas, as quais envolvem ainda

mudanças no estado de oxidação e de fase (sólido-líquido-gás) do elemento, entre os vários compartimentos, ou "pools", pelos quais circula (SILVA et al., 2011, VENDRAMINI et al., 2014).

Os teores de NO_3^- e NH_4^+ no solo, dependem da fonte e quantidade do N adicionado, assim como do balanço entre os processos de amonificação, nitrificação, imobilização e desnitrificação, modulados por flutuações ambientais e pelo sistema de utilização da pastagem. Isto tem conduzido à percepção de que pesquisas que contribuam para uma maior compreensão da bioquímica da absorção e assimilação das formas de N disponíveis às plantas, podem ajudar no desenho de melhores práticas de manejo para ecossistemas naturais ou cultivados (ZHOU, et al., 2011; VENDRAMINI et al., 2014).

Tem sido estimado que, dependendo da fonte de N, menos de 50% do N aplicado sob a forma de fertilizante é utilizado pelas culturas. Como os adubos nitrogenados são insumos de grande peso nos custos da produção agropecuária, a eficiência da sua utilização também está ligada à eficiência com a qual as plantas absorvem as formas de N mineral disponíveis na solução do solo (SCIVITTARO et al., 2010; CAMPANA et al., 2015).

A pesquisa conduzida até o presente, sobre os diversos aspectos da absorção e utilização de N pelas plantas, tem mostrado que além da quantidade suprida, a forma de N disponível às plantas exerce efeitos significativos sobre a fotossíntese e o crescimento vegetal (ZHOU et al., 2011). Também ficou evidente que as preferências entre as formas nítrica ou amoniacal variam entre as espécies vegetais. De fato, a maior parte das espécies vegetais tem apresentado maior crescimento quando cultivadas com ambas as formas conjuntamente (BRITTO; KRONZUCKER, 2013).

O conhecimento das respostas metabólicas a adubação nitrogenada é indispensável para o manejo adequado e uso mais eficiente dessa adubação, minimizando ao mesmo tempo perdas de nutrientes para o sistema, assim como problemas potenciais de toxicidade nas plantas e intoxicação em animais. Dessa forma, há uma vasta agenda de temas, para serem estudados nas espécies forrageiras.

O capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) é uma forrageira considerada exigente em fertilidade e bastante responsiva à adubação nitrogenada. Assim, este trabalho teve como objetivo verificar o comportamento produtivo e metabólico do capim Tifton 85, cultivado com N na forma mista, utilizando como fonte de N o nitrato de amônio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de 09 de abril a 14 de maio de 2010, em casa de vegetação, ambiente semi controlado, localizada nas dependências do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada em Seropédica, na região da baixada fluminense do estado do Rio de Janeiro, situado a uma latitude de 22°45'S, longitude 43°41'W, com uma altitude média de 35 metros acima do nível do mar. O Clima da região é classificado como Aw segundo classificação de Köppen. A região apresenta duas estações definidas, sendo uma delas seca, que compreende o período de abril a setembro e a outra chuvosa e quente, que compreende os meses de outubro a março. A pluviosidade média anual é de 1281,7mm, com temperaturas máximas e mínimas médias anuais variando respectivamente entre 29,8°C e 20,1 °C.

Para obtenção dos propágulos do capim Tifton 85, procedeu-se à colheita de estolões sadios do capim, oriundos de área experimental localizada nas dependências da UFRRJ cultivado em Planossolo Háplico. Os melhores perfilhos, com raízes basais emitidas, foram destacados, lavados e transplantados em bandejas contendo areia lavada e autoclavada como substrato. As bandejas foram alocadas em local com atenuação da luminosidade em torno de 30%, dentro de casa de vegetação, durante duas semanas. Subsequentemente foram submetidos a uma nova seleção visando a máxima uniformização do material clonal utilizado no experimento.

Mudas enraizadas foram transferidas para vasos plásticos com capacidade para 10 Kg de solo. O solo utilizado como substrato foi coletado na mesma área experimental de onde foram obtidos os propágulos, classificado como planossolo háplico. A densidade do solo no vaso foi de 1,16g/cm³.

Previamente à coleta do solo, foi realizada uma amostragem na mesma camada em que o substrato foi coletado (0,0-0,20 m). Os dados analíticos de rotina foram obtidos no laboratório de fertilidade de solos, plantas e resíduos da UFRRJ (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química da camada arável do planossolo háplico utilizado no experimento.

Table 1. Chemical analysis of the in albaqualf under arable layer used in the experiment.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H+Al	V	P (*)	M.O.(**)	pH
(cmol _c /dm ³)				(%)	(mg/dm ³)	(g/kg)	água
							1:2,5
1,8	1,0	0,09	2,1	55	40	1,3	6,2

(Camada arável Prof. 0,0-0,2 m) (*) P disponível (Mehlich-1) (**) C orgânico (Walkey-Black) x 1,72. pH.

Após a coleta, o solo foi seco a sombra e peneirado em malha de 2 mm, sendo em seguida homogeneizado, pesado e colocado nos vasos.

Uma adubação basal com solução de micronutrientes foi realizada previamente ao plantio das mudas em todos os vasos. Em seguida água deionizada foi adicionada até que o solo atingisse a sua capacidade de campo. A perda de umidade dos vasos foi repostada regularmente, sendo mantida durante o período experimental em 70% da capacidade de campo (úmido), estimada através de pesagens diárias.

As mudas (cinco por vaso) foram transplantadas ao final da tarde. Três semanas após o transplante, foi realizado um corte de uniformização, a uma altura de 2-3 cm da base do colmo, sendo a seguir aplicados os tratamentos experimentais.

Os tratamentos foram compostos de quatro doses de N: zero, 80, 160 e 240 mg kg⁻¹ de solo, de quatro épocas de coleta: 14, 21, 28 e 35 DAC e quatro repetições. Como fonte de N foi utilizado Nitrato de Amônio (NH_4NO_3).

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 x 4. Em cada amostragem, foram mensurados os parâmetros de avaliação para produção de massa seca dos componentes da parte aérea (lâminas foliares, bainhas foliares e colmos), quantificação de clorofilas de forma indireta, utilizando-se aparelho clorofilômetro, e por extração direta, utilizando-se como extrator o solvente N, N Dimetilformamida (DMF) espectroscópico, conforme procedimentos metodológicos de

Barbieri Junior et al. (2010) e seguindo as equações descritas abaixo (MORAN, 1982).

$$\begin{aligned} \text{Clor } a &= 12,64 \times (A664) - 2,99 \times (A647); \\ \text{Clor } b &= 23,26 \times (A647) - 5,6 \times (A664); \\ \text{Clor } t(a+b) &= 7,04 \times (A664) + 20,27 \times (A647). \end{aligned}$$

Para os procedimentos de determinação de clorofilas, adotou-se como padrão de avaliação a segunda folha totalmente expandida (do topo para a base do perfilho), exposta à radiação solar. Em cada lâmina foliar, foram realizadas três leituras com o clorofilômetro ClorofiLOG modelo CFL 1030, sempre no terço médio de cada lâmina foliar. Esse procedimento foi repetido em todas as cinco folhas retiradas de cada vaso.

Após as leituras com o clorofilômetro, retirou-se imediatamente dois discos foliares (28,3mm² cada disco), totalizando uma amostra com 283mm² de tecido verde/10 discos/5 folhas. Esse material foi imediatamente transferido a frascos de vidro âmbar contendo DMF, procedendo-se à determinação espectrofotométrica, após 48 horas de extração, das clorofilas *a*; *b* e total (*a+b*). As absorbâncias dos extratos foram analisadas em Espectrofotômetro UV-Visível marca Biospectro modelo SP 220, nos comprimentos de onda indicados no trabalho original (MORAN, 1982).

A análise dos dados primários foi guiada inicialmente pela análise de variância, a qual separou efeitos devidos a tratamentos, conforme os procedimentos do programa SAS versão 9.0. As médias foram discriminadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Para o caso dos tratamentos de caráter quantitativo procedeu-se à análise de regressão, com seleção dos modelos mais apropriados para cada parâmetro em análise.

3. RESULTADOS

A análise de variância para os valores relativos à massa seca de plantas mostrou que houve efeitos significativos da dose e DAC, assim como para a interação dose x DAC (<0,0001). Nos resultados envolvendo a massa seca total o melhor ajuste observado foi o exponencial. O efeito da interação entre doses de N e DAC é apresentado na Figura 1.

O maior contraste em termos de produção de massa seca correspondeu à dose de 160mg kg solo⁻¹ em relação ao controle, aos 35DAC, da ordem de 190% (p<0,05) (31,94 vs. 11,09 g vaso⁻¹, respectivamente). De forma geral, é possível evidenciar, o efeito depressivo de um excesso de adubação nitrogenada sobre os processos responsáveis pelo acúmulo de massa. Uma focalização mais precisa disso, pode ser observada na Figura 2, na qual se mostra o desdobramento do padrão quadrático de resposta à adubação nitrogenada, durante os 28 e 35 DAC.

Na Figura 3, são apresentados os valores de relação folha/colmo (F:C) para cada dose de N nas quatro épocas avaliadas. Em relação à alocação da massa seca da parte aérea, expressa pela relação folha:colmo, observaram-se efeitos interativos entre dose de aplicação e DAC (Figura 3), a relação F:C apresentou queda gradual entre 14 e 35 DAC, justificando o efeito significativo para DAC (Figura 4).

Para os teores de clorofila total (CFT) (extração direta), a análise de variância detectou efeitos significativos para dose de N (p<0,0001) e para a interação dose x DAC (p=0,0256). No gráfico abaixo (Figura 5 A), as curvas conectando os pontos foram geradas pelo procedimento de análise gráfico

“cubic spline”. Barra vertical indica o desvio padrão da média.

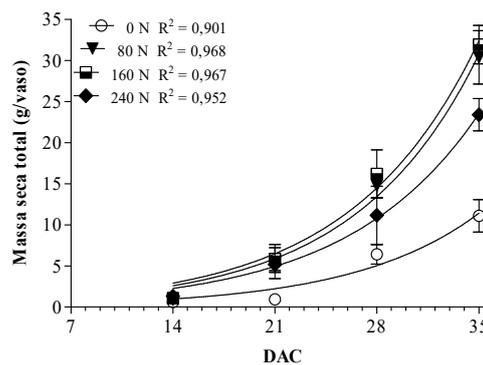


Figura 1. Variação temporal da massa seca total produzida pelo capim Tifton 85 cultivado em casa de vegetação, em resposta a quatro doses de nitro de amônio.

Figure 1. Temporal variation of the total dry mass produced by bermudagrass cv. Tifton 85 grown in greenhouse, in response to four doses of ammonium nitrate.

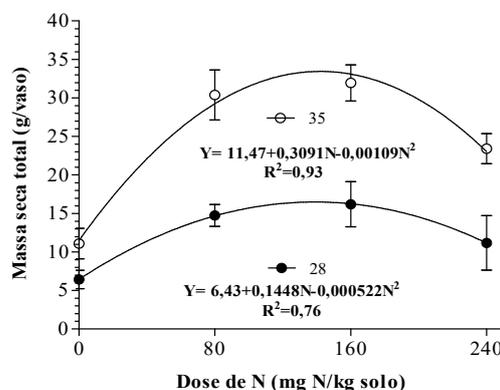


Figura 2. Produção de massa seca total, aos 28 e 35 dias de rebrota pelo capim Tifton 85 cultivado em casa de vegetação, em resposta a quatro doses de nitro de amônio. Barra vertical indica erro padrão. n= 4 repetições por ponto.

Figure 2. Production of total dry mass at 28 and 35 days of regrowth by bermudagrass cv. Tifton 85 grown in greenhouse, in response to four doses of ammonium nitrate. Vertical bar indicates standard error. n= 4 reps per point.

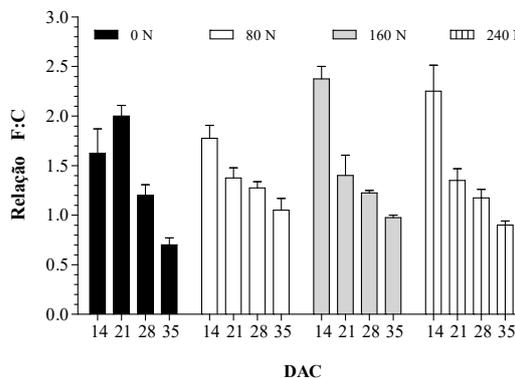


Figura 3. Variação da relação folha/colmo no capim Tifton 85 cultivadas em solo, sob condições de casa de vegetação, em função da dose e dias após corte de uniformização (DAC). Barra vertical indica erro padrão de n=12 valores por tratamento.

Figure 3. Variation of the leaf/stem ratio in bermudagrass cv. Tifton 85 cultivated in soil, under greenhouse conditions, according to the dose and days after cut of uniformization (DAC). Vertical bar indicates standard error of n= 12 values per treatment.

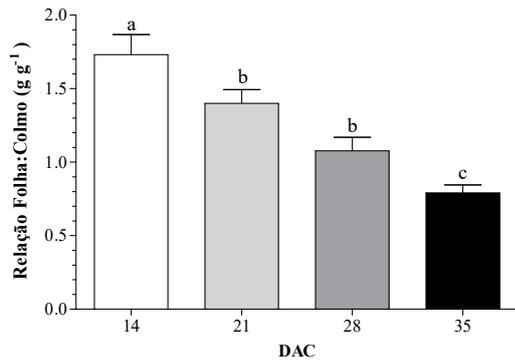


Figura 4. Variação temporal da relação folha colmo no capim Tifton 85 cultivado com quatro doses de nitrato de amônio. Barra vertical indica o erro padrão da média.

Figure 4. Temporal variation of the stem leaf ratio in Tifton 85 grass cultivated with four doses of ammonium nitrate. Vertical bar indicates the standard error of the mean.

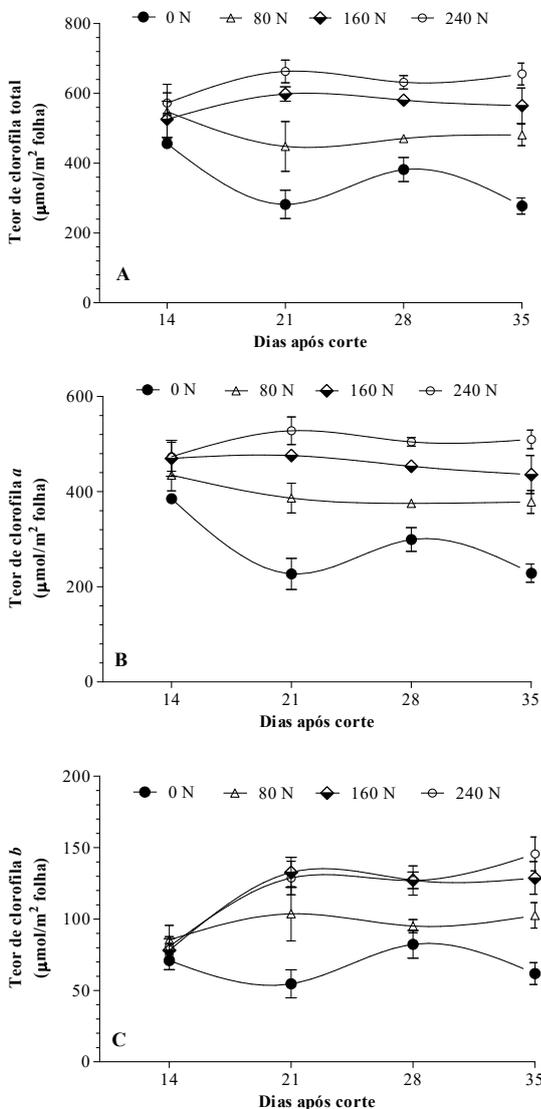


Figura 5. Variação temporal dos teores de clorofila extraída de folhas do capim Tifton 85, em função de quatro níveis de adubação nitrogenada. A) Clorofila total; B) Clorofila a; C) Clorofila b.

Figure 5. Temporal variation of chlorophyll contents extracted from leaf of bermudagrass cv. Tifton 85, as a function of four levels of nitrogen fertilization. A) Total chlorophyll; B) Chlorophyll a; C) Chlorophyll b.

Para as leituras com clorofilômetro, a análise estatística revelou efeitos significativos de nível de N ($p < 0,0001$) e da interação dose de N x DAC ($p = 0,0015$). Aos 14DAC, só foi observado contraste significativo entre dois grupos, formados pelos tratamentos das duas doses superiores vs. tratamentos das duas doses de N inferiores (80 e 0 mg kg solo⁻¹). Em todas as datas seguintes, houve diferenças significativas ($p < 0,05\%$) para todos os tratamentos (Figura 6).

Os maiores contrastes entre as leituras foram observados aos 35 dias, correspondendo a valores de $44,3 \pm 0,4$ e $17,3 \pm 2,1$ unidades ICF T entre a maior dose de N (240mg) e o tratamento controle.

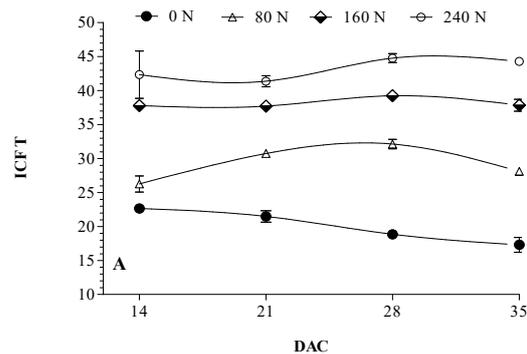


Figura 6. Variação temporal de leituras do clorofilômetro (ICF) para o teor de clorofila total (A) em folhas de Tifton 85, para quatro doses de adubação nitrogenada. As curvas conectando os pontos foram geradas pelo procedimento de análise gráfico "Cubic spline". Barra vertical indica o desvio padrão da média.

Figure 6. Variation over time of chlorophyll meter readings (ICF) for total chlorophyll content. (A) in leaves of Tifton 85, for four doses of nitrogen fertilization. Graphic analysis procedure "Cubic spline". Vertical bar indicates the standard deviation of the mean.

4. DISCUSSÃO

A literatura científica registra respostas produtivas do capim Tifton 85 a doses de N bastante elevadas (600 kg/ha/ano). Resultados de diversos autores confirmam a elevada resposta produtiva do capim Tifton 85 à adubação nitrogenada (OLIVEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2011; QUARESMA et al., 2011; PEREIRA et al., 2012).

Oliveira et al. (2010) obtiveram respostas a aplicação de até 600 kg/ha/ano, para parâmetros como índice de área foliar, cobertura do solo e interceptação da radiação, em parcelas do capim Tifton 85.

Observando os resultados das Figuras 1 e 2 é possível evidenciar que, de fato, as plantas cultivadas com a fonte mista (nitrato de amônio) tiveram taxas de crescimento elevadas, que resultaram em pico de produção entorno de 150mg N Kg solo⁻¹, com posterior decréscimo, evidenciando saturação na resposta e consequente consumo de luxo para a cultura.

A Figura 2 mostra exatamente a faixa de idade de rebrota no qual o dossel de Tifton 85 atinge, sob condições de campo, um índice de interceptação luminosa de 95%, durante a estação chuvosa (OLIVEIRA et al., 2010; ROSSIELLO; ANTUNES, 2012). Vale observar ainda, em relação a Figura 2, dois aspectos importantes. O primeiro diz respeito ao grande acúmulo de massa seca registrado neste intervalo das duas coletas, possivelmente influenciado pela magnitude da área foliar acumulada até os 28 DAC. O segundo ponto a ser considerado é a queda maior que 32% ($p < 0,05$) observada no

acúmulo de massa seca registrado entre as doses de 160 e 240 mg kg solo⁻¹ aos 35 DAC (31,94 vs. 24,15 g vaso⁻¹, respectivamente).

Positivamente relacionada a característica produtiva de uma boa planta forrageira, a elevada relação folha:colmo (F:C) é de grande importância para a nutrição animal e para o manejo da pastagem. Uma alta relação F:C associa-se, de forma geral a forragem de maior teor de proteína e fósforo e menor teor de fibra, afetando, portanto, positivamente, a digestibilidade e o consumo (DEMINICIS et al., 2010).

Em relação a avaliação da relação F:C, essa característica normalmente se apresenta bastante variável na literatura (QUARESMA et al., 2011). Tal fator possivelmente esteja diretamente associado a questões ambientais e de diversos fatores de crescimento. Valores obtidos em condições de campo normalmente aparecem levemente menores como observado por Quaresma et al. (2011) que encontraram 1,09, sendo os presentes dados similares aos observados por Neres et al. (2012), de 1,33 para o primeiro ciclo do Tifton 85, com aplicação de 150 kg N/ha, em parcelamentos de 50 kg N/ha/corte.

No experimento de Neres et al. (2012), a fonte do adubo nitrogenado foi a ureia. Assim, supõe-se, que o crescimento do capim se deu na dependência de relações variadas de NO₃⁻ : NH₄⁺ no solo, capazes de induzir plasticidade fenotípica para este atributo morfológico. De fato, fazendo uma revisão de literatura sobre o assunto, é possível concluir que tal fato ocorre. Considerando-se a destinação final do capim, é evidente a vantagem de uma elevada relação folha/colmo, já que a mesma representa uma maior participação das folhas na composição do pasto. Uma maior proporção de folhas está diretamente relacionada com maiores teores de proteína, maior digestibilidade da MS e maior consumo animal. A seleção de forragens com maior relação F:C, proporciona à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte, garantindo recuperação mais rápida do dossel no pós pastejo (DEMINICIS et al., 2010; PEREIRA et al., 2012, NERES et al., 2012).

A diminuição dos valores de relação F:C observada nas Figuras 3 e 4 com o aumento da idade do capim Tifton 85 está relacionada ao crescimento em altura da forragem. Isso porque, para colocar maior quantidade de folhas em estratos superiores do dossel, existe a necessidade de investir em estruturas de sustentação (colmos), o que se traduz em redução do percentual das folhas na parte aérea do dossel (PEREIRA et al., 2012).

Em relação CFT, na primeira amostragem, aos 14DAC, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Já aos 21 DAC, as duas maiores doses de N, diferiram, como grupo, das duas inferiores. Nesta mesma data foram observados os maiores teores CFT, que chegaram a 745 µmol m⁻² para a maior dose. Também nessa data foram observados os maiores contrastes (281 vs. 662µmol m⁻², respectivamente (Figura 5 A).

Aos 28DAC, as diferenças foram minimizadas em virtude de um aumento nos teores de CFT na testemunha. A partir daí, houve estabilização nos tratamentos que receberam N e uma queda acentuada nos teores de clorofila total do tratamento testemunha, evidenciando uma deficiência no influxo radicular de N mineral, já detectada com outros indicadores metabólicos. Dados semelhantes foram observados por Silva et al. (2011) a campo, quando também verificou que os maiores teores de clorofila aos 24 DAC. Os

resultados obtidos por Barbieri Junior et al. (2010) para parcelas do capim Tifton 85 adubadas com 450kg de N-uréia ha⁻¹ estão contidos no intervalo aqui produzido pelas doses de nitrato de amônio aplicadas. Daughtry et al. (2000) também observaram que os teores de clorofila total mais do que duplicaram com o aumento das doses de fertilizante nitrogenado aplicadas sobre plantas de milho. Outros autores têm feito observações qualitativamente similares em outras espécies vegetais (ARGENTA et al., 2001; HARIPRIYA ANAND; BYJU, 2008).

Já em relação as leituras do clorofilômetro (ICF), conforme a Figura 6 observa-se uma relativa estabilidade das leituras, independentemente das variações que existiram quando as clorofilas foram extraídas com DMF. Assim, o clorofilômetro não capturou a exata dinâmica temporal da CFT no tratamento testemunha, assim como subestimou o valor para o tratamento 80mg N kg solo⁻¹, aos 14DAC, e mostrou uma tendência quadrática crescente de resposta para esse tratamento, que não existiu quando da extração direta (Figuras 6 vs. 5A).

Todavia, existe outro aspecto de maior interesse em relação ao presente trabalho. Como foi descrito para a produção de massa seca sofreu redução significativa com aplicação de 240mg N kg solo⁻¹ após atingir um máximo com dose em torno de 150mg N kg solo⁻¹. Todavia, tanto a extração direta das clorofilas quanto a sua estimativa indireta (ICF) mostraram que a maior dose aplicada produziu consistentemente, durante todo o ciclo de rebrota, mais clorofila por unidade de área foliar (em média, 15% a mais), do que o tratamento 160mg N kg solo⁻¹.

De acordo com Zhang et al. (2008), a utilização de clorofilômetro como um instrumento de diagnose das necessidades nutricionais do vegetal, está baseada no suposto de que doses supra-ótimas de N não afetem as leituras do aparelho, sendo que aumentos nos teores de CFT não acompanhados por aumentos na produção de matéria seca, caracterizariam uma situação de “produção de luxo” de clorofila. Esse tipo de resultado confirma observação prévia de Silva et al. (2011), os quais avaliaram o comportamento das clorofilas e da biomassa seca, durante três ciclos de rebrota. Nesse experimento, foi verificado que, num dos ciclos estudados, os valores de ICF T aumentaram de acordo com as maiores doses de N aplicadas, enquanto a matéria seca da parte aérea não variou significativamente nessas mesmas doses. O padrão de resposta no presente caso é algo diferente, posto que o “a produção de luxo” de clorofila foi acompanhada de diminuição absoluta da matéria seca produzida. Todavia, o que transparece é que os excessos de N absorvidos são canalizados, em parte, à síntese de mais clorofila pelas folhas, numa situação desfavorável, onde possivelmente um excesso de auto sombreamento esteja deprimindo a fotossíntese, e, portanto, a eficiência de uso da radiação solar (SILVA et al., 2011).

Zhou et al. (2011), analisam em seu estudo que a gestão da quantidade e forma de N disponível as plantas é uma parte complexa e muito importante para sistemas de produção agrícola de sucesso.

5. CONCLUSÕES

O capim Tifton 85 respondeu aos tratamentos com o aumento da produção de massa seca, elevada relação F:C. Foram observados elevados teores foliares de clorofila extraída com o aumento das doses de N. O aparelho

clorofilômetro permitiu acompanhar de forma não destrutiva a variação dos teores de clorofila.

Foi identificado “consumo de luxo” de N para produção de clorofilas que foram acompanhadas com redução na produção de MS produzida.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido pelo CNPq (308141/2011-3) e pela FAPEMAT (304196/2010) para realização deste estudo.

7. REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G.; DA SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782001000400027>
- BARBIERI JUNIOR, É.; ROSSIELLO, R. O. P.; MORENZ, M. J. F.; RIBEIRO, R. C. Comparação de métodos diretos de extração e quantificação dos teores de clorofilas em folhas do capim-Tifton 85. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 633-636, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000300022>.
- BRITTO, D. T.; KRONZUCKER, H. J. Ecological significance and complexity of N-source preference in plants. **Annals of Botany**, Oxford, v. 112, n. 6, p. 957-963, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mct157>
- BRITTO, D. T.; KRONZUCKER, H. J. NH₄⁺ toxicity in higher plants: a critical review. **Journal Plant Physiology**, Oxford, v. 159, n. 6, p. 567-584, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1078/0176-1617-0774>
- CAMPANA, M.; ALVES, A.C.; OLIVEIRA, P.P.A.; BERNARDI, A. C. C.; SANTOS, E.A.; HERLING, V. R.; MORAIS, J. P. G.; BARIONI JÚNIOR, W. Ammonia volatilization from exposed soil and tanzania grass pasture fertilized with urea and zeolite mixture. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 46, n. 8, p. 1024-1033, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2015.1019080>
- DAUGHTRY, C. S. T.; WALTHALL, C. L.; KIM, M. S.; COLSTOUN, E. B.; MCMURTREY, J. E. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. **Remote Sensing of Environment**, v. 74, n. 2, p. 229-239, 2000. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00113-9](http://doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00113-9)
- DEMNICIS, B. B.; ABREU, J. B. R.; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, S. A. C. *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick em diferentes idades de rebrota submetida a doses de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1116-1123, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000500006>
- FAN, X.; NAZ, M.; FAN, X.; XUAN, W.; MILLER, A. J.; XU, G. Plant nitrate transporters: from gene function to application. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 68, n. 10, p. 2463-2475, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erx011>
- FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO, R. O. P. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. **Critical Review of Plant Sciences**, Philadelphia, v. 14, n. 2, p. 111-148, 1995. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07352689509701924>
- HARIPRIYA-ANAND, M.; BYJU, G. Chlorophyll meter and leaf colour chart to estimate chlorophyll content, leaf colour, and yield of cassava. **Photosynthetica**, Lysolaje, v. 46, n. 4, p. 511-516, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11099-008-0087-8>
- LEMAIRE, G.; OOSTEROM, V.; JEUFFROY, M.; GASTAL, F.; MASSIGNAM, A. Crop species present different qualitative types of response to N deficiency during their vegetative growth. **Field Crops Research**, v. 105, n. 3, p. 253-265, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.10.009>
- MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, v. 274, n. 1, p. 1-36, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-004-0965-1>
- MOKHELE, B.; ZHAN, X.; YANG, G.; ZHANG, X. Review: Nitrogen assimilation in crop plants and its affecting factors. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 92, n. 3, p. 399-405, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4141/cjps2011-135>
- MORAN, R. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N,N'-dimethylformamide. **Plant Physiology**, Rockville, v. 69, n. 6, p. 1376-1381, 1982. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.69.6.1376>
- NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; SILVA, F. B.; DE OLIVEIRA, P. S. R.; MESQUITA, E. E.; BERNARDI, T. C.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 862-869, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000500017>
- OLIVEIRA, A. P. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; GALZERANO, L.; COSTA JUNIOR, J. B. G.; SILVA, R. P.; MORENZ, M. J. F. Respostas do capim-Tifton 85 à aplicação de nitrogênio: cobertura do solo, índice de área foliar e interceptação da radiação solar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 2, p. 429-438, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000200024>
- PEREIRA, O. G.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K. G.; SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; CECON, P. R. Crescimento do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 1, p. 30-35, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000100005>
- QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; CABRAL, L. C.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i2.9261>
- ROSSIELLO, R. O. P.; ANTUNES, M. A. H. Solar radiation utilization by tropical forage grasses: light interception and use efficiency. In: BABATUNDE, E. B. (Ed.) **Solar radiation**. Rijeka, Croatia: In Tech Open Access, 2012. p. 221-244.
- SCIVITTARO, W. B.; GONÇALVES, D. R. N.; VALE, M. L. C.; RICORDI, V. G. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e resposta do arroz irrigado à aplicação de ureia tratada com o inibidor de urease NBPT. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1283-

1289. 2010. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000600007>
- SILVA, R. V. M. M.; ROSSIELLO, R. O. R.; MORENZ, M. J. F.; BARBIERI JUNIOR, E.; GOMES, R. L. T.; CAMARGO FILHO, S. T. Uso de clorofilômetro na avaliação da adubação nitrogenada e potássica no capim Tifton 85. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 3, p. 828-839, 2011.
- VENDRAMINI, J. M. B.; DUBEUX JR, J. C. B.; SILVEIRA, M. L. Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 2, p. 308-315, 2014. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v9i2a3730>.
- XU, G.; FAN, X.; MILLER, A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. **Annual Review of Plant Biology**, v. 63, n. 1, p. 153-82, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105532>
- ZHANG, J.; BLACKMER, A. M.; ELLSWORTH, J. W.; KYVERYGA, P. M.; BLACKMER, T. M. Luxury production of leaf chlorophyll in mid-season recovery from nitrogen deficiencies in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 3, p. 658-664, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2006.0154>
- ZHOU, Y.; ZHANG, Y.; WANG, X.; CUI, J.; XIA, X.; SHI, K.; YU, J. Effects of nitrogen form on growth, CO₂ assimilation, chlorophyll fluorescence, and photosynthetic electron allocation in cucumber and rice plants. **Journal of Zhejiang University-SCIENCE B**, Hangzhou, v. 12, n. 2, p. 126-134, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1631/jzus.B1000059>