

EFEITO DO CORTE DA ALTURA DO DOSSEL SOBRE METABOLISMO FISIOLÓGICO DE *BRACHIARIA* HÍBRIDA CULTIVAR CAYMAN

ANGÉLICA NUNES DE CARVALHO¹, ANA SILVIA FRANCO PINHEIRO MOREIRA¹

RESUMO

As práticas adotadas no manejo do pastejo modificam os padrões de crescimento e o desenvolvimento das plantas forrageiras, promovendo alterações em suas características estruturais e fisiológicas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do corte da altura do dossel sobre metabolismo fisiológico de *Brachiaria* híbrida cultivar Cayman, simulando diferentes níveis de desfolhação. Foram estabelecidos quatro tratamentos com quatro condições de resíduo (10 cm, 20 cm, 30 cm e 40 cm de altura). Realizaram-se análises de área foliar específica (AFE), conteúdo relativo de água (CRA), teores de pigmentos cloroplastídicos (clorofila a, clorofila b e carotenóides), fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s), concentração interna de CO_2 (c_i), transpiração (E), teores de carboidratos (açúcares solúveis totais, polissacarídeos solúveis em água e de amido) das raízes e colmos e determinação do índice de área foliar (IAF). Com a desfolhação, ocorreu maior entrada de luz no dossel, que causou maximização da captação de luz pelo complexo antena, fazendo com que a planta reduzisse o investimento na produção de pigmentos cloroplastídicos. Não houve alteração da taxa de assimilação de CO_2 e na concentração de amido, de forma que aparentemente a planta investiu em carboidrato de reserva (amido), garantindo a possibilidade de novo perfilhamento ou formação de novas folhas. O manejo do capim Cayman em diferentes alturas simulando desfolhações mostra que as atividades fotossintéticas não se alteram por unidade de área, nem mesmo com a maior incidência de luz devido à retirada de parte do dossel. A interceptação de luz pelo dossel forrageiro aumenta com o aumento da altura do pasto, mas poderá variar de acordo com cada produção.

PALAVRAS CHAVE: ecofisiologia de plantas forrageiras, Cayman, manejo da desfolhação, altura do dossel.

¹ Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia. Rua Ceará, s/n. Umuarama.

ABSTRACT

The practices adopted in grazing management change patterns of growth and development of fodder crops, promoting changes in their structural and physiological characteristics. The objective of this study was to evaluate the effect of sward height of cut on hybrid *Brachiaria* physiological metabolism cultivate Cayman, simulating different levels of defoliation. There were four treatments with four set conditions residue (10 cm, 20 cm, 30 cm e 40 cm). There were specific leaf area analysis (SLA), relative water content (RWC), pigment (chlorophyll a, chlorophyll b and carotenóides), net photosynthesis (A), stomatal conductance (gs), internal CO₂ concentration (ci), transpiration (E), carbohydrate content (total soluble sugars, soluble polysaccharides in water and starch) of roots and stems and determination of leaf area index (LAI). With the defoliation occurred more light penetration in the canopy, which caused maximizing the light gathering the complex antenna, causing the plant to reduce its investment in the production of pigments chloroplastid. There was no change of CO₂ assimilation rate and the starch concentration, so that apparently invested in the plant reserve carbohydrate (starch), guaranteeing the possibility of new tillering or formation of new leaves. The handling of the Cayman grass at different heights simulated defoliation shows that the photosynthetic activities did not change per unit area, even with the highest incidence of light due to the withdrawal of the canopy. The light interception by sward height, but may vary according to each production.

KEY WORDS: ecophysiology of forage plants, Cayman, light interception, management of defoliation, sward height.

INTRODUÇÃO

As pastagens são recursos forrageiros utilizados para alimentação de ruminantes, que quando aproveitadas de maneira adequada, proporcionam alimento de boa qualidade a baixo custo, concorrendo, em vantagem, com a alimentação baseada em grãos, suplementos volumosos e resíduos industriais (SIMÕES e PRADO, 2011). Hoje, no Brasil, a maioria das explorações leiteiras e de corte, tanto de bovinos, quanto de caprinos e ovinos, são criações extensivas a pasto. Há cerca de 30 anos, a área de pastagem cultivada tem tido um expressivo crescimento (mais de 300%) e juntamente com a formação de novos cultivares e as melhorias obtidas através de estudos sobre práticas adotadas no manejo de pastejo, somam esforços na tentativa de suprir a demanda de mercado, atender as expectativas dos produtores e maximizar a produção.

Os novos cultivares de forrageiras lançados recentemente possuem alto valor produtivo, mas estes nem sempre estão mostrando resultados otimistas em campo, o que leva ao descontentamento dos produtores. Estudos que abordam a ecofisiologia de forrageiras submetidas à ação de animais são de fundamental importância como base para os esforços em melhoria dos cultivares, tornando a atividade mais rentável e mais produtiva (CARNEVALLI, 2003; SILVA et al., 2008). Sabe-se que a maioria das produções não considera a interação entre os recursos físicos, vegetais e animais, levando a uma grande porcentagem de áreas degradadas e com baixa produtividade (FONSECA e MARTUSCELLO, 2010).

No Brasil, os novos cultivares de gramíneas e leguminosas tropicais têm sido utilizados na experimentação em relação ao manejo de pastagens e ao pastejo (DA SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007). As gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria*, são foco de estudos e de programas de melhoramento por sua significância no cenário nacional e por suas boas características produtivas (DEMSKI, 2013) quando manejadas de maneira adequada e tendo a reposição correta dos nutrientes ao solo (LUCENA, 2011). O cultivar Cayman é um híbrido de *Brachiaria decumbens* Stapf x *Brachiaria ruziziensis* R. Germ. e C. M. Evrard x *Brachiaria brizantha* Stapf, obtido pelo Projeto de Forragens Tropicais do CIAT na Colômbia em 2011 (HERITAGESEEDS, 2015), com sementes comercializadas no México e seu desempenho está em estudo para futuro lançamento no país.

Desde o início do século XX, em países que se destacam pela pecuária desenvolvida, plantas forrageiras vem sendo estudadas em resposta a estratégias de manejo. No Brasil, os temas relacionados com a ecofisiologia de plantas forrageiras tiveram início na década de 1970 e abordavam os índices de área foliar dos pastos (IAF), a dinâmica de perfilhamento, as reservas orgânicas (carboidratos e nitrogênio) e a frequência e severidade de desfolhação (DA

SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007). Várias modificações podem alterar a expressão das características morfogênicas das plantas, como por exemplo, as variações na disponibilidade de fatores abióticos como água, luz e temperatura e também alterações na desfolhação realizada pelos animais em pastejo. A desfolhação por pastejo resulta em modificações nos padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras, promovendo alterações em suas características estruturais (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993; CRUZ e BOVAL, 2000), com impactos sobre os processos de acúmulo e ingestão de forragem pelo gado (DA SILVA e CARVALHO, 2005). Estas desfolhações provocam a exaustão das plantas diminuindo a interceptação luminosa e também a quantidade de compostos orgânicos de reserva e o crescimento de raízes (DAVIDSON e MILTHORPE, 1966).

O pastejo promove benefícios para as plantas pelo fato de propiciar maior entrada de luz, o que ativa os meristemas na base do caule e rizomas, fazendo com que aumente o número de folhas novas e mais ativas fotossinteticamente (KEPHART et al., 1992). Outros estudos sugerem que o pastejo reduz a taxa fotossintética das forrageiras (RICHARDS, 1993), fazendo com que a raiz não cresça e limite a absorção de nitrogênio, afetando a translocação de fotoassimilados para a raiz (DAVIDSON e MILTHORPE, 1996; JARVIS e MACDUFF, 1989). Neste sentido, o pastejo afeta a partição de nutrientes entre os diferentes órgãos da planta, como raiz e parte aérea (LOEHLE, 1992; SBRISSIA et al., 2007).

Através dos estudos ecofisiológicos das plantas forrageiras pode-se conhecer a eficiência de crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais em que as plantas crescem. Por outro lado, parâmetros fotossintéticos diretos, como assimilação líquida de CO₂, condutância estomática e fluorescência da clorofila *a*, são mais acurados e permitem diagnosticar qual etapa do metabolismo fotossintético da planta é afetado diretamente pelos tratamentos. Tais análises permitem maior precisão na avaliação dos processos fisiológicos e, portanto, eficiência na escolha de planos de manejo visando maior produtividade. Por outro lado, o efeito do desempenho fotossintético pode ser relacionado ao conteúdo de carboidratos, que garante seu teor nutricional.

Apesar do efeito do pastejo permitir maior entrada de luz no dossel das pastagens (KEPHART et al., 1992), em geral, luz não é um fator determinante para o crescimento de plantas C4. Espécies C4, como a *Brachiaria*, teriam a disponibilidade enzimática (ribulose 1-5-bisfosfato carboxilase oxidase - Rubisco e fosfoenolpiruvato carboxilase - PEP-carboxilase) como maior limitante para seu desempenho fotossintético (TAIZ e ZIEGER, 2009). Desta forma, acredita-se que apesar da maior entrada de luz em áreas sob efeito de desfolhação, as

taxas fotossintéticas dos tratamentos não seriam alteradas por unidade de área. Por outro lado, a redução da área foliar disponível para a fotossíntese, afetaria a partição de carboidratos na base do colmo e na raiz, pois a planta os utilizaria para emitir novas folhas e novos perfilhos. Para testar esta hipótese, o presente trabalho teve como objetivos (1) determinar se a assimilação de carbono foi alterada nas folhas de *Brachiaria* cultivar Cayman e, (2) determinar se houve alteração na estrutura das folhas e na partição de teores de carboidratos entre parte aérea e raízes. Para tal, foram determinados os teores de pigmentos cloroplastídicos (clorofila a, clorofila b e carotenóides), a fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (ci) e transpiração (E). Foram avaliados, ainda, o impacto destas desfolhações sobre a área foliar específica (AFE) e o conteúdo relativo de água (CRA) das folhas, os teores de carboidratos (açúcares solúveis totais, polissacarídeos solúveis em água e amido) das raízes e colmos e o índice de área foliar (IAF).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura da Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. A Fazenda está localizada em uma região com altitude média de 863 m, situando-se aproximadamente a 18° 55' 207' S e a 48° 16' 38'' O. O relevo da área experimental apresenta-se como relevo típico de chapada (relevo suavemente ondulado com formações sedimentares, apresentando vales espaçados e raros) e solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico (EMBRAPA, 2009). O clima predominante da cidade de Uberlândia é classificado como tropical de altitude, ou seja, com temperaturas amenas e chuvas repartidas em duas estações: úmida e seca (Gráfico 1). O clima é classificado como "Cwa" com temperatura média anual em torno de 20,9 °C. O regime pluviométrico é o tropical, isto é, chuvas de verão iniciando-se em outubro (estação úmida) e tornando-se mais raras a partir de abril (estação seca) apresentando uma precipitação acumulada média de 1523 mm anuais (ALVARES et al., 2014).

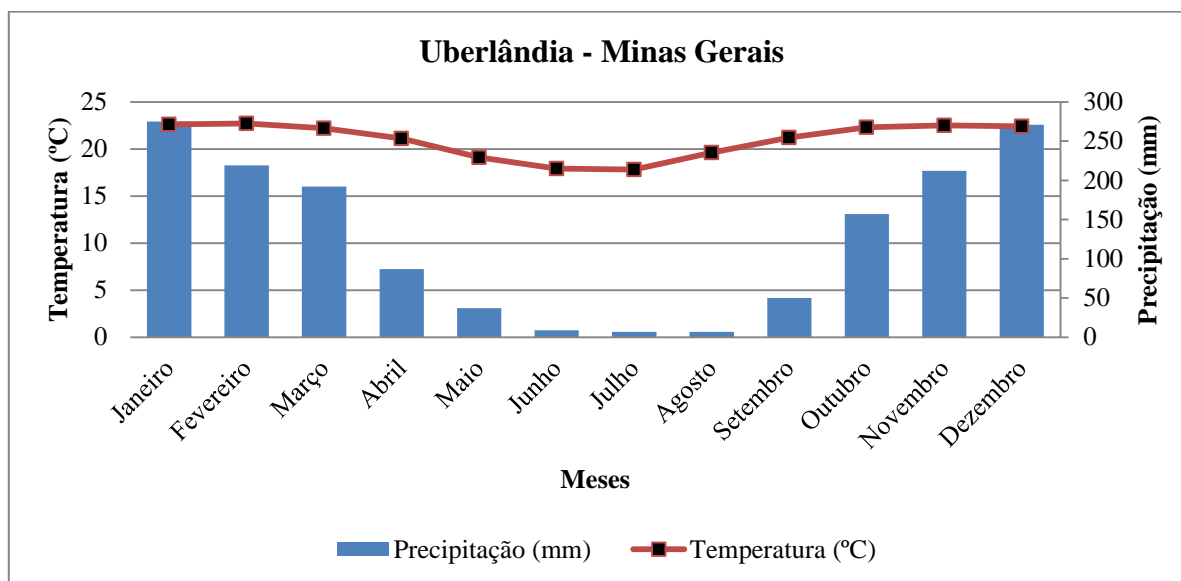


Figura 1: Temperatura (°C) e precipitação (mm) da cidade de Uberlândia.

O estabelecimento da área experimental foi realizado em Novembro de 2014, onde foram utilizados 50 kg de sementes do cultivar Cayman por hectare a lanço. A adubação foi realizada com 450 kg por hectare de superfosfato simples no plantio e 200 kg por hectare de uréia 45% dividido em quatro aplicações, sendo cada aplicação realizada uma vez ao mês.

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais de 16 m². As parcelas foram subdivididas em quatro unidades experimentais. Foram estudados quatro tratamentos simulando quatro condições de altura de desfolhação conforme a figura 1, sendo eles tratamento 1 (resíduo a 10 cm de altura), tratamento 2 (resíduo a 20 cm de altura), tratamento 3 (resíduo a 30 cm de altura) e tratamento 4 (resíduo a 40 cm de altura). A manutenção da altura foi realizada semanalmente com corte do excedente realizado com auxílio de um aparador de cerca viva garantindo a meta de manejo. As análises experimentais foram realizadas em Março de 2015 onde foi utilizada como unidade experimental a folha mais jovem e completamente expandida de cada perfilho.

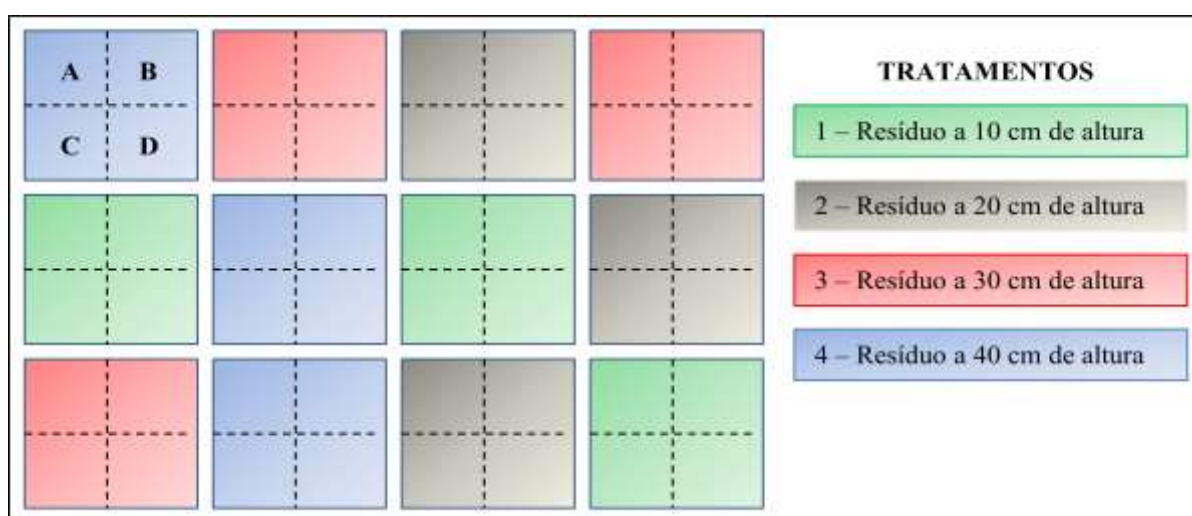


Figura 2: Croqui da área experimental contendo 12 parcelas de 16 m² cada, subdivididas em 4 subparcelas de 4m² cada (A, B C e D), na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. Foram realizados quatro tratamentos de acordo com a altura de corte do capim simulando manejo de pastagem.

3.1. Determinação da área foliar específica e conteúdo relativo de água

Quatro discos de 0,64 cm² de cada folha de cada unidade experimental foram retirados e pesados (massa fresca – MF) para determinação da área foliar específica (AFE) e conteúdo relativo de água, totalizando 12 amostras por tratamento. Os fragmentos foram hidratados em água destilada por 24 horas para determinar a massa túrgida (MT). Por fim, foram levados a estufa 60°C por 24 horas para obtenção da massa seca (MS). A área foliar específica (AFE) foi obtida pela razão entre a área do tecido (A) e a massa seca (MS), conforme proposto por Witkowski e Lamont (1991), sendo $AFE = A/MS$. O Conteúdo Relativo de Água (CRA) foi determinado pela fórmula $CRA = (MF - MS) / (MT - MS) \times 100$ (TURNER, 1981).

3.2. Desempenho fotossintético e dosagem de clorofila

A quantificação dos teores de pigmentos, clorofila *a*, *b* e carotenóides, das folhas foi realizada com uma amostra de 1,28 cm² de cada folha de cada unidade experimental, com peso conhecido, totalizando 12 amostras por tratamento. A extração dos pigmentos foi realizada em acetona 80% e maceração do material, com posterior centrifugação e quantificação segundo as equações propostas por Lichtenthaler e Wellburn (1983).

Para se verificar o desempenho fotossintético e a eficiência na assimilação de carbono, foram realizadas análises da taxa de assimilação líquida de CO₂ (*A*), condutância estomática (*g_s*), concentração interna de CO₂ (*c_i*) e transpiração (*E*). Entre 08 e 11 horas foram avaliadas a folha mais jovem e completamente expandida de dois perfilhos localizados em subparcelas alternadas, totalizando 6 amostras por tratamento. As medidas foram realizadas utilizando-se um Analisador de Gás por Infravermelho (IRGA, Li-Cor 6400 USA) após calibração do aparelho com CO₂ conhecido de 114 ppm. O início das leituras da taxa de CO₂ deu-se após a estabilização do equipamento (cerca de 2 minutos) com o ar de referência de 145 ppm. Este CO₂ foi coletado por uma antena móvel posicionada em área aberta.

3.3. Dosagem do teor de carboidratos

Para avaliação de teores de carboidratos (açúcares solúveis totais - AST, polissacarídeos solúveis em água - PSA e amido), amostras de raízes foram retiradas de cada unidade experimental, totalizando 12 amostras por tratamento. Foi utilizada uma sonda de aço carbono, com 1 m de comprimento e 4,5 cm de diâmetro onde em cada ponto amostral, a planta forrageira foi rebaixada a 10 cm de altura do solo (resíduo), com o uso de uma tesoura. O resíduo foi cortado ao nível do solo e, posteriormente, utilizado para as análises de carboidratos estruturais na base do colmo. Foram utilizadas as amostras na camada de 0-10 cm, nas quais as raízes foram separadas do solo utilizando o procedimento descrito por Kanno et al. (1999). As raízes foram lavadas, identificadas e levadas para estufa junto com os colmos por 72 horas a 70°C.

A extração dos carboidratos foi realizada em metanol:clorofórmio:água, 12:5:3 (MCA) para a determinação dos teores de açúcares solúveis totais (AST). O resíduo foi ressuspensionado em etanol 10% para determinar os teores dos polissacarídeos solúveis em água (PSA), e nova ressuspensão do resíduo foi realizada em ácido perclórico 30%, o que possibilitou a dosagem

de amido. A dosagem de carboidratos foi realizada utilizando o método colorimétrico fenol-ácido sulfúrico (DUBOIS et al., 1956; CHOW e LANDHÄUSSER, 2004), utilizando glicose como padrão.

3.4. Determinação do índice de área foliar

Amostras foram retiradas utilizando-se uma armação metálica de 1,00 x 0,50 m, colocada rente ao solo em quatro pontos por parcela, onde toda forragem existente dentro da armação foi cortadas com auxílio de roçadeira motorizada, a altura respectiva às fontes de variação (10, 20, 30 e 40 cm). Foi considerado acúmulo de forragem o material acumulado acima da altura de manutenção da parcela. Após o corte, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório, onde tiveram suas massas quantificadas. De cada amostra, foram tomadas subamostras, uma para estimativa do teor de massa seca e outra para separação manual dos componentes morfológicos (porcentagem de folhas).

A massa de folhas (g/cm^2) foi obtida pela seguinte fórmula: $MF = (\% \text{ de folhas} \times \text{massa verde} \times \% \text{ de matéria seca}) / 10000$. O Índice de Área Foliar foi obtido pela multiplicação da área foliar específica e da massa de folhas de cada parcela, sendo: $IAF = AFE \times MF$.

3.5. Análise dos dados

Os dados foram estatisticamente avaliados utilizando-se ANOVA e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando não normais, os dados foram analisados utilizando-se Wilcoxon test. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software JMP (5.0, SAS Institute, 2002, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, a área foliar específica não mostrou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1), mas observa-se que os tratamentos 1, 2 e 3 possuem médias maiores que o tratamento 4. Este aumento na área foliar específica indica redução na massa seca total da folha e, conseqüentemente, uma redução na espessura da folha (BJÖRKMANN, 1981; LAMBERS et al., 1998). Isso ocorreu porque quando aconteceu à desfolhação, a redução que houve na área fotossintetizante total diminuiu a capacidade de produção de carboidratos totais, o que diminuiu o investimento em carboidratos de parede e, portanto, a massa seca das folhas, causando o aumento da área foliar específica. Da mesma forma sucedeu com o conteúdo relativo de água, que se apresentou maior nos tratamentos 1, 2 e 3, ou seja, a desfolhação, que reduziu a área foliar total, fez com que ocorresse menor perda de água para o ambiente e maior acúmulo de água nos tecidos foliares.

Tabela 1. Área foliar específica (AFE) e conteúdo relativo de água (CRA) de folhas de *Brachiaria* híbrida cv. Cayman submetida a diferentes desfolhações.

Tratamento	AFE (cm ² g ⁻¹)	CRA (%)
1	300,8	67,2
2	311,9	65,4
3	312,2	64,0
4	278,7	60,6
<i>p</i>	0,039	0,111

*Médias e erros padrão seguidos por diferentes letras minúsculas mostram diferenças estatísticas na mesma coluna ($p < 0,05$).

A maior entrada de luz no dossel das pastagens após efeito de desfolhação deveria induzir a produção de clorofila e carotenóides, uma vez que a síntese destes pigmentos está diretamente relacionada a presença de luz (KEPHART et al., 1992; TAIZ e ZIEGER, 2000). Entretanto, sabe-se que em plantas C₄, a luz e o CO₂ não são fatores limitantes para o rendimento fotossintético, este sendo influenciado diretamente pela disponibilidade enzimática (ribulose 1-5-bifosfato carboxilase oxidase – rubisco; e fosfoenolpiruvato carboxilase – PEP-carboxilase) (EHLERINGER et al., 1997; EDWARDS et al., 1985). Desta forma, observa-se que a desfolhação não interfereu na quantidade de pigmentos cloroplastídicos (Tabela 2).

Tabela 2. Conteúdo de pigmentos cloroplastídicos de folhas de *Brachiaria* híbrida cv. Cayman submetida a diferentes desfolhações.

Tratamento	Clorofila a ($\mu\text{g mm}^{-2}$)	Clorofila b ($\mu\text{g mm}^{-2}$)	Clorofila total ($\mu\text{g mm}^{-2}$ MF)	Carotenóides ($\mu\text{g mm}^{-2}$ MF)	Cl a/b
1	4,9	4,7	9,6	0,2	1,1
2	4,5	4,7	9,2	0,2	1,0
3	4,9	4,8	9,7	0,2	1,0
4	4,8	4,8	9,6	0,2	1,0
<i>p</i>	0,664	<0,000	0,612	0,652	<0,000

*Médias e erros padrão seguidos por diferentes letras minúsculas mostram diferenças estatísticas na mesma coluna ($p < 0,05$).

O desempenho fotossintético também não foi influenciado pelas diferentes desfolhações (tabela 3). O aumento do valor de assimilação líquida de CO_2 (A), no caso do tratamento 2, está relacionado à menor concentração de CO_2 (ci) no interior das folhas, o que estimulou a abertura dos estômatos, para permitir a entrada de CO_2 , o que consequentemente aumentou a transpiração (E) (MACHADO e LAGO, 1994), ou seja, para não prejudicar seu desempenho fotossintético normal, no tratamento 2, a planta utilizou seus próprios recursos para continuar realizando seu processo fotossintético normalmente.

Tabela 3. Concentração interna de CO_2 (ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), assimilação líquida de CO_2 (A) de folhas de *Brachiaria* híbrida cv. Cayman submetida a diferentes desfolhações.

Tratamento	ci ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	E ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
1	604,7	4,1	0,4	12,7
2	459,7	5,0	0,3	22,6
3	666,7	3,3	0,4	10,3
4	673,3	2,9	0,3	9,3
<i>p</i>	<0,000	0,063	0,052	<0,000

*Médias e erros padrão seguidos por diferentes letras minúsculas mostram diferenças estatísticas na mesma coluna ($p < 0,05$).

Os carboidratos de reserva são armazenados na base do colmo e nas raízes (MELLO, 2002; VANTINI et al., 2005), e neste estudo, não houve alterações na concentração de amido entre esses órgãos (esperado pela não alteração nas taxas de assimilação de CO_2) (Tabela 4).

Os polissacarídeos solúveis em água (PSA) são compostos por pectinas e carboidratos estruturais, substâncias importantes para a formação e manutenção das paredes celulares (KNOX, 1992) e seus maiores valores foram observados no colmo, provavelmente onde há maior densidade estrutural. Neste órgão, os menores valores foram encontrados para o tratamento 1. Estes carboidratos foram utilizados possivelmente como fonte de energia para a formação de tecidos e translocados para as diversas partes da planta, conforme proposto por Zelitch (1982).

Os teores de açúcares solúveis totais do colmo foram menores no tratamento 3 e 4. As alterações nos valores de AST indicam um desbalanço nas atividades metabólicas da planta, com maior disponibilidade de energia para atividades basais como respiração. É difícil comparar os dados obtidos neste trabalho com os da literatura, pois a maioria dos trabalhos é sobre aumento da idade das plantas ou em relação a sombreamento e desidratação. Parece haver um esforço das plantas sob ação de desfolhação em manter as taxas de amido de reserva, em detrimento do investimento da parede celular (consequente aumento da AFE). Tal desajuste parece ser superado, uma vez que elas conseguem manter sua atividade fotossintética normal e ainda armazenar nutrientes necessários para seu crescimento, tolerando as diferentes desfolhações impostas a elas.

Tabela 4. Teores de carboidratos de raízes de 0 a 10 cm de profundidade e na base do colmo de folhas de *Brachiaria* híbrida cv. Cayman submetida a diferentes desfolhações.

Tratamento		Açúcares solúveis totais (mg g ⁻¹ MS)	Polissacarídeos solúveis em água (mg g ⁻¹ MS)	Amido (mg g ⁻¹ MS)
Raiz	1	369,7	45,0	238,0
	2	503,6	41,8	188,6
	3	422,3	45,9	156,9
	4	318,6	45,9	194,5
	<i>p</i>	0,004	0,004	0,003
Colmo	1	597,9	55,9	242,31
	2	558,1	73,5	208,9
	3	514,2	131,8	212,9
	4	427,4	137,2	214,1
	<i>p</i>	0,049	<0,000	0,057

*Médias e erros padrão seguidos por diferentes letras minúsculas mostram diferenças estatísticas na mesma coluna ($p < 0,05$).

Quando ocorre a desfolhação, até que o índice de área foliar (IAF) seja alcançado, o crescimento da planta está sendo relacionado não mais com atividade fotossintética por unidade de área e sim pela interceptação da radiação no dossel forrageiro (RODRIGUES et al., 2012). Neste estudo não foram identificadas diferenças estatísticas entre o IAF das diferentes desfolhações de *Brachiaria* híbrida cv. Cayman (Figura 3), porém percebe-se que o IAF cresce com o aumento da altura e a partir de 30 cm ocorre uma estabilização, fato semelhante ao ocorrido com Lupinaci (2002).

Fagundes et al. (1999) apud Humphreys (1991) afirmam que o IAF crítico para pastagens está entre 3 e 5, ou seja, quando o IAF está entre estes valores, a pastagem está atingindo 95% de interceptação luminosa. Seguindo esta premissa, o maior valor de IAF foi encontrado nos pastos mantidos a 30 cm de altura (4,1), sendo que esses valores diminuíram com 20 cm de altura (3,6) e com 10 cm de altura (3,2). Com 40 cm de altura, o IAF foi o menor encontrado (2,7) o que pode estar sendo causado pelo tamanho das folhas e consequente aumento da senescência.

Sbrissia e Da Silva (2008) avaliando capim Marandu (*Brachiaria brizantha*) mantidos em quatro alturas constantes de dossel (10, 20, 30 e 40) por meio de lotação contínua, encontraram valores inferiores aos encontrados neste trabalho nas alturas de 10, 20 e 30 cm. Na altura de 40 cm o IAF foi de 4,7, superior a todos os encontrados neste trabalho, mas este aumento no IAF ocorreu devido ao aumento na proporção e na quantidade de material morto.

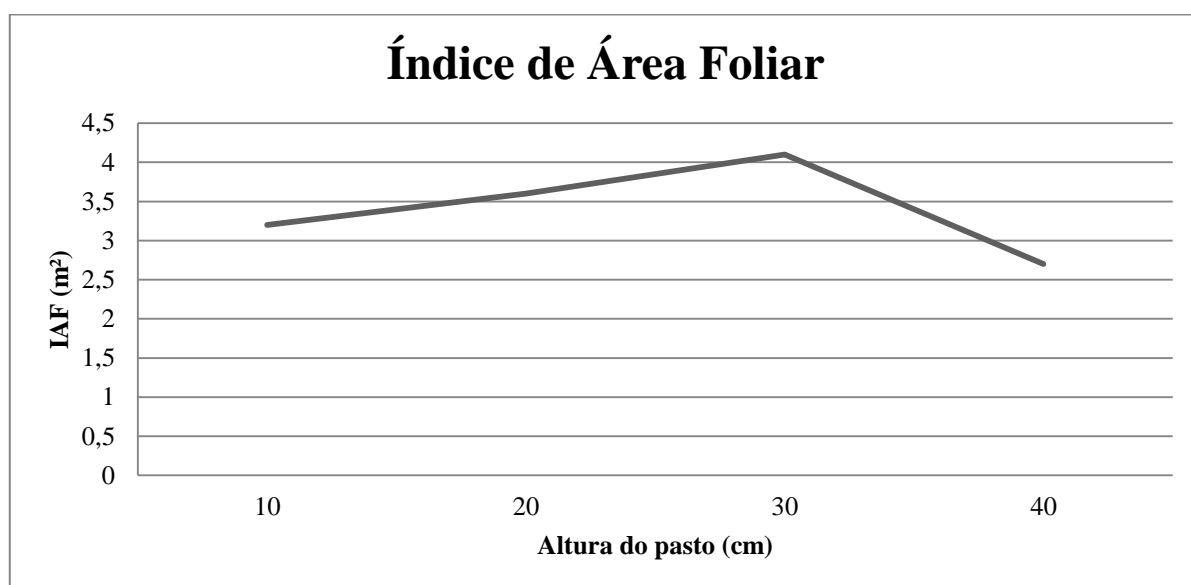


Figura 3: Índice de Área Foliar (IAF) de *Brachiaria* híbrida cv. Cayman submetida a diferentes desfolhações. Médias e erros padrão seguidos por diferentes letras minúsculas mostram diferenças estatísticas na mesma coluna ($p < 0,05$).

Considerando que o fator limitante para o desempenho fotossintético nas plantas C4 é a disponibilidade enzimática (EHLERINGER et al., 1997; EDWARDS et al., 1985), a aplicação de nitrogênio em todas as parcelas e a irrigação podem ter ajudado a mascarar o efeito do pastejo sob o capim Cayman (COSTA et al., 1988) e também pelo fato de serem plantas em processo de estabelecimento.

CONCLUSÃO

O manejo do capim Cayman em diferentes alturas simulando desfolhações mostra que as atividades fotossintéticas não se alteram por unidade de área, nem mesmo com a maior incidência de luz devido à retirada de parte do dossel. Entretanto, parece ter um desajuste no balanço de carboidratos, com redução nos carboidratos estruturais que naturalmente aumenta os valores da área foliar específica. O metabolismo celular aumenta (maiores valores de açúcares solúveis totais), mas nenhum prejuízo foi observado na capacidade de armazenamento do amido (carboidrato de reserva que poderá ser utilizado posteriormente na formação de novos perfilhos e folhas). Isto se deve ao fato das plantas ainda estarem em processo de estabelecimento, porém é necessário ressaltar que houve adubação nitrogenada, fator fundamental para o bom rendimento fotossintético. Todas as condições de altura apresentadas poderiam ser utilizadas no manejo do pastejo do cultivar Cayman, porém, como demonstrado pelo índice de área foliar, a escolha da melhor altura irá ser determinada pelo objetivo de cada produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 22, nº. 6, 711–728, 2014.

BJÖRKMANN, O. Responses to different quantum flux densities. In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C. B. et al. (Eds.) *Physiological plant ecology I: responses to the physical environment*. Berlin: **Springer**-Verlag, 1981. p.57-107.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica de rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitentes**. 2003. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for Our World**. SIR Publishing, Wellington, 1993, p. 55-64.

CHOW, P. S.; LANDHÄUSSER, S. M. A method for routine measurements of total and starch content in woody plant tissue. **Tree Physiology**, v. 24, p. 1129-1136, 2004.

COSTA, R. C. L.; LOPES, N. F.; OLIVA, M. A.; BARROS, N. F. Efeito da água e do nitrogênio sobre a fotossíntese, respiração e resistência estomática em *Phaseolus vulgaris*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 23(12): 1371-1379, dez. 1988.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing. 2000. p. 151-168.

DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D.A. (Org.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publ., 2005. chap. 6, p. 81-95.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.121-138, 2007.

DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. Leaf growth of *Dactylis glomerata* L. following defoliation. **Annals of Botany**, v.30, p. 173-184, 1966.

DEMSKI, J. B. **Desempenho e comportamento de vacas lactantes em pastagens de cultivares de braquiárias**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, São Paulo, 2013.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A. & SMITH, F. Calorimetric Method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

EDWARDS, G. E.; NAKAMOTO, H.; BURERNELL, J. N.; HATCH, M. D. Pyruvate, Pi dikinase and NADP-malate dehydrogenase in C4 photosynthesis: Properties and mechanism of light/dark regulation. **Annual Reviews of Plant Physiology**, 36, 255-286, 1985.

EHLERINGER, J. R.; CERLING, T. E.; HELLIKER, B. R. C4 photosynthesis, atmospheric CO₂, and climate. **Oecologia**, 112: 285-299, 1997.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises química de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF; **Embrapa informações tecnológicas**, 2009, 627p.

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

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 537 p.

HERITAGESEEDS. **Cayman - Hybrid Brachiaria**. Disponível em: <<http://www.heritage-seeds.com.au/assets/Uploads/International-Tech-Sheets/Cayman-Hybrid-Brachiaria-Fact-Sheet.pdf>>. Acesso em: 03 Jun. 2015.

HUMPHREYS, L. R. Subtropical grass growth: II effects of variation in leaf area index in the field. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.23, p. 388-358, 1966.

JARVIS, S. C.; MACDUFF, J. H. Nitrate nutrition of grasses from steady-state supplies in flowing solution culture following nitrate deprivation and/or defoliation. I. Recovery of uptake and growth and their interactions. **Journal of Experimental Botany**, 40, p. 965-975, 1989.

KANNO, T.; MACEDO, M. C. M.; BONO, J. A. M. Root biomass of five tropical grass pastures under continuous grazing in Brazilian savannas. **Grassland Science**, Kyoto, v. 45, n. 1, p. 9-14, 1999.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R., TAYLOR, S. E. Growth of C3 and C4 perennial grasses in reduced irradiance. **Crop Science**, Madison, v.32, p.1033-1038, 1992.

KNOX, J.P., Cell adhesion, cell separation and plant morphogenesis. **The Plant Journal** 2, 137–141. 1992.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. 540 p.

LICHTENTHALER, H.K.; WELLBURN, A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Soc. Transl.**, v. 11, p. 591-592, 1983.

LOEHLE, C. Partitioning of reproductive effort in clonal plants: a benefit – cost model. **Oikos** 49: 1992.

LUCENA, R. R. et al. Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 40-45, 2011.

LUPINACCI, A. V. Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte. **Dissertação (mestrado)**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

MACHADO, E. C.; LAGOA, A. M. M. A. Trocas gasosas e condutância estomática em três espécies de gramíneas. **Bragantia**: Campinas, 53(2): 141-149, 1994.

MELLO, A. C. L. **Respostas morfofisiológicas do capim-Tanzânia *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada**. 2002. Tese (Doutorado)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RICHARDS, J. H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: BARKER, M. J. (Eds.) *Grassland For Our World*. **SIR Publishing**, Wellington, 1993, p. 46-54.

RODRIGUES, O.; FONTANELLI, R. S.; COSTERANO, E. R.; MARCHESE, J. A.; SCORTGANHA, A. C. N.; SACCARDO, E.; PIASECKI, C. Capítulo 3: Bases fisiológicas para o manejo de forrageiras. In: **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; JUNIOR, D. N. **Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo**. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 24., 2007, Piracicaba. Disponível em: <http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/departamentos/zootecnia/ANACLAUDIARUGGIERI/ecofisiologiaplantasforrageirasmanejopastejo.pdf>. Acesso em: 10 junho 2014.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.212-220, 2008.

SILVA, S. C.; JÚNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. B. P. Pastagem: conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa: **Suprema**. 115 p. 2008.

SIMÕES, R. A. L.; PRADO, G. A. F. Utilização da interceptação luminosa como estratégia para o manejo do pastejo em sistemas tropicais. **Cadernos de pós-graduação da FAZU**, v.2, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TURNER, N.C. Techniques and experimental approaches for measurement of plant water status. *Plant and Soil*, **The Hague**, 58:339-366, 1981

VANTINI, P. P.; RODRIGUES, T. J. D.; CRUZ, M. C. P.; RODRIGUES, L. R. A.; MALHEIROS, E. B. Teores de carboidratos totais não estruturais do capim Tanzânia adubado com diferentes doses de nitrogênio. **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 27, n. 4, p. 425-432, Oct./Dec., 2005

WITKOWSKI, E. T. F.; LAMONT, B. B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. *Oecologia*, 1991, 88: 486-493.

ZELITCH, I. **The close relationship between net photosynthesis and canopy yield**. Bioscience, Washington, DC, v. 32, n. 2, p. 796-802, 1982.