

MORFOGÊNESE E ESTRUTURA DE CAPIM-MASSAI EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO SOB PASTEJO¹

Wanderson Fiares de Carvalho², Raniel Lustosa de Moura², Maurílio Sousa dos Santos³, Shirlenne Ferreira Silva⁴, Tânia Maria Leal⁵

RESUMO – Objetivou-se avaliar as características morfogênicas e estruturais do capim-massai em monocultivo, sistema silvipastoril (capim-massai e cajueiro; capim-massai, cajueiro e estilosantes cv. Campo Grande, sob pastejo por ovinos). O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina-PI, nos meses de março a julho de 2012. Adotou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com três tratamentos (monocultivo de capim-massai, silvipastoril de capim-massai com cajueiros e silvipastoril de capim-massai com cajueiros e estilosantes), quatro repetições (piquetes) e parcelas subdivididas no tempo (ciclos de pastejo). Foram marcados dez perfilhos ao acaso em quatro piquetes que foram sorteados de um total de dez, totalizando quarenta perfilhos por tratamento. As avaliações foram realizadas a cada três dias, onde foram registrados o aparecimento do ápice foliar, o comprimento do colmo, o comprimento da lâmina foliar, o número de folhas verdes, mortas e em senescência. Foi observado efeito de interação entre os sistemas e os ciclos de pastejo apenas para a taxa de alongamento de colmo (TalC), filocrono (Fil) e o comprimento final da folha (CFF). Foram observadas taxas de aparecimento de folhas (TapF) e o número total de folhas (NTF) superiores no monocultivo de capim-massai. O filocrono foi superior no sistema silvipastoril com estilosantes (9,964 dias). Foram observadas taxas de alongamento de folhas (TalF) e comprimento final da foliar (CFF) superiores nos tratamentos sombreados. Não foram observadas diferenças para a taxa de senescência foliar (TseF) e duração de vida das folhas (DVF), o número de folhas verdes (NFV), número de folhas em senescência (NFS) e número de folhas mortas (NFM). O número total de folhas (NTF) foi superior no sistema de monocultivo (3,6125 folhas.perfilho⁻¹) em relação aos tratamentos sombreados (3,137 e 2,987 folhas.perfilho⁻¹). A variação da intensidade luminosa dos tratamentos utilizados influencia a morfogênese e a estrutura do capim-massai.

Palavras chave: consórcio, gramínea x leguminosa, morfofisiologia, sistemas agroflorestais.

MORPHOGENESIS AND STRUCTURE MASSAIGRASS IN DIFFERENT CROPPING SYSTEMS UNDER GRAZING

ABSTRACT – The objective was to evaluate the morphogenetic and structural characteristics of massaigrass monoculture, silvopastoral system (massaigrass and cashew; massaigrass, cashew and estilosantes cv. Campo Grande, grazing by sheep). The experiment was conducted at the experimental field of Embrapa Meio-Norte in Teresina-PI, in the months from March to July of 2012. It was adopted completely randomized design with three treatments (monoculture massaigrass, silvopastoral of massaigrass with cashew and silvopastoral of massaigrass with cashew and estilosantes), four replications (paddocks) and split plot (grazing cycles). Ten tillers were marked at random into four paddocks that were randomly selected from a total of ten, totaling forty tillers per treatment. The evaluations were performed every three days, where the appearance of the leaf apex, the length of the stem, the leaf blade length, the number of green, dead and senescent leaves were recorded. Effect of interaction between systems and grazing cycles only for stem elongation rate (SER), phyllochron

¹ Trabalho de conclusão de curso do primeiro autor. fiaresgiz@hotmail.com

² Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí.

³ Professor da Universidade Estadual do Piauí.

⁴ Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

⁵ Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte.



(phyl) and the final leaf length (FLL) was observed. Leaf appearance rate (LAR) and the total number of upper leaves (NTF) in monoculture massai grass were observed. The phyllochron was higher in the silvopastoral system with estilosantes (9.964 days). Leaf elongation rate (LER) and final leaf length (FLL) higher in shaded treatments was observed. No differences for the rate of leaf senescence (RLS) and life span of leaves (LSL) the number of green leaves (NGL), number of leaves in senescence (NLS) and number of dead leaves (NDL) were observed. The total number of leaves (TNL) was higher in the monoculture system (3.6125 leaves.tiller⁻¹) compared to the shaded treatments (3.137 and 2.987 leaves.tiller⁻¹). The variations of the luminous intensity of treatments influence morphogenesis and structure of massai grass.

Keywords: agroforestry, consortium, grass x legume, morphophysiology.

1. INTRODUÇÃO

O manejo do pastejo de plantas forrageiras tropicais passa por modificações nos últimos anos. A planta forrageira passou a ser estudada como componente de um sistema dinâmico composto ainda pelo solo e os animais. Desta forma o conhecimento da dinâmica de acúmulo de biomassa em um pasto passa a ter importância para a preconização de práticas de manejo que possibilitem alta produtividade dos componentes planta e animal e que, concomitantemente, respeitem os limites ecofisiológicos das plantas forrageiras (Oliveira et al., 2007).

O capim-massai é um híbrido natural que apresenta elevado potencial produtivo e constitui uma importante opção forrageira para a intensificação dos sistemas de produção em pastagens no Brasil. Para o conhecimento da produtividade do capim-massai nas diversas regiões de cultivo, pesquisas devem ser conduzidas visando avaliar sua resposta aos diferentes fatores, especialmente sobre sua ecofisiologia que contribuirão para uso de melhores estratégias de manejo (Martuscello et al., 2006).

A intensificação dos sistemas produtivos é apontada como uma das opções de exploração sustentável na agropecuária (Barcellos et al., 2008). Entretanto, esses sistemas demandam grandes áreas e elevada quantidade de insumos, principalmente de adubos nitrogenados que têm custos elevados.

Uma alternativa pode ser a utilização de sistemas silvipastoris que diversifica a produção agrícola e melhora a utilização dos recursos naturais (Castro et al., 2009) e o uso de consórcios de gramíneas e leguminosas como o estilosantes, que pode trazer benefícios econômicos e ambientais como o aumento da oferta de forragem, melhoria na qualidade nutricional das pastagens e aumento da produtividade animal (Santos et al., 2011b).

A escolha dos componentes dos sistemas de cultivo é um dos pontos mais importantes a serem considerados. As plantas forrageiras respondem aos níveis de irradiância por meio de adaptações genéticas e aclimação fenotípica que resultam em alterações morfofisiológicas e influenciam as características estruturais do dossel forrageiro e na recuperação da forrageira após o corte ou pastejo, o que está diretamente relacionado com sua produtividade (Pena et al., 2009).

A soma das alterações morfológicas da planta forrageira determina a capacidade de uma espécie crescer em ambientes sombreados e, portanto, seu potencial de uso em sistemas silvipastoris (Gobbi et al., 2009). Objetivou-se avaliar as características morfogênicas e estruturais do capim massai em sistema silvipastoril e consorciado com estilosantes Campo Grande.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos meses de março a julho do ano de 2012, em Teresina, PI, no campo experimental da Embrapa Meio-Norte com coordenadas de 5°06'18" S e 42°48'12" W. O clima é classificado como subúmido seco, megatérmico com excedente hídrico moderado no verão. A precipitação pluviométrica anual média é 1.200 mm e a temperatura anual média 28 °C. Conforme o sistema Köppen, a região é classificada como Aw-Tropical chuvoso de Savana, com inverno seco (junho a novembro) e verão chuvoso (dezembro a maio), sendo que a maior precipitação pluviométrica se concentra nos meses de janeiro a abril (Bastos & Andrade Júnior, 2008).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo (Embrapa, 1999), com as seguintes características químicas: pH (H₂O) = 5,7; Ca = 1,0 cmol/dm³; Mg = 0,4 cmol/dm³; K = 0,18 cmol/dm³ e Al = 0,1 cmol/dm³; P disponível = 7 mg/dm³; e, matéria orgânica = 3,5 mg/kg. A área experimental foi adubada



com 50 kg/ha de P_2O_5 e 50 kg/ha de KCl quando foram realizados os cortes de uniformização no primeiro ciclo de pastejo. A adubação nitrogenada foi parcelada na dose de 100 kg/ha de N por ciclo de pastejo, aplicado na forma de ureia agrícola, sendo que no tratamento com estilosantes a ureia foi aplicada apenas entre as linhas de capim-massai.

Os dados de precipitação pluviométrica, temperatura máxima, mínima e média e umidade relativa do ar do período experimental estão apresentados na Figura 1.

A gramínea e os cajueiros foram implantados no mês de março de 2001, sendo que o plantio dos cajueiros foi realizado com espaçamento de 8 m x 8 m e do capim-massai foi realizado em linhas espaçadas 30 cm entre si, e que na pastagem consorciada duas linhas de gramíneas foram intercaladas com uma de estilosantes cv. Campo Grande. No mês de março os cajueiros receberam uma poda de limpeza. Essa prática, além de recomendada no manejo da cultura (Crisóstomo et al., 2001), permite a maior passagem de luz para o estrato herbáceo favorecendo o crescimento da gramínea.

Adotou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com três tratamentos (monocultivo de capim-massai, silvipastoril de capim-massai com cajueiros e silvipastoril de capim-massai com cajueiros e estilosantes) quatro repetições (piquetes) e parcelas subdivididas no tempo (ciclos de pastejo). Foram avaliados dez perfilhos por piquete, totalizando quarenta

perfilhos por tratamento para a avaliação das características morfogênicas e estruturais.

Os tratamentos foram alocados em uma área experimental com 5.100 m², subdividida em três piquetes experimentais de 1.700 m² cada. Foi utilizada lotação rotacionada com 3 dias de ocupação e 27 de descanso, a área de cada tratamento foi dividida em 10 piquetes de pastejo com 170 m². Este ciclo foi repetido duas vezes nos meses de março a julho de 2012, de modo a compor duas repetições no tempo.

Para a desfolha da pastagem foi utilizado 26 ovinos machos, sem padrão racial definido, com peso médio de 20 kg e distribuídos nos piquetes de cada tratamento. Foi adotada a taxa de lotação variável, de modo a obter um resíduo de pós-pastejo de 20 cm de altura. Antes do experimento os animais foram desverminados e, durante o período experimental, ficaram nos piquetes das 7:00 às 17:00 h, quando foram recolhidos ao aprisco para pernoite. A suplementação mineral e água foram ofertadas à vontade nos piquetes.

Após o pastejo dos animais, para avaliação das características morfogênicas durante o período de descanso da pastagem, foram marcados cinco perfilhos ao acaso em duas transectas, totalizando 10 perfilhos em cada um dos quatro piquetes sorteados, totalizando 40 perfilhos por tratamento, sendo estes, identificados com fios coloridos, para a melhor visualização no campo, fixando-se ainda uma estaca de madeira ao lado de cada transecta. Ao final da coleta dos dados, as médias

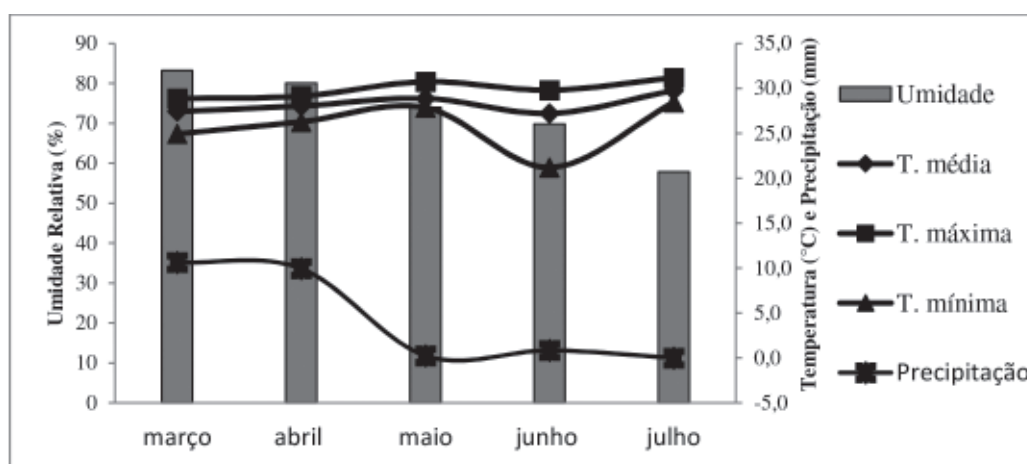


Figura 1 - Médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima, umidade e da precipitação pluvial ao longo do período experimental.

de quatro perfilhos formaram uma média composta, contabilizando dez médias por tratamento.

As avaliações foram realizadas a cada três dias totalizando nove avaliações por ciclo, onde foram registrados os dados referentes ao aparecimento do ápice foliar, ao dia da exposição da lígula, ao comprimento do colmo, ao comprimento da lâmina foliar expandida e em expansão, ao número de folhas por perfilho, ao número de folhas vivas, mortas e em senescência.

A partir dessas informações foram calculadas as variáveis conforme Oliveira et al. (2007): taxa de aparecimento de folhas (TapF): calculada dividindo-se o número total de folhas surgidas no perfilho pelo período de rebrotação, expressa em folhas/dia; filocrono (Fil): inverso da taxa de aparecimento de folhas, expresso em dias/folha; taxa de alongamento de folhas (TalF): calculada pela diferença entre os comprimentos final e inicial das folhas emergentes dividida pelo número de dias entre as medidas, expresso em cm/dia; taxa de alongamento do colmo (TalC): calculada pela diferença entre os comprimentos final e inicial do colmo dividida pelo número de dias entre as medidas, expresso em cm/dia; comprimento final da lâmina foliar (CFF): foram medidas as folhas completamente expandidas, desde sua inserção na lígula até o ápice foliar, expressa em cm; número de folhas verdes/perfilho (NFVe): número médio de folhas em alongamento e alongadas por perfilho, que não apresentam sinal de senescência; duração de vida de folhas (DVF): período de tempo entre o aparecimento de uma folha até sua morte, $DVF = NFV \times \text{Filocrono (dias)}$; Número de Folhas em Senescência (NFSe): número de lâminas com até 50% de sua área foliar amarelecida; Número de Folhas Mortas (NFMo): contagem das folhas com mais de 50% de sua área foliar amarelecida; número total de folhas (NTF): contabilização do número de folhas em expansão, expandidas, senescentes e mortas dos perfilhos avaliados.

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento PROCGLM do logiciário estatístico SAS versão 9.0 (Sas, 2000), assim foi possível detectar os efeitos das fontes de variação (sistemas e ciclos de pastejo), bem como da interação entre elas. As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando o "LSMEANS" e comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio da probabilidade da diferença "PDIF" utilizando o Teste Student-Newman-Keuls (SNK) e um nível de significância 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito ($P < 0,05$) interação entre os sistemas e os ciclos de pastejo para três variáveis ($P < 0,05$) para a taxa de alongamento de colmo (TalC), o comprimento final da folha (CFF) e o filocrono (Fil) (Tabela 1), ficando a significância limitada aos fatores isolados para as outras variáveis. A taxa de senescência foliar (TseF), a duração de vida da folha (DVF) e o número de folhas mortas (NFM) não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos.

Os sistemas avaliados e os ciclos de pastejo, assim como os efeitos interação não influenciaram a TseF, a DVF e o NFM por que o sombreamento do sistema silvipastoril não foi suficiente para acelerar o processo de senescência e morte das folhas, ou o tempo de avaliação não foi o suficiente para a planta expandir completamente a lâmina foliar e entrar em processo de senescência.

Houve variação ($P < 0,05$) da TapF nos diferentes sistemas (Tabela 2), com valores superiores no monocultivo de capim-massai, seguido pelo sistema silvipastoril de capim massai consorciado com estilosantes Campo Grande e sistema silvipastoril composto apenas por capim-massai e cajueiro. Os menores valores da TapF observada nos tratamentos silvipastoril com cajueiros e do sistema de consórcio em relação ao monocultivo é atribuída principalmente ao sombreamento exercido pelo estrato arbóreo, já que a redução da luminosidade diminui a taxa de aparecimento de folhas e perfilhos (Bernardino & Garcia, 2009).

O sombreamento leva ao maior alongamento da lâmina foliar e pseudocolmo e conseqüentemente aumenta a distância a ser percorrida pela folha até a sua emergência elevando o intervalo de tempo entre o surgimento de duas folhas consecutivas e, portanto, reduz a taxa de aparecimento foliar (Skinner & Nelson, 1995). A menor taxa de aparecimento de folhas de capim-massai, associado com a sua maior taxa de alongamento foliar, está de acordo com a literatura (Martuscello et al., 2006; Veras et al., 2010; Paciullo et al., 2011; Santos et al., 2011a).

Além disso, os menores valores da TapF nos tratamentos sombreados também podem ser atribuídos à redução da temperatura sob a copa das árvores, pois a menor incidência luminosa associada a menor temperatura pode inibir a atividade de gemas e



Tabela 1 - Níveis de significância associados às causas de variação das características morfológicas e estruturais do capim-massai em monocultivo, em sistema silvipastoril e silvipastoril consorciado com estilosantes

Variáveis	Tratamento	Ciclo	Tratamento*ciclo
Taxa de aparecimento de folhas	*	ns	ns
Taxa de alongamento de folhas	*	*	ns
Filocrono	*	ns	*
Taxa de alongamento de colmo	*	*	*
Taxa de senescência foliar	ns	ns	ns
Duração de vida das folhas	ns	ns	ns
Comprimento final da folha	*	ns	*
Número de folhas verdes	*	ns	ns
Número de folhas em senescência	*	ns	ns
Número de folhas mortas	ns	ns	ns
Número total de folhas	*	ns	ns

* = (P<0,05); ns = Não significativo; Fontes de variação: tratamentos e ciclos de pastejo; tratamento*ciclo = interação entre os sistemas avaliados e ciclos de pastejo.

Tabela 2 - Características morfológicas de capim-massai em monocultivo, em sistema silvipastoril de capim-massai com cajueiros e silvipastoril consorciado com estilosantes

Ciclo de pastejo	Tratamentos			Média / EPM ¹
	Capim-massai	Capim-massai e cajueiros	Massai, estilosantes e cajueiros	
	Taxa de aparecimento de folhas (folhas.dia.perfilho ⁻¹)			
1	0,138 aA*	0,122 bA	0,109 cA	0,123 A
2	0,129 aA	0,108 bB	0,113 bA	0,117 A
Média	0,133 A	0,115 B	0,111 B	0,002
	Taxa de alongamento de folhas (cm de folha.perfilho.dia ⁻¹)			
1	1,407 bA	1,670 aB	1,822 aA	1,633 B
2	1,528 bA	2,155 aA	2,114 aA	1,932 A
Média	1,468 B	1,913 A	1,968 A	0,055
	Filocrono (dias)			
1	7,714 bA	8,476 bB	10,481 aA	8,890 A
2	8,298 bA	10,054 aA	9,447 abA	9,266 A
Média	8,006 B	9,265 A	9,964 A	0,217
	Taxa de alongamento de colmo (cm de folha.perfilho.dia ⁻¹)			
1	0,053 bA	0,155 aA	0,074 bA	0,094 A
2	0,039 aA	0,047 aB	0,045 aB	0,044 B
Média	0,046 B	0,101 A	0,060 B	0,007

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúsculas nas colunas não diferem (P>0,05) pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK); ¹erro padrão da média.

comprometendo a formação de novas folhas e novos perfilhos (Frank & Hofman, 1994).

As diferenças observadas entre na TapF dos sistemas sombreados de capim-massai com cajueiros e consorciado com estilosantes Campo Grande no primeiro ciclo de pastejo se deve ao efeito da leguminosa em contribuir para a melhoria da fertilidade do solo através da fixação biológica de nitrogênio (FBN), nutriente responsável em grande parte pela manutenção da

produtividade da gramínea estimulando a emissão de novas folhas e perfilhos (Santos et al., 2009). Esse efeito não foi observado no segundo ciclo, provavelmente pela diminuição da participação na botânica da leguminosa na pastagem, fator que ocasiona a diminuição da FBN.

Houve aumento (P<0,05) na taxa de alongamento de folhas (TalF) nos diferentes sistemas nos dois ciclos de pastejo (Tabela 2). Maiores taxas foram observadas

nos tratamentos onde o capim-massai estava sombreado, nos tratamentos silvipastoril e no sistema silvipastoril com estilosantes, sendo que não houve diferenças entre esses dois tratamentos. De acordo com Paciullo et al. (2008) a sombra pode proporcionar o maior teor de umidade no solo que associado à temperatura mais moderada podem ter contribuído para aumentar a taxa de mineralização do nitrogênio, da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem do nitrogênio em comparação ao que ocorre a pleno sol contribuindo também para a elevação da TalF dos tratamentos silvipastoril e consorciado.

As maiores taxas de alongamento de folhas no ambiente sombreado podem ocorrer devido a uma série de modificações na morfofisiologia da planta que tem o objetivo de compensar a deficiência de luz, uma vez que a baixa disponibilidade de radiação afeta primeiramente a fotossíntese que, por sua vez, pode reduzir o suprimento de carbono para o crescimento (Campos et al., 2007). Paciullo et al. (2011) ao avaliar os efeitos do sombreado (0, 36 e 54%) e de doses de nitrogênio sobre as características morfológicas de gramíneas do gênero *Brachiaria* (*B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha* cultivares Marandú e Xaraés) observaram que a TalF sob condições de sombreado foram sempre maiores do que aqueles em pleno sol, corroborando com os resultados obtidos para o capim-massai nesta pesquisa.

No primeiro ciclo o filocrono foi superior no consórcio seguido pelo silvipastoril e pelo monocultivo, já no segundo ciclo apenas o monocultivo e o consórcio diferiram estatisticamente (Tabela 2). O filocrono é o inverso da TapF (Wilhelm & Mc Master, 1995), assim, da mesma maneira como a TapF pode ter sido influenciada pela diminuição da temperatura nos tratamentos sombreados o filocrono respondeu positivamente a diminuição da temperatura na base dos cajueiros. A redução do filocrono no monocultivo nos dois ciclos de pastejo foi ocasionado pelo efeito negativo do sombreado sobre a TapF.

O aumento no comprimento da bainha foliar, observado nos tratamentos sombreados, resulta em maiores valores de filocrono, uma vez que o tempo necessário para a visualização da nova folha emergente pode ser atrasado, segundo uma relação básica estabelecida pelo comprimento das bainhas que envolvem o meristema apical e a taxa de alongamento

foliar; assim, é possível estabelecer uma relação funcional entre TalF e o Filocrono, para elevadas taxas de alongamento foliar nos sistemas silvipastoril e, nos sistema silvipastoril com estilosantes no primeiro e segundo ciclos, a TapF foi diminuída e filocrono aumentado (Wilson & Laidlaw, 1985; Skinner & Nelson, 1995).

Para taxa de alongamento de colmo (TalC) do capim-massai foi observada interação entre os fatores sistemas e ciclos de pastejo (Tabela 2). O sistema silvipastoril consorciado com estilosantes apresentou valores superiores aos observados para sistema silvipastoril no primeiro ciclo, não sendo observada diferença entre os tratamentos no segundo ciclo.

A TalC foi superior no primeiro ciclo em todos os tratamentos, resultado que difere de outros trabalhos (Cândido et al., 2006; Pompeu et al., 2009; Cutrim Júnior et al., 2010), sendo que geralmente esta variável tende a aumentar com ciclos sucessivos e o que dificulta a manutenção estrutura adequada para o bom desempenho animal em gramíneas tropicais. Esse resultado ocorreu devido ao corte de uniformização, que aconteceu abaixo da última lígula, fazendo com que ela demorasse aparecer novamente diminuindo o período avaliado para esta característica no último ciclo, fazendo com que os colmos demorassem mais a crescer.

No primeiro ciclo o tratamento silvipastoril com estilosantes apresentou maiores TalC, visto que esta característica morfológica tem correlação positiva com TalF que foi obtida no tratamento consorciado; além disso, o aporte de nutrientes nesse sistema pode ter sido favorecido pela presença da leguminosa. A leguminosa não sofreu corte de uniformização no primeiro ciclo, assim ela pode ter competido por luz com a gramínea, estimulando o alongamento do colmo. Já no segundo ciclo, como a leguminosa diminuiu sua participação botânica na composição do pasto este efeito não foi observado.

A pouca variação da TalC entre os tratamentos no segundo ciclo pode ser um indicativo de que o capim massai pode ser utilizado em sistemas intensivos de pastagens. Cândido et al. (2006) citam que o alongamento dos colmos é muito difícil de ser controlado em sistemas intensivos com lotação rotacionada. Ele promove uma elevação do meristema apical que uma vez decapitado por pastejo ou corte provocando a morte do perfilho, prejudica a perenidade da pastagem.



Para a TseF e a DVF (Tabela 2), não foram observadas diferenças estatísticas ($P>0,05$) entre os tratamentos e os ciclos de pastejo. A similaridade para a TseF observada nesse estudo ocorreu devido ao pequeno tempo de descanso e de avaliação das características morfológicas, que não foi o suficiente para a planta expandir completamente a lâmina foliar e entrar em processo de senescência.

O sombreamento também poderia afetar a TseF e DVF. Estudos demonstram que a medida em que a planta entra em competição por luz há incremento nas taxas de senescência (Lemaire & Chapman, 1996; Garcez Neto et al., 2002). Neste estudo, entretanto, o nível de sombreamento não foi suficiente para elevar a TseF.

O sombreamento não afetou a DVF o que pode ser atribuído a um mecanismo adaptativo da planta para assegurar sua perenidade. Paciullo et al. (2008) citam que a planta geralmente compensa a redução da TapF pelo aumento no tempo de duração vida das folhas. As maiores TalF observadas nos sistemas com baixa intensidade luminosa pode ter atrasado o início da senescência, fazendo com que a DVF fosse estendida, como as folhas tiveram baixo índice de senescência foliar a DVF foi favorecida.

Os ciclos de pastejo não influenciaram ($P>0,05$) as características estruturais de capim-massai (Tabela 3). No primeiro ciclo o comprimento final da lâmina foliar (CFF) foi superior ($P<0,05$) nos tratamentos sombreados (silvipastoril e silvipastoril consorciado com estilosantes), o número de folhas verdes (NFV) foi inferior ($P<0,05$) no silvipastoril com estilosantes, o número de folhas em senescência (NFS) e o número de folhas mortas (NFM) não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,05$). O número total de folhas (NTF) foi superior ($P<0,05$) no monocultivo de capim-massai, seguido pelo massai em sistema silvipastoril com cajueiros e silvipastoril consorciado mais estilosantes.

No segundo ciclo observou-se diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos para o CFF, sendo que o sistema silvipastoril foi superior ao consórcio que foi superior ao monocultivo de capim-massai. O NTF foi superior ($P<0,05$) no monocultivo de capim-massai em relação aos tratamentos sombreados. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para o NFV, NFS e para o NFM.

No segundo ciclo foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) do CFF entre os sistemas

sombreados, devido à baixa disponibilidade hídrica no consórcio durante o final do período chuvoso.

As características morfológicas determinam as características estruturais das gramíneas e consequentemente sua produtividade. Segundo Lemaire & Chapman (1996) os principais fatores determinantes do CFF são a TalF e a TapF, enquanto que a TalF está diretamente correlacionada com o CFF a TapF está associada com o menor CFF. Os dados obtidos confirmam essa teoria, onde foram observados maiores TalF nos tratamentos em que os CFF foram superiores. Além disso o tratamento de capim massai obteve maiores TapF o que provavelmente contribuiu para o menor CFF nos dois ciclos de pastejo. Essa correlação positiva entre o CFF e TalF também foi observada por diversos autores (Garcez Neto et al., 2002; Alexandrino et al., 2004; Marcelino et al., 2006). Neste estudo, a elevação tanto da TalF e CFF está relacionado ao mecanismo de adaptação ao sombreamento, fazendo com a planta passasse por alterações morfológicas com o objetivo de compensar a deficiência de luz.

O NFV é uma característica estrutural bastante estável, tanto que diferiu apenas no primeiro ciclo onde foram observados valores inferiores para o tratamento do capim massai consorciado com estilosantes cv. Campo Grande. Esses valores podem ser atribuído a menores TapF obtidas nos tratamentos sob copa de cajueiro, já que esta variável está associada à TapF e DVF. No segundo ciclo os tratamentos foram semelhantes apesar de o NFV ser superior no cultivo exclusivo onde ocorreram maiores TapF.

A similaridade observada para esta variável estrutural no segundo ciclo também pode ser atribuída às baixas TseF. Quando razoavelmente constante, como observado nesse experimento, dependendo do genótipo, das condições de meio e manejo, da estabilização do número de folhas verdes por perfilho constitui-se um índice objetivo para orientar o manejo de forrageiras (Oliveira et al., 2007).

O NFS e o NFM não variaram nos tratamentos e nos ciclos de pastejo, devido aos baixos valores de TseF e a maior DVF o que também provocou a diminuição do número de folhas mortas. Os baixos valores estão associados à pequena frequência de observação de folhas senescentes e mortas. A senescência e morte foram observadas apenas em casos atípicos de ataque de pragas e doenças que ocorreram em algumas unidades experimentais.

Tabela 2 - Características morfológicas de capim-massai em monocultivo, em sistema silvipastoril de capim-massai com cajueiros e silvipastoril consorciado com estilosantes

Ciclo de pastejo	Tratamentos			Média / EPM ¹
	Capim-massai	Capim-massai e cajueiros	Massai, estilosantes e cajueiros	
		Comprimento final da folha (cm ⁻¹)		
1	30,136 bA	34,578 aA	36,611 aA	33,775A
2	29,115 cA	38,573 aA	35,014 bA	34,234A
Média	29,626 B	36,576 A	35,813A	0,665
		Número de folhas verdes (folhas.perfilho ⁻¹)		
1	3,350 aA	3,125 aA	2,700 bA	3,058A
2	3,125 aA	2,775 aA	2,825 aA	2,908A
Média	3,237 A	2,950 B	2,762B	0,058
		Número de folhas em senescência (folhas.perfilho ⁻¹)		
1	0,150	0,025	0,075	0,083
2	0,150	0,100	0,025	0,091
Média	0,150	0,062	0,050	0,018
		Número de folhas mortas (folhas.perfilho ⁻¹)		
1	0,325	0,275	0,150	0,250
2	0,250	0,075	0,225	0,183
Média	0,287	0,175	0,187	0,038
		Número total de folhas (folhas.perfilho ⁻¹)		
1	3,725aA	3,325 bA	2,925 cA	3,325A
2	3,500 aA	3,050 bB	2,950 bA	3,166A
Média	3,6125 A	3,137 B	2,987B	0,057

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúsculas nas colunas não diferem (P>0,05) pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK); ¹erro padrão da média.

Além disso, a maior parte da senescência ocorreu devido à roçagem em casos em que o pastejo foi desuniforme e o resíduo foi maior do que o indicado para a gramínea (20 cm) o que causava danos aos tecidos foliares, e o fator que mais pode ter interferido na pequena observação de folhas senescentes e mortas pode ter sido também o pequeno período de avaliação que não foi o suficiente para que ocorresse a morte de tecidos. Os resultados foram inferiores aos de Oliveira et al. (2007) que observaram valores médios de 1,5 e 1,45 folhas por perfilho para o NFSe e NFMo para perfis de capim-tanzânia submetidos a combinações de adubações e intensidade de corte por um período de 35 dias de avaliação.

Foi verificada uma relação direta entre a TapF e o NTF. No primeiro ciclo a TapF foi superior no monocultivo, seguido pelo sistema silvipastoril de capim massai com cajueiro e pelo consórcio com estilosantes Campo Grande. No segundo ciclo, no tratamento monocultivo a TapF foi superior aos tratamentos sombreados (silvipastoril e consórcio). O mesmo comportamento foi observado para o NTF e, assim, pode-se inferir que a TapF e o NTF são diretamente proporcionais.

4. CONCLUSÕES

A variação da intensidade luminosa, nos diferentes sistemas de cultivo, influencia a morfogênese e a estrutura do capim-massai. O capim-massai comporta-se como variedades adaptadas aos ambientes sombreados, o que possibilita a sua utilização em sistemas silvipastoris.

5. LITERATURA CITADA

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R. et al. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.51-67, 2008.



- BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Boletim agrometeorológico de 2007 para o município de Teresina, Piauí.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 37p. (Documentos, 181).
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. Sistemas Silvopastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, supl., p.77-88, 2009.
- CAMPOS, N.R.; PACIULLO, D.S.C.; BONAPARTE, T.P. et al. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e cultivo exclusivo. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.819-821, 2007.
- CÂNDIDO, M.J.D.; SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2234-2242, 2006.
- CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A. et al. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.19-25, 2009.
- CRISÓSTOMO, L.A.; SANTOS, F.J.S.; OLIVEIRA, V.H. et al. **Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 20p. (Circular Técnica, 08)
- CUTRIM JÚNIOR, J.A.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; VALENTE, B.S.M. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.618-629, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FRANK, A.B.; HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses. **Crop Science**, v.34, n.2, p.468- 473, 1994.
- GARCEZNETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.
- GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F. et al. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. **The ecology and management of grazing systems.** Wallingford: CAB International, p.33-36, 1996.
- MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.C. et al. Características morfológicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2243-2252, 2006.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-massai submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.
- OLIVEIRA, A.B.; PIRES, A.J.V.; MATOS NETO, U. 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.
- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A. et al. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.917-923, jul. 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M. et al. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and Shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.270-276, 2011.
- PENA, K.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.C. et al. Características morfológicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim tanzânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2127-2136, 2009.



- POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.809-817, 2009.
- SANTOS, L.C.; BONONO, P.; SILVA, V.B. et al. Características morfológicas de Braquiárias em resposta a diferentes adubações. **Acta Scientiarum**, v.31, n.1, p.221-226, 2009.
- SANTOS, M.R.S.; FONSECA, D.M.; BRAZ, T.G.S. et al. Características morfológicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.535-542, 2011a.
- SANTOS, P.M.; SANTOS, A.C.; NEGREIROS NETO, J.V. et al. Caracterização de pastagens de capim tanzânia e mombaça consorciados com estilosantes em ecótono de transição Cerrado: Floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.163-173, 2011b.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. **SAS/STAT User's guide**. Cary, NC: SAS instituto, 2000.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- VERAS, V.S.; OLIVEIRA, M.E.B.; LACERDA, T.B. et al. Produção de biomassa e estrutura do pasto de capim-andropogon em sistema silvipastoril e monocultura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.200-207, 2010.
- WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.
- WILSON, R.E.; LAIDLAW, A.S. The role of the sheath tube in the development of expanding leaves in perennial ryegrass. **Annals of Applied Biology**, v.106, p.385-391, 1985.

Recebido para publicação em 30/04/2014 e aprovado em 30/07/2014.

