

COMPOSIÇÃO MINERAL E BROMATOLÓGICA DE *Talinum triangulare* (JACQ.) WILLD CULTIVADA SOB SOMBREAMENTO

Ellen Carla Francisca Alexandre¹, José Weselli de Sá Andrade¹, Adriano Jakelaitis^{1*}, Leandro Spíndola Pereira¹, Gustavo Dorneles de Sousa¹, Gustavo Silva de Oliveira¹

RESUMO - Objetivou-se nesta pesquisa avaliar os efeitos dos níveis de sombreamento sobre o desempenho de *T. triangulare* quanto ao teor e acúmulo de nutrientes e a composição centesimal em suas folhas, caules e raízes. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas (4 x 3), em que as parcelas foram formadas por quatro ambientes de cultivo (pleno sol, 18, 30 e 50% de sombreamento) e as subparcelas, por três partes das plantas (raiz, caule e folhas). Em valores médios, foram observados maiores teores de minerais na seguinte ordem: K>N>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu, e de acúmulo para: K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu. Quanto à composição bromatológica não foram observadas interações significativas entre níveis de sombreamento e as partes da planta. Contudo, nas raízes foram observados maiores teores de carboidratos totais, fibra em detergente neutro, de hemicelulose e de umidade e no caule de fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e carboidratos totais e nas folhas de proteína bruta e umidade. Os teores de fibra em detergente ácido aumentaram com os níveis de sombra e a umidade foi reduzida. Os teores de fibra em detergente neutro e hemicelulose mostraram comportamento quadrático com ponto de máximo em 19 e 12% de sombreamento, respectivamente. Conclui-se que a *T. triangulare* apresenta elevados níveis de nutrientes em seus órgãos, contudo o sombreamento altera sua composição química e bromatológica.

Palavras chave: acúmulo de nutrientes, hortaliça não convencional, sistemas de cultivo.

MINERAL AND BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF *Talinum triangulare* (JACQ.) WILLD GROWN UNDER SHADING

ABSTRACT - The objective of this research was to evaluate the effects of shading levels on the performance of *T. triangulare* regarding nutrient content and accumulation and centesimal composition of leaves stems and roots. The experimental design was a randomized block in split-plots (4 x 3). The plots comprised four environments (full sun, 18, 30, and 50% shading), split into three plant parts – the subplots (roots, stems, and leaves). Overall, mineral contents followed the subsequent order: K>N>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu; yet for accumulation, it was K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu. Regarding the bromatological composition, no significant interactions were observed among the shading levels nor plant parts. Notwithstanding, roots showed higher levels of total carbohydrates, neutral detergent fiber, hemicellulose, and moisture; stems had more acid detergent fiber, neutral detergent fiber, and total carbohydrates; and finally, leaves were highlighted in crude protein and moisture contents. Interestingly, the levels of acid detergent fiber rose as shading was increased and humidity reduced. Neutral detergent fiber and hemicellulose contents showed quadratic behavior with maximum values under 19 and 12% shading, respectively. Ultimately, *T. triangulare* presents high levels of nutrients in its organs; however, shading changes may alter its chemical and bromatological compositions.

Keywords: cropping system, nutrient accumulations, unconventional vegetable.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Agronomia, Rio Verde, GO, Brasil.

* Contato para correspondência: adriano.jakelaitis@ifgoiano.edu.br



INTRODUÇÃO

Pertencente à família Talinaceae (Brilhaus et al., 2016), *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd é conhecida vulgarmente por major-gomes, lustrosa grande, maria-gorda (Brasileiro, 2010), beldroega, bredo e folha d'água (Agra et al. 2008). Tem distribuição pantropical, sendo originária da África (Fasuyi, 2007).

É utilizada para diversos fins medicinais (Agbonon et al., 2010) e alimentares na África, Ásia e América do Sul pelo seu valor nutricional, facilidade de exploração e custo de produção (Fasuyi, 2007). Apresenta poucas exigências para o seu cultivo, sendo considerada planta daninha de cultivos agrícolas no Brasil (Mônaco et al., 2009).

No Brasil, as folhas são comercializadas como hortaliça, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (Brasileiro, 2010). Também pode ser potencial biomarcadora para a detecção de toxicidade de chumbo, pois desempenha papel fundamental na tolerância a este metal (Kumar et al., 2012).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem conduzido trabalhos de pesquisa com esta espécie, promovendo seu resgate cultural no Brasil, e incentivando o seu uso como uma hortaliça não convencional (Brasil, 2010). A espécie apresenta potencial econômico e agrônomo, principalmente para pequenos produtores rurais desprovidos de alternativas rentáveis.

Os fatores abióticos e a genética influenciam o comportamento das plantas, sendo imprescindível a realização de pesquisas com genótipos em várias condições climáticas. Como a *T. triangulare* tem importância ecológica e econômica, são necessárias pesquisas para melhor aproveitamento dos benefícios oferecidos por esta planta que possam gerar informações técnicas para melhorar sua produção e sua qualidade.

A composição mineral nas plantas pode ser influenciada pelos níveis de sombreamento a que são submetidas, contribuindo, em geral, para o aumento dos níveis de macronutrientes, principalmente fósforo, potássio e cálcio e magnésio (Castro et al., 2001). Diante da necessidade do desenvolvimento de práticas de manejo para o cultivo de *T. triangulare* e de otimizar a quantidade e a qualidade da produção, desenvolveu-se este estudo com o objetivo de avaliar a composição centesimal e mineral desta espécie submetida a diferentes níveis de sombreamento.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Rio Verde, Goiás, Brasil (latitude -17°48'55"S e longitude -50°56'28"O na altitude de 753 m) no período de outubro de 2014 a março de 2015. Segundo a classificação de Koppen e Geiger, o clima local da região é tropical (Aw), com precipitações pluviárias anuais que variam de 1.500 a 1.800 mm que ocorrem nos meses de outubro a maio, sendo os demais meses do ano de seca. A variação da temperatura média anual se situa entre 20 a 35 °C.

As sementes para formação das mudas foram obtidas de plantas no município de Rio Verde, em área de ocorrência natural. Uma exsicata (HRV 468), após identificação, foi devidamente depositada no Herbário do Instituto Federal Goiano, Rio Verde. As sementes coletadas foram colocadas para germinar em bandejas de polipropileno contendo substrato comercial, onde permaneceram 21 dias, sendo neste período também feito o desbaste. Posteriormente, foram transplantadas para os canteiros e permaneceram 118 dias nos ambientes.

O solo dos canteiros, classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura média, foi analisado quanto às características físico-químicas e apresentou, a 20 cm de profundidade, pH (em CaCl₂) de 5,7; P= 27,74 mg dm⁻³; K= 0,13 cmol_c dm⁻³; Ca= 4,07 cmol_c dm⁻³; Mg= 1,21 cmol_c dm⁻³; Al= 0,01 cmol_c dm⁻³; H+Al= 2,89 cmol_c dm⁻³; V%= 65,3%; SB= 5,43 cmol_c dm⁻³; CTC= 8,32 cmol_c dm⁻³; B=0,36 mg dm⁻³; Na=5,0 mg dm⁻³; Cu=5,75 mg dm⁻³; Fe=18,55 mg dm⁻³; Mn=44,56 mg dm⁻³; Zn= 21,34 mg dm⁻³; e granulometria 590 g kg⁻¹ de areia, 100 g kg⁻¹ de silte e 310 g kg⁻¹ de argila.

O túnel onde estavam dispostos os canteiros apresentava dimensões de 30 m de comprimento por 5,2 m de largura com 1,4 m de pé direito. Tinha estrutura de ferro galvanizado e, para o fechamento superior e lateral, foram utilizadas malhas de sombreamento preto para os ambientes sombreados, representando 18, 30 e 50% de atenuação de radiação, e a pleno sol (100% de radiação incidente). Os canteiros, para cada tratamento, apresentavam dimensão de 1m de largura e 5m de comprimento e foram repetidos 4 vezes, em área total de 30m², considerando os espaços entre canteiros. O espaçamento adotado entre plantas foi de 25x25cm.

Os canteiros foram preparados com enxada rotativa e, por ocasião desta operação, foi incorporado composto orgânico curtido na dose de 1 kg m⁻². Não foram aplicados



produtos fitossanitários durante o cultivo das plantas, e o controle de plantas daninhas foi feito por meio de capinas semanais.

Aos 118 dias após o transplante, quando as plantas atingiram pleno florescimento, foram coletadas seis plantas por bloco, separadas as raízes, folhas e caules e pesadas. Posteriormente, foram retiradas subamostras de peso conhecido, colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72 horas. Após secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, utilizando peneira com malha de 1 mm, para as análises químico-bromatológicas (Embrapa, 1999; Silva & Queiroz, 2002).

A composição mineral foi obtida, em extrato de digestão sulfúrica pelo método Kjeldahl, o nitrogênio (N) foi determinado. Em extrato da digestão nitro-perclórica, foram determinados, colorimetricamente, o fósforo (P), pelo método do molibdato; utilizando a espectrofotometria de emissão atômica, foi determinado o potássio (K); por turbidimetria do sulfato, o enxofre (S); magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), cálcio (Ca), zinco (Zn) e manganês (Mn), por meio da espectrofotometria de absorção atômica e foi determinado utilizando o método colorimétrico o boro (B), pela azomectina H, posteriormente à incineração em mufla (Embrapa, 1999). Foram determinados os teores e o acúmulo de nutrientes, sendo este último obtido pelo produto entre o teor e a massa seca (Oliveira et al., 2011).

A composição centesimal foi obtida de acordo com a metodologia oficial descrita pela AOAC (2006). Mediante secagem em estufa a 105 °C até atingir massa constante, foi determinado o teor de água. Em mufla a 550 °C, o material foi incinerado para obtenção da fração mineral. A fração proteica foi determinada pelo método de Kjeldahl. Por meio de aparelhos extratores do tipo Soxhlet, foi quantificado o extrato etéreo. De acordo com a expressão “ $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ ”, foram obtidos os carboidratos totais, sendo PB proteína bruta, EE extrato etéreo, MM matéria mineral.

Para a obtenção do conteúdo de hemicelulose (HC), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), o resíduo foi submetido a refluxo em um ácido e solução de detergente neutro separadamente, durante 1 h. Filtrou-se a amostra e lavou-se com água quente e etanol. O resíduo foi submetido à secagem

à temperatura de 40 °C. Conteúdos de FDA e FDN foram calculados pela diferença de peso entre a amostra original e o resíduo. A HC foi obtida pela expressão “ $HC = FDN - FDA$ ”. Todas as determinações foram feitas em triplicata (Silva & Queiroz, 2002).

Os tratamentos que representaram os níveis de sombra (0, 18, 30 e 50%) foram arranjados em parcelas subdivididas com as partes da planta (folha, caule e raiz). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativos ($P < 0,05$), as análises referentes aos níveis de sombra foram expressas por modelos de regressão e os contrastes referentes às partes da planta, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas interações significativas para os teores de K, Mg e Zn (Figuras 1A, B e C). Efeitos isolados foram observados para os teores de N, P, Ca, S, Cu, Fe, B e Mn nas folhas, caules e raízes de *T. triangulare* (Tabela 1), e para os níveis de sombreamento, para os teores de Ca, P e S (Figuras 2A, B e C).

Para os teores de K foram observados maiores valores no caule e nas folhas em relação às raízes para todos os níveis de sombreamento (Figura 1A). Contudo, foram verificados aumentos lineares nos teores de K com o aumento do sombreamento em todos os componentes estruturais da planta, tanto da parte aérea quanto nas raízes, representando incrementos de 0,4531, 0,2313 e 0,1741 g kg⁻¹ para folhas, caules e raízes, respectivamente (Figuras 1A). Maiores teores de Mg e Zn foram verificados nas folhas em relação ao caule e às raízes, exceto para Mg nas plantas cultivadas sob 50% de sombra, em que os níveis deste elemento foram iguais em todas as partes analisadas (Figuras 1B e 1C).

Nas folhas, os teores de Mg apresentaram comportamento quadrático quanto aos níveis de sombreamento testados, com ponto de máximo encontrado quando as plantas foram expostas a 16,63%, atingindo teor de 10,13 g kg⁻¹ nas folhas (Figura 1B). Quanto ao Zn, os acréscimos foram lineares quanto à presença de sombreamento para todas as partes da planta, sendo mais destacado nas folhas com incrementos para cada unidade de sombra de 1,89 mg kg⁻¹ e de 0,55 e 0,41 mg kg⁻¹ em raízes e caules, respectivamente (Figura 1C).

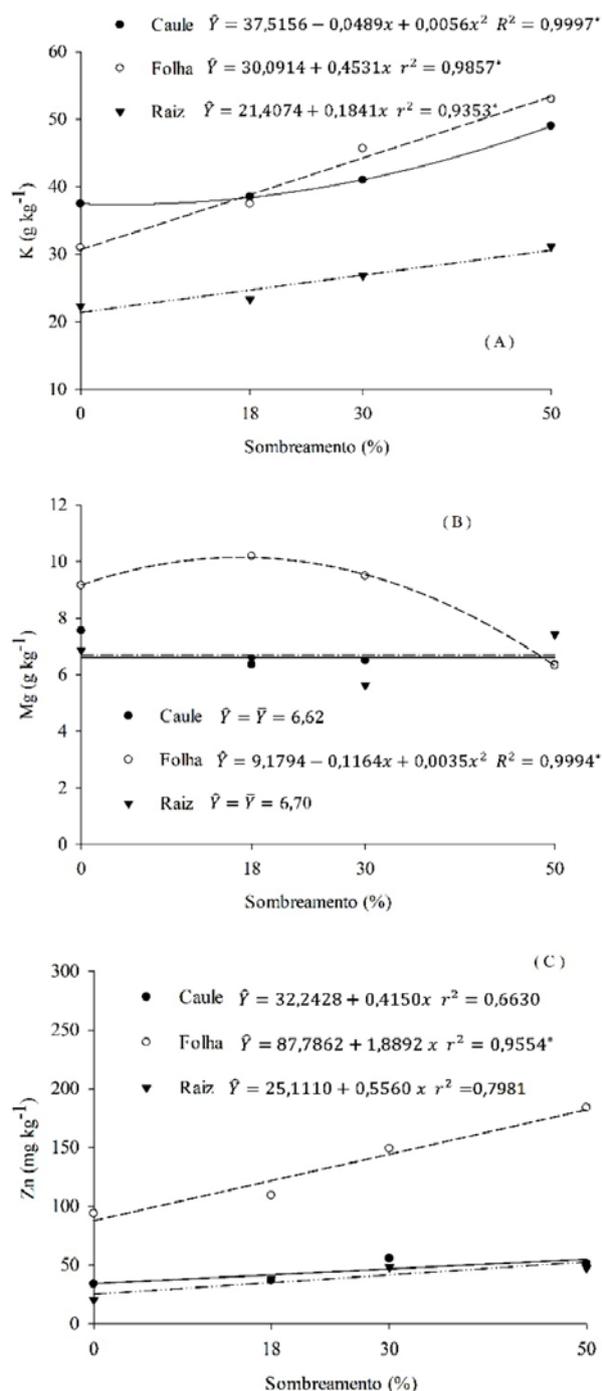


Figura 1 - Teores de potássio (A), magnésio (B) e zinco (C) em caule, folha e raiz de plantas de *Talinum triangulare* em função de níveis de sombreamento. * - significativo ($P < 0,05$) pelo teste F.

Teores elevados de Zn, Cu, Mo, Ni, Se e nitrato em plantas podem ser tóxicos tanto para animais quanto para os seres humanos. Outros elementos minerais no solo, tais como Cr, F, As, Cd, Hg e Pb, também representam riscos para a saúde, entrando na cadeia alimentar pela acumulação nas plantas e pela translocação para partes colhidas comestíveis. Por outro lado, é de grande importância aumentar a concentração dos nutrientes essenciais nas partes comestíveis das culturas e, ao mesmo tempo, reduzir, ou pelo menos manter dentro uma faixa de segurança, a concentração de elementos tóxicos ou indesejáveis (Wang et al., 2008).

Independentemente do sombreamento, foram observados nas folhas de *T. triangulare* maiores teores de N, P, Ca, S, B e Mn em relação ao caule e as raízes (Tabela 1). Nas raízes foram observados maiores teores de Fe e de Cu, sendo que o teor deste último se assemelhou ao encontrado nas folhas (Tabela 1). Menores teores dos micronutrientes Cu, Fe, B e Mn foram encontrados no caule, independentemente de a planta ter sido cultivada sombreada ou não. Reis et al. (2013) comentam que mesmo não ocorrendo atuação direta da luz na absorção de elementos minerais nas plantas, determinadas condições luminosas afetam alguns processos biológicos como fotossíntese, transpiração e respiração, alterando nos tecidos vegetais os teores de nutrientes.

Sistemas de cultivo em muitos países em desenvolvimento ainda não fornecem nutrientes suficientes para satisfazer as necessidades humanas por meio das plantas cultivadas. Em relação aos nutrientes minerais, estima-se que mais de metade da população do mundo não consuma o suficiente, gerando deficiências que prejudicam a saúde das pessoas, especialmente mulheres pobres, lactentes e crianças (Wang et al., 2008), por isso a importância de incluir na alimentação fontes alternativas de alimentação, entre as quais se destaca esta espécie.

Os teores de Ca nos tecidos da planta foram menores com o aumento dos níveis de sombreamento, atingindo o menor valor quando o sombreamento atingiu 34,78% (Figura 2A), representando 32,4% do teor de Ca encontrado nas plantas que cresceram a pleno sol. Segundo Eriksen & Whitney (1981) não ocorre incremento nos teores de Ca na planta pela luminosidade. Todavia, aumentos nos teores de Ca com o sombreamento

Tabela 1 - Efeitos do sombreamento sobre os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe) e boro (B) em caules, folhas e raízes de *Talinum triangulare*

Tratamentos	N	P	Ca	S	Cu	Fe	B	Mn
Sombreamento (%)	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹			
0	14,35	6,77	10,13	1,68	18,88	659,52	66,06	171,87
18	14,55	6,96	7,54	1,68	19,69	606,17	64,62	159,92
30	14,91	7,59	6,98	1,83	18,09	554,91	68,64	165,17
50	13,87	8,22	7,47	1,97	18,69	601,48	63,47	167,56
Partes da planta								
Caulé	8,76 b	6,30 b	4,79 b	1,23 b	14,88 b	387,76 c	54,44 c	52,97 c
Folhas	26,61 a	9,88 a	15,73 a	3,10 a	21,65 a	536,87 b	83,91 a	370,77 a
Raízes	7,90 b	5,98 b	3,57 b	1,03 b	19,99 a	891,94 a	58,74 b	74,65 b
CV (%) parcela	10,04	16,33	20,78	11,35	8,45	12,64	8,76	7,83
CV (%) subparcela	6,90	13,30	23,42	14,85	16,38	18,74	6,09	8,75

*Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

foram verificados por Almeida et al. (2015) em alface e para as gramíneas forrageiras *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* e *Panicum maximum* (Castro et al., 2001). Porém, em plantas de alface (Aquino et al., 2007) e folhas de *Setaria sphacelata* (Castro et al., 2001) não foram observadas alterações nos teores de Ca com redução da intensidade luminosa e para caules de *Andropogon gayanus* o aumento dos níveis de sombreamento proporcionaram redução dos teores deste elemento (Castro et al., 2001).

Para os teores de P e S foram verificados aumentos lineares com o aumento da intensidade do sombreamento de 0,0305 e 0,0062 g kg⁻¹, respectivamente, para cada unidade de sombreamento (Figuras 2B e C) atingindo acréscimos de 21,42% e 17,26% para P e S, respectivamente, nas plantas cultivadas a 50% de sombreamento, se comparadas às cultivadas sob sol. Segundo Neves et al. (2013), os elementos minerais N, P, K são considerados móveis nas plantas e o seu maior teor está nas folhas com maior atividade fisiológica.

Os acúmulos de massa seca das folhas e do caule das plantas de *T. triangulare* não foram afetados pelo sombreamento, representando valores médios de 8,69 e 20,78 g por planta, respectivamente (dados não apresentados). O acúmulo de massa seca nas raízes apresentou comportamento quadrático, explicado pelo modelo $\hat{Y}=9,2265+0,0694X-0,0031X^2$ com $R^2=0,9964$, com ponto de máximo de 11,19% de sombreamento, atingindo máximo valor de 9,61 g por planta (dados não apresentados). Desta forma, considerando o acúmulo de nutrientes na massa seca de *T. triangulare*, foram

observados efeitos significativos para os fatores principais para os acúmulos de N, P, K, S, Ca, Mg, Cu, Mn e B (Tabela 2) nos componentes estruturais (folhas, caules e raízes), e também para níveis de sombreamento para K e Mn (Figuras 3A e B), e interação significativa entre estes fatores para Fe e Zn (Figuras 4A e B). Independentemente do sombreamento, foram observados maiores acúmulos nas folhas para N, S, Ca e Mn, sendo que o acúmulo de S foi estatisticamente semelhante ao encontrado no caule (Tabela 2). No caule, foram acumuladas maiores quantidades de P, K, Mg, Cu e B em relação às raízes e folhas (Tabela 2).

Grangeiro et al. (2006) identificaram nas cultivares de alface Babá de Verão, Verônica e Tainá acúmulo de 0,30; 0,24 e 0,20 g planta⁻¹ de N, respectivamente, quantidades próximas àquelas obtidas nas folhas de *T. triangulare*. O acúmulo de P no caule (0,131 g planta⁻¹) foi superior ao da folha (0,088 g planta⁻¹) e da raiz (0,045 g planta⁻¹), que apresentou menor concentração. Quantidades de P acumulados pelas cultivares de alface Babá de Verão, Verônica e Tainá foram, respectivamente, 0,17; 0,11 e 0,11 g planta⁻¹ (Grangeiro et al., 2006), resultados também próximos aos obtidos no caule e folhas de *T. triangulare*.

Em relação ao acúmulo de K na planta, foi observado aumento linear na massa seca da planta conforme aumento nos níveis de sombra, atingindo 0,0029 g por planta para cada unidade de sombra (Figura 3A). Este aumento se respalda nos aumentos dos teores de K nas folhas, caule e raízes de *T. triangulare*, em função do aumento dos níveis de sombra (Figura 1A), uma vez que o

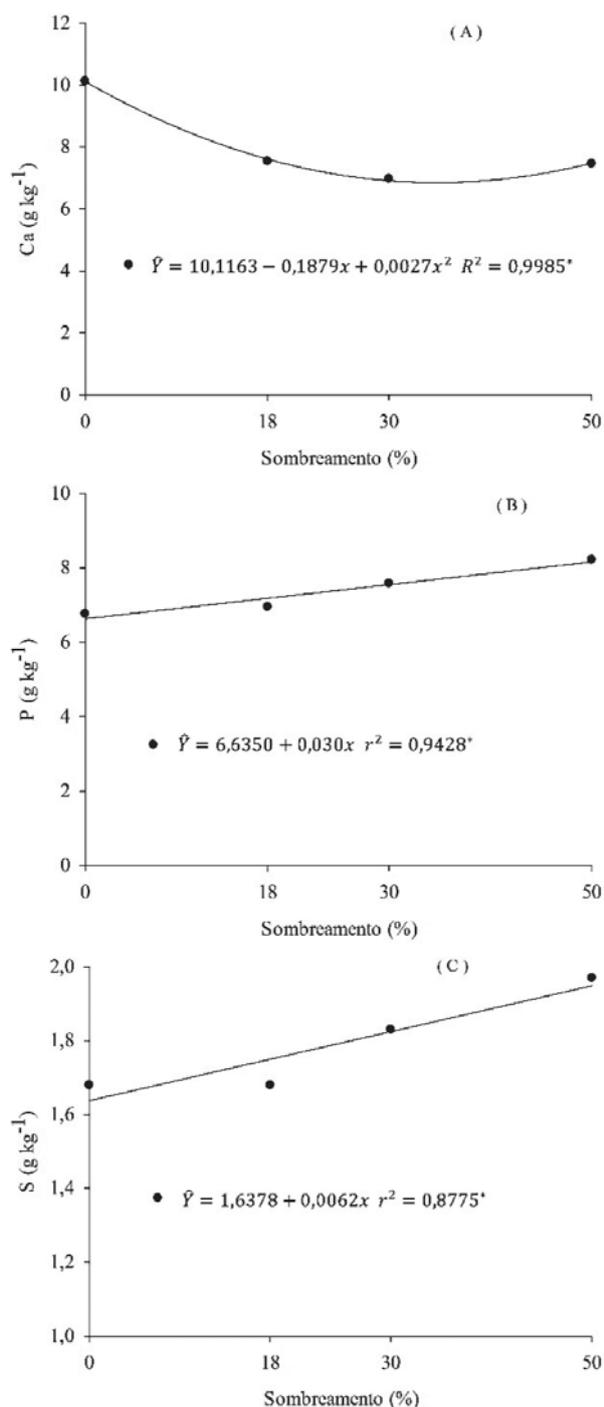


Figura 2 - Teores de cálcio (A), fósforo (B) e enxofre (C) em plantas de *Talinum triangulare* em função de níveis de sombreamento. * - significativo ($P < 0,05$) pelo teste F.

sombreamento não proporcionou acréscimos de massa seca em folhas e caules. Sob níveis de sombreamento artificial, as plantas de taro (*Colocasia esculenta*) acumularam K em maior quantidade, seguido por Ca, N, Mg e P (Oliveira et al., 2011). Verifica-se que o elemento mineral K é o mais extraído nas cultivares, corroborando os resultados obtidos. Para os outros elementos minerais, os teores foram divergentes. Grangeiro et al. (2006) identificaram nas folhas de alface, cultivares Babá de Verão, Tainá e Verônica, acúmulos de K de 0,45; 0,35 e 0,33 g planta⁻¹, respectivamente. Observa-se superioridade do acúmulo em K no caule de *T. triangulare* em comparação com as folhas e raízes da mesma espécie e com os valores encontrados para alface.

O acúmulo de K nas folhas de *T. triangulare* situa-se próximos aos obtidos na cultura de alface (Grangeiro et al., 2006). O acúmulo de Ca obtido nas folhas (0,138 g planta⁻¹) foi superior aos obtidos nos caules (0,098) e nas raízes (0,029) de *T. triangulare*. Os valores de Ca encontrados na parte aérea de *T. triangulare* foram superiores aos obtidos pelas cultivares de alface Tainá, Babá de Verão e Verônica que foram, respectivamente, de 0,063; 0,054 e 0,046 g planta⁻¹ (Grangeiro et al., 2006).

Para Grangeiro et al. (2006), o acúmulo de Mg mais próximo dos obtidos em cultivares de alface foi encontrado no caule de *T. triangulare*, havendo pouca diferença para o acúmulo nas folhas. Para Mn, apesar de mostrar significância entre níveis de sombreamento, não foi possível ajustar modelos de regressão para explicar seu acúmulo nas plantas de *T. triangulare*, contudo maior valor foi observado quando as plantas foram cultivadas sob 18% de sombreamento (Figura 3B).

O acúmulo de Fe foi afetado pelo sombreamento nas diferentes partes da planta, sendo que o caule e a raiz acumularam mais deste nutriente nos níveis de sombreamento de 0, 18 e 30% em relação às folhas, mas, sob sombreamento de 50%, o acúmulo de Fe nas raízes foi reduzido, equivalendo aos valores encontrados nas folhas (Figura 4A). Os níveis de sombreamento não afetaram os acúmulos deste elemento nas folhas e no caule, enquanto nas raízes o comportamento foi ajustado pelo modelo quadrático, com ponto de máximo no nível de sombreamento de 9,63%, atingindo 8,92 mg por planta (Figura 4A), decrescendo a partir deste ponto até atingir 3,926 mg por planta, quando cultivada sob 50% de sombreamento.



Tabela 2 - Efeitos do sombreamento sobre o acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em caules, folhas e raízes de *Talinum triangulare*

Tratamentos	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Mn	B
Sombreamento %	g planta ⁻¹						mg planta ⁻¹		
0	0,150	0,079	0,403	0,019	0,114	0,092	0,216	1,681	0,741
18	0,180	0,091	0,485	0,021	0,089	0,101	0,249	1,772	0,864
30	0,154	0,090	0,475	0,019	0,072	0,085	0,207	1,536	0,802
50	0,149	0,091	0,556	0,021	0,078	0,076	0,201	1,632	0,702
Partes da planta									
Caule	0,179 b	0,131 a	0,868 a	0,025 a	0,098 b	0,136 a	0,304 a	1,082 b	1,120 a
Folha	0,233 a	0,088 b	0,370 b	0,027 a	0,138 a	0,077 b	0,189 b	3,281 a	0,741 b
Raiz	0,063 c	0,045 c	0,202 c	0,008 b	0,029 c	0,052 c	0,162 b	0,602 b	0,471 c
CV (%) parcela	6,51	6,25	6,73	6,84	7,75	6,42	6,34	6,69	6,22
CV (%) subparcela	4,30	5,14	5,27	4,48	5,55	4,35	4,34	5,50	4,38

*Médias seguidas das mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey (P<0,05). Todas as variáveis foram transformadas em \sqrt{x} para análise.

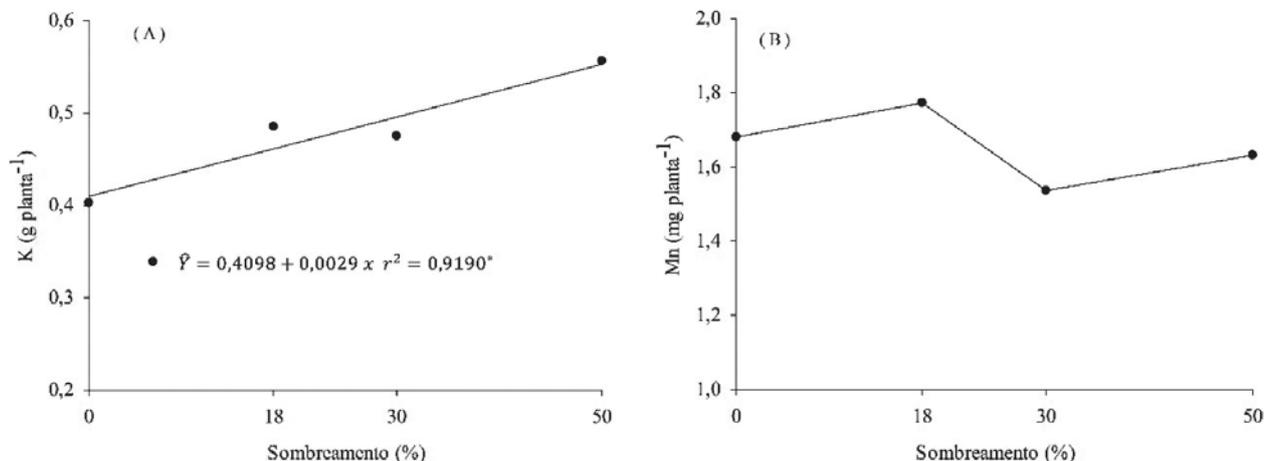


Figura 3 - Efeitos do sombreamento sobre o acúmulo de potássio (A) e manganês (B) em *Talinum triangulare*.
* - significativo (P<0,05) pelo teste F.

Maiores acúmulos de Zn na planta foram encontrados nas folhas e no caule quando as plantas de *T. triangulare* foram cultivadas sob 0, 18 e 30% de sombreamento, sendo que a 50% de sombreamento, maior acúmulo foi observado somente nas folhas (Figura 4B). Os níveis de sombra não alteraram o acúmulo de Zn nas raízes desta espécie (Figura 4B). Porém, houve acréscimos nos acúmulos de Zn nas folhas e no caule quando as plantas foram cultivadas sob sombra, representando para as folhas incremento linear com acréscimo de 0,0167 g por planta com aumento de cada unidade de sombra, e para o caule, o aumento foi de 0,0104 g por planta (Figura 4B). Similarmente ao que

foi observado para o K, a explicação para o aumento no acúmulo observado está alicerçada no aumento dos teores deste elemento nos tecidos promovido pelo sombreamento (Figura 3A).

Em valores médios, foram observados maiores teores de *T. triangulare* na seguinte ordem: K>N>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu. E de acúmulo para: K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu. Foi observado que os resultados obtidos em *T. triangulare* ficaram próximos aos obtidos em cultivares de alfaces que apresentaram a seguinte ordem decrescente: K, N, P, Mg e Ca (Grangeiro et al., 2006). Em coentro, a ordem decrescente dos nutrientes extraídos foi: K (0,025 g

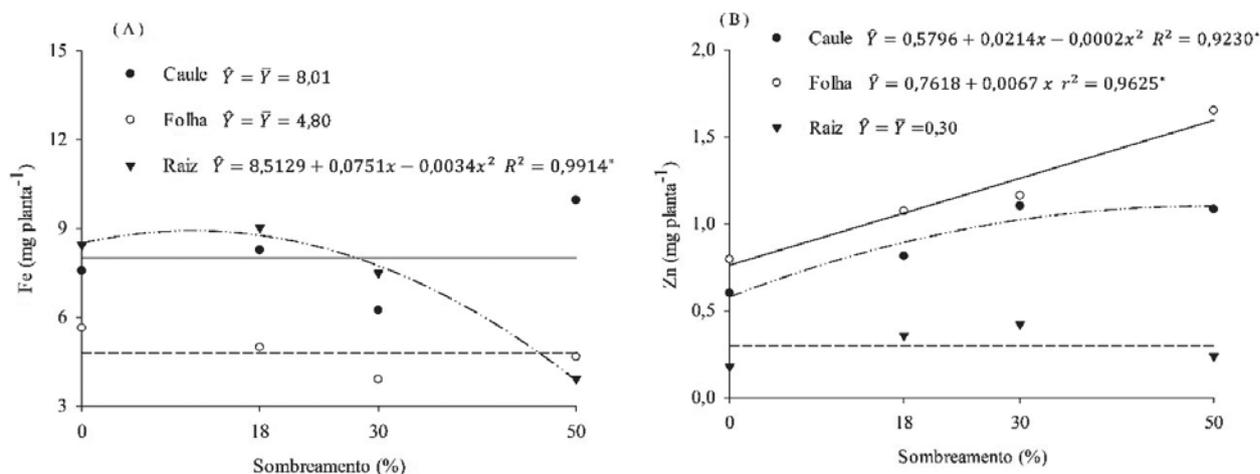


Figura 4 - Efeitos do sombreamento sobre o acúmulo de ferro (A) e zinco (B) em caules, folhas e raízes de *Talinum triangulare*. * - significativo ($P < 0,05$) pelo teste F.

planta⁻¹), Ca (0,02 g planta⁻¹), N (0,010 g planta⁻¹), Mg (0,01 g planta⁻¹) e P (0,003 g planta⁻¹). E a rúcula, cultivada em Mossoró-RN, nas condições de altas temperaturas e luminosidade, acumulou na seguinte ordem: N (0,116 g planta⁻¹), P (0,028 g planta⁻¹), K (0,12 g planta⁻¹), Ca (0,046 g planta⁻¹) e Mg (0,046 g planta⁻¹) (Grangeiro et al., 2011). Os teores de nutrientes identificados por *T. triangulare* foram superiores aos encontrados na rúcula e no coentro. Para micronutrientes, os resultados de acúmulo para *T. triangulare* situaram-se próximos aos encontrados por Mollica Vidigal et al. (2009) para melancia.

Quanto à composição bromatológica não foram observadas interações significativas entre níveis de sombreamento x partes da planta, mas apenas efeitos relacionados à CT, FDA, FDN, HC, PB e UM para os valores encontrados entre folhas, caules e raízes (Tabela 3) e para FDA, FDN, HC e UM entre os níveis de sombreamento (Figuras 5 A, B, C e D).

Os valores de MM e EE não foram afetados pelos níveis de sombreamento e apresentaram teores semelhantes entre raízes, caules e folhas (Tabela 3). Valores próximos aos encontrados nesta pesquisa foram obtidos por Ifon & Bassir (1980) que obtiveram em folhas de *T. triangulare* para EE (5%) e por Leite et al. (2009) em folhas de *Talinum fruticosum* para MM (0,4%) e EE (3,2%).

Independente dos níveis de sombreamento, os maiores valores de CT foram encontrados nas raízes

e no caule de *T. triangulare* em relação às folhas (Tabela 3). O caule de *T. triangulare* apresentou maior FDA, seguida pelos valores encontrados nas folhas e nas raízes e, independentemente da parte da planta, os valores foram afetados pelos níveis de sombra (Figura 5A). O comportamento desta variável ajustou-se ao modelo linear crescente com incremento em seus valores de 0,1254% para cada unidade de sombra, atingindo 29,12% da FDA em plantas que cresceram sob sombreamento de 50%.

Maiores valores de FDN foram encontrados tanto em caules quanto em raízes em relação aos valores observados nas folhas, independentemente dos níveis de sombra em que as plantas foram cultivadas (Tabela 3). Contudo, os níveis de sombreamento afetaram os teores de FDN, cujo desempenho foi explicado pelo modelo quadrático, atingindo ponto de máximo valor quando cultivada com 19,13% de sombreamento, atingindo 63,39% (Figura 5B).

Anjos Queiroz et al. (2015) observaram em oropro-nóbis, alterações metabólicas para ajuste e manutenção do desenvolvimento com relação às condições de luminosidade impostas. Tais autores identificaram para a variável FDN: em ambiente sem sombreamento, nas folhas (56,9%) e no caule (73,7%); em ambiente com 50% de sombreamento, nas folhas (70%) e no caule (75,8%); e em ambientes totalmente sombreados, nas folhas (44,7%) e no caule (56,5%). Os resultados obtidos estão próximos aos descritos



Tabela 3 - Efeitos do sombreamento sobre os teores de carboidratos totais (CT), material mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra de detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HC), proteína bruta (PB) e umidade (UM) em caules, folhas e raízes de *Talinum triangulare*

Tratamentos	CT	MM	EE	FDA	FDN	HC	PB	UM
Sombreamento (%)	%							
0	85,93	0,40	4,71	23,00	59,15	36,15	8,97	92,15
18	86,66	0,35	3,89	24,08	65,64	41,56	9,10	91,96
30	85,73	0,35	4,60	27,88	60,20	32,32	9,32	91,21
50	87,51	0,38	3,44	28,74	55,13	26,40	8,67	91,44
Partes da planta								
Caulé	90,51 a	0,39 a	3,63 a	33,12 a	66,36 a	33,25 b	5,47 b	91,14 b
Folhas	77,64 b	0,36 a	5,37 a	26,47 b	52,89 b	26,42 b	16,63 a	91,58 ab
Raízes	91,22 a	0,36 a	3,48 a	18,19 c	60,84 a	42,66 a	4,94 b	92,36 a
CV (%) parcela	2,40	18,34	37,50	19,39	4,93	13,78	10,03	0,61
CV (%) subparcela	2,55	22,08	50,74	14,44	11,03	23,62	6,91	0,58

*Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Resultados expressos em base seca.

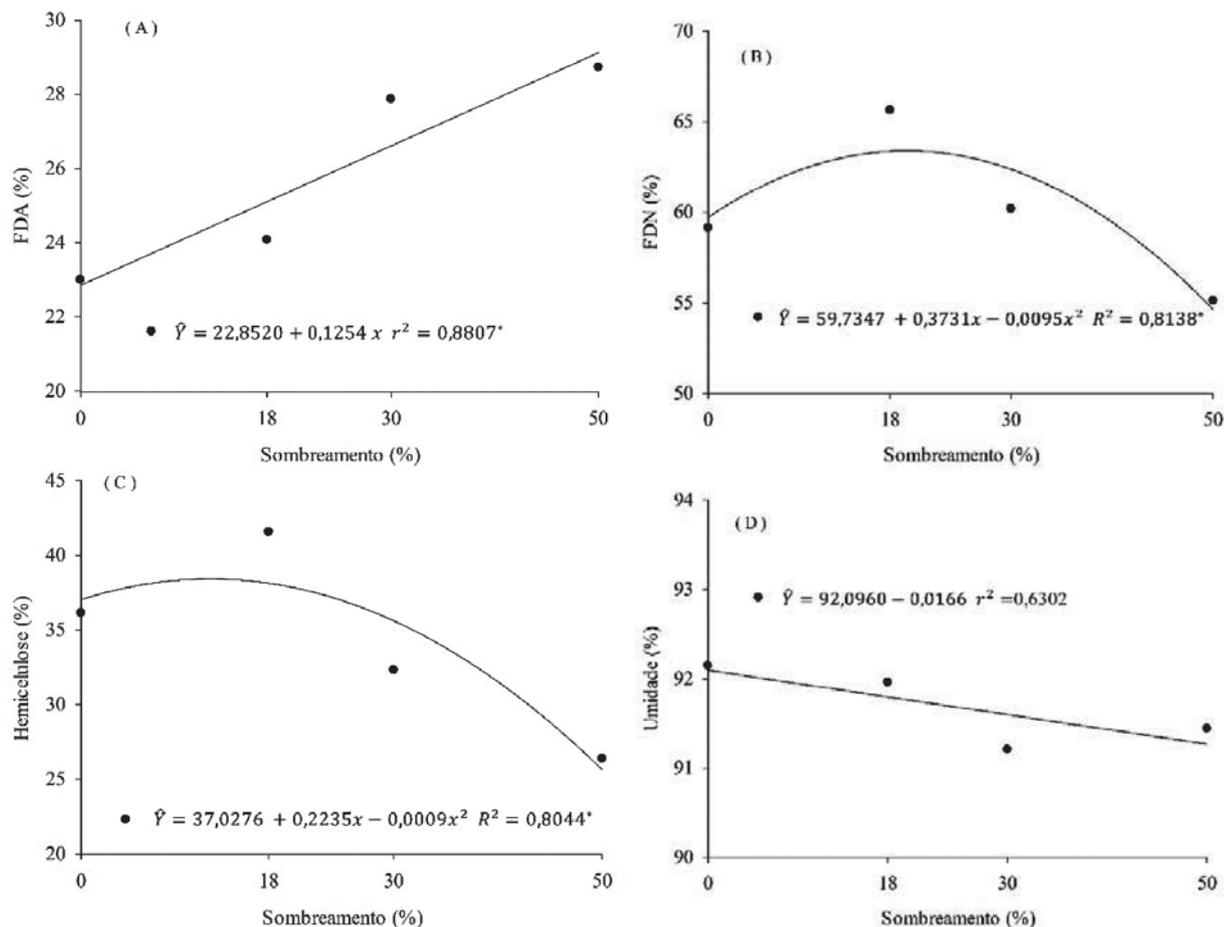


Figura 5 - Efeitos do sombreamento sobre os teores de fibra em detergente ácido (FDA) (A) fibra em detergente neutro (FDN) (B) hemicelulose (C) e umidade (D) em plantas de *Talinum triangulare*.

pelos autores, exceto para as folhas. Santos (2014), pesquisando os efeitos do sombreamento para a variável FDN, encontrou menores valores no ambiente com nível de 50% de sombreamento (75,28%), em relação aos demais tratamentos, independentemente das espécies avaliadas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia), corroborando os resultados encontrados nesta pesquisa. Paciullo et al. (2007) observaram em ambientes a pleno sol que os teores médios de FDN comparados a ambientes sombreados são maiores. O sombreamento pode modificar o padrão de crescimento da planta e tais variações modificam a altura e a expansão do limbo foliar, afetando, consecutivamente as variáveis bromatológicas como o teor de fibra (Leonel et al., 2009).

Os teores de HC, independentemente dos níveis de sombra, apresentaram maiores valores nas raízes, seguidos dos teores encontrados nos caules e folhas, que foram semelhantes entre si (Tabela 3). O sombreamento afetou os valores de HC, sendo estes ajustados por modelo quadrático com ponto de máximo valor quando as plantas foram cultivadas com 12,41% de sombreamento, atingindo valor de 38,41%. Estes resultados respaldam-se nos apresentados por Gobbi (2007) que trabalhou com *B. decumbens* sob diferentes níveis de sombreamentos e encontrou teores de HC maiores em torno de 33,9, 34,3 e 36,7% em sombreamento de 70% e 50%, e a pleno sol, respectivamente.

Nas folhas foram observados maiores teores de PB, seguidos dos valores encontrados nas raízes e caules, os quais foram semelhantes entre si (Tabela 3). Estes valores se assemelham aos encontrados para os teores e acúmulo de N neste órgão e, similarmente, não foram influenciados pelos níveis de sombreamento (Tabelas 1 e 2). Os valores de proteína de ora-pro-nóbis foram: em ambiente sem sombreamento, nas folhas (15,2%) e no caule (6,6%); em ambiente com 50% de sombreamento, nas folhas (15,8%) e no caule (7,7%); e em ambientes totalmente sombreados, nas folhas (26,5%) e no caule (20,7%) (Anjos Queiroz et al., 2015). O maior acúmulo de PB nas folhas pode ser explicado como sendo uma consequência da maior concentração dos macronutrientes nessa parte da planta, especificamente do N.

Quanto a UM foram encontrados maiores valores nas raízes e nas folhas, independentemente dos níveis de sombreamento em que as plantas foram cultivadas

(Tabela 3), sendo os valores encontrados superiores a 90%. Independentemente da parte da planta, foi observada redução linear nos valores de UM com o aumento do sombreamento (Figura 5D).

De acordo com Brilhaus et al. (2016), as plantas de *T. triangulare* desenvolveram uma série de mecanismos para tolerar a seca, incluindo o metabolismo do ácido crassuláceo (CAM) facultativo de forma reversível, sendo capazes de fazer essa transição e reduzir a perda por transpiração de água, contendo assim uma concentração significativa de água, o que pode influenciar a composição mineral e bromatológica da espécie quando cultivada em diferentes ambientes.

Em síntese, a composição bromatológica para CT, FDA, FDN, HC, PB e UM foi diferenciada entre as partes analisadas da planta, tendo o sombreamento afetado os níveis de FDA, FDN, HC. *T. triangulare* pode ser utilizada para vários fins, inclusive para alimentação humana e animal, para diminuir em período de seca a escassez de alimentos, visto ser uma alternativa pela sua riqueza em nutrientes.

CONCLUSÕES

Em valores médios, a planta *T. triangulare* apresenta maiores teores de K>N>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu e acumula mais na massa seca K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu.

A folha de *T. triangulare* é o órgão que apresenta os maiores teores de nutrientes e o sombreamento aumenta os teores de P, K, S e Zn e reduz os de Ca e Mg.

A composição bromatológica para CT, FDA, FDN, HC, PB e UM é diferenciada entre as partes analisadas da planta e o sombreamento afeta os teores de FDA, FDN, HC e UM.

LITERATURA CITADA

AGBONON, A.; EKLUGA-DEGBE, K.; AKLIKOKOU, K. et al. In vitro inhibitory effect of West African medicinal and food plants on human cytochrome P450 3A subfamily. **Journal of Ethnopharmacology**, v.128, n.2, p.390-394, 2010.

AGRA, M.D.F.; SILVA, K.N.; BASÍLIO, I.J.L.D. et al. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.3, p.472-508, 2008.



ALMEIDA, J.C.C.; ROCHA, N.S.; NEPOMUCENO, D.D. et al. Composição mineral de leguminosas forrageiras cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.367-375, 2015.

ANJOS QUEIROZ, C.R.A.; SANTOS MORAES, C.M.; ANDRADE, R.R. et al. Crescimento inicial e composição química de *Pereskia aculeata* Miller cultivada em diferentes luminosidades. **Revista Agroambiental**, v.7, n.4, p.93-104, 2015.

AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; ABAURRE, M.E.O. et al. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alfaca sob sombreamento. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p. 381-386, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - INTERNATIONAL [AOAC]. **Official Methods of Analysis**, 18. ed., Gaithersburg: Md AOAC International, 2006, 2400p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais**, Brasília: MAPA, 2010, 92p.

BRASILEIRO, B.G. **Germinação e produção de compostos fenólicos em plantas de *Talinum triangulare* (Jacq.) Wild (Portulacaceae) tratadas com homeopatia**. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Viçosa, MG: UFV, 2010, 123p.

BRILHAUS, D.; BRÄUTIGAM, A.; METTLER-ALTMANN, T. et al. Reversible burst of transcriptional changes during induction of Crassulacean Acid Metabolism in *Talinum triangulare*. **Plant Physiology**, v.170, n.1, p.102-122, 2016.

CASTRO, C.R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1959-1968, 2001.

ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, v.73, n.3, p.427-433, 1982.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises de solo, planta e fertilizante**. Brasília: EMBRAPA, 1999, 412p.

FASUYI, A.O. Bio-nutritional evaluations of three tropical leaf vegetables (*Telfairia occidentalis*, *Amaranthus cruentus* and *Talinum triangulare*) as sole dietary protein sources in rat assay. **Food Chemistry**, v.103, n.3, p.757-765, 2007.

GOBBI, K.F. **Características morfoanatômicas, nutricionais e produtividade de forrageiras tropicais submetidas ao sombreamento**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Viçosa, MG: UFV, 2007, 213p.

GRANGEIRO, L.C.; COSTA, K.D.; MEDEIROS, M.D. et al. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alfaca cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.190-194, 2006.

GRANGEIRO, L.C.; FREITAS, F.C.; NEGREIROS, M.Z.D. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.11-16, 2011.

IFON, E.T.; BASSIR, O. The nutritive value of some Nigerian leafy green vegetables - Part 2: The distribution of protein, carbohydrates (including ethanol-soluble simple sugars), crude fat, fibre and ash. **Food Chemistry**, v.5, n.3, p.231-235, 1980.

KUMAR, A.; PRASAD, M.N.V.; SYTAR, O. Lead toxicity, defense strategies and associated indicative biomarkers in *Talinum triangulare* grown hydroponically. **Chemosphere**, v.89, n.9, p.1056-1065, 2012.

LEITE, J.F.M.; SILVA, J.A.D.; GADELHA, T.S. et al. Nutritional value and antinutritional factors of foliaceous vegetable *Talinum fruticosum*. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.68, n.3, p.341-345, 2009.

LEONEL, F.P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G. et al. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.1, p.177-189, 2009.

- MOLLICA VIDIGAL, S.; DOURADO PACHECO, D.; COSTA, E.L. et al. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, v.56, n.1, p.112-118, 2009.
- MÔNACO, A.P.D.A.; CARNEIRO, R.G.; KRANZ, W.M. et al. Reação de espécies de plantas daninhas a *Meloidogyne incognita* raças 1 e 3, a *M. javanica* e a *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, v.33, n.3, p.35-242, 2009.
- NEVES, E.J.; REISSMANN, C.B.; DEDECEK, R.A. et al. Caracterização nutricional do nim em plantios no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.26-32, 2013.
- OLIVEIRA, F.D.; ARAÚJO, A.P.; GUERRA, J.G.M. Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, p.292-298, 2011.
- PACIULLO, D.S.C.; DE CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.573-579, 2007.
- REIS, G.L.; LANA, A.M.Q.; NETO, J.V.E. et al. Produção e composição bromatológica do capim-marandu sob diferentes percentuais de sombreamento e doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p.1606-1615, 2013.
- SANTOS C.G. Avaliação de gramíneas forrageiras tropicais em diferentes níveis de sombreamento. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.1, p.68-78, 2014.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- WANG, Z.H.; LI, S.X.; MALHI, S. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, n.1, p.7-23, 2008.

Recebido para publicação em 11/03/2018 e aprovado em 23/06/2018.

