

Características morfogênicas e estruturais de *Brachiaria ruziziensis* submetida ao sombreamento

135

Circular Técnica

Porto Velho, RO
Setembro, 2013

Autores

Claudio Ramalho Townsend
Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia,
pesquisador da Embrapa Rondônia,
Porto Velho, RO,
claudio.townsend@embrapa.br

Leilane Oliveira Santos
Mestranda em Zootecnia da
Universidade Federal de Lavras,
Lavras, MG

Josilane Pinto de Souza
Mestranda em Zootecnia da
Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri,
Diamantina, MG

Josiline Pinto de Souza
Graduanda em Zootecnia da
Faculdades Integradas Aparício
Carvalho, Porto Velho, RO

Ana Karina Dias Salman
Zootecnista, D.Sc., pesquisadora da
Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

Ricardo Gomes de Araújo Pereira
Zootecnista, D.Sc., pesquisador da
Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

Embrapa

Introdução

A radiação solar especialmente, considerando-se a intensidade e a duração do período luminoso (fotoperíodo) nas diferentes épocas do ano, corresponde a um dos principais aspectos da interação das plantas com seu ambiente, controlando o desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2004). Além da radiação solar, a oscilação da temperatura também afeta o crescimento das plantas. No decorrer das estações do ano, estes fatores abióticos atuam principalmente sobre a fotossíntese e evapotranspiração, e consequentemente nos processos de absorção e translocação de nutrientes (CUNHA, 2004).

A compreensão do processo de crescimento das plantas forrageiras tem sua influência direta na adoção do modelo de manejo específico para cada necessidade almejada (HODGSON, 1990). De acordo com Chapman e Lemaire (1993), a morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço, podendo ser expressa em termos de taxa de aparecimento, expansão de novos órgãos e senescência dos mesmos. O estudo das características morfogênicas e estruturais pode contribuir neste sentido, à medida que fornece informações detalhadas do crescimento vegetal e se bem analisadas podem propiciar estratégias de manejos que busquem otimizar a eficiência da interface planta/animal do sistema pastoril.

Conforme estes mesmos autores, a taxa de aparecimento de folhas é uma variável morfogênica que mede a dinâmica do fluxo de tecido das plantas e ocupa lugar central na morfogênese, pois tem influência direta sobre os componentes da estrutura do relvado (tamanho da folha, densidade de perfilho e folhas por perfilho), que por sua vez definem o índice de área folhar (IAF). Sendo influenciadas por fatores abióticos, como adubação nitrogenada, disponibilidade de radiação solar e temperatura, o manejo aplicado e a frequência e intensidade de desfolha.

O objetivo deste trabalho foi determinar e avaliar as características morfogênicas e estruturais da *B. ruziziensis* (*Urochloa ruziziensis*) submetida a diferentes níveis de oferta de radiação solar, bem como sua resposta a este fator abiótico de meio.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Embrapa Rondônia em Porto Velho, onde o clima é do tipo Am, com temperatura média anual de 24,9°C; precipitação anual entre 2.000 mm a 2.300 mm (estaçao seca de junho a setembro) e umidade relativa do ar média de 89%. Durante o período de avaliação, compreendido entre 06/09 a 11/10/2011 (36 dias), a temperatura mínima oscilou entre 21 °C e 28°C e a máxima de 28 °C e 35°C, com média diária de 28°C e acúmulo térmico de 993°C, a precipitação acumulada foi de 208 mm e umidade relativa do ar se manteve entre 68% e 94% (Figura 1). As variáveis climáticas foram registradas em estação meteorológica automática de superfície da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia-SEDAM/RO, situada próxima ao local do experimento. As características morfogênicas foram expressas em graus-dia (GD -°C); para tanto, o acúmulo térmico (ST) foi obtido pela equação [1], proposta por Ometto (1981).

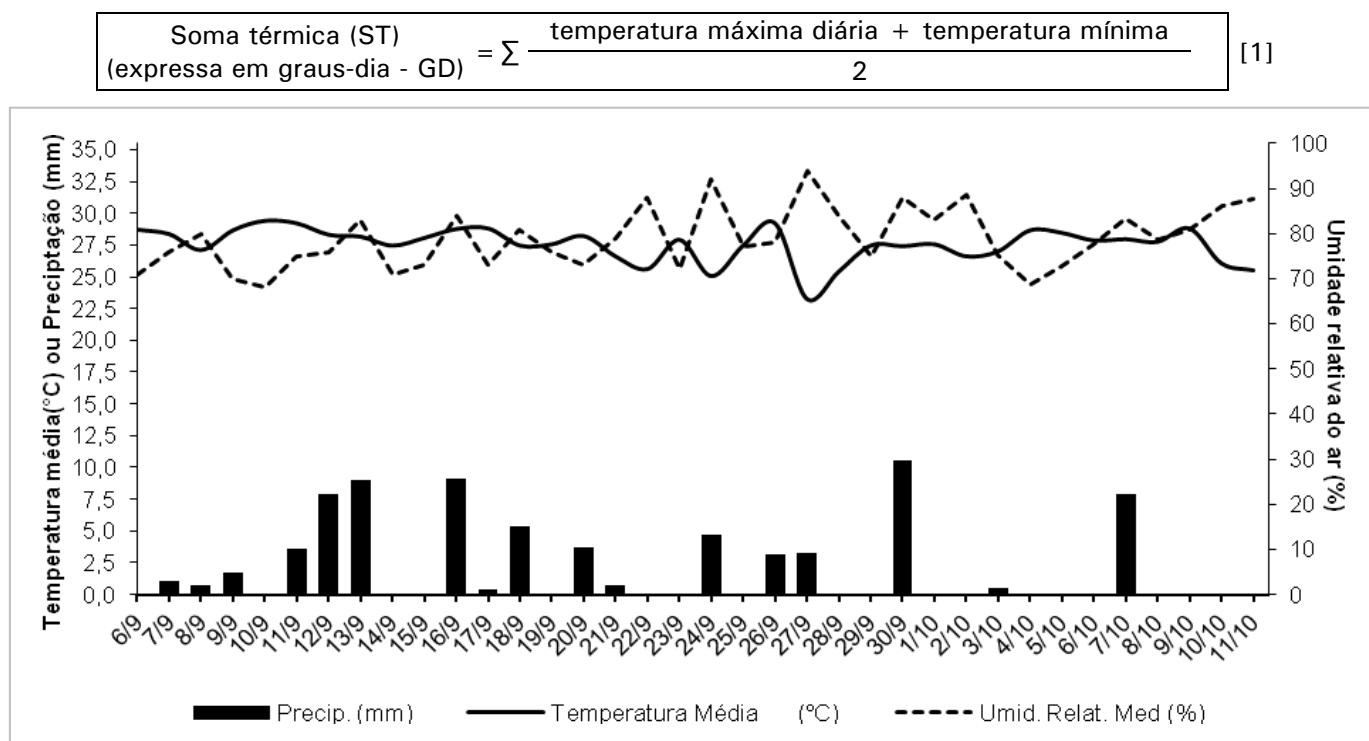


Figura 1. Principais variáveis climáticas ocorridas no transcorrer do experimento (06/09 a 11/10/2011).

Fonte: estação meteorológica da SEDAM/RO, Porto Velho.

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, com os seguintes atributos químicos na camada arável: pH 5,0, MO 32 g.kg⁻¹, P e K respectivamente, 1,4 mg.dm⁻³ e 0,04 cmolc.dm⁻³, Ca + Mg 1,7 cmolc.dm⁻³, H+Al 5,9 cmolc.dm⁻³, Al 2,2 cmolc.dm⁻³ e V 23%. Por ocasião da implantação do experimento (outubro de 2009), o solo foi corrigido (2,8 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico-PRNT 100%), e adubado com 100, 60 e 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, KCl e N, respectivamente, após o corte de uniformização, os níveis de KCl e N foram reaplicados em cobertura.

O experimento teve por objetivo determinar e avaliar as características morfogênicas e estruturais da gramínea *B. ruziziensis* submetida a diferentes níveis de oferta de luz solar; para tanto se adotou delineamento experimental de blocos casualizados com repetições (três blocos e cinco repetições), considerando cinco perfilhos alocados ao acaso em três parcelas sujeitas aos níveis de sombreamento artificial (tela de nylon tipo "sombrite") de 0, 20% e 50%. Cada parcela experimental constituía-se de quatro linhas com dois metros de comprimento, espaçadas de 0,5 m umas das outras, dispostas no sentido norte-sul, resultando em parcelas de três m² (2,0 m x 1,5 m). Como área útil foram consideradas as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de suas cabeceiras, perfazendo 1 m² (1,0 m x 1,0 m).

Decorridos cerca de sete dias após o corte de uniformização dos estandes, se iniciou o acompanhamento da dinâmica de desenvolvimento foliar, obedecendo à metodologia de perfilhos marcados, descrita por Davies (1993). Para tanto, na

área útil de cada parcela foram selecionados cinco perfilhos que estivessem em estádio vegetativo e fossem representativos da condição do estande. Os mesmos foram identificados com fio de metal revestido de plástico colorido, e foram avaliados semanalmente.

Quando se registrou o número de folhas e a condição das mesmas (em expansão, expandida, em senescência ou senesceda), se mediu o comprimento de lâmina foliar verde, desconsiderando o tecido senescente; bem como o comprimento de perfilho estendido e altura de bainha da primeira folha expandida. Em caso de perda de perfilho (decapitação, herbivoria, morte, etc.), ou quando apresentasse sinais de florescimento, se selecionou um novo perfilho.

A partir destes dados se determinou as características morfogênicas e estruturais da gramínea, utilizando-se planilhas de cálculos do programa computacional EXCEL (Microsoft Office Excel, 2009), conforme descrito por Townsend (2008):

Características morfogênicas

Taxa de aparecimento de folhas (TAF folha.perfilho^{-1.GD⁻¹) e filocrono (FILO GD.folha^{-1.perfilho⁻¹)}}: a TAF foi estimada a partir do coeficiente angular (b) da regressão linear entre o número de folhas surgidas e a soma térmica acumulada no período correspondente (equação [2]), descontando-se as folhas expandidas pré-existentes; seu inverso (1/b) determinou o filocrono (equação [3]).

$$\text{TAF} = b \text{ da regressão: } (\text{nº de folhas emitidas} \times \text{ST}) \quad [2]$$

$$\text{FILO} = \frac{1}{b \text{ da regressão: } (\text{nº de folhas emitidas} \times \text{ST})} \quad [3]$$

Taxa de expansão de folhas (TEF cm de folha.perfilho⁻¹.GD⁻¹): estimada a partir do coeficiente angular (b) da regressão linear entre o comprimento acumulado de folhas em expansão, e a soma térmica acumulada no período correspondente (equação [4]); para tanto foi considerado a variação no comprimento de lâmina das folhas em expansão entre duas medições consecutivas.

$$\text{TEF} = b \text{ da regressão: } (\text{comprimento acumulado de folhas em expansão} \times \text{ST}) \quad [4]$$

Taxa de senescência de folhas (TSF cm de folha.perfilho⁻¹.GD⁻¹): determinada da mesma forma que a TEF, considerando-se comprimento acumulado de folhas senescentes, obtido da variação no comprimento de lâmina destas folhas entre duas medições consecutivas (equação [5]).

$$\text{TSF} = b \text{ da regressão: } (\text{comprimento acumulado de folhas senescentes} \times \text{ST}) \quad [5]$$

Taxa de alongamento de colmos (TAC cm de colmo.perfilho⁻¹.GD⁻¹): estimada a partir do coeficiente angular (b) da regressão linear entre o comprimento acumulado de colmos, e a soma térmica acumulada no período correspondente (equação [6]); para tanto foi considerado a variação no comprimento da altura de perfilho, dada pela diferença entre o comprimento de perfilho estendido (PE) e altura de bainha da ultima folha expandida (AB), em duas medições consecutivas.

$$\text{TAC} = b \text{ da regressão: } (\text{comprimento acumulado de colmos} \times \text{ST}) \quad [6]$$

Duração de vida de folhas (DVF GD.folha⁻¹.perfilho⁻¹): determinada a partir do produto da multiplicação entre o número de folhas verdes presentes no perfilho e o filocrono (equação [7]).

$$\text{DVF} = \text{FILO (filocrono)} \times \text{NFV (nº médio de folhas verdes.perfilho⁻¹)} \quad [7]$$

Características estruturais

Número de folhas verdes (NFV nº.perfilho⁻¹): obtido pela diferença entre o número total de folhas e o de folhas senescentes presentes no perfilho (equação [8]).

$$\text{NFV} = \text{NF (nº de folhas)} - \text{NS (nº de folhas senescentes)} \quad [8]$$

Comprimento final de folhas (CFF cm.folha⁻¹): resultou da divisão do somatório do comprimento das folhas expandidas (lígula aparente) e o número de folhas verdes existentes no perfilho (equação [9]).

$$\text{CFF} = \frac{\sum \text{comprimento de folhas expandidas}}{\text{NFE (nº de folhas expandidas)}} \quad [9]$$

Altura de perfilho (AP cm.perfilho⁻¹): determinada pela diferença entre o comprimento de perfilho estendido e a altura de bainha da última folha expandida (equação [10]).

$$\text{AP} = \text{perfilho estendido} - \text{altura de bainha da última folha expandida} \quad [10]$$

As variáveis foram submetidas à análise estatística com auxílio do programa computacional ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009), por meio da análise de variância e teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Também foram submetidas à análise de regressão em relação aos níveis de sobreamento, pelo método de mínimos quadrados; optando-se pelo modelo que melhor descreveu a relação entre os dois fatores a partir dos níveis de significância do modelo (teste F) e dos coeficientes da regressão (teste t), e seus intervalos de confiança (IC) a 95% de probabilidade, bem como pelo coeficiente de determinação (R^2).

Resultados e Discussão

Exceto a DVF, as demais características morfogênicas da *B. ruziziensis* foram afetadas pelo nível de oferta de radiação solar ao qual foi submetida (Tabela 1), obedecendo a diferentes modelos de resposta a este fator (Figura 2).

Quando mantida em condições de restrição à luz solar, sua TEF não diferiu entre os níveis de 20% e 50% de sombreamento, os quais foram superiores ao crescimento a pleno sol, ajustando-se a modelo de resposta linear com taxa incremento de 0,001. Enquanto que a TSF foi maior na condição de sombreamento intenso em relação ao moderado e a pleno sol, obedecendo a modelo linear com taxa de resposta de 0,0006.

A maior TAC foi obtida quando a gramínea se desenvolveu sob sombreamento intenso, não havendo diferença quando mantida a pleno sol e em sombra moderada, esta característica respondeu de maneira diretamente proporcional a este fator, com coeficientes angular de 0,0017, a qual refletiu diretamente sobre a AP, mas não no CFF.

As folhas surgiram a menores taxas quando mantidas a pleno sol e em sombreamento moderado, em relação as que foram submetidas à restrição mais

severa de radiação solar, apontando que o sombreamento estimulou a TAF, com modelo de resposta dado por: $0,00002x + 0,0034$. Esta passou a atuar diretamente sobre o FV. Por sua vez, como o esperado, o FILO teve comportamento inverso a TAF, com taxa de resposta de -1,319. A DVF não diferiu entre os níveis de oferta de radiação solar, e nem se ajustou a um modelo de resposta.

O comportamento das características morfogênicas frente ao nível de sombreamento a que a gramínea foi submetida, segue resposta semelhante aos alcançados por Paciullo et al. (2011), bem como por Campos et al. (2007) e Paciullo et al. (2008) ao submeterem a *B. decumbens* a diferentes níveis de sombreamento; havendo divergência com relação a TAF, pois estes autores não obtiveram resposta desta característica.

Exceto o CFF, as outras características estruturais da *B. ruziziensis* foram afetadas pelo nível de sombreamento ao qual foi submetida (Tabela 1), obedecendo a diferentes modelos de resposta a este fator (Figura 3).

Tanto o NTF, bem como o NFV, aumentou quando na condição de sobreamento mais intenso, a resposta do NFV aos níveis de sombreamento foi dada pelo modelo linear com taxa de incremento de 0,0387.

Quando mantida em condição de sombreamento mais intenso a AP foi maior que quando a pleno sol e sob sobreamento moderado, respondendo de maneira diretamente proporcional a este fator, com coeficientes angular de 0,695.

O CFF não diferiu em relação aos níveis de sombreamento, nem tão pouco se ajustou a um modelo de resposta a este fator. A elevada TAC, com consequente aumento na altura de perfilho, aliada a incremento na TAF, redundando no aumento da quantidade de NFV, em resposta a restrição na luz solar, indicam que a gramínea priorizou a alocação de assimilados a estas características estruturais, em detrimento ao CFF. A resposta das características estruturais frente ao nível de sombreamento a que a gramínea foi submetida, divergem um pouco das respostas observadas por Paciullo et al. (2011), bem como por Campos et al. (2007) e Paciullo et al. (2008) com a *B. decumbens*, a exceção da AP. Já que esses autores constataram incrementos no CFF e no NFV à medida que restringiram a oferta de radiação solar.

Os valores das características morfogênicas e estruturais, são próximos aos obtidos por Townsend et al. (2010) e Santos et al. (2011), ao determinarem a dinâmica do crescimento foliar desta gramínea cultivada em vasos mantidos a pleno sol em ambiente semelhante ao do experimento.

Esses resultados demonstram que a gramínea assumiu estratégias de adaptação à condição de ambiente sombreado, as quais buscam maximizar a interceptação e absorção da radiação solar, por meio da alocação e arranjo do seu aparato fotossintético (elevando AP), bem como, no aumento da área fotossintetizante (mantendo maior NFV) e, por conseguinte no IAF. Com isto criou efeito compensatório à restrição deste fator abiótico de meio, e assim manteve suas taxas de assimilação e síntese de metabólitos, como postularam Chapman e Lemaire (1993).

Conclusões

O sombreamento incrementa as taxas de expansão, de senescência, aparecimento de folhas e de alongamento de colmo, o que resulta em maior número de folhas verdes e altura de perfilho, mas não influencia a longevidade e comprimento final das folhas da *B. ruziziensis*.

A *B. ruziziensis* apresenta plasticidade fenotípica, em resposta a oferta de radiação solar a que é submetida, conferindo-lhe adaptabilidade a oscilações deste fator abiótico, podendo ser recomendada a compor sistemas agrosilvipastoris e de integração lavoura-pecuária-floresta.

Referências

- CAMPOS, N. R.; PACIULLO, D. S. C.; BONAPARTES, T. P.; GUIMARÃES NETTO, M. M.; CARVALHO, R. B. de; TAVELA, R. C.; VIANA, F. M de F. Característica morfogênicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e cultivo exclusivo. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 819-821, jul. 2007.
- CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. v. 1. p. 95-104
- CUNHA, C. A. H. Relação entre comportamento espectral, índice de área foliar e produção de MS em capim Tanzânia submetido a diferentes níveis de irrigação e doses de nitrogênio. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R. D.; GRANT, S. A.; LAIDLAW, A. S. (Ed.). *Sward measurement handbook*. 2. ed. London: British Grassland Society. Grassland Research Institute, 1993. p. 183-216.
- HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. London: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203 p.
- MICROSOFT. *Microsoft Office Excel-EXCEL*. Redmont, 2009.
- OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.
- PACIULLO D. S. C; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T de; TAVELA, R. C.; ROSSIOLLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 7, p. 917-923, jul. 2008.

PACIULLO D. S. C; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T de; TAVELA, R. C.; ROSSILO, R. O. P The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 40, n. 2, p. 270-276, 2011.

SANTOS, L. O.; TOWSNEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; SALMAN, A. K. D.; SANTOS, M. G. R.; SOUZA, J. P.; CASSARO, J. D.; RIBEIRO, R. S. Características morfogênicas e estruturais de gramíneas com potencial de uso em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 13.; FÓRUM DE ESTUDANTES DE CURSOS DE ZOOTECNIA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS, 7.; REUNIÃO NACIONAL DE ENSINO DE ZOOTECNIA, 17.; FÓRUM DE ENTIDADES DE ZOOTECNISTAS, 23.; SIMPÓSIO ALAGOANO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2011, Maceió. *Inovação tecnológica e mercado consumidor: anais*. Maceió: UFAL: ABZ, 2011. 1 CD-ROM. ZOOTEC 2011.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., Reno-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOWNSEND, C. R. *Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta à disponibilidade de nitrogênio*. 2008. 267 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TOWNSEND, C. R.; SOUZA, J. P.; CASSARO, J. D.; RIBEIRO, R. da S.; PEREIRA, R. G. de A.; SALMAN, A. K. *Características morfogênicas e estruturais de gramíneas com potencial de uso em Sistemas de Integração – Lavoura – Pecuária – Floresta em Rondônia*. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. 4 p. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 364).

Tabela 1. Características morfogênicas e estruturais da *B. ruziziensis* submetida a diferentes níveis de sombreamento. Porto Velho, RO, 2011.

Características	Nível de sombreamento (%)			Modelo ⁽¹⁾	R^2
	0 (pleno sol)	20 (moderado)	50 (intenso)		
Morfogênicas					
Taxa de expansão de folhas TEF (cm de folha.perfilho ⁻¹ .GD ⁻¹)	0,089 b	0,122 a	0,145 a	$y = 0,088 + 0,001x^{**}$	0,80
Taxa de senescência de folhas TSF (cm de folha.perfilho ⁻¹ .GD ⁻¹)	0,043 b	0,055 b	0,086 a	$y = 0,040 + 0,0006x^*$	0,44
Taxa de alongamento de colmos TAC (cm de colmo.perfilho ⁻¹ .GD ⁻¹)	0,054 b	0,072 b	0,136 a	$y = 0,048 + 0,0017x^{**}$	0,75
Taxa de aparecimento de folhas TAF (folha.perfilho ⁻¹ .GD ⁻¹)	0,003 b	0,004 b	0,005 a	$y = 0,0034 + 0,00002x^{**}$	0,74
Filocrono FILO (GD.folha ⁻¹ .perfilho ⁻¹)	283 a	272 a	219 b	$y = 289 - 1,319x^{**}$	0,71
Duração de vida de folhas DVF (GD.folha ⁻¹ .perfilho ⁻¹)	1.532 a	1.618 a	1.605 a	ns	-
Estruturais					
Total de folhas TF (nº folhas.perfilho ⁻¹)	6,3 b	7,0 a	8,6 a	-	-
Folhas verdes FV (nº folhas.perfilho ⁻¹)	5,4 b	5,9 b	7,3 a	$y = 5,3 + 0,0387x^{**}$	0,90
Comprimento final de folhas CFF (cm.folha ⁻¹)	24,5 a	28,5 a	28,1 a	ns	-
Altura de perfilho AP (cm.perfilho ⁻¹)	42,8 b	54,9 b	77,3 a	$y = 42,1 + 0,695x^{**}$	0,82

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(1) ** Significativo a $P < 0,01$; * Significativo a $P < 0,05$ e ns = não significativo pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelos autores.

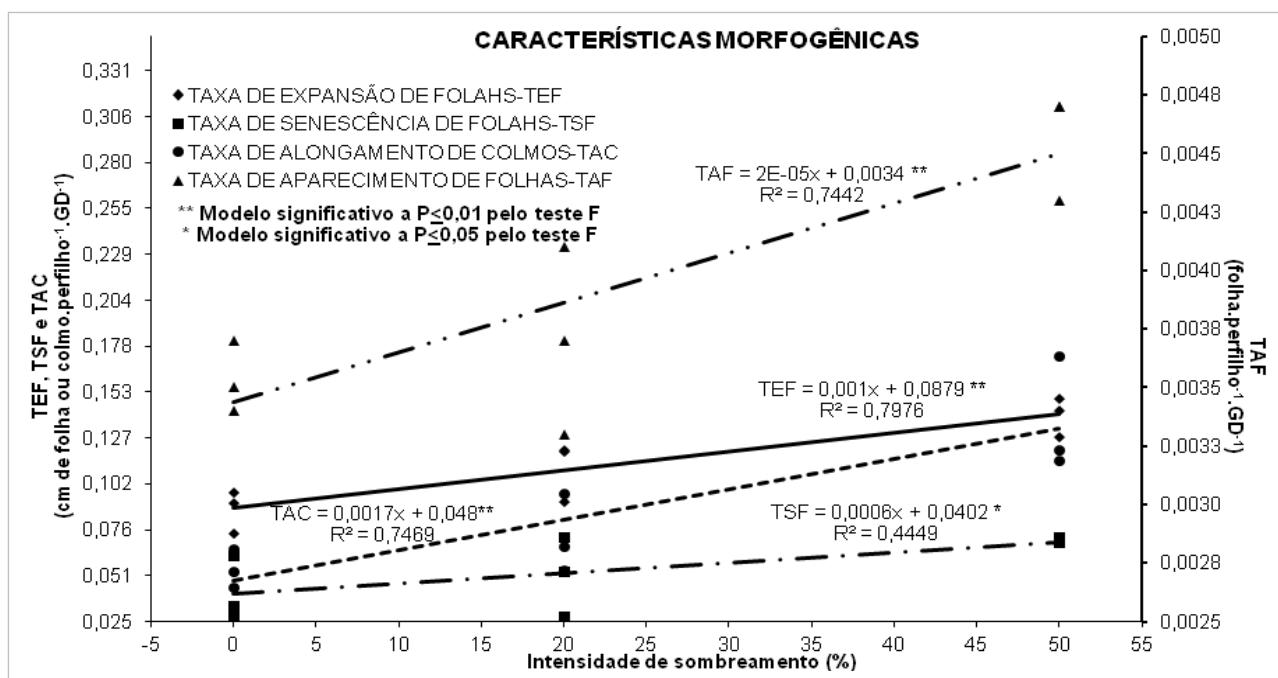


Figura 2. Respostas das características morfogênicas da *B. ruziziensis* submetida à diferentes níveis de sombreamento. Porto Velho, RO, 2011.

Fonte: Elaborado pelos autores.

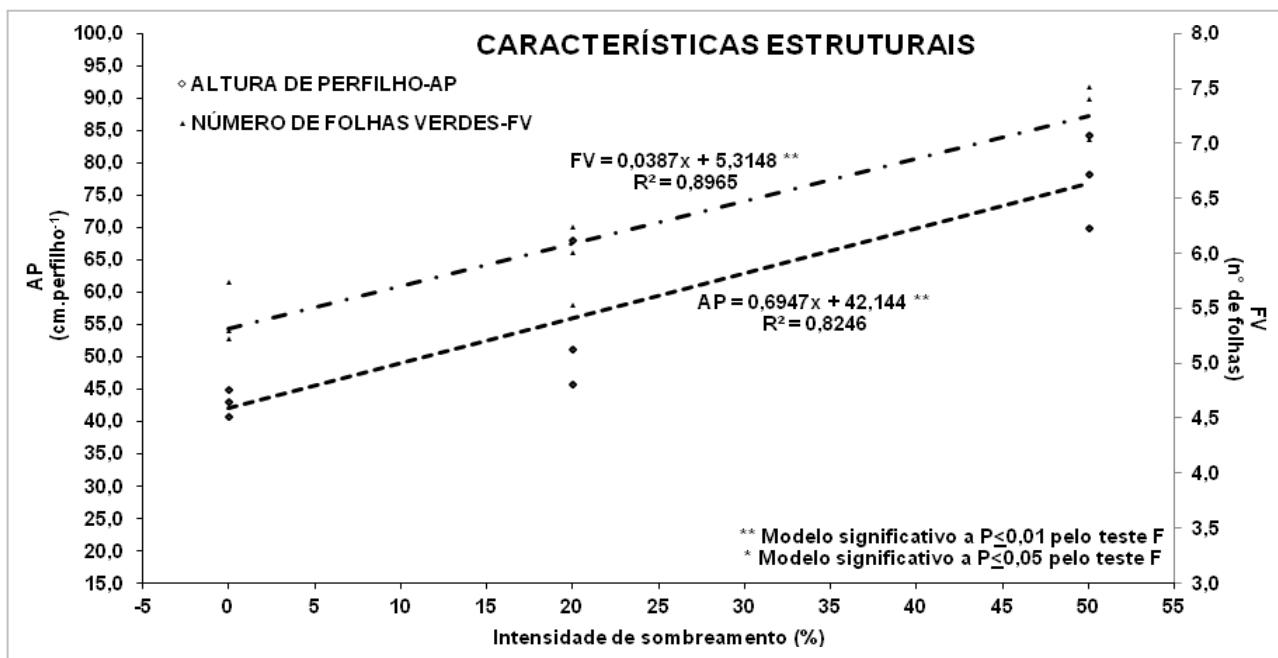


Figura 3. Resposta das características estruturais da *Brachiaria ruziziensis* a níveis de sombreamento. Porto Velho, 2011.

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Circular
Técnica, 135**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Rondônia
BR 364 km 5,5, Caixa Postal 127,
CEP 76815-800, Porto Velho, RO.
Fone: (69)3901-2510, 3225-9384/9387
Telefax: (69)3222-0409
www.cpfro.embrapa.br

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

BRASIL
PAÍS DIFICO E PAÍS DA INOVAÇÃO

1ª edição
1ª impressão (2013): 100 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Cléberson de Freitas Fernandes
Secretárias: Marly de Souza Medeiros e
Silvia Maria Gonçalves Ferradaes
Membros: Marilia Locatelli
Rodrigo Barros Rocha
José Nilton Medeiros Costa
Ana Karina Dias Salman
Luiz Francisco Machado Pfeifer
Fábio da Silva Barbieri
Maria das Graças Rodrigues Ferreira

Expediente

Normalização: Daniela Maciel
Revisão de texto: Wilma Inês de França Araújo
Editoração eletrônica: Marly de Souza Medeiros