

Porto Velho, RO  
Julho, 2016

## Autores

### Henrique Nery Cipriani

Engenheiro-florestal, M.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

### Ana Karina Dias Salman

Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

### Alexandre Martins A. dos Passos

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

### Eduardo Schmitt

Médico Veterinário, D.Sc. em Veterinária, Professor da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

### Pedro Gomes da Cruz

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

### Frederico José E. Botelho

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, analista da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

### Karla Karolina Santana Moraes

Graduada em Engenharia Florestal, Faculdade de Rondônia (FARO), Porto velho, RO

ISSN 0103-9334

# Uma planilha eletrônica gratuita para calcular a sombra projetada pelas árvores

O anseio pela produção sustentável de alimentos, fibras e energias tem levado à expansão de áreas com integração entre lavoura, pecuária e floresta (iLPF). Normalmente, a transição de um monocultivo para um sistema integrado ocorre pelo plantio de árvores nas lavouras ou nas pastagens. Em geral, os agricultores e pecuaristas almejam diversificar sua produção e aumentar a lucratividade, pois o comércio de produtos florestais, especialmente os madeireiros, é bastante atrativo.

Além do ganho direto com a venda da madeira e outros produtos florestais, as árvores beneficiam indiretamente a produção leiteira ou de carne. Embora haja controvérsias quanto ao aumento da produtividade animal, é nítida a melhoria da ambiência proporcionada pelas árvores, que fornecem sombra para os animais se abrigarem do Sol. Isso é particularmente interessante para as regiões tropicais, onde o calor é mais intenso e os animais tendem a sofrer estresse térmico.

Muitos estudos buscaram determinar a quantidade de sombra adequada na pastagem para garantir o conforto dos animais. Os resultados são variáveis, indo de menos de 2 m<sup>2</sup> a mais de 5 m<sup>2</sup> de sombra por animal. Provavelmente, características do local, dos animais e das próprias árvores influenciem os resultados. O fato é que o sombreamento, bem dimensionado, é desejável, senão necessário ao bem-estar animal.

A área de sombra projetada por uma árvore depende da altura e do tamanho da sua copa, e da posição do Sol, que é determinada pelo local, pela época do ano e pelo horário do dia. Desconsiderando-se o relevo, em geral, tem-se mais sombra nos horários próximos do nascer e do pôr do Sol e na época do ano em que os dias são mais curtos, quando o Sol está mais próximo do horizonte. Ao meio-dia, quando o Sol está “a pino”, tem-se menos sombra. Além disso, deve-se considerar que próximo da linha do Equador há menor variação ao longo do ano. A posição do Sol também determinará a direção da sombra.

Acompanhar essas mudanças no campo não é uma tarefa fácil (Figura 1). Porém, é importante para se planejar e dimensionar adequadamente a implantação de sistemas iLPF ou, simplesmente, para se plantar árvores isoladamente, com vistas ao sombreamento de um local. Ressalta-se que o componente florestal é de longa rotação e não poderá ser removido ou realocado facilmente.

Pensando nessas questões, foi desenvolvida uma planilha eletrônica para auxiliar no cálculo da área de sombra, e outros parâmetros, projetadas por árvores isoladas ou em renques (faixas de vegetação compostas por uma ou mais fileiras de árvores). A planilha utiliza as fórmulas desenvolvidas por Silva (2006), que levam em consideração a altura e o diâmetro da copa das árvores, o local (latitude e longitude) de plantio, o dia do ano e o horário. Adicionalmente, no caso de renques, é necessário informar a largura, o comprimento e a orientação (azimute) do renque.

Com as informações listadas acima, que podem ser facilmente obtidas pelo usuário, a planilha retornará os seguintes parâmetros: comprimento, largura, área e direção da sombra, além do deslocamento da sombra em relação ao tronco da árvore. O layout da planilha permite que sejam calculados os parâmetros para mais de uma árvore, local ou horário simultaneamente, bastando-se digitar as informações necessárias e arrastar as fórmulas com movimentos do mouse. São fornecidos, simultaneamente, valores para seis tipos de copa: cilíndrica, esférica, lentiforme, elíptica, cônica e cônica invertida.



Foto: Abadio Hermes Vieira

**Figura 1.** A medição da sombra das árvores no campo pode ser trabalhosa, especialmente quando se deseja acompanhar as mudanças ao longo do tempo.

Para uma visão geral das mudanças no sombreamento ao longo do ano, há uma planilha que calcula a área de sombra para todos os dias do ano, das 6h às 19h. Isso permite localizar, facilmente, os períodos de maior e menor sombreamento. Nesta funcionalidade, são fornecidos valores apenas para copa cilíndrica.

A planilha desenvolvida pode ser utilizada em inúmeros locais e situações, com algumas adaptações explicadas em comentários escritos dentro da própria planilha (Figura 2). Contudo, há limitações, pois os cálculos consideram o relevo plano (declividade de 0°) e, no caso de renques, são desconsideradas falhas ou árvores mortas e eles devem ser retílineos, ou seja, as fórmulas não se aplicam aos renques plantados em curva de nível. Também é considerado que o dossel dos renques está fechado, ou seja, as copas das árvores se tocam. A planilha também não realiza modelagem ou predição do crescimento das árvores.

Diferenças entre os valores calculados pela planilha e os encontrados efetivamente no campo podem diferir (CIPRIANI et al., 2015), pois as árvores apresentam grande diversidade de conformações de copa, entre outros fatores que não são contemplados nas fórmulas. Porém, em geral, as diferenças são pequenas (CIPRIANI et al., 2015) e compensadas pela praticidade.

Por fim, destaca-se que a planilha é gratuita e totalmente editável. Espera-se que ela possa contribuir para estudos e projetos de iLPF, auxiliando no planejamento e análise de experimentos e de sistemas produtivos, entre outras aplicações.

A planilha está disponível no link:

<http://www.embrapa.br/documents/1354309/1529241/Calculo+de+sombra/833846d1-4ec9-4cb8-ac2a-60149fd45c25>

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Cálculo de Sombra</b>	<b>Embrapa</b>				
2	Árvore	Exemplo				
3	Latitude (graus decimais)	-8,804402				
4	Longitude (graus decimais)					
5	Data (dd/mm/aa)					
6	Primeiro dia do ano (dd/mm/aa)					
7	Hora legal decimal (Porto Velho/GMT -04:00)					
8	Altura da árvore (m)	26,3				
9	Altura do fuste (m)	3,80				
10	Raio da copa (m)	7,00				
11	ch (Porto Velho/GMT -04:00)	0,26				
12	Hora local (Porto Velho/GMT -04:00)	13,24				
13	Dia juliano	172,00				

**Embrapa:**  
Para trabalhar com outros fusos horários, ver comentário no fator "ch" (linha 11).

Figura 2. Comentários na planilha, identificados pelas marcas vermelhas no canto superior direito de algumas células, fornecem instruções ao usuário.

## Literatura citada

CIPRIANI, H. N.; SALMAN, A. K.; PASSOS, A. M. A. dos; SCHMITT, E.; CRUZ, P. G. da; BOTELHO, F. J. E.; MORAES, K. K. S. A free electronic spreadsheet to calculate shade parameters of single trees and tree strips. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Towards in: sustainable intensification**: proceedings. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

SILVA, R. G. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 268–281, abr. 2006.

**Circular  
Técnica, 145**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

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.embrapa.br/rondonia](http://www.embrapa.br/rondonia)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

1ª edição

1ª impressão (2016): 100 exemplares

**Comitê de  
Publicações**

**Presidente:** César Augusto Domingues Teixeira

**Secretário:** Henrique Nery Cipriani

**Membros:** Marília Locatelli

Rodrigo Barros Rocha

José Nilton Medeiros Costa

Ana Karina Dias Salman

Luiz Francisco Machado Pfeifer

Fábio da Silva Barbieri

Wilma Inês de França Araújo

**Expediente**

**Normalização:** Daniela Maciel Pinto

**Revisão de texto:** Wilma Inês de França Araújo

**Editoração eletrônica:** Marly de Souza Medeiros