

5.02.06 - Energia de Biomassa Florestal.

ESPACIALIZAÇÃO DA PRODUTIVIDADE POTENCIAL DO EUCALIPTO PARA O ESTADO DE ALAGOAS

João V. de S. Cabral¹, Ricardo A. F. Júnior²

1. Estudante do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL)
2. Professor do CECA-UFAL – Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia/Orientador

Resumo

Uma vez que a ausência de chuvas e a queda do preço do açúcar estão se tornando recorrentes, a cana-de-açúcar vem perdendo cada vez mais espaço no estado de Alagoas. Aliado a isso, a cultura do eucalipto vem sendo apontada como uma fonte promissora de biomassa. Contudo, a sua produtividade potencial ainda é desconhecida.

O presente trabalho tem como objetivo ampliar os conhecimentos sobre a cultura e determinar uma estimativa da produtividade potencial do eucalipto para o estado. Essa estimativa foi calculada utilizando um modelo baseado na irradiação solar interceptada pelas plantas e a eficiência com que elas convertem essa energia solar em biomassa, estipulando várias condições para a cultura.

Este estudo foi feito considerando a incidência de radiação solar em planos horizontais (com 0° de inclinação). Verificou-se que as condições de cultivo com mais potencial foram as que consideram: precipitação intensa aliada a irrigação e precipitação intensa sem irrigação.

Palavras-chave: Energia da biomassa; Eficiência do uso da radiação; Energia solar.

Trabalho selecionado para a JNIC: UFAL

Introdução

A radiação solar é a principal fonte de energia primária para a produção de biomassa que, por sua vez, é uma fonte limpa e renovável de energia (em termos de emissões de gases de efeito estufa). Aliado a isso, a cultura do eucalipto se destaca em relação às demais culturas lenhosas no nosso país, de modo que sua produção de madeira, celulose e energia (através da combustão da lenha) resultem no desenvolvimento de tecnologias para a melhoria da produtividade e rentabilidade da cultura.

Dessa forma, a cultura do eucalipto vem ganhando destaque como fonte de biomassa, porém, a sua produtividade potencial ainda é desconhecida no estado de Alagoas. A produtividade potencial de uma cultura é baseada na EUR – eficiência do uso da radiação. Que, é calculada pela razão entre dois fatores: a biomassa produzida pela comunidade de plantas e a radiação interceptada (ou absorvida) pelo dossel delas. Essa relação entre a quantidade de energia solar e o crescimento da cultura foi comprovada por Monteith (1977).

Como o valor da EUR varia pouco quando as condições hídricas e fitossanitárias do cultivo não são seriamente limitantes (Bonhomme, 2000), esse parâmetro avalia se a cultura está expressando seu potencial de produção naquele ambiente. Ou seja, se a eficiência de conversão da radiação solar em biomassa está adequada ao potencial da cultura. O valor da EUR é potencial (máxima) quando a cultura cresce em condições ótimas de cultivo, sendo primordial para calcular a produção máxima de biomassa de uma espécie num determinado ambiente (Soltani, 2012).

A radiação solar interceptada (ou absorvida) pelo dossel das plantas é a componente mais importante para esse estudo. Porém, para estimá-la através da radiação que chega ao topo das plantas (radiação incidente) é necessário conhecer o índice de área foliar (IAF) e o coeficiente de extinção da luz (k) (Varlet-Grancher et al., 1989).

O objetivo deste trabalho será ampliar os conhecimentos sobre a cultura do eucalipto no estado de Alagoas, visando um melhor entendimento, determinação de parâmetros usados na modelagem da produtividade potencial da cultura e a espacialização da produtividade potencial utilizando ferramentas de sistemas de informações geográficas (SIG).

Metodologia

Este trabalho foi dividido em duas partes: análise dos dados de EUR (cada classe produtora) e irradiação solar; e, a fase operacional na plataforma Quantum GIS (QGIS).

Segundo Monteith (1977), a quantidade de biomassa de uma determinada cultura é dada pela multiplicação entre a radiação fotossinteticamente ativa interceptada (PAR_{int}) e a EUR (eficiência do uso da radiação).

Os valores da EUR ($g.MJ^{-1}$) foram restritos para o acúmulo de matéria seca da parte aérea com alta produtividade de eucalipto devido à luz intensa (1,14) (Stape, et al. 2004) e para o acúmulo de matéria seca do tronco (lenha): 1) com precipitações normais e irrigação (1,66); 2) com precipitações normais sem irrigação (0,78); 3) com precipitações intensas e irrigação (1,98); 4) precipitações intensas sem irrigação (1,71) (Stape, et al. 2008).

A PAR_{int} é determinada a partir da subtração entre a radiação fotossinteticamente incidente (PAR_{inc}) e a

radiação fotossinteticamente ativa transmitida (PAR_t), conforme Varlet-Grancher (1989).

Os dados de irradiação solar (global horizontal, I_g) foram obtidos pelo Atlas Brasileiro de Energia Solar (LABREN, 2018). Temos que, para a região de estudo, a radiação fotossinteticamente ativa incidente (PAR_{inc}) é 43% da irradiância solar global (Souza, 2005). Então, para expressar no QGIS, utilizou-se a ferramenta da calculadora raster. De modo que, para cada mês do ano vamos obter um valor de PAR_{inc} diferente.

A PAR_t foi determinada por uma equação similar a lei de Beer, baseada no índice de área foliar (IAF), a PAR_{inc} e o coeficiente de extinção da luz (k) (Lindquist et al. 2005; Maddoni & Otegui, 1996).

O valor para a constante k foi calculado a partir de uma equação exponencial de decaimento, ajustada para a relação entre a fração PAR_t/PAR_{inc} e o IAF.

Portanto, tendo como equação resultante a equação 1:

$$BM = PAR_{inc} \cdot EUR \cdot (1 - e^{-k \cdot IAF}) \quad (1)$$

Foi feita uma relação entre o IAF e a Eq. (1), onde a eficiência de interceptação da radiação e sua conversão em biomassa – o termo “ $EUR \cdot (1 - e^{-k \cdot IAF})$ ” – é constante para todos os cálculos, pois a variável é a PAR_{inc} de cada mês analisado. Portanto, o termo foi calculado separado, utilizando o IAF como variável até se tornar constante.

Após essa análise, foi feita uma camada raster para cada irradiação mensal a partir da ferramenta de interpolação TIN. Essa ferramenta permite criar uma superfície formada por triângulos a partir de novos pontos mais próximos (Mitas, 1999), a fim de estimar os valores nos locais onde não foram tomadas amostras.

A fase operacional no QGIS se dá estimando, através da calculadora raster, uma camada com cada valor mensal da quantidade de biomassa produzida pela cultura do eucalipto multiplicando a eficiência de interceptação da radiação e sua conversão em biomassa pela PAR_{inc} referente ao mês analisado. Após isso, foi feito um somatório acumulado de um total de 60 meses – entre setembro de 2017 e setembro de 2022.

Resultados e Discussão

Para a utilização dos coeficientes de EUR, os valores das condições hídricas – em relação às precipitações – apresentam cerca de: 1207 mm para um ano normal e 1769 mm para um ano de chuvas intensas. E, a irrigação adiciona aproximadamente 531 mm de água para o ano de chuvas intensas e 962 mm para um ano normal (Stape et al., 2008). Entretanto, segundo o Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas (2013), apenas o Leste/Litoral do Estado se enquadra nesses parâmetros, pois, possui uma precipitação anual acima de 1000 mm.

O k médio foi de 0,435 (Figura 1), com um erro padrão de 0,036 e nível de significância de 5% ($p < 0,05$). A equação exponencial de decaimento foi ajustada para a relação entre a razão de PAR_t/PAR_{inc} e o IAF. Então, o coeficiente usado foi de aproximadamente 0,4 ($k \approx 0,4$).

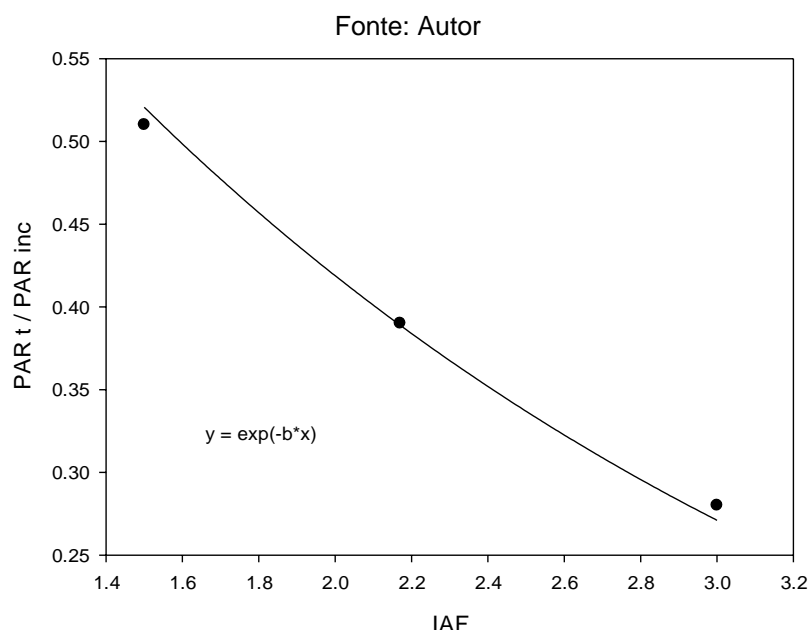


Figura 1 – Relação entre a fração de radiação fotossintética transmitida pela copa (PAR_t/PAR_{inc}) e o índice de área foliar (IAF) de plantas de eucalipto em Rio Largo – AL.

Verifica-se que o valor do IAF tende a permanecer constante após cerca de 350 dias após o transplante (DAT) (figura 2). Então, para valores após esse período, utilizou-se o $IAF \approx 3$. Essa variável é fundamental para a modelagem da produtividade potencial, pois esse índice tem correlação com a interceptação de radiação solar que é o elemento meteorológico que conduz o potencial de produção por área juntamente com a eficiência de conversão.

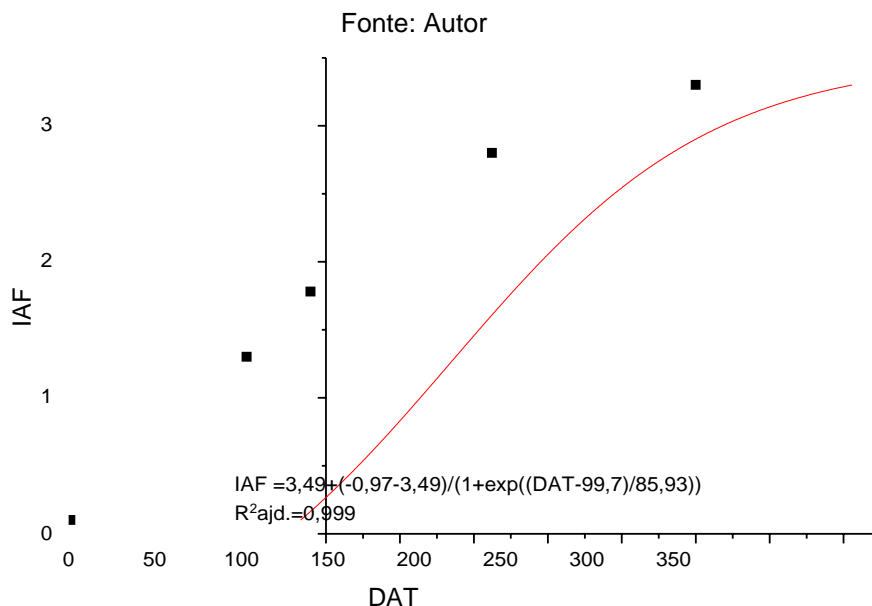


Figura 2 – Ajuste matemático do índice de área foliar (IAF) e os dias após o transplante (DAT) para o primeiro ano do eucalipto cultivado em Rio Largo.

Então, após fazer o somatório acumulado da quantidade de biomassa de cada mês analisado, a calculadora raster fornece uma espacialização potencial da cultura. De modo que, na figura 3 apresentam-se os mapas da região Leste/Litoral do estado de Alagoas, em cinco anos de cultura para as classes produtoras chuvosas. O mapa da esquerda representa a classe “chuvosa irrigada” e, o da direita, representa a classe “chuvosa não irrigada”. Observa-se em azul as unidades de conservação que, de acordo com a Lei nº 9.985 de 2000, têm como principal objetivo: preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou danos aos recursos naturais.

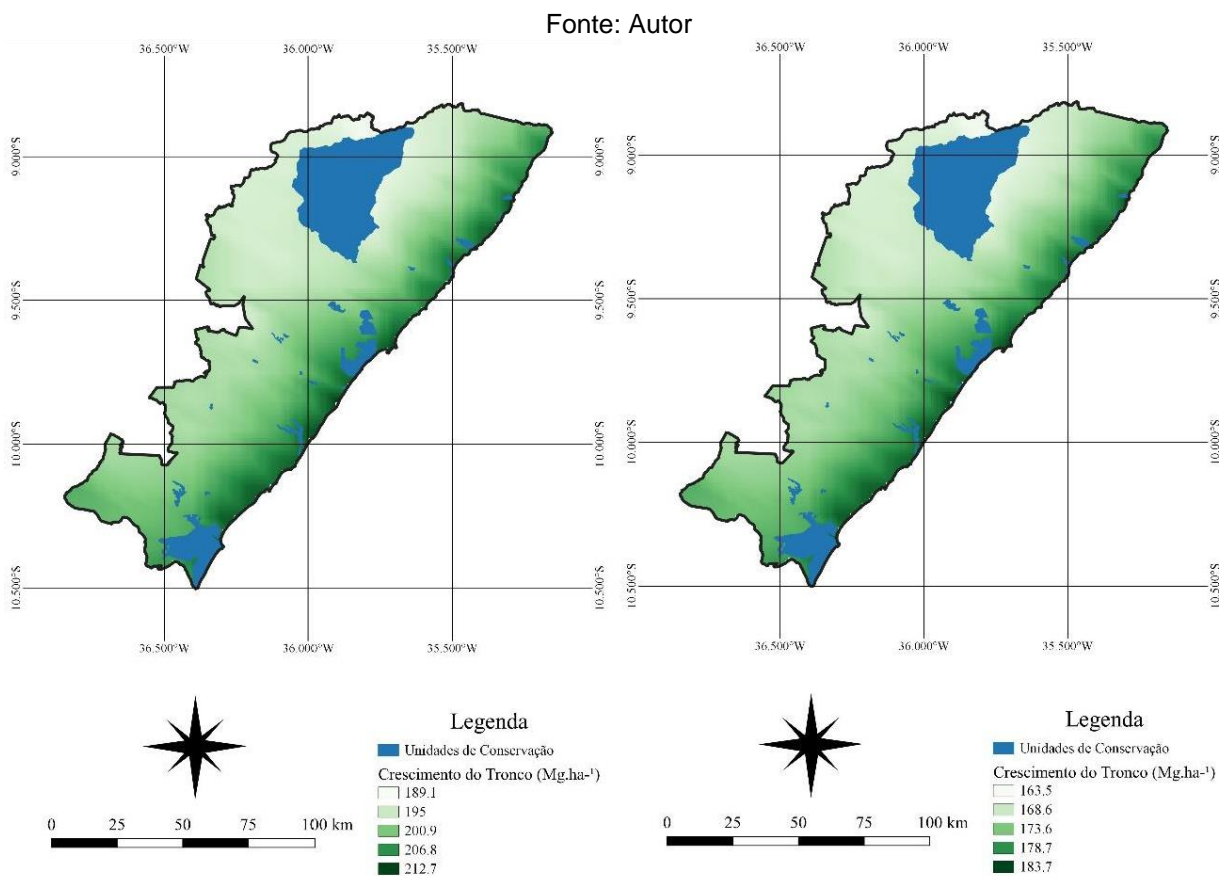


Figura 3 – Modelagem do crescimento do tronco para as duas classes mais produtoras.

Alguns valores estatísticos (máximos e mínimos, soma acumulada, valor médio, desvio padrão e variância) de cada classe produtora foram calculados e apresentados na tabela 1.

EUR (g.MJ ⁻¹)	VALOR MÍNIMO (Mg.ha ⁻¹)	VALOR MÁXIMO (Mg.ha ⁻¹)	SOMA (Mg.ha ⁻¹)	VALOR MÉDIO (Mg.ha ⁻¹)	DESVIO PADRÃO (Mg.ha ⁻¹)	VARIÂNCIA (Mg.ha ⁻¹)
Luz intensa	108,89	122,46	1,809×10 ⁶	114,63	2,99	8,978
Normal, irrigado	161,17	181,14	2,678×10 ⁶	169,61	4,39	19,285
Normal, não irrigado	74,59	83,8	1,239×10 ⁶	78,49	2,93	4,121
Chuvoso, irrigado	189,13	212,69	3,143×10 ⁶	199,09	5,2	27,084
Chuvoso, não irrigado	163,54	183,73	2,717×10 ⁶	172,08	4,45	19,807

Tabela 1 – Análise estatística para diferentes classes produtoras.

Observa-se que, as classes com maior potencial foram as chuvosas – irrigado e não irrigado – com uma média de 199,09 e 172,08 toneladas por hectare, respectivamente. Também vale salientar, que para uma cultura com precipitações normais, a diferença entre a irrigada e não irrigada é mais que o dobro: o primeiro variando de 161,17 até 181,14 toneladas por hectare e o segundo variando de 74,59 até 83,8 toneladas por hectare. Esses valores estão de acordo com os dados apresentado por Stape et al. (2004).

Conclusões

Por conseguinte, para diferentes classes produtoras (condições de cultivo), esse trabalho forneceu boas produtividades potenciais para a cultura do eucalipto no estado de Alagoas, sendo a modelagem importante, pois, expressa o potencial do Estado na produção de lenha proveniente do eucalipto para várias finalidades – produção de energia, celulose e papel, produtos de madeira e afins.

Foi observado que, mudando um parâmetro não limitante (como a irrigação, por exemplo), implica em uma mudança significativa no crescimento da cultura – principalmente para as classes sem precipitações –, uma vez que a água é um fator chave tanto para a produtividade, quanto para uma variação no crescimento substancial ao longo dos anos.

Referências bibliográficas

- Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017) - LABREN / CCST / INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Acesso em 23/04/2019;
- BONHOMME, R. Beware of comparing RUE values calculated from PAR vs solar radiation or absorbed vs intercepted radiation. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 68, p. 247-252, 2000;
- LINDQUIST, J., L.; ARKEBAUER, J., T.; WALTERS, D., T.; KENNETH, G., C.; DOBERMANN, A. Maize Radiation Use Efficiency under Optimal Growth Conditions. *Agronomy Journal*, vol. 97, janeiro-fevereiro, 2005;
- MITAS, L., MITASOVA, H. (1999). Spatial Interpolation. In: P.Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W.Rhind (Eds.), *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*, Wiley;
- MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E. Leaf area, light interception, and crop development in maize. *Field Crops Research*, 48 (1996) 81-87;
- MONTEITH, J. L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, v. 281, p. 277-294, 1977;
- SANTOS, J. C. P. dos; SILVA, A. B. da; BARROS, A.H.C.; AMARAL, A. J. do; MARQUES, F. A.; SILVEIRA, H. L. F. da; ACCIOLY, J. de O.; SILVA JUNIOR, J. F. da. Zoneamento agroecológico do Estado de Alagoas (Zaal). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2013;
- SOLTANI, A.; SINCLAIR, T. R. Modeling physiology of crop development, growth and yield. Wallingford, CABI, 2012. p. 322;
- SOUZA, J. L; TAVARES, P. S; TEODORO, I; SILVA, P. R. T; SILVA NETO, J. L. Irradiância solar global e radiação fotossinteticamente ativa em Maceió, ano 2003. *Anais. XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*. Campinas. SP. 2005;
- STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. *Forest Ecology and Management* 193, p. 17-31. 2004;
- STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; Production and carbon allocation in a clonal Eucalyptus plantation with water and nutrient manipulations. *Forest Ecology and Management* 225, p. 920-930. 2008;
- VARLET-GRANCHER, C. et al. Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. *Agronomie*, Paris, v.9, p.419-439, 1989.