EFEITO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NO PODER CALORÍFICO SUPERIOR DE *Eucalyptus urophylla*

**1Izabelle Rodrigues Ferreira Gomes** (izabelle.rodriguesferreira@gmail.com), **1Rosimeire Cavalcante dos Santos** (meire\_caico@yahoo.com.br), **1Stephanie Hellen Barbosa Gomes** (stephaniehellen2011@gmail.com), **1Sarah Esther de Lima Costa** (sarahcostaa@yahoo.com.br), **1Cynthia Patrícia de Sousa Santos** (cynpss@live.com), **1Ellen Rachel Evaristo de Morais** (ellen-rachel@hotmail.com), **1Nickson Fernandes de Oliveira Carvalho** (agronickson@gmail.com), ¹**Damião Ferreira da Silva Neto** (damiaoneto222@gmail.com)

**1Universidade Federal do Rio Grande do Norte**

Unidade Acadêmica especializada em Ciências Agrárias/Escola Agrícola de Jundiaí

RN 160 – Km 03 – Distrito de Jundiaí – Macaíba/RN

CEP: 59280-000 | Cx Postal 07

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de três diferentes espaçamentos de plantio no poder calorífico da madeira de *Eucalyptus urophylla* aos 3 anos de idade. Os três espaçamentos selecionados foram T1 3,0 m x 1,70 m; T2 3,0 m x 3,70 m; T3 3,0 m x 4,90 m em uma área experimental em Macaíba/RN. Para tanto, efetuou-se o abate de três árvores por tratamentos e foram retirados discos de 10 cm de comprimento a cada 1 metro da altura comercial. Realizou-se a análise de poder calorífico, seguindo a norma ABNT NBR 8633 (1984), utilizando-se uma bomba calorimétrica adiabática. Os dados de cada variável foram submetidos as análises de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, considerando-se o nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa BioEstat, versão 5.3. Concluiu-se que há efeito do espaçamento de plantio na propriedade poder calorífico superior da madeira de *Eucalyptus urophylla* nas condições de manejo adotados no plantio da área experimental em Macaíba/RN. O T2 3,0 m x 3,70se destacou por apresentar árvores de boa qualidade quanto ao parâmetro energético avaliado e produção por área.

**Palavras-chave:** área útil, energia da biomassa, produção, qualidade da madeira

1. introdução

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae e possui sua origem na Austrália. Esse gênero se caracteriza por apresentar crescimento rápido e elevada produtividade com ciclo de corte relativamente curto, em torno de 6 a 7 anos (FERREIRA *et al*., 2017). Além disso, destaca-se suas boas respostas à adaptabilidade frente a diversos cenários edafoclimáticos brasileiros.

No Brasil, atualmente é a espécie mais cultivada em reflorestamento e tem sido indicada como uma das melhores opções para diversos fins devido a sua adaptação às condições climáticas e edáficas, apresentar alta produtividade e ciclos curtos de exploração, se comparado, especialmente, com o ciclo de rotação das espécies nativas que ocorrem no estado do Rio Grande do Norte (IBÁ, 2017).

O estado do Rio Grande do Norte encontra-se em um cenário de forte relação econômica com os recursos florestais, visto que, em regiões de polos ceramistas, a utilização da madeira se dá de forma integral. No entanto, essa madeira é oriunda de matas nativas, responsáveis por garantir 35% da energia para o parque industrial do estado, e, inclusive, é o segundo recurso energético com atuação de 30% da sua matriz energética (BEN, 2015).

Diante dessa depedência da madeira nativa, as espécies do gênero *Eucalyptus* podem ser uma opção alternativa para o setor industrial do RN por meio da implantação e uso como fonte de energia. Por ser uma espécie exótica, seu uso pode traduzir-se em redução da supressão da Caatinga, além de colaborar com as questões sociais e econômicas da comercialização e uso da madeira no RN, uma vez que essa tem sido usada, ao longo de anos, prioritariamente, como fonte de energia e de forma não sustentável.

Nesse sentido, a utilização de uma determinada madeira para fins energéticos deve basear-se, entre outros, no conhecimento do seu poder calorífico e no seu potencial para produção de biomassa (VALE, 2000). O poder calorífico é um dos principais parâmetros para se avaliar o potencial energético de uma espécie, ou seja, o seu desempenho enquanto combustível (BRAND, 2010; FRIEDL *et al.*, 2005; PARIKH *et al.*, 2005) e pode ser definido como a quantidade de energia liberada na combustão de uma unidade de massa do material combustível (PROTÁSIO *et al*., 2011).

Um dos principais fatores envolvidos no manejo das florestas energéticas é a correta definição do espaçamento de plantio. O espaçamento de plantio é determinado ela distância entre linhas e entre plantas, e têm sido amplamente estudado para a obtenção das respostas quanto ao material genético mais apropriado à cada sítio florestal, pois esses podem responder diferentemente à redução ou ampliação do espaçamento (FERREIRA *et al*., 2014).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de três diferentes espaçamentos no poder calorífico da madeira do híbrido *Eucalyptus urophylla*, aos 3 anos de idade.

**2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido na Área de experimentação Florestal da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECIA), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). De acordo com a classificação de Köppen, o clima local caracterizado por uma transição entre os tipos As’, o qual é caracterizado por possuir uma estação seca bem definida no período de verão e o BSh’, que é caracterizado pela baixa umidade e baixo índice pluviométrico, com temperaturas média de 27ºC, umidade relativa média anual de 76% e precipitação pluviométrica variando entre 863,7e 1070,7 mm ao ano (IDEMA, 2013). O solo é classificado como Latossolo Amarelo de textura arenosa e topografia plana como citado por Silva (2017).

O plantio apresenta o delineamento sistemático com fator quantitativo contínuo. A parcela escolhida contém sete linhas do híbrido *Eucalyptus urophylla*, sendo um total de 189 desse híbrido por parcela. Sendo consideradas somente três linhas centrais, desconsiderando duas linhas de cada lateral devido ao efeito de borda.

A coleta dos dados foi realizada aos 3 anos após o plantio e o escopo foi avaliar 3 espaçamentos (Tabela1). Para determinação do poder calorífico superior foram realizados o abate de três árvores por tratamentos e foram retirados discos de 10 cm de comprimento a cada 1 metro da altura comercial. De cada disco foi extraído uma cunha para posterior moagem e após isso, o material foi passado em uma peneira de malha 40 mesh e foi utilizado a amostra que ficou retida na malha de 60 mesh. Esta determinação seguiu a norma ABNT NBR 8633 (1984), utilizando-se uma bomba calorimétrica adiabática.

Na Tabela 1 encontram-se descritos os diferentes arranjos de espaçamentos avaliados no presente estudo, bem como a área ocupada por planta e a densidade de plantio.

**Tabela 1. Descrição dos espaçamentos utilizados no presente estudo.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tratamentos | Área por planta (m²) | Densidade (árvores/ha) | Arranjo de plantio aproximado |
| T1 | 2,1 | 4.754 | 3 x 1.70 |
| T2 | 11,1 | 901 | 3 x 3.70 |
| T3 | 14,7 | 680 | 3 x 4.90 |

Para análise dos dados, procedeu-se à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, considerando-se o nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa BioEstat, versão 5.3.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios para a variável poder calorífico superior do clone *Eucalyptus urophylla*.

**Tabela 2. Valores médios para poder calorífico superior (PCS) sob diferentes espaçamentos.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tratamento | PCS (kcal/kg) | |
| Média | SD |
| T1 | 4643 b | ± 31,11 |
| T2 | 4676,5 ab | ± 5,78 |
| T3 | 4723,5 a | ± 26,98 |

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (p=0,05).

Observa-se que foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos adotados, sendo o espaçamento T1 (3 x1.70) divergente estatisticamente do espaçamento T3 (3 x 4.90). Nesse sentido, infere-se que, possivelmente, em árvores que estavam submetidas a maiores espaçamentos, e assim, sob melhor condição de desenvolvimento, tendem a fotossintetizar mais, provocando uma maior produção de carbono. Se há uma maior produção de carbono, significa que há maior quantidade de material combustível disponível para queima e portanto, maior o poder calorífico superior da biomassa, como indicado no presente estudo.

Por outro lado, verificou-se menores médias quanto ao parâmetro PCS quando avaliado em árvores sob menores espaçamentos de plantio. Essa tendência, provavelmente pode ter sido observada devido as menores produções de biomassa e, por consequência, menor quantidade de energia armazenada no material. Verificou-se ainda que o espaçamento T2 não diferiu estatisticamente do T1 e T3.

Os valores encontrados neste trabalho se assemelham aos valores encontrados por Quirino et al. (2004) em algumas espécies florestais, dentre elas o eucalipto, com valor médio de 4650,0 kcal/kg. Esses resultados se aproximam dos valores citados por Vale *et al*., (2000), que encontraram valores para o poder calorífico de *Eucalyptus* variando de 4601,0 a 4667,0 kcal/kg e que estão entre os valores citados por Brito (1993), onde os valores de PCS para folhosas tropicais são de 3.500 a 5.000 kcal/kg.

Apesar de existir uma tendência de melhor qualidade energética da madeira quando submetida a maiores espaçamentos de plantio, está deve ser avaliada conjuntamente com a produtividade, uma vez que, se há qualidade mas não há produtividade, a viabilidade financeira dos segmentos poderá comprometer-se, quando da utilização da madeira exótica enquanto fonte energética. O espaçamento entre as árvores em plantações florestais influencia diretamente na quantidade e qualidade da madeira a ser produzida. Para a produção madeireira com fins energéticos, normalmente, recomenda-se espaçamentos mais adensados, tendo em vista que o objetivo é a produção do maior volume de biomassa por unidade de área em menor espaço de tempo (ELOY, 2016).

**4. conclusões**

Há influência dos diferentes espaçamentos no poder calorífico da madeira de *Eucalyptus urophylla*. Embora maiores valores de poder calorífico superior sejam interessantes do ponto de vista energético, maiores espaçamentos podem não ser viáveis em relação ao ponto de vista econômico, visto que isso implica em menor produção por área e menor quantidade de energia para queima. Dessa forma, conclui-se que o espaçamento T2 apresentou melhores respostas quanto o parâmetro poder calorífico da madeira de *Eucalyptus urophylla* e produção por área, sendo este manejo adotado no plantio da área experimental em Macaíba/RN o mais recomendado para fins energéticos. No entanto, são necessários estudos com outros variáveis, à exemplo da densidade básica da madeira, pois podem ser mais expressivos quanto à escolha do melhor manejo de espaçamento para qualidade energética e produção por área.

**5. AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte, à Escola Agrícola de Jundiaí, ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, e ao Grupo de Estudos em Energia da Biomassa pelo apoio para realização deste estudo. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

6. referências bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941-02 - Determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN 2015. Ano Base 2015. Empresa de Pesquisa.

BRAND, M. A. **Energia da biomassa florestal**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 131 p.

BRITO, José Otávio. Reflexões sobre a qualidade do carvão vegetal para uso siderúrgico. **Piracicaba: IPEF**, 1993.

ELOY, E. et al. Produtividade energética de espécies florestais em plantios de curta rotação. **Ciência Rural**, v. 45, n. 8, p. 1424-1431, 2015.

FERREIRA, P. V.; OLIVEIRA, L. A.; LAVOR, P. L. Análise de investimento econômico-financeiro entre plantações de eucalipto e previdência privada. **Episteme Transversallis**, v. 10, n. 1, 2017.

FRIEDL, A. et al. Prediction of heating values of biomass fuel from elemental composition. **Analytica Chimica Acta**, v. 554, n. 1-2, p. 191-198, 2005.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório 2016. pg.77, Brasília, 2016.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). Perfil do município: Macaíba. IDEMA: Natal, 2013. 21 p.

PARIKH, J. et al. A correlation for calculating HHV from proximate analysis of solid fuels. **Fuel**, v. 84, n. 5, p. 487-494, 2005.

PROTÁSIO, T. P. et al. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 66, p. 113-122, 2011.

QUIRINO, W. F. et al. Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 2, p. 173-182, 2004.

SILVA, M. G. **Crescimento, produção e distribuição de biomassa de espécies florestais em resposta ao método de cultivo**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2017.

VALE, A. T. et al. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill Ex-Maiden *e Acacia mangium* Willdem diferentes níveis de adubação. **Cerne**, v. 6, n. 1, 2000.