

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA OPERAÇÃO DE PLANTIO MECANIZADO DE EUCALIPTO EM DOIS DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

RAFAEL RIBEIRO SOLER¹, SAULO PHILIPPE SEBASTIÃO GUERRA², MAURA SEIKO TSUTUI ESPERANCINI³, GUILHERME CORRÊA SEREGHETTI⁴, GUILHERME OGURI⁵

¹ Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Av. Universitária, 3780, Altos do Paraíso, 18610-034, Botucatu/SP, rrsoler22@hotmail.com.

² Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Av. Universitária, 3780, Altos do Paraíso, 18610-034, Botucatu/SP, saulo.guerra@unesp.br.

³ Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Av. Universitária, 3780, Altos do Paraíso, 18610-034, Botucatu/SP, maura.seiko@unesp.br.

⁴ Caacatu Florestal e Ambiental, Rua Manoel da Silva, 280, Vila Carmelo, 18609-500, Botucatu/SP, gcsereghetti@hotmail.com

⁵ Programa Cooperativo sobre Mecanização e Automação Florestal, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Via Comendador Pedro Morganti, 3500, Bairro Monte Alegre, 13415-000, Piracicaba/SP, guilherme@ipef.br.

RESUMO: O presente trabalho objetivou analisar os custos com a operação de plantio mecanizado adotando dois diferentes espaçamentos de um Sistema Florestal de Curta Rotação. O conjunto plantador constituiu-se de um cabeçote do modelo Bracke Planter P11a e uma escavadora hidráulica do modelo 200D LC. A área foi dividida segundo o espaçamento entre os locais de plantio das mudas, sendo 3 x 1 m para o Tratamento 1 e 3 x 1,5 m para o Tratamento 2. Utilizou-se a metodologia de movimentos e tempos para aferir o dispêndio de tempo para cada ciclo de plantio, além de se calcular o rendimento operacional. A partir destes dados, utilizou-se a metodologia da ASABE para estimar os custos da operação. Os rendimentos operacionais obtidos foram de 0,106 ha h⁻¹ para o T1 e 0,146 ha h⁻¹ para o T2, e custos operacionais de R\$ 496,76 h⁻¹ e de R\$ 372,03 h⁻¹, respectivamente. O menor espaçamento entre plantas acarreta maior custo por hectare e por hora, além do que, o melhor cenário econômico com o plantio mecanizado ainda é mais custoso do que os sistemas manuais e semimecanizados atualmente utilizados para a implantação de florestas no Brasil, de acordo com os estudos disponíveis na bibliografia.

Palavras-chaves: mecanização florestal, silvicultura, rendimento operacional, custo

ECONOMIC EVALUATION OF MECHANIZED PLANTATION OPERATION OF EUCALYPTUS WITH TWO DIFFERENT SPACING

ABSTRACT: The present study aimed to analyze the costs in mechanized plantation operation adopting two different spacing of a Short Rotation Forest System. The planter set consisted of an equipment of Bracke Planter P11a model and a hydraulic excavator of the 200D LC model. The area was divided according to the spacing between the seedling planting sites, 3 x 1 m for Treatment 1 and 3 x 1.5 m for Treatment 2. The methodology of motion and times was used to measure the expenditure of time for each planting cycle, in addition to calculating operating yield. From these data, the ASABE methodology was used to estimate the costs of the operation. The operational yields obtained were 0.106 ha h⁻¹ for T1 and 0.146 ha h⁻¹ for T2, and operating costs of R \$ 496.76 h⁻¹ and R \$ 372.03 h⁻¹, respectively. The smaller spacing between plants leads to a higher cost per hectare and per hour, in addition, the better economic scenario with mechanized planting is still more expensive than manual and semi-mechanized systems currently used for reforestation in Brazil, according to the studies available in the bibliography.

Keywords: forestry mechanization, silviculture, yield, cost.

1 INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas no Brasil atingiu 7,84 milhões de hectares, sendo predominante o gênero *Eucalyptus* com mais de 72% da área total, seguido pelo gênero *Pinus*, que possui mais de 20% da área total (IBÁ, 2017). Esses dois gêneros destacam-se, principalmente, por serem matérias-primas de importantes segmentos industriais, como o de papel e celulose, construção civil, além de surgir como alternativa à geração de energia renovável.

O eucalipto apresentou um aumento médio em sua área plantada de, aproximadamente, 2,4 % ao ano ao longo dos últimos cinco anos (IBÁ, 2017). Por conta disso, aumentou-se a demanda por mão-de-obra para realização das operações de campo, porém a forte escassez de trabalhadores que realizam atividades manuais e pesadas do campo, tem dificultado esta expansão.

Por isto, a mecanização de operações surge como uma alternativa à escassez de trabalhadores, além de possibilitar maior rendimento operacional, redução da penosidade do trabalho manual e incentivo à qualificação da mão-de-obra para atividades menos repetitivas.

O plantio mecanizado em áreas agrícolas está se consolidando, principalmente em culturas como a cana-de-açúcar que, no Brasil, teve início nos anos 90 (NYKO et al., 2013). Na área florestal, os equipamentos e máquinas para plantio mecanizado tiveram seus primeiros protótipos e produtos comerciais desenvolvidos por volta dos anos 1970 nos países escandinavos (ERSSON, 2010 apud MALMBERG, 1990). No Brasil, entretanto, ainda não existem equipamentos ou máquinas que realizem esta operação de forma totalmente mecanizada, sendo mais comuns no segmento florestal a adoção de sistemas manual e semimecanizado para o plantio de mudas de eucalipto.

Uma alternativa seria a importação de tecnologia de países que estes equipamentos já se consolidaram e tentar adaptá-lo às condições brasileiras, em que a presença de resíduos oriundos da colheita, as cepas remanescentes dos ciclos anteriores,

diversidade de espaçamentos entre as plantas e entre as linhas de plantio, e a heterogeneidade das mudas em termos de tamanho e padrão são muito comuns.

O espaçamento de plantio geralmente não é padronizado e, em cada empresa florestal, pode-se encontrar novos espaçamentos que melhor se adaptam às condições e exigências para a produção de madeira. O espaçamento é um dos fatores mais importantes a ser considerado no momento do plantio, pois influencia diretamente a densidade de indivíduos por área, o crescimento individual das árvores, a idade de corte, as práticas de manejo florestal e o custo de produção (STAPE, 1995; SEREGHETTI, et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi analisar os custos para a operação do plantio mecanizado de eucalipto em dois diferentes espaçamentos em um Sistema Florestal de Curta Rotação – SFCR.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

O experimento foi realizado na cidade de Lençóis Paulista – SP, entre as latitudes de 22° 48' 18" S e 22° 48' 54" S e as longitudes de 48° 51' 54" O e 48° 52' 30" O. O clima, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, caracterizado por ser um clima tropical chuvoso com inverno seco e o mês mais frio apresenta temperatura média superior a 18°C, e no mês mais seco ocorre precipitação inferior a 60 mm e o período chuvoso se inicia a partir do outono (CEPAGRI, 2016). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho, álico, A moderado e textura arenosa (EMBRAPA, 2013) e o relevo situa-se na classe de declividade entre 0 a 3 %, definido como plano.

2.2 Conjunto plantador

O conjunto plantador (Figura 1) utilizado durante o experimento constituiu-se de uma máquina base do modelo John Deere 200 D LC, cujas especificações são

apresentadas na Tabela 1, e um equipamento plantador do modelo Bracke Planter P11a.

Figura 1. Conjunto plantadora composto pela máquina base de uma escavadora hidráulica e um equipamento plantador



Tabela 1. Especificações e dimensões da escavadora hidráulica do modelo John Deere 200 D LC ¹

ESPECIFICAÇÕES	
Fabricação/modelo do motor	Jonh Deere/6068H
Potência líquida (KW)	119
Peso operacional (Kg)	21.758 - 22.359
DIMENSÕES	
Tanque de Combustível (L)	400
Alcance do braço ao nível do solo (m)	9,75

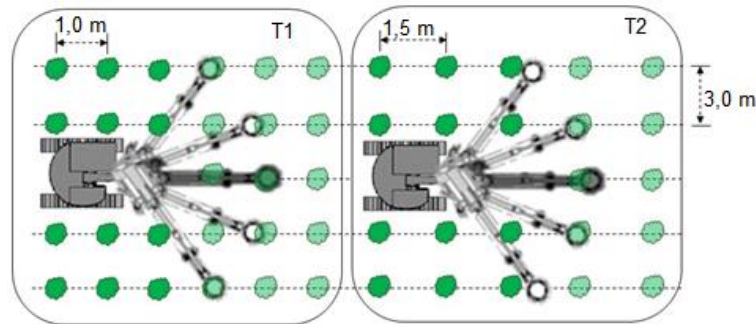
Embora o equipamento de plantio mecanizado, o Bracke Planter P11.a¹, possa também realizar a operação de preparo de solo, fertilização e irrigação, neste experimento o preparo de solo na área foi realizado previamente à operação de plantio mecanizado com o uso de outro equipamento, um subsolador com preparo a 60 cm de profundidade. A irrigação foi realizada com uma média 1,7 L muda⁻¹ e a aplicação do fertilizante granulado foi de 110 g muda⁻¹ de NPK 06 – 30 – 06.

O plantio mecanizado foi realizado com o auxílio de dois trabalhadores, sendo um

deles o operador da máquina e o outro um auxiliar para a reposição de mudas no carrossel e reabastecimento do fertilizante. A espécie das mudas utilizadas era de um material clonal híbrido de *Eucalyptus urophylla x E. grandis*.

O experimento foi dividido de acordo com os espaçamentos de plantio, sendo que, nas entrelinhas, o espaçamento foi de 3 metros, o mesmo para ambos os tratamentos, e a diferença esteve nas distâncias entre as mudas em uma mesma linha de plantio, 1,0 metro para o Tratamento 1 e 1,5 metro para o Tratamento 2 (Figura 2).

¹ As citações de fabricantes, marcas e modelos não significam recomendação de uso por parte dos autores.¹

Figura 2. Croqui do plantio mecanizado para cada tratamento

2.1 Estudo de rendimento operacional

Realizou-se, com o uso de um cronômetro digital, a verificação do dispêndio de tempo necessário à realização da operação de plantio, sendo que para cada ciclo, anotou-se o tempo de abastecimento de mudas do carrossel e para o plantio propriamente dito.

A estimativa do rendimento operacional baseou-se no tempo de reposição de mudas no carrossel (T_r), que se iniciava a partir do momento em que o operador posicionasse o cabeçote do conjunto plantador em posição de reabastecimento, permitindo que o auxiliar se aproximasse para preencher o carrossel com as 72 mudas.

O tempo de plantio (T_p) considerou o período iniciando no momento em que o auxiliar se afastava do conjunto plantador após o reabastecimento, permitindo que o operador pudesse retornar à operação de plantio.

De posse destes dados, estimou-se o rendimento operacional, dado pela seguinte equação:

$$RO = \frac{72}{T_p + T_r} \quad (1)$$

Sendo,

RO = Rendimento operacional (mudas hora⁻¹); 72 = número de mudas do carrossel; T_p = Tempo de plantio (horas); T_r = Tempo de reabastecimento (horas).

O rendimento operacional foi calculado para ambos os tratamentos, ou seja,

espaçamentos de 3,0 x 1,0 m e o 3,0 x 1,5 m, conforme mostra a Figura 2.

2.2 Estimativa dos custos operacionais

O custo operacional do plantio mecanizado foi estimado de acordo com a metodologia proposta pela *American Society of Agricultural Engineers - D472-3 (ASABE, 2001)*.

Os custos totais da operação foram divididos em fixos e variáveis. Para os custos fixos foram considerados os componentes: depreciação, juros, taxas, seguros e abrigo, já para os custos variáveis considerou-se: custos de combustível, de reparos e manutenção, lubrificantes, mão-de-obra do operador e auxiliar e insumos, como mudas e fertilizantes.

Para a estimativa do custo da reparos e manutenção, adotou-se valores para os fatores de reparo, tanto para a máquina base quanto para o equipamento, utilizando os valores dos fatores de reparos e manutenção de máquinas e equipamentos da ASABE que mais se assemelhassem ao conjunto utilizado. Os valores do equipamento (Tabela 2) foram convertidos de dólares (US\$) para reais (R\$) considerando uma taxa de câmbio de R\$ 3,29, de acordo com a taxa média do mês de dezembro de 2017 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2018). Os custos foram calculados para a máquina base e para o equipamento e somados para determinação do custo final da operação.

Tabela 2. Principais valores dos fatores utilizados de acordo com os cálculos do custo total do conjunto plantador

	ESCAVADORA 200 D LC	CABEÇOTE P11.A
Aquisição (R\$)	620.000,00	291.827,58
Valor de sucata* (R\$)	62.000,00	29.182,76
Vida útil (anos)	4,13	5,70
Uso ao ano** (h ano ⁻¹)	2.900	1.320
Consumo diesel (L h ⁻¹)	15,00	0

* considerado uma taxa de 10% sobre o valor de aquisição

** Segundo Rantala et al (2009)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ser o primeiro estudo de um equipamento de plantio de mudas florestais totalmente mecanizado no Brasil e que realiza diversas operações em uma só, como o plantio, a adubação, a irrigação e o preparo de solo, não existem estudos comparando os custos desta operação nas mesmas condições de campo brasileiras. Estudos com equipamentos que possuem características e funções semelhantes costumam ser desenvolvidos em países

escandinavos, onde o desenvolvimento de tecnologias nesta área é mais comum.

O rendimento operacional foi estimado para os dois espaçamentos em duas unidades: mudas hora⁻¹ e hectare hora⁻¹ (Tabela 3). O espaçamento influencia a densidade populacional da cultura, pois espaçamentos menores demandam maior quantidade de mudas por área, e, portanto, a quantidade de indivíduos será maior do que em espaçamentos maiores.

Tabela 3. Rendimento operacional médio em cada espaçamento utilizado no experimento

	3 m x 1 m	3 m x 1,5 m
Mudas hora ⁻¹	355	324
Hectare hora ⁻¹	0,106	0,146
Indivíduos hectare ⁻¹	3.333	2.222

O menor espaçamento entre plantas implica em maior rendimento operacional medido em mudas por hora, pois o movimento de lança da máquina base será menor, possibilitando realizar o ciclo de 72 mudas em menos tempo. Laine e Saarinen (2014), em um estudo realizado na Finlândia, utilizaram o mesmo equipamento Bracke Planter P11.a, e obtiveram uma produtividade média de 244 mudas por hora efetiva de trabalho, embora a operação também consistisse em preparar o solo antes de realizar o plantio.

Outros autores, como Nieuwenhuis e Egan (2002), utilizando o mesmo equipamento de plantio mecanizado, verificaram valores diferentes de rendimento operacional para as áreas de implantação florestal e

reflorestamento na Irlanda, sendo 250 a 300 mudas hora⁻¹ e 180 a 200 mudas hora⁻¹, respectivamente, sendo que estes rendimentos também incluíam o tempo de preparo de solo.

Conforme diminui-se o número de plantas por hectare, através do aumento da distância entre as plantas em uma mesma linha de plantio, o rendimento operacional aumenta, pois reduz o número de indivíduos a serem plantados. No caso deste estudo, a explicação pode ser dada pela densidade populacional, que é 50% menor no espaçamento de 3 x 1,5 metros e, desta forma, menos indivíduos a serem plantados em um hectare.

Os custos totais foram estimados por espaçamento e desagregados em Custo Fixo e Custo Variável (Tabela 4).

Tabela 4. Custo Total do plantio mecanizado nos dois espaçamentos

		R\$ hora ⁻¹	R\$ hectare ⁻¹	R\$ muda ⁻¹
T1 3,0 x 1,0 m	C. Fixos	124,88	1.178,07	0,35
	C. Variáveis	371,89	3.501,16	1,05
	C. TOTAL	497,76	4.679,23	1,40
T2 3,0 x 1,5 m	C. Fixos	124,88	855,31	0,38
	C. Variáveis	247,16	2.545,51	1,18
	C. TOTAL	372,03	3.400,82	1,56

Em relação ao custo por muda, verificou-se que o menor espaçamento acarretou um custo menor e em ambos os espaçamentos, os custos variáveis foram responsáveis por cerca de 75% dos custos totais.

Ao analisar-se os custos por hectare e por hora, verifica-se que o menor espaçamento gera um maior custo do que o maior espaçamento nas duas unidades de custo.

Rantala et al (2009) obtiveram valores de R\$ 66,08 hora⁻¹ para custos fixos, R\$ 141,19 hora⁻¹ para custos variáveis e R\$ 207,37 hora⁻¹ para custos totais e R\$ 1,21 por muda, utilizando o equipamento P11.a para plantio mecanizado na Finlândia, porém incluiu-se neste custo o preparo de solo realizado pelo mesmo equipamento. O valor obtido para as condições brasileiras foi superior, além de não estar incluído o custo com a operação de preparo de solo, ao encontrado pelos autores no estudo realizado na Finlândia. Além das taxas de importação, transporte e conversões de câmbio das moedas de compra do equipamento, os custos variáveis representaram 75% dos custos totais, enquanto que, na Finlândia, este valor é inferior a 70% dos custos totais.

Liepins et al. (2011) em um estudo realizado com um equipamento plantador do modelo M-planter, realizando o preparo de solo e o plantio de duas mudas simultaneamente, os autores determinaram o custo do plantio mecanizado, sendo de R\$ 1.358,58 ha⁻¹ para esta operação em uma densidade populacional de 2.500 plantas por hectare, em condições de operação de implantação florestal na Letônia. O valor obtido pelos autores refere-se, aproximadamente, à metade do custo obtido para implantar um hectare de eucalipto no Brasil com o conjunto plantador utilizado neste

estudo. Salientando-se que o valor do preparo de solo, que foi realizado com uso de outro equipamento neste projeto, não foi incluído.

Em um estudo comparativo entre dois equipamentos para plantio mecanizado, Bracke P11.a e Risutec APC, no norte da Finlândia, utilizando mudas de *Picea abies*, Laine e Saarinen (2014), estimaram o custo operacional por hora de R\$ 237,39 e R\$ 252,52 para Bracke e Risutec, respectivamente. A densidade do plantio no trabalho desses autores foi de 1.800 indivíduos por hectare, sendo desconsiderados os valores das mudas e fertilizantes, porém, simultaneamente ao plantio, os equipamentos realizavam o preparo de solo. Enquanto que, neste presente estudo, o melhor cenário foi com o espaçamento de 3 x 1,5 m, sendo 2.222 plantas por hectare, obtendo um valor de R\$ 372,03 por hora, tendo em seus custos variáveis os valores do fertilizante e das mudas utilizadas. Removendo estes consumíveis, o custo horário da operação foi de, aproximadamente, R\$ 212,28, sendo inferior ao constatado pelos autores Laine e Saarinen, mas sem a realização do preparo de solo, o que impactaria na diminuição do rendimento operacional e aumentaria o custo horário da operação.

Hallongren et al. (2014) realizaram uma avaliação econômica de dois tipos de equipamentos para plantio mecanizado na Finlândia, sendo os equipamentos: Bracke Planter P11a e o outro M-Planter, e depois compararam com os resultados da literatura sobre o plantio manual. Os autores concluíram que o sistema mecanizado possui um custo superior ao sistema manual e, para que a mecanização possa ser mais competitiva economicamente, necessita-se de operadores mais habilidosos que possam atingir melhores rendimentos operacionais, bem como aumentar a capacidade do carretel de mudas

por ciclo de plantio e, desta forma, diminuindo as vezes em que se parava a operação para o reabastecimento de mudas.

Em estudo sobre rendimento operacional do plantio manual em espaçamento de 3 x 2 m, ou seja, uma densidade de 1.667 indivíduos por hectare, Fessel (2003) realizou uma avaliação de uma equipe de 13 pessoas, sendo um tratorista, um responsável pela equipe e 11 trabalhadores para a realização do plantio manual com uso de uma ferramenta denominada matraca. O rendimento operacional obtido no estudo foi de 0,80 ha h⁻¹ e um custo horário de R\$ 56,26. Para que o equipamento utilizado neste estudo possa atingir este custo horário, o rendimento operacional deveria atingir, aproximadamente, 0,96 ha h⁻¹.

Queiroz e Silva (2016) realizaram uma análise de viabilidade de implantação de eucalipto em um espaçamento 3 x 3 m no Acre, através de informações dos custos que uma empresa florestal da região teve para implantar 30 hectares. Os autores obtiveram um custo de R\$ 233,00 ha⁻¹, exclusivamente para a operação de abertura de covas e plantio das mudas, e R\$ 116,00 ha⁻¹ para a adubação de base, não especificando qual o sistema de plantio utilizado, se fora manual ou semimecanizado, e não especificar o custo com irrigação pós-plantio. A somatória do custo com as operações de plantio e adubação resulta em R\$ 349 ha⁻¹, sendo um valor muito abaixo do obtido com o sistema mecanizado de R\$ 3.400,82 ha⁻¹.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, E. Migração rural-urbana, agricultura familiar e novas tecnologias. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2006.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 2001: machinery, equipment, and buildings: operating costs**. Ames, Iowa, USA, 2001. p. 164-226. (ASAE D472-3).

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Conversão de moedas**. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>. Acesso em: 8 de mar. de 2018.

Portanto, de fato, o custo do plantio manual deve ser menor por unidade de área do que o plantio mecanizado, mas a demanda por mão-de-obra será maior, visto que as empresas florestais no Brasil trabalham em grande escala de produção no campo.

4 CONCLUSÃO

Ao considerar uma mesma área, a maior densidade populacional de uma floresta terá maior custo de operação de plantio mecanizado realizado com o conjunto plantador do que uma com menor número de indivíduos por hectare.

O custo do plantio mecanizado utilizando o equipamento P11.a em uma escavadora hidráulica foi maior do que os sistemas atualmente utilizados e descritos na bibliografia.

5 AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro;
Às empresas florestais Duratex, Fibria, Klabin, International Paper, Suzano e Vallourec Florestal por confiarem na metodologia e apoiarem o desenvolvimento do projeto Plantadora;
Às empresas Bracke Forest, Catec equipamentos, C+ Tecnologia, Evonik, John Deere e Urso Forest pelo apoio, aprendizado e auxílio no desenvolvimento de novas tecnologias para o projeto.

CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <http://www.cepagri.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em: 28 de nov. de 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 412 p.

ERSSON, B. T. **Possible concepts for mechanized tree planting in southern Sweden – an introductory essay on forest technology**. 2010. 54 f. Thesis (Department of Forest Resource Management) – SLU, Swedish University of Agricultural Sciences, Umea.

FESSEL, V. A. G. **Qualidade, desempenho operacional e custo de plantios, manual e mecanizado, de Eucalyptus spp. grandis, implantados com cultivo mínimo do solo**. 2003. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração: Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HALLONGREN, H.; LAINE, T.; RANTALA, J.; SAARINEN, V. M.; STRANDSTRÖM, M.; HÄMÄLÄINEN, J.; POIKELA, A. Competitiveness of mechanized tree planting in Finland. **Scandinavian Journal of Forest Research**, V. 29, n.2, p.144-151, 2014.

IBÁ. **Anuário estatístico da IBÁ 2016 – Ano base 2015**. Indústria Brasileira de Árvores. 2016. Disponível em: <http://www.iba.org/pt/>. Acesso em: 28 de nov. de 2016.

QUEIROZ, A. M.; SILVA, Z. A. G. P. da G. Aspectos econômicos dos plantios com eucalipto (*Eucalyptus spp.*) na região do baixo Acre. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 287-296, 2016.

LAINE, T.; SAARINEN, V..Comparative study of the Risutec Automatic Plant Container (APC) and Bracke planting devices. **Silva Fennica**, v. 48, n. 3, p.1-16, 2014.

LEITE, E. D. S., MINETTE, L. J., FERNANDES, H. C., SOUZA, A. P. D., AMARAL, E. J. D., LACERDA, E. D. G. Desempenho do Harvester na colheita de eucalipto em diferentes espaçamentos e declividades. **Revista Árvore**. Viçosa -MG, Vol. 38, n. 1, p. 000 - 000. 2014

LIEPINS, K.; LAZDINA, D.; LAZDINS, A..Productivity and Cost-effectiveness of the M-Planter Tree Planting Machine in Latvian Conditions. **Baltic Forestry**, Salaspils, v. 17, n. 2, p.308-313, 2011.

MALMBERG, C.E., **Mekaniseringavskogsodling**. StyrelsenförTekniskUtveckling. Stockholm. STU-info: 783. 1990.

NIEUWENHUIS, M.; EGAN, D. An Evaluation and Comparison of Mechanised and Manual Tree Planting on Afforestation and Reforestation Sites in Ireland. **International Journal of Forest Engineering**. V. 13, n. 2. 2002.

NYKO, D.; VALENTE, M. S.; MILANEZ, A. Y.; TANAKA, A. K. R.; RODRIGUES, A. V. P. **A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural?** BNDES Setorial, n. 37, mar. 2013, p 399-442, 2013.

RANTALA, J.; HARSTELA, P.; SAARINEN, V.M.; TERVO, L. A Techno-Economic Evaluation of Bracke and M-Planter Tree Planting Devices. **Silva Fennica**, Suonenjoki, v. 43, n. 4, p.659-667, 2009.

SEREGHETTI, G. C., LANÇAS, K. P., SARTORI, M. S., REZENDE, M. A., SOLER, R. R. Efeito do espaçamento no crescimento e na densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em florestas de ciclo curto. **Energia na Agricultura**. Vol. 30, n.3, p. 257 – 262, 2015.

SILVA, K. R.; MINETTI, L. J.; FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E. G. B.; SOUZA, A. D. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, v. 28, n.3, p. 361-366, 2004.

STAPE, J. L. **Utilização de delineamento sistemático tipo “leque” no estudo de espaçamentos florestais**. 1995. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.