

DESEMPENHO OPERACIONAL E CUSTOS DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM EM ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DE EUCALIPTO

OPERATIONAL PERFORMANCE AND COSTS OF THE SUBSOILING OPERATION IN EUCALYPT IMPLANTATION AREA

Danilo SIMÕES¹; Magali Ribeiro da SILVA²; Paulo Torres FENNER²

1. Administrador de Empresas, Doutorando em Agronomia - Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. simoesdanilo@yahoo.com.br; 2. Professor (a) Doutor (a), Departamento de Recursos Naturais/Ciências Florestais - UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: O conhecimento do desempenho operacional de uma máquina agrícola tornou-se uma preocupação crescente e de suma importância, pois com o advento da mecanização, os custos de produção foram influenciados diretamente pela eficiência da máquina no campo. Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho operacional e econômico do trator agrícola na operação de subsolagem em função da declividade. A análise técnica englobou um estudo de tempos e movimentos e a análise econômica os parâmetros do custo operacional, custo de produção e rendimento energético. Dentro das classes de declividade avaliadas, foi comprovado que com o aumento do percentual de inclinação do relevo, menor é o desempenho operacional e maior o custo de produção. O item combustível é o principal componente dentre os demais que compõem o custo operacional da maquinaria agrícola durante a operação de subsolagem, impactando diretamente os custos finais de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Preparo do solo. Eficiência. Operações florestais. *Eucalyptus*.

INTRODUÇÃO

A partir da necessidade do rompimento da camada compactada do solo, diversos equipamentos foram projetados e estão sendo comercializados com essa finalidade. O subsolador é um dos principais equipamentos utilizados com a finalidade de eliminar ou de minimizar os efeitos negativos induzidos pela compactação do solo (GROTTA et al., 2004).

A subsolagem do solo é classificada como sendo uma mobilização profunda, com profundidade mínima de 30 cm (BICUDO et al., 1991), a qual tem o propósito de descompactar o solo, melhorando com isso o crescimento, em profundidade, das raízes e a movimentação de água ao longo do perfil (MACHADO et al., 2005). De acordo com Salvador et al. (2009) a subsolagem é uma das operações mecanizadas que possui um elevado custo e demanda energética por área. Apesar dessas definições, a subsolagem, na área florestal, muitas vezes não tem como objetivo o rompimento da camada de compactação, mas sim a mobilização de uma pequena porção de solo para o plantio e o estabelecimento das mudas (SIMÕES et al., 2007).

Para Toledo et al. (2010) as operações agrícolas mecanizadas devem ser planejadas de forma racional, a fim de que haja aumento da rentabilidade no campo. Neste sentido, Hunt (1995) relata que pequenas melhorias no gerenciamento das máquinas podem trazer maior retorno que grandes economias em outros custos de produção. Oliveira

Júnior et al. (2009) complementam que a determinação e quantificação das variáveis de influência são fatores determinantes para o planejamento e o sucesso das operações, contribuindo sobremaneira com a otimização e a viabilidade econômica das atividades florestais.

Desta forma são realizados estudos que possibilitem aumentar a capacidade em horas produtivas, reduzindo as horas improdutivas, pois, no geral, existem diferenças substanciais entre as horas disponíveis para o trabalho e as horas efetivas. Trata-se de identificar a incidência dessas interrupções, preparações, manutenção, falta de componentes, manuseios, etc., e buscar alternativas para sua diminuição. Segundo FPNQ (2002), um modelo de medição de desempenho deve ter como base os seguintes conceitos e critérios: permitir a visão sistêmica e integrada; refletir a lógica da estratégia; usar de forma pró-ativa o sistema de indicadores; incorporar todos os níveis hierárquicos; apresentar consequências claras do desempenho associado com resultados.

Nesse sentido, o controle do desempenho é uma das forças fundamentais que mantêm a organização eficiente (SALAZAR, 2001). O estudo de tempos e movimentos tem grande importância como ferramenta de auxílio para o dimensionamento adequado da produção, possibilitando identificar os elementos componentes da operação, melhoria de métodos e posterior fixação do tempo padrão (SIMÕES; SILVA, 2010; MACHLINE et al., 1990)

Diante do escopo o experimento tem o objetivo de mensurar o desempenho operacional e econômico do trator agrícola na operação de subsolagem em áreas de implantação de eucalipto com diferentes classes de declividade, justificado pela carência dessas informações obtidas a partir de condições reais de trabalho a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em áreas anteriormente utilizadas para reflorestamento de eucalipto, constituída em 3 parcelas experimentais georreferenciadas (Tabela 1), localizadas no Sul do Estado da Bahia. A operação de subsolagem de

forma sequencial de acordo com as classes de declividades, iniciando-se pela menor classe. Foram fixados os principais fatores que interferem no rendimento de campo efetivo, ou seja, estudou-se o rendimento sob condições homogêneas de classificação de, solo, relevo, clima, máquina e operador. Segundo Embrapa (1999) o solo da área é um "Latossolo Amarelo Álico, coeso, classificado como Latossolo Amarelo Coeso, LAx. A área estudada, segundo a classificação de Wilhelm Köppen, está localizada em área de clima Af (BAHIA, 1998), clima tropical chuvoso de floresta, com 1 a 3 meses secos. O total de precipitação pluvial anual apresenta a média de 1.587,5 mm. A temperatura média anual é de 24,5 °C.

Tabela 1. Características das áreas avaliadas.

| Parcelas | Área experimental (ha) | Declividade (%) |
|----------|------------------------|--------------------|
| 1 | 22,49 | $0 \leq a < 3$ |
| 2 | 26,10 | $3 \leq a < 7$ |
| 3 | 20,50 | $7 \leq a \leq 11$ |

O trator agrícola empregado no estudo estava equipado com motor diesel modelo 6068-T, com potência do motor na rotação nominal de 103 kW (140 cv) e peso total de 7.500 kg. Os pneus dianteiros eram 18.4-26 R1, com oito lonas e os traseiros, 24.5-32 R1, com 12 lonas, lastrados com pesos metálicos. O implemento utilizado foi um subsolador modelo SSF-800A de arrasto, dotado de haste parabólica com espessura 1.1/2 polegada, largura de 320 milímetros e ângulo de ataque de 25°, com disco de corte de 850 milímetros de diâmetro e 3/4 polegadas de espessura, com controle de profundidade por roda, acoplado ao sistema hidráulico de três pontos do trator. Na parte superior do implemento estava fixado um tanque para distribuição de fertilizantes, com capacidade de 700 kg, tendo o prato giratório acionando por meio da roda de arrasto.

A haste e a aleta foram reguladas para atingir 0,40 metros de profundidade no ponto central do sulco. A atividade foi operada em marcha 2H, com a tração dianteira auxiliar (TDA) acionada, com a rotação do motor fixada em 2.500 rotações por minuto. Para todas as parcelas a operação de subsolagem foi realizada por um único operador. O plano horizontal de trabalho era de 2,8 m equidistantes.

A coleta de dados de tempos e movimentos foi efetuada pelo método de cronometragem de tempo contínuo. Esse método caracteriza-se pela

medição do tempo sem detenção do cronômetro, isto é, de forma contínua (SIMÕES; SILVA, 2010). O número de ciclos operacionais foi estimado de acordo com a metodologia proposta por Barnes (1968). Por meio de um estudo-piloto foi obtido o número mínimo de ciclos operacionais para um erro de amostragem admissível fixado em 5% de probabilidade (Equação 1).

$$n \geq \frac{t^2 CV^2}{E^2} \quad (1)$$

em que,

n - número mínimo de ciclos operacionais necessários;

t - valor de t, *Student*, no nível de probabilidade desejado e (n-1) graus de liberdade;

CV - coeficiente de variação (%);

E - erro admissível (%).

A disponibilidade mecânica segundo Simões e Fenner (2010) é definida como o percentual do tempo de trabalho delineado à máquina mecanicamente apta a desenvolver suas operações, o qual consiste em desconsiderar o tempo despendido para efetuar reparos ou manutenção (Equação 2).

$$Dm = \frac{T_{man}}{T_{tot}} 100 \quad (2)$$

em que,

Desempenho operacional...

Dm - grau de disponibilidade mecânica (%);

T_{man} - tempo de interrupção para efetuar reparos ou manutenção (horas);

T_{tot} - tempo total da operação (horas).

A eficiência de utilização apresenta equivalência em relação às horas utilizadas e as horas totais, por conseguinte advém do tempo improdutivo da máquina agrícola (Equação 3).

$$Eu = \frac{T_{pro} + T_{aux}}{T_{tot}} 100 \quad (3)$$

em que,

Eu- eficiência de utilização (%);

T_{pro} - tempo produtivo (horas);

T_{aux} - tempo auxiliar despendido com manobras e abastecimento do tanque de fertilizante (horas);

T_{tot} - tempo total da operação (horas).

De acordo com Oliveira et al. (2009), a eficiência operacional é o percentual do tempo efetivamente trabalhado, em relação ao tempo programado para o trabalho, determinada por meio da Equação 4.

$$Eo = \frac{T_{pro}}{T_{pro} + T_{imp}} 100 \quad (4)$$

em que,

Eo- eficiência operacional (%);

T_{pro} - tempo produtivo (horas);

T_{imp} - tempo improdutivo despendido com interrupções operacionais, reparos ou manutenção e necessidades fisiológicas (horas).

A velocidade média de deslocamento foi determinada, cronometrando-se o tempo necessário para percorrer cada plano horizontal de trabalho. A estimativa da capacidade de campo foi fundamentada na metodologia proposta por Mialhe (1974). Para determinar a capacidade de campo efetiva, ponderou-se a largura e a velocidade efetiva de trabalho (Equação 5). A capacidade de campo operacional foi obtida por meio da divisão da área total subsolada (ha) pelo tempo total em horas consumido durante a operação (Equação 6).

$$C_c E = \frac{L_e V_e}{10} \quad (5)$$

em que,

$C_c E$ - capacidade de campo efetiva ($ha h^{-1}$);

L_e - largura efetiva de trabalho (m);

V_e - velocidade efetiva de trabalho ($km h^{-1}$).

SIMÕES, D.; SILVA, M. R.; FENNER, P. T.

$$C_c O = \frac{A}{T_{pro} + T_{aux} + T_{imp}} \quad (6)$$

em que,,

$C_c O$ - capacidade de campo operacional ($ha h^{-1}$);

A - área subsolada (ha);

T_{pro} - tempo produtivo (horas);

T_{aux} - tempo auxiliar despendido com manobras e abastecimento do tanque de fertilizante (horas);

T_{imp} - tempo improdutivo despendido com interrupções operacionais, manutenção e necessidades fisiológicas (horas).

Para estimar a perda de área trabalhada em decorrência aos tempos despendidos com interrupções operacionais e não operacionais, foi obtido o percentual de rendimento de campo efetivo por meio da Equação 7.

$$R_c E = \frac{C_c O}{C_c E} 100 \quad (7)$$

em que,,

$R_c E$ - rendimento de campo efetivo ($ha h^{-1}$);

$C_c O$ - capacidade de campo operacional ($ha h^{-1}$);

$C_c E$ - capacidade de campo efetiva ($ha h^{-1}$).

Os custos operacionais foram estimados por meio da metodologia proposta pela *American Society of Agricultural Engineers* (ASAE, 2001) e foram expressos em dólar comercial americano, cotação oficial do Banco Central do Brasil (PTAX 800) a preço de venda (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2010) por hora de trabalho (US\$ h^{-1}). Foi considerado como taxa de câmbio o preço da moeda estrangeira medido em unidades e frações da moeda, que era de R\$ 1,8229 (28/05/2010). Os custos operacionais englobaram os custos fixos de depreciação (linear), juros, abrigo, taxas e seguros, sendo considerado o custo do conjunto (trator+subsolador). Os custos variáveis foram de combustíveis (volumétrico), lubrificação, mão-de-obra e manutenção. Foi considerada uma taxa de juros de 10% a.a. e vida útil de 5 anos, com um valor residual de 49%. O custo de produção (US\$ $ha h^{-1}$) foi obtido através da divisão do custo operacional do conjunto, pela capacidade de campo operacional.

O rendimento energético foi obtido pela razão entre o consumo específico efetivo de combustível e a capacidade de campo efetiva. O consumo horário de combustível volumétrico (Chv) foi determinado utilizando-se um medidor de fluxo instalado no sistema de alimentação do trator agrícola, de acordo com o descrito por Cordeiro

(2000), conforme a Equação 8. Os pulsos gerados pelo medidor foram convertidos em volume considerando a frequência de 1 mL por pulso.

$$C_{hv} = \frac{NP \ 3,6}{t} \quad (8)$$

em que,,

C_{hv} – consumo horário de combustível volumétrico ($L \ h^{-1}$);

Np – número de pulsos do medidor de combustível;

t – tempo de percurso na parcela.

Para o cálculo do consumo específico efetivo (CSE) foi utilizada a metodologia proposta pela *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE, 2007), descrita na Equação 9.

$$CSE = \frac{G_f}{P_e} \quad (9)$$

em que,

CSE – consumo específico efetivo ($g \ kW^{-1} \ h^{-1}$);

G_f – consumo horário de carburante em $g \ h^{-1}$;

P_e – potência efetiva (kW).

O rendimento energético foi obtido de acordo ao utilizado por Lopes (2007), conforme a Equação 10.

$$RE = \frac{CSE}{C_cO} \quad (10)$$

em que,

RE – rendimento energético ($g \ kW \ ha^{-1}$);

CSE – consumo específico efetivo ($g \ kW^{-1} \ h^{-1}$);

C_cO – capacidade de campo operacional ($ha \ h^{-1}$).

Os resultados obtidos foram submetidos à técnica da análise de variância para experimentos inteiramente casualizados com três repetições, por meio do software estatístico R (*R-Statistics*). Nos casos em que houve diferença estatisticamente significativa, foi realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi estabelecido para um erro de amostragem admissível em 5%, o número mínimo de 574 ciclos operacionais. De acordo com Barnes (1968) o estudo de tempos e movimentos é um processo de amostragem, onde quanto maior o número de observações obtidas, mais representativo são os resultados. Durante o estudo foram observados 2.091 ciclos, número superior ao fixado como necessário, em uma área total de 69,09 hectares.

Para atingir os mais variados objetivos da realização do estudo de tempos e movimentos, como a identificação dos elementos que compõem a operação, determinação dos tempos despendidos para cada atividade, estabelecimento de rotinas, dentre outros, é necessário conhecer os tempos parciais e totais necessários para a realização de cada atividade, bem como os fatores que influem direta ou indiretamente no resultado do trabalho desenvolvido. Para Loffler (1982) esse modelo de estudo para operações florestais é um dos métodos mais importantes de pesquisa utilizados, pois por meio dele registra-se o tempo consumido para cada elemento do ciclo de trabalho, ou do ciclo total de operação, para a obtenção da produtividade.

Na Figura 1 é apresentada a constituição média das atividades parciais do ciclo operacional da operação de subsolagem. A atividade parcial que representa o tempo produtivo, ou seja, de subsolar resultou uma média de 65%, do tempo total do ciclo operacional. Dentre as atividades parciais que integram o tempo auxiliar, a atividade manobrar representou aproximadamente 20%, seguida da atividade necessária para abastecer o tanque de fertilizante, a qual despendeu em média 5,0%. Para as atividades que integram o tempo improdutivo, estão as interrupções operacionais, decorrente da espera para reabastecer o tanque de fertilizante, com 3,0%, a manutenção com 5,0% e as atividades para necessidades fisiológicas com 1,0% do tempo total do ciclo operacional.

Para Peloia e Milan (2010) um sistema de medição de desempenho é um conjunto de indicadores inter-relacionados entre si, que têm como objetivo principal controlar e auxiliar na tomada de decisões, do nível estratégico ao operacional.

Na Tabela 2 pode ser observado que houve uma diferença estatística para a disponibilidade mecânica, fato esse explicado pelo maior tempo despendido para efetuar a manutenção corretiva do trator agrícola durante a operação na parcela 3, que conseqüentemente gerou uma diminuição da eficiência de utilização, a qual também diferiu estatisticamente, justificada principalmente pela perda ou impedimento de trabalho decorrente de paradas (CANTO, 2003). A eficiência operacional média obtida foi de 61,35%, caracterizada pelo elevado tempo improdutivo despendido durante a operação, portanto, considerada baixa de acordo com Deere e Company (1975); Folle e Franz (1990); Silveira (2001) e Molin e Milan (2002), que preconizam um percentual de eficiência operacional de 70 a 90%.

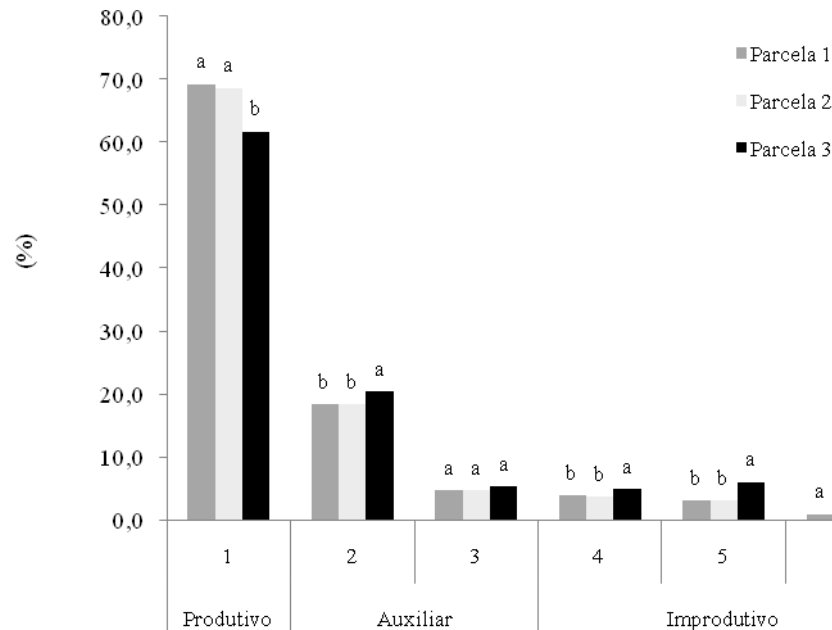


Figura 1. Composição percentual do tempo total do ciclo operacional da subsolagem em diferentes classes de declividade. **Em que:** (1)- Subsolar; (2) - Manobras; (3) – Abastecer tanque fertilizante; (4) – Interrupções operacionais; (5) – Manutenção; (6) – Necessidades fisiológicas.

Tabela 2. Estimativa da disponibilidade mecânica, eficiência de utilização e eficiência operacional.

| Parcelas | Disponibilidade mecânica (%) | Eficiência de utilização (%) | Eficiência operacional (%) |
|----------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1 | 98,43 a | 91,56 a | 66,82 a |
| 2 | 97,35 a | 89,48 a | 62,20 a |
| 3 | 95,10 b | 77,84 b | 55,05 b |
| C.V. (%) | 3,10 | 12,98 | 13,81 |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados das determinações de capacidade de trabalho e, de eficiência de campo. O consumo horário de combustível não diferiu estatisticamente entre eles, havendo um decréscimo no consumo de acordo com a diminuição da rotação do motor e da velocidade, confirmando Gamero e Benez (2009).

Com o aumento da declividade, principalmente durante a avaliação na parcela 3, o

qual apresentava a maior declividade ($7 \leq a \leq 11\%$), houve um declínio da capacidade de campo efetiva, o que pode estar relacionado diretamente à inclinação do terreno conforme menciona Leite (2007) que, devido a este fator alterar o centro de gravidade das máquinas agrícolas, desequilibra todo o conjunto e, conseqüentemente, diminui o desempenho operacional.

Tabela 3. Valores médios de velocidade (VM), consumo horário de combustível volumétrico (Chv), capacidade de campo efetiva (CcE), capacidade de campo operacional (CcO) e rendimento de campo efetivo (RcE).

| Parcelas | VM (km h ⁻¹) | Chv (L h ⁻¹) | CcE (ha h ⁻¹) | CcO (ha h ⁻¹) | RcE (%) |
|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
| 1 | 4,40 a | 15,14 a | 1,69 a | 1,59 a | 91,56 a |
| 2 | 4,38 a | 15,11 a | 1,63 b | 1,54 a | 89,48 a |
| 3 | 4,22 b | 15,02 a | 1,60 b | 1,23 b | 77,84 b |
| C.V. (%) | 1,25 | 2,20 | 20,69 | 26,23 | 13,00 |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quanto à capacidade de campo operacional (CcO), houve variação significativa, resultante do tempo improdutivo, confirmando Richey et al. (1961), durante a subsolagem na parcela 3, o qual demandou maior necessidade para a realização de manutenção corretiva, com uma diferença de aproximadamente 23% quando comparado à melhor CcO (1,59 ha h⁻¹) na parcela 1.

Segundo Hirschfeld (2000), o desgaste é típico dos equipamentos cuja eficiência decresce gradativamente com o tempo ou com o uso, provocando prejuízo na qualidade do serviço realizado e diminuindo a eficiência produtiva. Assim sendo, para as parcelas 1 e 2, houve um melhor dimensionamento da operação, em decorrência do maior tempo produtivo, ou seja, que resulta em produção e, conseqüentemente por estarem mais próximas da CcE. O melhor RcE foi obtido para as parcelas 1 e 2, os quais não diferiram estatisticamente entre si, o que corrobora diante do elevado tempo consumido principalmente com problemas mecânicos ocorridos durante a

subsolagem na parcela 3, a necessidade de realização de manutenção preditiva e preventiva, para que não incida no decréscimo do RcE, possibilitando um melhor gerenciamento agrícola.

O somatório dos custos fixos e variáveis resultou um custo operacional de US\$ 27,29 por hora de trabalho. Na Figura 2 é apresentado o gráfico em percentuais dos custos operacionais obtidos. Os custos fixos (depreciação, juros, abrigo, taxas e seguros) corresponderam a 30% e os custos variáveis (combustível, reparos e manutenção, lubrificação e mão-de-obra) representaram 70%. O custo de combustível foi o que mais implicou nos custos operacionais (39%), o qual fundamentalmente representa entre 35 a 45% do custo total de produção (IBAÑES; ROJAS, 1994), seguido do custo de mão-de-obra com 18% e, do custo de manutenção que representou aproximadamente 12%, sendo esse um importante indicador do momento ótimo para a substituição do conjunto mecanizado (BAIO et al., 2004).

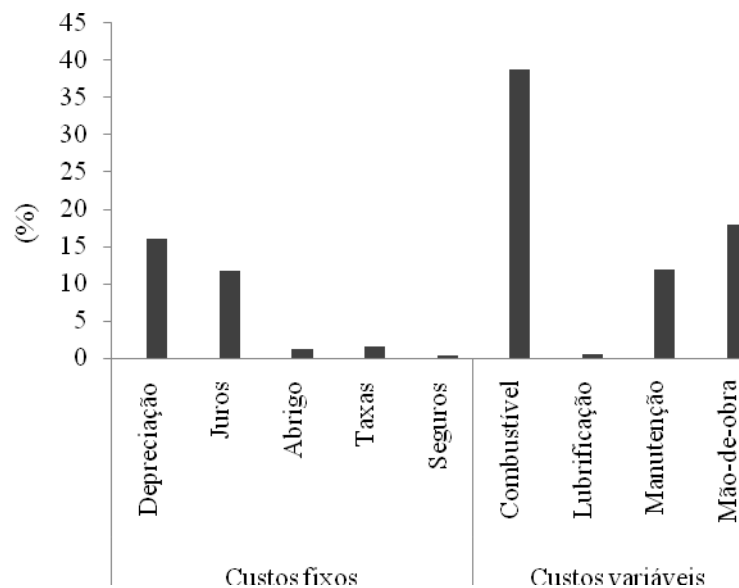


Figura 2. Percentuais dos custos fixos e variáveis do trator agrícola.

Em relação ao custo de produção (Tabela 4) os menores valores foram obtidos para as parcelas 1 e 2, não havendo variação significativa entre os mesmos, porém diferiram estatisticamente da parcela 3. Um problema do setor agroflorestal está relacionado aos custos de produção que são influenciados, na maioria das vezes, pela produtividade da máquina agrícola. O desempenho operacional e a eficiência de campo são fatores de suma importância para a economicidade do custo final da unidade produzida. Sabendo da importância da determinação dos custos de produção, Neves e

Andia (2003) esclarecem que seu mérito não se deve somente a um componente para a análise da rentabilidade da unidade de produção, mas também como parâmetro de tomada de decisão e de capitalização do setor rural.

O consumo de energia comportou-se de forma semelhante ao custo de produção. Para as parcelas 1 e 2, não houve diferença significativa, porém para a parcela 3 com maior percentual de declividade, incidiu em um pior consumo, decorrente da maior demanda energética.

Tabela 4. Custo de produção e rendimento energético da operação de subsolagem.

| Parcelas | Custo de produção (US\$ ha h ⁻¹) | Rendimento energético (g kW ha ⁻¹) |
|----------|---|---|
| 1 | 17.17 b | 85,33 b |
| 2 | 17.77 b | 87,26 b |
| 3 | 22.37 a | 90,69 a |
| C.V. (%) | 12,31 | 10,28 |

O dimensionamento correto da máquina agrícola está relacionado diretamente ao custo final da produção. A escassez de dados de desempenho operacional e custos nas operações silviculturais, obtidas a partir de condições reais de trabalho a campo, dificulta a atuação de gestores, quer sejam de grandes empresas florestais, ou mesmo, pequenos produtores que contratam prestadores de serviços por não possuírem as máquinas para a realização destas atividades. Portanto, valores referenciais desta natureza são importantes balizadores na tomada de decisões destes gestores.

reduzir aproximadamente em 16% o rendimento de campo efetivo.

O aumento do percentual de declividade é uma variável que está correlacionada diretamente à diminuição do desempenho operacional e conseqüentemente ao aumento do custo de produção e da demanda energética.

O item combustível é o principal componente dentre os demais que compõem o custo operacional da maquinaria agrícola durante a operação de subsolagem, impactando diretamente os custos finais de produção.

CONCLUSÕES

As interrupções operacionais e a manutenção corretiva durante a operação podem

ABSTRACT: The knowledge of operating performance of agricultural machinery has become a crescent concern and of utmost importance since mechanized production costs are directly affected by the efficiency of the machine in the field. This study determined the operational performance and economy of a tractor in the subsoiling operation in function of slope classes. The analysis technique included a time and movement study and the economic analysis of the parameters operational cost, production cost and energy consumption. On the classes of slope evaluated, increasing the percentage of inclination of relief, lowered the operational performance and increased the production costs. The cost of fuel represented the greatest percentage among those that make up the operational cost.

KEYWORDS: Soil tillage. Efficiency. Forestry operations. *Eucalyptus*.

REFERÊNCIAS

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

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Atributos climáticos do Estado da Bahia.** Salvador, 1998. 85 p. (Série Estudos e Pesquisas, 38).

BAIO, F. H. R.; ANTUNIASSI, U. R.; BALASTREIRE, L. A.; CAIXETA FILHO, J. V. Modelo de programação linear para seleção de pulverizadores agrícolas de barras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 355-363, 2004.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Conversão de moedas.** 12, out. 2010. Acessado em 12 out. 2010. Online. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>

BARNES, R. M. **Motion and time study: design and measurement of work.** 6 ed. New York: John Willey & Sons, 1968. 799p.

BICUDO, S. J.; BENEZ, S. H.; BICUDO, S. J. Subsolador: Influência do número de hastes, larguras da sapata e profundidade de trabalho em alguns parâmetros operacionais. In:

CANTO, J. L. **Avaliação de desempenho operacional de Harvester e Forwarder na colheita de *Pinus taeda***. 2003. 54 f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991. Londrina, PR. **Anais...** Jaboticabal: CONBEA, 1991. v. 1. p. 941-951.

CORDEIRO M. A. L. **Desempenho de um trator agrícola em função do pneu, da lastragem e da velocidade de deslocamento**. 2000. 153 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

DEERE & COMPANY. Measuring machine capacity. In FMO – **Fundamentals of Machine Operation: Machinery Management**. Moline: Illinois. 1975. Chapter 2, 28p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FOLLE, S.; FRANZ, C. A. B. **Trator agrícola: características e fundamentos para sua seleção**. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 1990. 24 p.

FUNDAÇÃO PARA O PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE - FPNQ. **Planejamento do Sistema de medição de desempenho: relatório do comitê temático**. 2. ed. São Paulo, 2002. 96 p.

GAMERO, A. C.; BENEH, S. H. Resultados operacionais de um subsolador com curvatura lateral (“paraplow”) em função da velocidade e profundidade de trabalho. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 1-16, 2009.

GROTTA, D. C.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; KLINGER, B. B.; REIS, G. N. R.; SILVA, R. P. Subsolador: avaliação do desempenho em função da velocidade de trabalho e espaçamento entre hastes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 21-26, 2004.

HIRSCHFELD. H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2000. 519 p.

HUNT, D. **Farm power and machinery management**. 9. ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 363 p.

IBAÑEZ, M.; ROJAS, E. **Costos de operación y producción por concepto de maquinaria agrícola**. Concepción: Universidad Concepción, 1994. 58p.

LEITE, F. Construção de um inclinômetro para avaliar o efeito da declividade lateral no desempenho de tratores agrícolas. 2007. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

LOFFLER, H. Development and trends in Forest harvesting: Tasks for research. **Mededeling Communication**, Stellenbosch, v. 98, Parte 1, p. 32-47, 1982.

LOPES, S. E. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita florestal**. 2007. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MACHADO, A. L. T.; MACHADO, A. L. T., REIS, A. V., MORAES, M. L. B., ALONÇO, A. S. **Máquinas para preparo de solo, sementeira, adubação e tratamentos culturais**. Pelotas: UFPEL, 2005. 235 p.

MACHLINE, C.; MOTTA, I. de S.; SCHOEPSF, W. ; WEIL, K. E. **Manual de administração da produção**. 9 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1990. v. 1. 617 p.

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1974. 301 p.

MOLIN, J. P.; MILAN, M. Trator-implemento: dimensionamento. Capacidade operacional e custo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. (ed.) **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas Florestais, 2002.p. 409-436.

NEVES, E. M.; ANDIA, L. H. **Custo de produção na agricultura**. In: Série Didática do Departamento de Economia, Administração e Sociologia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, n. 96, 2003. p. 182-195.

OLIVEIRA, D.; LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C. Avaliação técnica e econômica do forwarder em extração de toras de pinus. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 525-533, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; SEIXAS, F.; BATISTA, J. L. F. Produtividade de feller-buncher em povoamento de eucalipto em relevo acidentado. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 905-912, 2009.

PELOIA, P. R.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 681-691, 2010.

RICHEY, C. B.; JACOBSON, P.; HALL, C. A. **Economics of farm machinery**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1961, Chapter 1, p.1-17. (Agricultural engineers' handbook).

SALAZAR, G. T. **Administração geral**: teoria e gerência das organizações. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 153 p.

SALVADOR, N. BENEZ, S. H.; MION, R. L. Demanda energética na subsolagem realizada antes e depois de diferentes sistemas de preparo periódico do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2501-2505, dez. 2009.

SILVEIRA, G. M. **Os cuidados com o trator**. 1.ed., Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2001. 309 p.

SIMÕES, D. FENNER, P. T.; MARCELINO, F. A.; MAHL, D.; SILVA, J. R. Desempenho do conjunto trator de pneus e subsolador adubador no preparo do solo para o plantio de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito, MS. **Anais...** Jaboticabal: CONBEA, 2007. 1 CD-ROOM.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T. Avaliação técnica e econômica do *forwarder* na extração de madeira em povoamento de eucalipto de primeiro corte. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 711-720, 2010.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Análise técnica e econômica das etapas de produção de mudas de eucalipto. **Revista Cerne**, Lavras,v. 16, n. 3, p. 359-366, 2010.

TOLEDO, A.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; DABDOUB, M. J. Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em latossolo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 12, n. 30, p. 459-467, 2010.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. **63rd session**: Fuel consumption for vehicle powered refrigeration units based on a conception of standard vehicle engine. INF.3, Geneva, Switzerland, 2007. 160p.