

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**DESEMPENHO TÉCNICO E CUSTOS DA MECANIZAÇÃO
FLORESTAL SOB DIFERENTES PREPAROS DE SOLO**

JOHNNY WYNTER PINHO ARAUJO

**CRUZ DAS ALMAS - BA
OUTUBRO - 2013**

JOHNNY WYNTER PINHO ARAUJO

**DESEMPENHO TÉCNICO E CUSTOS DA MECANIZAÇÃO
FLORESTAL SOB DIFERENTES PREPAROS DE SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Elton da Silva Leite

Co-orientador: Prof. Dr. Deoclides Ricardo de Souza

**CRUZ DAS ALMAS - BA
OUTUBRO 2013**

JOHNNY WYNTER PINHO ARAUJO

**DESEMPENHO TÉCNICO E CUSTOS DA MECANIZAÇÃO FLORESTAL SOB
DIFERENTES PREPAROS DE SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovada em __/__/__

Banca Examinadora

Profº Elton da Silva Leite (Doutor em Mecanização Agrícola) - UFRB

Orientador

Profº Deoclides Ricardo de Souza (Doutor em Ciência Florestal) - UFRB

Coorientador - UFRB

Profº Oldair Del Arco Vinhas Costa (Doutor em Solos e Nutrição de Plantas) - UFRB

FICHA CATALOGRÁFICA

A663d	<p>Araújo, Johnny Wynter Pinho. Desempenho técnico e custos da mecanização florestal sob diferentes preparos de solo / Johnny Wynter Pinho Araújo. Cruz das Almas, BA, 2013. 46f.: il.</p> <p>Orientador: Elton da Silva Leite.</p> <p>Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Mecanização agrícola–Implementos agrícolas. 2.Solos – Preparo do solo. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 631.3</p>
-------	--

*Dedico este trabalho a
minha família que tanto se sacrificou para que eu alcançasse o meu sonho: Minha esposa
Elenilda Figueiredo e minha filha Loren Wynter. Obrigado pelo amor, atenção, preocupação
e companheirismo durante todo este tempo. Amo vocês!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, senhor da minha vida, por toda graça que tens ofertado na minha vida.

A minha esposa Elenilda Figueiredo, a minha filha Loren Wynter por sempre estarem presente nos bons e maus momentos, apoiando-me, ajudando-me, servindo-me de inspiração para sempre ser motivo de orgulho para elas.

Aos meus pais, Francisco Carlos e Eliana Conceição por todo ensinamento durante todos esses anos, fazendo de mim um homem de bem.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pelo aprendizado que foi oferecido durante esses anos.

Aos professores do curso de engenharia florestal, por toda dedicação, orientações, e paciência.

Ao professor Elton Leite pela orientação e paciência na construção deste trabalho de conclusão de curso.

Ao Engenheiro Florestal Domingos Alves Gonçalves Jr pela oportunidade de realizar meu estágio supervisionado junto Agroflor empreendimentos florestais Ltda.

Aos colegas da turma de 2008.1: Edesio sobrinho, Eber, João Guilherme, Carla Montenegro, Karyn Frichis, Samir Abdalla, Flaviana Ladeira, Kaio Cesar, Fernanda Morbeck, Jorge Luiz, Louise Passos, Suely Melo, Thamara Moura, Valdomido Vicente, por todos os momentos vividos desde o primeiro dia em que nos vimos pela primeira vez. Obrigado a todos vocês!

Aos colegas da Residência Universitária “Hospital” pela amizade, apoio logístico, auxílios acadêmicos durante todos esses anos, especial Isack, Divanei, Diêgo Wesley, Edgar Cardoso, Kadu e Adriano Verão.

Aos colegas do 3º Subgrupos de bombeiros militar pelo apoio, por entenderem todos os momentos que tive que fazer-me ausente para assistir as aulas.

Aos todos os comandantes do 3º Subgrupos de bombeiros militar, Capitães Pena, Costa, Sacramento, Soares e Carla e o Tenente Marcos Magno, que durante esses anos contribuíram de forma indireta, liberando-me para assistir as aulas durante meus plantões.

A todos que de alguma forma sempre torceram para que tudo desse errado. Obrigado mesmo! Minha vitória é fruto do vosso pessimismo.

Enfim agradeço a todos por tudo e que nosso senhor Jesus Cristo iluminem a vida de todos vocês.

“Os verdadeiros vencedores não são aqueles que chegam na frente, mas sim aqueles que com muita garra, paixão e dedicação chegam ao final”.

(autor desconhecido)

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
2 INTRODUÇÃO	1
3 OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo geral	3
3.2 Objetivos específicos	3
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
4.1 Solos coesos dos tabuleiros costeiros	4
4.2 Preparo do solo e desempenho de máquinas agrícolas	5
4.3 Análise de custos	9
5 MATERIAL E MÉTODOS	11
5.1 Caracterização da área experimental	11
5.2 Delineamento experimental	11
5.2.1 Análise física do solo.....	12
5.3 Operações de preparo de solo	13
5.4 Desempenho de conjunto mecanizado.....	13
5.5 Custos Operacionais de conjunto mecanizado	16
5.5.1 Custo horário total	17
5.5.2 Custo por área	17
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
6.1 Caracterização do solo	18
6.2 Perfil de Solo mobilizado	19
6.3 Desempenho operacional.....	21
6.3.1 Consumo horário e por área de combustível	22
6.4 Análise de custos	24
7 CONCLUSÕES	27
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

RESUMO

A mobilização do solo em operações de preparo influenciam no desempenho técnico-econômico do conjunto trator-implemento. Dessa forma, teve como objetivo determinar o perfil mobilizado do solo, a força requerida na barra de tração, patinagem, consumo de combustível, capacidade de campo teórica e os custos em função de diferentes preparos solo. Para tal, utilizou-se um trator agrícola New Holland 8030, 4x2 TDA, potência de 90 kW a 2200 rpm, uma grade aradora marca Kohler GAC300 16x30” e um subsolador de arraste Marchesan Tatu AST/MATIC. O delineamento experimental adotado foi o delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos: T1-conjunto trator gradeadora a profundidade de 0,18m, T2-conjunto trator subsolador com uma haste a profundidade de 0,32m e T3-conjunto trator-subsolador com uma haste a profundidade de 0,57m, com oito repetições. Para estimar força de tração empregou-se uma célula de carga da marca Kratos de 100kN. Para determinar o perfil mobilizado do solo, fez uso de um perfilômetro artesanal de madeira com hastes dispostas a cada 0,05m. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso, relevo plano, característico de solo de tabuleiro costeiro. O tratamento trator grade aradora apresentou a maior área mobilizada de solo. O conjunto trator subsolador (0,32m) apresentou o melhor desempenho técnico e menor custo operacional por área.

O conjunto trator subsolador (0,57m) foi o que apresentou maior exigência por força de tração, potência na barra, consumo horário e maior patinagem, porém resultou no melhor custo benefício considerando o fator de produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: grade aradora, subsolador, solo mobilizado, potência requerida.

ABSTRACT

The mobilization of soil tillage operations influence the technical and economic performance of the tractor-implement. Thus, aimed to determine the mobilized soil profile, the force required on the draw bar, skating, fuel consumption, theoretical field capacity and costs for different soil. To this end, we used a farm tractor New Holland 8030 4x2 TDA, power 90 kW at 2200 rpm, one harrow brand Kohler GAC300 16x30 "and subsoiler drag MarchesanTatu AST / MATIC. The experimental design was a completely randomized design with three treatments: T1-tractor-harrow depth of 0.18 m, T2-tractor-subsoiler shank with a depth of 0.32 m and T3-tractor-subsoiler shank with a depth of 0.57 m, with eighth repetitions. To estimate tensile strength we used a load cell of a Kratos 100 kN. To find the mobilized soil profile soil sed a perfilometer artisanal timber with stems placed every 0.05 m. The soil was classified as "LatosoloAmareloÁlicoCoeso" plane relief, characteristic of a Coastal Plain soil. Treatment tractor harrow had the highest area mobilized soil. The tractor subsoiler (0.32 m) presented the best technical performance and lower operating cost per area. The tractor subsoiler (0.57 m) showed the greatest demand for tractive effort, drawbar power consumption and greater time skating, but resulted in the best cost benefit considering the productivity factor.

KEYWORDS: disc plows, subsoil, soilloosening, required power.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal do estado da Bahia vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, em 2012, o setor cresceu 2,6%, participando com aproximadamente 16% das exportações do estado em 617 mil hectares de plantios florestais, gerando em torno de 320 mil empregos entre diretos e indiretos, disseminada por mais de 40 municípios baianos, assumindo a quinta colocação no ranking brasileiro de área de plantios florestais (ABAF, 2013).

Muitos destes empregos estão associados às práticas de preparo do solo. Estas operações são realizadas com o objetivo de propiciarem condições favoráveis para o desenvolvimento das mudas, eliminação de ervas daninha e descompactação do solo, sendo esta uma das operações onde se requer o maior consumo de combustível (LANÇAS, 2002).

Os métodos de preparo de solo mais utilizados em implantação de sítios florestais são o preparo convencional, que contempla elevado revolvimento das camadas superficiais do solo, com total ou parcial incorporação de resíduos, e o preparo reduzido que realiza o preparo do solo na linha de plantio. Sendo que, estas operações de manejo do solo, em grandes empresas florestais seguem cronograma de excursão durante todo o ano (GONÇALVES, 2002).

Nestas operações, a mecanização vem torna-se fundamental para o desenvolvimento agroflorestal brasileiro. O uso de tratores agrícolas no desempenho das diferentes operações de campo, favorecer a eficiência e a qualidade destas atividades, permitindo a redução no uso de recursos humanos e a padronização das tarefas e resultados (NOGUEIRA, 2013).

De forma geral, o trator agrícola torna-se a principal fonte de potência nas atividades, sendo à base da mecanização, pois está envolvido em praticamente quase todas as operações realizadas na implantação de culturas agrícolas e de sítios florestais (MIALHE, 1974). Todavia o custo operacional da maquinaria agrícola, que corresponde aos custos fixos e variáveis, principalmente o custo com combustível variam entre 35 a 45% do custo total na atividade de preparo do solo segundo (IBAÑEZ & ROJAS, 1994). Assim, para Hunt (1995) proporcionar pequenas melhorias no gerenciamento da maquinaria podem trazer maior retorno.

A realização de ensaios e avaliações de desempenho de tratores agrícolas busca aperfeiçoar e minimizar os custos de produção (LANÇAS, 2002). Conhecer todas as funções e aplicabilidade dos tratores agrícolas, em condições de campo, é fundamental para obter

rendimentos e eficiência nas operações mecanizadas. Desta forma a mecanização das atividades florestais sem dúvida, vem sendo um dos fatores de grande importância no resultado final de um empreendimento e, se utilizada de maneira adequada propiciará o aumento da produtividade na realização dos trabalhos e, por sua vez, melhoria na qualidade do produto (BURLA, 2008).

A geração de informações sobre o desempenho de conjuntos mecanizados no preparo de solo para a região de tabuleiros costeiros é de fundamental importância para os produtores florestais uma vez que poderá contribuir para o planejamento das operações no campo e, conseqüentemente, na redução de custos de produção.

2 OBJETIVOS

2.1 *Objetivo geral*

Avaliar o desempenho técnico e de custos em diferentes métodos de preparo de solo visando oferecer informações e subsídios para o planejamento das operações no campo.

2.2 *Objetivos específicos*

- ✓ Determinar o solo mobilizado para os diferentes preparos de solo;
- ✓ Avaliar a demanda energética, força de tração, potência requerida na barra de tração, patinagem e capacidade de campo teórica de conjuntos mecanizados diferentes métodos de preparo de solo;
- ✓ Determinar os custos fixos, custos variáveis e custos totais da mecanização florestal.
- ✓ Determinar o custo por área das atividades.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 *Solos coesos dos tabuleiros costeiros*

Os tabuleiros costeiros são formações terciárias que se estendem pela região litorânea do Brasil, desde o Amapá até o estado do Rio de Janeiro. Esse ecossistema apresenta relevo com topografia dissecada, com topos aplainados e colinas arredondadas, (ARAÚJO et al., 2011). Nestas áreas há uma grande variação na distribuição das chuvas durante o ano, apresentando médias pluviométricas em torno de 700 e 1600 mm, refletindo num prolongado período de déficit hídrico, entre os meses setembro a março (D'ANGIOLELLA et al., 2013).

Em geral, sobre condições naturais, os solos de tabuleiro apresentam baixo teor de argila, matéria orgânica e de nutrientes e baixa capacidade de percolação da água. Além destes, os solos de tabuleiros têm como característica a presença de horizontes subsuperficiais coesos, que proporcionam susceptibilidade à erosão pela maior possibilidade de escoamento superficial (SANTANA, et al., 2006; NACIF, et al., 2008).

O caráter coeso é uma característica pedogenética (adensamento) típica dos latossolos e argissolos predominantemente caulíníticos. Este caráter coeso está relacionado, principalmente, com os horizontes BA, podendo se prolongar até o BW1, ou Bt1, ocorrendo entre 30 e 70 cm de profundidade, produzindo uma barreira física ao livre desenvolvimento do sistema radicular, devido à elevada resistência à penetração (RIBEIRO, 2001).

Essa resistência do solo a penetração varia em função do teor de umidade do solo. A umidade é inversamente relacionada com baixos teores de umidade e proporcionam incremento acentuado na resistência do solo à penetração (CARVALHO et al., 2012). Essa relação é devido à diminuição da mobilidade das partículas do solo, que aumenta, conseqüentemente, as forças requeridas para deslocar e deformar as suas partículas (SILVA et al., 2001). Diferentes autores vem demonstrando que valores de resistência do solo de 2,0, MPa influenciam no crescimento radicular e na parte aérea das plantas (TAYLOR et al., 1966; SILVA et al., 1994; TORMENA et al., 1998). Misra&Gibbons (1986) argumentam que as raízes de eucalipto demonstram ser mais tolerante a resistência do solo que os sistemas radiculares de culturas anuais.

Além do teor de umidade, outros atributos físicos e condições do solo estão correlacionados com o seu grau de resistência a penetração. O aumento da densidade do solo diminui a macroporosidade do solo, restringindo o espaço expansivo do sistema radicular das

plantas (SOUZA et al., 2006), elevados de teores de argila fina/argila total em profundidade favorecem o aumento da coesão do solo (SILVA et al., 2005) e a textura comporta-se como um importante fator na previsão de suscetibilidade à compactação do solo (COSTA et al., 2002). Também, baixos teores de matéria orgânica favorecem o desenvolvimento de horizontes coesos. De acordo com Resende et al. (2002) apud Giarola et al. (2009) a presença limitada de matéria orgânica tende a favorecer o maior ordenamento microestrutural das partículas e, por consequência, o aumento da coesão.

Além dos atributos físicos do solo a disponibilidade de nutrientes também é influenciada pela coesão do solo, já que os processos de fluxo de massa e de difusão, responsáveis pelo transporte de nutrientes até às raízes, dependem da condição física do solo. Além disso, o adensamento do solo provoca uma série de alterações nas características morfológicas e fisiológicas do sistema radicular da planta afetando o desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2002).

3.2 Preparo do solo e desempenho de máquinas agrícolas

O preparo de solo visa oferecer melhores condições ao crescimento das mudas, proporcionando um maior índice de sobrevivência pós-plantio e elevada produtividade no final do ciclo de produção. Esta atividade busca melhorar as limitações físicas do solo, através do rompimento de camadas adensadas, diminuindo a resistência, aumentando o volume exploratório do solo pelos sistemas radiculares, que conseqüentemente, favorecerá o aumento da infiltração de água e disponibilidade de nutrientes as plantas (STAPE et al., 2002).

Os métodos de preparo em áreas florestais do Brasil variam muito, mas podem ser agrupados em duas grandes tendências: subsolagem (método reduzido) e a grade aradora (método convencional). Isso se deve a fatores relacionados à disponibilidade de equipamentos e custos operacionais, muitas vezes padronizadas para as mais variadas condições de solo e de clima (COSTA et al., 2002).

A gradagem pesada segundo Stolf et al. (2008) é atualmente o método de preparo mais utilizado na mobilização de solo para descompactação. Contudo, a trabalhabilidade nessa operação resume-se a uma profundidade reduzida, em torno de 0,15 m, sendo a sua profundidade de penetração dependente do peso da grade, do diâmetro dos discos e do ângulo formado com a linha de tração do trator (SEGUY et al., 1984).

A subsolagem corresponde a uma mobilização profunda do solo, tendo como profundidade mínima 0,30 m (BICUDO et al., 1991). A operação tem como objetivo romper camadas coesas e/ou compactadas que dificultam a penetração de raízes, visando melhorar as condições físicas do solo, proporcionando melhor infiltração de água e aeração ao solo (NACIF, et al., 2008). Segundo Brandão et al. (2011) com a subsolagem, as raízes podem explorar maior volume do solo, havendo maior densidade e melhor distribuição das raízes, indicando um ambiente mais favorável ao crescimento radicular.

Neste contexto, a mecanização desempenha importante papel nas operações de preparo do solo para produção agroflorestal. Portanto, a adequação e planejamento destas operações de manejo do solo contribuem na redução dos custos e otimização da produção (TOLEDO, et al., 2010).

Desta forma, avaliar o desempenho de conjuntos trator-implemento em condições reais de trabalho é de fundamental importância para adequação destes conjuntos, nas operações que envolvem mobilização de solo, de forma a minimizar os custos operacionais (CORTEZ, et al., 2011). Assim, ensaios de campo têm como objetivo obter dados que gerem informações que possibilite dimensionar e racionalizar o uso da mecanização nas operações agrícolas (VALE, et al., 2011).

Mantovani et al. (1999) relata que o uso de instrumentos eletrônicos em ensaios de campo, permite obter dados necessários para avaliar o desempenho operacional de conjunto trator-implemento. Esses resultados auxiliaram fabricantes quando da necessidade de melhoria do seu produto e ao agricultor na racionalização de uso.

Para avaliar o desempenho operacional de conjunto mecanizado em operações de preparo de solo podem ser utilizados os parâmetros: Perfil mobilizado do solo, força na barra de tração, consumo de combustível; patinagem e capacidade de campo teórica (RODRIGUES, 2009).

– **Perfil mobilizado do solo**

O perfil mobilizado do solo é um fator de grande importância para a determinação da condição final da camada do solo preparado. Os fenômenos decorrentes da operação de preparo do solo correspondem à elevação do perfil do solo e sua área mobilizada. A partir do preparo do solo três perfis são levantados: O perfil da superfície natural, superfície final e o perfil interno do solo mobilizado. Esses perfis podem ser determinados utilizando-se um perfilômetro, colocado antes da operação de preparo, obtendo assim, o perfil superficial

natural, e no mesmo local determina o perfil superficial final, que é a elevação do solo e o perfil interno que corresponde à área desolo mobilizada (DANIEL & MARETTI, 1990).

O perfil mobilizado do solo tem uma grande relação com a profundidade de atuação do órgão ativo e largura de corte do equipamento de mobilização do solo (CARVAHO FILHO et al., 2007), sendo influenciado pelo teor de água no perfil do solo, ou seja, quando o solo encontrasse seco há maior mobilização do solo e o inverso quando úmidos (SASAKI et al., 2005). Segundo Santos (2010) a maior mobilização do solo em operações de preparo de solo pode acarretar na desestruturação das partículas do solo, colaborando para perdas de solo por processos erosivos.

– **Força na barra de tração**

A força na barra de tração representa o esforço líquido que o trator pode gerar para tracionar máquinas e equipamentos agrícolas. Seu desempenho depende inicialmente da potência do motor, distribuição de peso nas rodas de tração, tipo de engate e condição de solo (SANTOS, 2010).

Segundo Mialhe (1980) a força de tração deve ser suficiente para vencer a resistência oferecida para movimentação do próprio trator, bem como deslocar a carga imposta à barra de tração, nas velocidades requeridas para o trabalho.

A exigência por força de tração em operações de preparo de solo é função do tipo de solo e cobertura, tipo de mecanismo de descompactação, tamanho da máquina, velocidade e profundidade de trabalho e do teor de água no solo (SILVEIRA et al., 2013).

– **Consumo de combustível**

O consumo de combustível corresponde a um dos parâmetros mais utilizados para avaliação desempenho de tratores e da eficiência da transformação energética dos sistemas motomecanizados (LANÇAS, 2002), correspondendo a um dos custos mais elevados em operações agrícolas, podendo ser influenciado pela adequação e condições do conjunto trator-implemento, profundidade de trabalho, tipo, condição do solo e números de operações utilizadas no preparo de solo (MONTANA et al., 2011). Segundo Kepner et al. (1977) a energia requerida para obter um desejado grau de mobilização do solo depende primariamente da resistência do solo e da eficiência de utilização do implemento.

O gasto com combustível representa cerca de 30% do custo hora de um trator agrícola, sendo que este representa a maior parcela do custo total de uma hora de trabalho de máquina (MATTOS et al., 1981). Os custos com combustível continuam sendo um problema mundial na agricultura mecanizada, levando pesquisadores a desenvolver novos métodos de sistemas de cultivos que minimizem o uso de combustíveis (BURT et al., 1983).

– **Patinagem**

A determinação da patinagem das rodas motrizes do trator agrícola baseia-se na diferença entre a rotação das mesmas, com carga e sem carga na barra de tração. Trata-se de encontrar o valor da razão percentual entre o percurso atual do trator tracionando o implemento e aquele que seria obtido nas mesmas condições, após ter sido desacoplado o implemento (MIALHE, 1996).

Segundo Herzog et al. (2002) o patinamento dos rodados ocorre devido a uma série de fatores, entre eles pode-se citar o esforço de tração necessário para deslocar determinado equipamento e o tipo de superfície que está em contato com a banda de rodagem dos pneus das rodas motrizes. Variáveis como profundidade de trabalho, topografia do local, tipo de implemento de preparo, disco ou haste, influenciam na patinagem dos rodados do trator no preparo de solo (LEVIEN, et al., 2011).

Além dos fatores supracitados o tipo de pneu, a carga sobre o rodado, condições do solo (NEUJHR et al., 2001), e a velocidade de deslocamento também afetam a patinagem dos rodados do trator (GARCIA et al., 2011).

– **Capacidade de campo teórica**

Capacidade de campo teórica consiste na trabalhabilidade do conjunto mecanizado se trabalhasse 100% do tempo, fazendo uso de 100% da largura de corte dos seus órgãos ativos e numa velocidade de deslocamento ideal (SILVA, 2005).

O parâmetro de desempenho de maquinaria agrícola é influenciada pela largura de trabalho da máquina, velocidade de deslocamento, que pode ser afetada pela exigência de potência fornecida pela unidade tratora, patinagem do rodado do trator e declividade do terreno (RICHEY et al., (1961) *apud* SILVEIRA et al., (2006). Assim, a maior capacidade

de campo teórica terá o conjunto trator-implemento que desempenhara operação de preparo de solo e sofre influencia dos fatores citados anteriormente.

3.3 *Análise de custos*

A intensificação do uso de máquinas agrícolas em projetos de implantação florestal vem a cada momento exigindo novos investimentos em maquinaria que apresente maior potência para atender as atividades operacionais desenvolvidas na implantação de novos sítios florestais (PIOCENTINI, et al., 2012).

A análise econômica engloba os custos operacionais do uso de máquina agrícola, os quais são classificados em custos fixos, custos variáveis, taxas administrativas e custo operacional total (SIMÕES, et al., 2011a).

Os custos fixos correspondem ao somatório de todos os fatores de produção que devem ser debitados, não sendo influenciadas pelo número de horas e, independente da máquina ser utilizada ou não. Estes custos referem-se à depreciação, juros, alojamento, seguros e taxas administrativas (JASPER, et al., 2013).

Os custos de depreciação correspondem àqueles provenientes de bens de capital, como máquinas e equipamentos (MIALHE, 1974). O custo com juros correspondem ao investimento do capital durante um determinado tempo, ou seja, o custo de oportunidade se investisse o capital em outra operação financeira (CANTO, 2009). O custo com abrigo é pago em função de alojamento para proteção das máquinas, veículos, equipamentos e vigilância e as taxas administrativas em função dos encargos administrativos (SIMÃO & FENNER, 2010).

Os custos variáveis reúnem as despesas oriundas da utilização da máquina, e que são diretamente proporcionais à quantidade de uso que dele se faça, correspondendo aos gastos com combustível, reparos, manutenção e salários (SIQUEIRA, 2012). O custo de combustível podem ser estimados teoricamente baseando-se no preço do combustível e dos cálculos das taxas de consumo de combustível das máquinas (ASAE, 2001). O custo de reparo e manutenção incide devido ao uso em condições normais ou em consequência de desgastes dos componentes, acidentes ou deterioração natural da máquina (FERREIRA, 2010) e o custo referente à mão de obra corresponde ao custo para manter um operador, como o salário mensal, o 13º salário, as férias, os benefícios, os encargos sociais, os seguros, os cuidados médicos e a alimentação (BURLA, 2008). O custo operacional de uma máquina representa a

relação entre custo horário do equipamento ou conjunto e sua capacidade de trabalho em operações agrícolas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

Esse trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus Cruz das Almas - Bahia (12° 40'19" latitude sul e 39°06'23" de longitude oeste de Greenwich e com altitude média de 220 m), localizada na microrregião geográfica Santo Antônio de Jesus, região econômica Recôncavo Sul, com altitude de 220 metros. Segundo classificação de Köppen (1948) o clima é do tipo tropical quente e úmido, com precipitação média é de 1.224 mm ano⁻¹, a temperatura média anual de 24,5°C e a umidade relativa do ar de aproximadamente 82%.

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos(EMBRAPA, 2006), o solo da área do experimento pertence à classe do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico, textura média, com relevo plano, representativo do Tabuleiro Costeiro do Nordeste brasileiro. Foi determinado teor de água no solo, textura e resistência do solo a penetração.

4.2 Delineamento experimental

Foi instalado um delineamento inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram três profundidades de trabalho, 0,18, 0,32 e 0,57m (Tabela 1), com oito repetições, sendo os resultados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa computacional utilizado SAS 9.2. Cada parcela teve 40 metros de comprimento e entre linha de 3,00 m, que é dos espaçamentos mais utilizados em implantação de áreas florestais.

TABELA 1 - RELAÇÃO DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO

Tratamento	Descrição
T1	Trator-grade aradora (0,18 m)
T2	Trator- subsolador (0,32 m)
T3	Trator-subsolagem (0,57 m)

4.2.1 Análise física do solo

Foram coletadas amostras de solo no perfil de 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m de profundidades. A análise de textura do solo foi determinada conforme EMBRAPA (1997).

Para avaliação do teor de umidade amostras foram pesadas, ainda úmidas em balança de precisão, sendo colocadas em estufa a 105°C por 24hs, e pesadas novamente. A porcentagem de umidade do solo foi determinada conforme equação 1 (EMBRAPA, 1997).

$$UV = \left[\left(\frac{su - ss}{ss} \right) 100 \right] D \quad (1)$$

em que

UV= Umidade volumétrica do solo (%)

su= Peso do solo úmido (g);

ss= Peso do solo seco (g).

D= densidade do solo (g cm^{-3})

Resistência à penetração do solo foi medida com o penetrômetro automático digital da marca DLG modelo PNT-2000/motor (figura 1), realizando leituras a cada 10 mm até 530 mm. O PNT-2000/motor possui um sistema de acionamento elétrico da haste penetradora que facilita e aumenta a precisão das amostragens. Foram realizadas 12 leituras em pontos distintos da área antes das operações de preparo do solo, sendo utilizado a média das leituras para caracterizar a resistência a penetração existente na área do experimento.



Figura 1 - Medida da resistência à penetração do solo com uso dopenetrômetro DLG, modelo PNT-2000/motor.

4.3 Operações de preparo de solo

Para a realização das atividades previstas para o preparo mecânico do solo foi utilizado um trator da marca New Holland, modelo 8030, com tração dianteira auxiliar (TDA), potência de 90 kW (122 cv) no motor a 2200 rpm, torque máximo de 490 Nm a 1400 rpm, peso total de 5462 kg com o operador, sendo 2992 no eixo dianteiro e 2470 no eixo traseiro. Para os tratamentos 1 utilizou-se a marcha 2/3 e no tratamento 2 e 3 empregou a marcha 2/3, todos ensaios foram conduzidos a 2000 rpm (Figura 2A). Foi utilizado para o tratamento 1, uma grade-aradora da marca KÖHLER, modelo GAC300 de 18 discos de 30 polegadas cada, largura de trabalho de 2,425 m e massa de 2240 kg (Figura 2B). E um subsolador marca Marchesan Tatu, modelo AST / MATIC 450 de arrasto com disco de corte liso de 0,5 m de diâmetro, com massa de 1130 kg (Figura 2C), sendo utilizado apenas uma haste.



Figura 2– Acima Trator New Holland 8030 (A); a esquerda Grade aradora KÖHLER GAC300 1826 (B); a direita Subsolador Marchesan Tatu AST / MATIC 450 (C).

4.4 Desempenho de conjunto mecanizado

Nas avaliações do desempenho dos conjuntos mecanizados não foi considerado o tempo gasto com manobras e reabastecimento de combustível, sendo mensurado somente o percurso

em linha reta, referente ao comprimento da parcela (40 m). Os tratamentos trator- subsolador (0,32 m) e trator-subsolador (0,57 m) realizaram suas operações em uma única passada e largura de trabalho entre linha de 3 m. O tratamento trator-grade aradora realizou duas passadas para realizar a operação de preparo com largura de trabalho de 2,425 m (largura do implemento).

Os parâmetros avaliação foram: força de tração; velocidade de deslocamento do trator; potência na barra de tração; consumo horário e por hectare; patinagem, capacidade de campo teórica e perfil mobilizado do solo.

A variável força de tração requerida pelos implementos foi determinada utilizando-se uma célula de carga da marca Kratos (Figura 3) de capacidade igual a 100 kN, acoplada entre o trator e o implemento, sendo o tempo aferido por um cronômetro no percurso de 40 m.



Figura 3- Célula de carga utilizada na medição da força de tração requerida pelos implementos utilizados.

O consumo de combustível foi estimado por um fluxômetro tipo proveta com graduação a cada 5 ml e cronômetro para determinar o consumo das operações. Os valores de velocidade média operacional (V); índice de patinagem (P); força na barra de tração (F_b), potência de tração requerida (P_b); capacidade de campo teórica (CCT); consumo horário de combustível (Ch_c) e consumo de combustível por área trabalhada (Ca), (em área por hora (CCT_a)) foram determinados pelas equações de 2 a 8 (tabela 2), conforme método de Gamero (2008).

TABELA 2 - EQUAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE ESTUDO.

Variáveis de estudo	Equação
Velocidade média de operacional (km h-1)	$V = \left(\frac{E}{T}\right) 3,6$ (2)
Índice de patinagem (%)	$P = \left(\frac{Tc - Tsc}{Tc}\right) 100$ (3)
Força na barra de tração (kgf)	$Fb = \left(\frac{\sum Fi}{n}\right) 0,0098$ (4)
Potência de tração requerida (kW)	$Pb = FbV$ (5)
Capacidade de campo teórica (ha h-1)	$CCT = \left(\frac{V}{10}\right) L$ (6)
Consumo horário de combustível (L h-1)	$Chc = \left(\frac{c}{T}\right) 3,6$ (7)
Consumo de combustível por área (L ha-1)	$Ca = \left(\frac{CCT}{Chc}\right)$ (8)

E = percurso útil na parcela (m); T = tempo de percurso na parcela (s); Tc= tempo de deslocamento com carga (s); Tsc= tempo de deslocamento sem carga (s); Fi= força de tração instantânea (kgf); n= número de dados registrados; 0,0098 = fator de conversão para kN; L = largura da faixa trabalhada (m); c= volume consumido (mL); 3,6= fator de correção. Fonte: adaptado de American Society of Agricultural Engineers (ASAE, 2001).

Para caracterizar o perfil mobilizado do solo dos preparos fez uso de um perfilômetro artesanal feito de madeira, com 1,35 metros, com varetas de um metro de altura e espaçadas a cada 5 cm, totalizando 27 hastes de madeira, que custou R\$ 20,00. O perfil superficial natural foi avaliado antes das operações do preparo em 3 medições em cada unidade amostral (parcela).

Após a mobilização do solo foi avaliado o deslocamento vertical do solo, onde calculado o empolamento do solo que representa a relação percentual entre a área mobilizada e a elevação do solo resultante da ação dos órgãos ativos dos implementos de preparo de solo (equação 9), segundo método proposta por Gamero e Benez (1990) e o perfil final (área mobilizada do solo) retirando manualmente o solo mobilizado, conforme método descrito por Lanças (1987), dos mesmos pontos onde foi medido o perfil superficial natural anteriormente.

$$Ep = \left(\frac{Ae}{Am}\right) 100 \quad (9)$$

em que,

Ep= Perfil superficial final (%);

Ae = área de elevação (m²);

A_m = área mobilizada (m^2).

Os dados dos perfis foram tabulados, plotados e calculados no programa “Microsoft Excel”, obtendo-se, assim, a área mobilizada no solo e a área de elevação em cada parcela.

4.5 Custos Operacionais de conjunto mecanizado

Os custos operacionais de conjunto mecanizado referem-se ao somatório de todos os custos resultantes da aquisição e operação de uma máquina ou de um equipamento. Para obter o custo de máquina, devem-se considerar os custos fixo e os variáveis (SIMÕES et al., 2011).

Os custos fixos e variáveis horário dos conjuntos mecanizados foram determinados em $R\$ h^{-1}$ pelas equações descritas na tabela 3, conforme a norma da ASAE (2001).

TABELA 3 - EQUAÇÕES PARA DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS HORÁRIO DOS CONJUNTOS MECANIZADOS.

Custos fixos	Depreciação	$Dl = \left(\frac{Va - Vr}{NHe} \right)$	(10)
	Juros	$JS = \left(\frac{Va + Vr}{2He} \right) i$	(11)
	Abrigo	$A = \left(\frac{VaFa}{He} \right)$	(12)
	Taxas administrativas	$Ta = \left(\frac{VaFad}{He} \right)$	(13)
Custos Variáveis	Combustível	$C = Cdcc$	(14)
	Óleo hidráulico	$Coh = (4,3 \times 10^{-4}P + 0,02169)coh$	(15)
	Graxa	$Cg = 0,05cg$	(16)
	Manutenção e reparos	$MR = \frac{\left[VaFR1 \left(\frac{h+He}{1000} \right)^{FR2} \right] - \left[VaFR1 \left(\frac{h}{1000} \right)^{FR2} \right]}{He}$	(17)
	Mão de obra	$MO = \left(\frac{SopES}{Hm} \right)$	(18)

Va = valor de aquisição da máquina (R\$130.000,00 trator; R\$ 26.600,00 subsolador; R\$ 23.460,00 grade aradora) Vr = valor residual, 10% Va (R\$); He = horas efetivas de uso anual (1.000 h trator; 400 h subsolador e grade aradora); N = vida útil (10 anos do trator; 5 anos do subsolador e da grade aradora); i = taxa de juros (10%); cc = preço do óleo diesel (R\$2,10 L⁻¹); Cd = consumo de diesel (Lh⁻¹); P = potência do trator (cv); coh = valor do litro de óleo hidráulico (R\$12,00); cg = valor do quilo da graxa (R\$12,00); Fa = fator de abrigo (2%); FR1 = fator 1 (0,007); FR2 = fator 2 (2); h = hora de uso acumulada (h); S = salário mensal do operador (R\$ 1.200,00); E = encargos (1,7); Hm = horas trabalhadas mensal (176). Fonte: adaptado de American Society of Agricultural Engineers (ASAE, 2001).

4.5.1 Custo horário total

A estimativa do custo horário total foi determinada pelo somatório dos custos fixos e custos variáveis, através da equação 19, conforme método de (LEITE, 2012).

$$CT = CF + CV \quad (19)$$

em que,

CT= Custo total (R\$ h⁻¹);

CF= Custos fixos (R\$ h⁻¹); e

CV= Custos variáveis (R\$ h⁻¹);

4.5.2 Custo por área

O custo por área foi obtido utilizando a equação 20, conforme (FESSEL, 2003).

$$CA = \left(\frac{CT}{CCT} \right) \quad (20)$$

em que,

CA= Custo por área (R\$ ha⁻¹);

CT= Custo total (horário) (R\$ h⁻¹);

CCT= Capacidade de campo teórica (ha h⁻¹).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização do solo

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados de análise textural do solo da área do experimento, observa-se que o solo predomina a textura arenosa.

TABELA 4. ANÁLISE TEXTURAL DO SOLO.

Profundidade (m)	g kg ⁻¹					Classe textural
	Areia grossa	Areia Fino	Silte	Argila	Matéria orgânica	
0-0,20	450	290	60	200	9,0	Franco-Arenosa
0,20-0,40	400	260	50	290	9,0	Franco-Argilo-Arenosa
0,40-0,60	300	228	60	204	8,0	Franco-Argilo-Arenosa

Nacifet al. (2008) realizando estudos sobre o efeito da subsolagem em latossolo amarelo distrocoeso no município de Cruz das Almas-Ba, encontrou classes texturais similares, franco-arenosa de 0-0,20 e franco-argilo-arenosa de, 0,20-0,40 e 0,40-0,60m de profundidades. Silveira et al. (2010) avaliando a resistência do solo no município de Governador Mangabeira também encontrou predominância de textura franco-arenosa na profundidade de 0-0,40m. Solos que apresentam textura arenosa têm como características baixo teor de matéria orgânica e de capacidade de retenção de água, altamente susceptíveis a erosão, necessitando de cuidados especiais no preparo do solo e nas práticas conservacionista.

A resistência a penetração, com umidade volumétrica de 15,2%, foi, em média, 4,50 MPa, sendo mínima de 2,9 Mpa e máxima de 13,11MPa. Na figura 4 está apresentada a resistência do solo a penetração em função da profundidade. A máxima resistência à penetração detectada na área do experimento encontra-se entre 0-0,15 m de profundidade, caracteriza típica de compactação por pisoteio animal.

Silva (2010) realizando estudos de manejo do solo em área de pastagem degradada no município de Cruz das Almas obteve valor máximo superior ao encontrado neste estudo, de 18 MPa entre as profundidades de 0,30-0,36 m no período de estiagem do município. Melo Filho et al. (2009) relata que, mesmo em conteúdo de água mais elevados, o solo apresenta valores de resistência a penetração acima de 2,0 Mpa podendo alcançar até 23 Mpa durante o processo de secamento.

O valor médio encontrado na área do experimento de 4,50 MPa, encontra-se acima do limite crítico do desenvolvimento das raízes que é de 2,5 MPa para citros (CAMARGO e ALLEONI (1997) e espécies florestais, as indicações são de que o crescimento está entre 2,0 - 3,0 MPa (SILVA et al., 2002). Assim o emprego de prática de descompactação é fundamental para garantir o êxito da implantação de culturas florestais, pois os horizontes duros dificultam o desenvolvimento radicular das mudas, inclusive deformando-as (RESENDE, 2000). Este limite de desenvolvimento está direcionada as características físicas do solo, reduzindo a macroporosidade, porosidade total e da condutividade hidráulica do solo, refletindo numa maior densidade (SILVA et al., 2006).

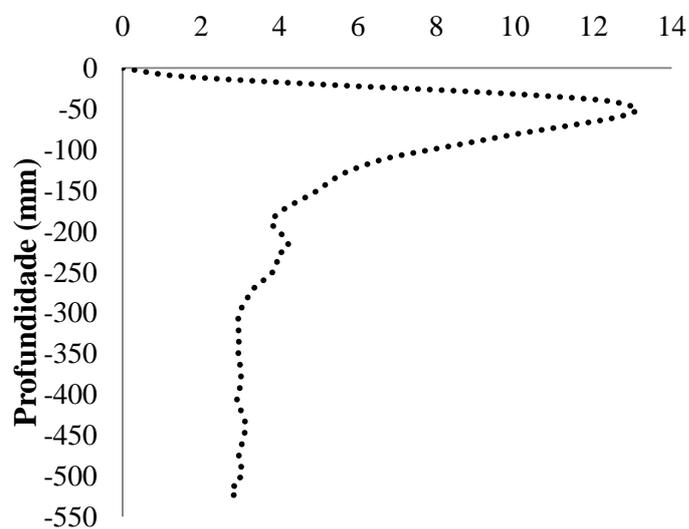


Figura 4. Resistência do solo a penetração em função da profundidade de um Latossolo coeso.

5.2 Perfil de Solo mobilizado

Na figura 5 estão apresentados os perfis da superfície natural, perfil interno e perfil final após as operações.

Na tabela 4 estão apresentados à área de solo mobilizado e o perfil mobilizado do solo em função aos tratamentos, preparo de solo.

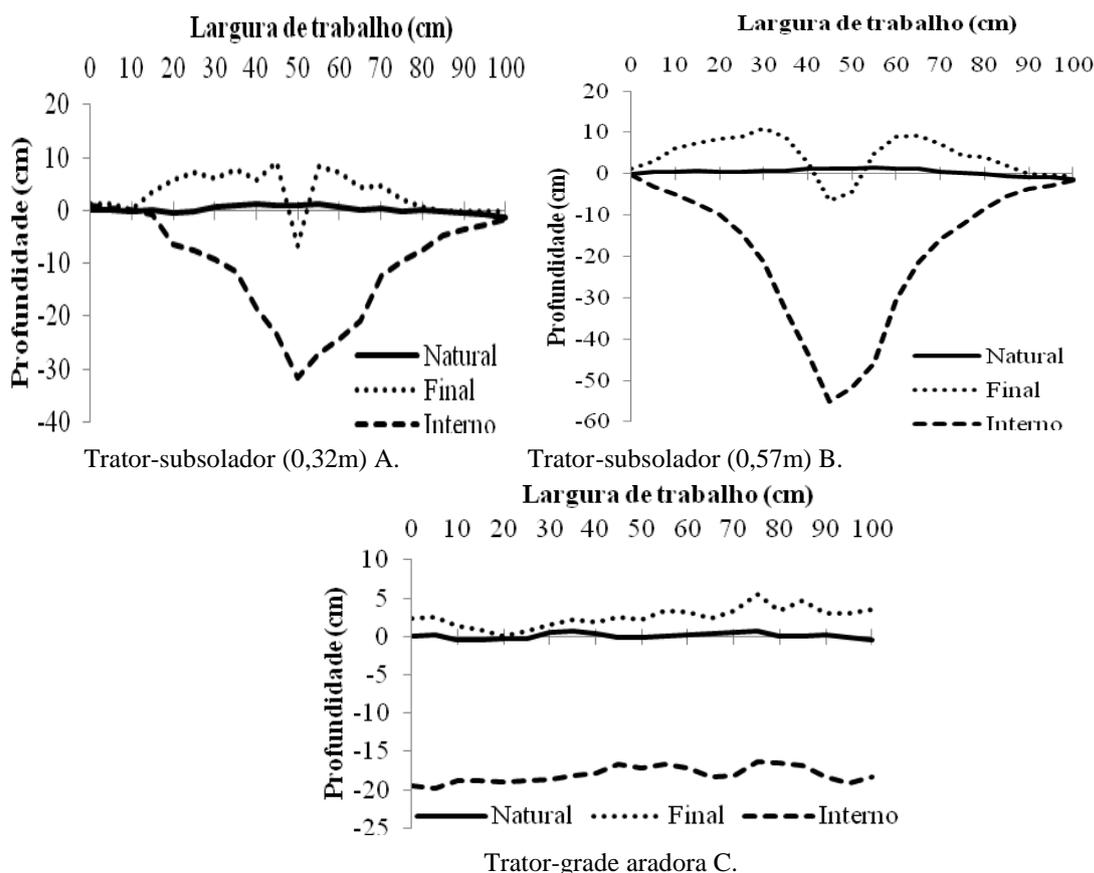


Figura 5. Perfil da superfície do solo natural, final e interno após a operação do conjunto mecanizados.

TABELA 4. ÁREA MOBILIZADA E EMPOLAMENTO DO SOLO EM FUNÇÃO DO PREPARO COM DIFERENTES CONJUNTOS MECANIZADOS.

Tratamentos	Área de solo mobilizada (m ²)	Coefficiente de variação (%)	Empolamento do solo (%)	Coefficiente de variação (%)
1- Trator Grade-aradora (0,18 m)	0,189 a	9,93	16,08 a	13,70
2- Trator Subsolador (0,32 m)	0,036 c	19,28	8,26 c	11,33
3- Trator Subsolador (0,57 m)	0,064 b	6,86	11,12 b	12,94

Médias seguidas de letra diferente na coluna são diferentes estatisticamente.

O tratamento 1 que apresentou a maior área mobilizada do solo e maior valor de empolamento do solo, fato justificado em virtude do preparo ocorrer em 100% da área. Carvalho filho et al. (2007) avaliando métodos de preparo de solo mensurou um valor de 0,27 m² de área mobilizada e de 27,3% de empolamento do solo utilizando grade aradora, valores superiores ao encontrado no experimento. Esta maior mobilização do solo é característico de operações de preparo convencional que segundo Resende (2000) operações com grade aradora promove o revolvimento do solo, transportando para a superfície do material do

horizonte coeso subjacente, geralmente, argiloso, pegajoso, plástico, ácido, que sobre a ação da chuva, do sol e vento propicia processos erosivos, prejudicando a produção.

As operações com subsoladores apresentaram menor área mobilizada e empolamento do solo, isso justifica menor número de operações resultando menor inversão do solo (DALLMEYER, 1994). Nas operações observou-se um aumento da área mobilizada de T3 para T2. O aumento da área mobilizada foi observado por Gamero (2008), o qual notou que o aumento da profundidade de trabalho dos órgãos ativos do subsolador implicou significativamente no aumento da mobilização do solo.

5.3 Desempenho operacional

Na tabela 5 são apresentados os resultados da força na barra de tração, potência de tração requerida, índice de patinagem, velocidades de trabalho e capacidade de campo teórica em função do preparo do solo.

TABELA 5. VALORES DAS VARIÁVEIS DE ESTUDO DO ENSAIO DO CONJUNTO TRATOR-SUBSOLADOR E GRADE-ARADORA EM FUNÇÃO DA ÁREA MOBILIZADA.

Tratamentos	Velocidade(m s ⁻¹)	Índice de patinagem (%)	Força na barra de tração (kgf)	Potência de tração requerida (kW)	Capacidade de campo teórica (ha h ⁻¹)
T 1 - Trator grade aradora	1 ^a passada	4,46 a	10,23 b	1583,33 b	19,42 b
	2 ^a passada	4,50 a	9,09 b	1441,67 b	17,50 b
	Total				0,60 c
T 2 - Trator subsolador (0,32m)	3,24 b	5,48 c	865,67 c	7,63 c	0,97 a
T 3 - Trator subsolador (0,57m)	2,98 c	14,31 a	3216,67 a	26,18 a	0,90 b

(¹) Médias seguidas de letra diferente na coluna são diferentes estatisticamente.

Dentre os tratamentos a operação de preparo de solo com trator–subsolador (0,57m) foi o tratamento que apresentou a maior média de força e potência de tração requerida, sendo correspondente a 140% maior que os resultados do T1 e 340% maior que T2. Efeito semelhante foi observado por Gamero (2008) que verificou um incremento de 70,1% na demanda por força na barra de tração, quando aumentou a profundidade de trabalho em 0,10 m, consequência do maior esforço e influenciando na maior demanda de potência.

A patinagem do trator corresponde à percentagem de rotação dos rodados com carga e sem carga. O tratamento que apresentou o maior índice de patinagem foi o T3, de

14,31%, valores que estão dentro da faixa de 11 e 13 % e 14 e 16 % em solos soltos ou arenosos, determinado valor maior eficiência (CORRÊIA, 2003).

Este resultado pode ter influencia do teor de umidade do solo, que foi de 15,2%, pela maior resistência do solo e maior profundidade de trabalho do implemento, que exigiu maior força na barra. A grade aradora obteve um valor intermediário entre os tratamentos, com um índice de patinagem de 9,66%, estando o tratamento dentro da faixa de eficiência. Segundo Gabriel Filho et al. (2010) o tipo de cobertura de solo, como solo firme, com vegetação, solo preparado também podem influenciar no aumento da patinagem dos rodados.

As menores patinagens foram nos tratamentos T1 e T2 em decorrência da menor penetração dos órgãos ativos do tratamento 3, necessitando de maior força de tração, concordando com Gamero (2008) que observou um aumento na patinagem quando aumento a profundidade de operação.

Os resultados da velocidade de deslocamento tiveram influencia na determinação da capacidade de campo teórica dos conjuntos mecanizados. Os valores referentes à capacidade de campo teórica se diferenciaram estatisticamente, sendo o T2 o que apresentou a melhor média. Fatores que podem explicar esta diferenciação entre os tratamentos foram as variáveis profundidades de trabalho e a necessidades de duas passadas na área. O valor intermediário obtido por T3 teve como fator a maior exigência de potência e força de tração na barra, que influenciou no aumento do patinamento dos rodados e conseqüentemente na redução da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado em relação ao tratamento 2.

A capacidade de campo teórica do tratamento 1 foi influenciada pela quantidade de passadas (duas passadas) necessárias para concluir a operação de preparo do, correspondendo a uma redução de 61,86% em relação ao valor de T2. Além disto, as operações com subsolagem realizam suas operações nas linhas de plantio e a grade operou com largura de trabalho de 2,4 m necessitando de realizar mais de uma passada para preparar a faixa, que foi de três metros.

5.3.1 Consumo horário e por área de combustível

Os tratamentos trator grade aradora e trator subsolador (0,57m) foram os que obtiveram os maiores valores de consumo horário e por área (Figura 6). As maior médias de consumo horário de combustível foram registrados nos tratamentos trator-grade aradora (14,50L h⁻¹) e

trator-subsolador (0,57 m) ($13,78 \text{ L h}^{-1}$), valores 37,17% e 33,88% maiores que o custo horário do tratamento trator-subsolagem (0,32 m).

Estes valores podem ser justificados pela maior exigência de potência para tracionar T3, em virtude da maior profundidade de operação. Gamero (2008) observou um acréscimo semelhante, de 25,2% no custo horário de combustível quando aumentou profundidade de operação na subsolagem em 0,10 m. Os resultados concordam com Montana et al. (2011) que afirma que fatores como profundidade de trabalho, tipo e número de operações elevam o custo horário de combustível, conseqüentemente o custo operacional do emprego da máquina no preparo de solo.

Lanças (1998) reforça que a subsolagem demanda alto consumo energético e quando não efetuada ou se realiza em profundidades menores, os custos de preparo do solo ficam significativamente reduzidos. Todavia, quando se existe uma camada compactada e não realizar a operação na profundidade necessária, poderá reduzir o desenvolvimento e à queda da produção da cultura.

Já o consumo por área o tratamento 1 obteve maiores valores que os T2 e T3, 390% e 230%, respectivamente, fato justificado pela quantidade de passadas realizada na grade aradora. Jolankai et al. (1997), afirmam que os solos compactados consomem entre 5 e 25% mais combustível no preparo que os solos em boas condições físicas, fato que justifica os maiores consumos.

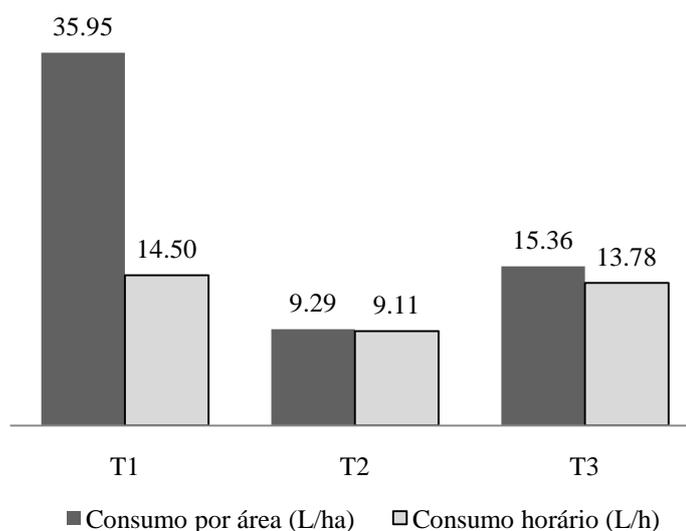


Figura 6. Gráfico do consumo por área e horário

5.4 Análise de custos

Na Figura 7 estão apresentados os custos fixos, variáveis e totais referentes aos tratamentos tratorsubsolador (0,32m), trator subsolador (0,57 m) e trator grade aradora.

O conjunto tratorsubsolador (0,32m) foi o tratamento que apresentou o menor custo operacional, R\$ 92,31 por hora trabalhada, custo este, 9,89% menor que o preparo de solo utilizando-se trator-subsolador (0,57m), em virtude do menor consumo horário de combustível.

O custo total dos conjuntos mecanizados trator grade aradora e trator-subsolador (0,57m) não apresentaram valores muito próximos, R\$ 101,83 h⁻¹ e R\$ 102,45 h⁻¹, respectivamente. Este elevado custo de produção deve-se a fatores inerentes as operações de preparo de solo realizado pelos tratamentos supracitados, como exigência de potência, elevada patinagem, número de operações influenciando na demanda de combustível.

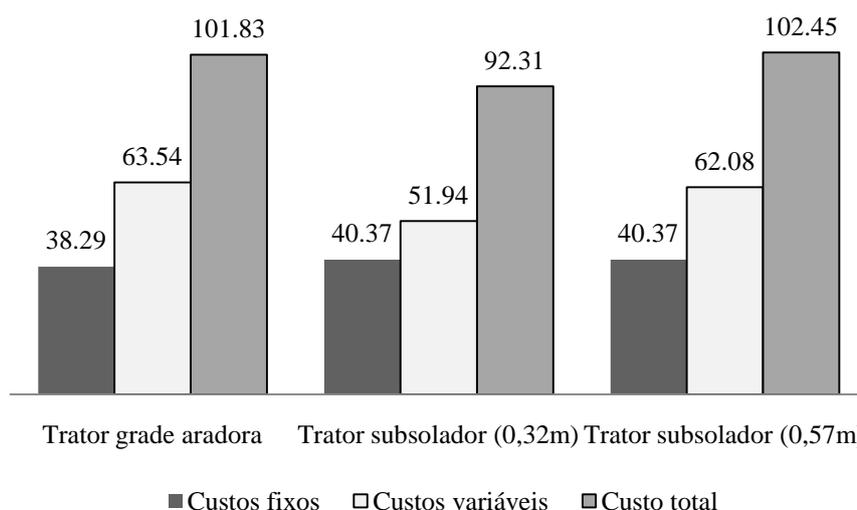


Figura7. Custos fixos, custos variáveis e custos totais em reais por hora dos conjuntos mecanizados.

Na figura 8 estão apresentados os percentuais dos custos horários dos conjuntos mecanizados. Os custos fixos (depreciação, abrigo, juros e taxas administrativas) corresponderam em média a 40% e custos variáveis (combustíveis, manutenção e reparos, mão de obra, graxa e óleo hidráulico) a 60%.

Dentre os custos fixos e variáveis, os custos com depreciação, combustíveis, mão de obra e manutenção e reparo foram os que mais se destacaram entre os custos operacionais. Contudo, o custo com combustível foi o que mais influenciou os custos operacionais,

concordado com Simões et al. (2011), que avaliando o custo operacional com subsolagem, concluindo que este custo é o principal componente dentre os custos operacionais de maquinaria agrícola que influencia no custo final de produção. Entretanto, o custo com reparos e manutenção poderá corresponder aos maiores valores decorrente de altas horas de trabalho, que é indicador de substituição da máquina (OLIVEIRA, 2000).

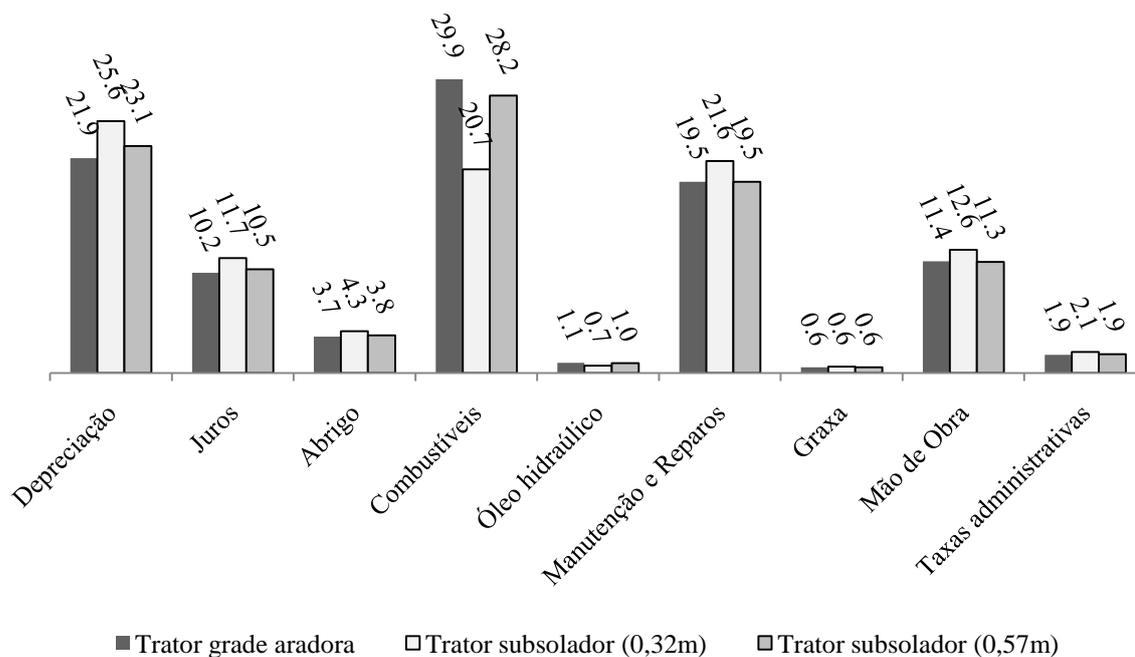


Figura8. Percentual das variáveis de custo em reais por hora trabalhada dos conjuntos mecanizados.

O maior custo por área (figura 9) por área foi observado no preparo com a grade aradora, R\$169,72 ha⁻¹, decorrente da menor capacidade de campo teórica. Dentre os tratamentos o conjunto trator-subsolador (0,32m) foi o que apresentou o menor custo operacional por área (R\$ 95,16 h⁻¹). Todavia, a resistência a penetração encontrada no local do experimento encontra-se acima do limite crítico de desenvolvimento de mudas de eucalipto e também para outras espécies florestais (SILVA et al., 2002). Sendo assim, apesar do custo do menor custo em T1, o emprego do conjunto T3 com o custo de R\$ 113,84 ha⁻¹, apesar de ser 16,4 % maior, justifica sua aplicação pois irá proporcionar maiores ganhos em produtividade, podendo elevar o incremento médio de volume de madeira por hectare. Segundo Surter Filho et al. (1980) em solos com restrição do desenvolvimento das mudas, o preparo de solo em profundidade, fornecerá um maior volume de solo exploratório para o sistema radicular, proporcionando maior ritmo de crescimento, homogeneidade e

sobrevivência das mesmas. Rodigheri e Pinto (2001) completam afirmando que o ritmo de crescimento médio em solos sem restrição física é 67% maior do que aqueles sem preparo de solo, proporcionando elevada produtividade no final do ciclo de produção.

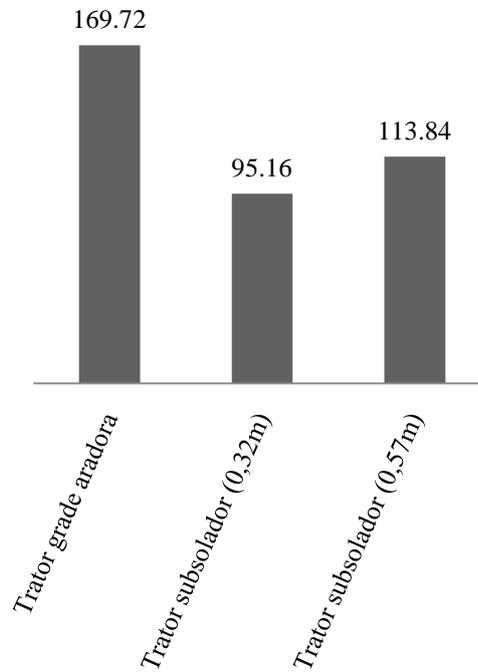


Figura9. Custo, reais por hectare, dos conjuntos mecanizados.

6 CONCLUSÕES

- Os tratamentos trator grade aradora apresentou a maior área mobilizada de solo;
- O conjunto trator subsolador (0,32m) apresentou o melhor desempenho técnico e menor custo operacional por área;
- O conjunto trator subsolador (0,57m) foi o que apresentou maior exigência por força de tração, potência na barra, consumo horário e maior patinação, porém resultou no melhor custo benefício considerando o fator de produtividade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAF – Associação baiana das empresas de base florestal. **Anuário Bahia florestal 2013**, 44p. Disponível em: < <http://www.abaf.org.br/download/bahia-florestal-anuario-abaf-2013.pdf> >. Acesso em: 12/08/2013.

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

ARAÚJO, H. M.; BEZERRA, G.S; SOUZA, A.C.; OLIVEIRA, A. M. **Condicionantes naturais no contexto do sistema ambiental físico da região do São Francisco Sergipano**. Revista Geográfica de América Central, Costa Rica, v. 2, n.47E, p.1-15, 2011.

BICUDO, S. J.; BENEZ, S. H.; LANÇAS, K.P. **Subsolador: Influência do número de hastes, larguras da sapata e profundidade de trabalho em alguns parâmetros operacionais** – II. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991. Botucatu, Anais... Botucatu: V.2. 941-951p.

BRANDÃO, F. J. C.; REZENDE, J. de O.; MAGALHÃES, A. F. COSTA, J. A. da. ZANZARINI, F. V.; PIMENTEL, U. V. **Avaliação de atributos físicos do solo e desenvolvimento da cultivar tangormurcot em latossolo amarelo coeso sob efeito da subsolagem**. In: congresso brasileiro de ciência do solo, 33., 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais. Uberlândia: SBCS; UFU; ICIAG, 2011. 1 CD-ROM.

BURT, E. C.; BAILEY, P. W. L.; MEIRING, P. **Ballast and inflation effects on tire tractive**. Transactions ASAE, Saint Joseph, v. 26, n. 5, p. 1352-1354, 1983.

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do harvester na colheita e processamento de madeira em diferentes condições de declividade e produtividade florestal**. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CAMARGO, O. A.; ALEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 94 p

CANTO, J. L. **Colheita mecanizada de biomassa florestal para energia**. 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

CARVAHO FILHO, A.; CETURION, J. F.; SILVA, R. R. da.; FURLANI, C. E. A.; CARVALHO, L. C. C. **Métodos de preparo do solo: Alterações na rugosidade do solo.** Revista engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n.1, p 229-237, 2007.

CARVALHO, A. P. V.; DIAS, H. C. T.; PAIVA, H. N.; TONELLO, K. C. **Resistência mecânica do solo à penetração na bacia hidrográfica do Riacho Fundo, Felixlândia – MG.** Revista Árvore vol.36 no.6, p. 1091-1098, 2012.

CORRÊA, I. M. **Com peso certo.** Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, v.1, n.22, p.10-11. 2003.

COSTA, L. M.; COSTA, O. V.; OLSZEWSKI, N.; NACIF, P. G. S. Influencia das características morfológicas, estruturais e texturais do solo na definição do seu preparo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. Cap. 4, p. 205-219.

CORTEZ, J. W.; FERREIRA, B. J. M.; ALVES, A. D. S.; MOURA, M. R. D.; NAGAHAMA, H. J. **Desempenho operacional do conjunto trator-implementos nas operações de preparo do solo.** Revista Nucleus, v.8, n.2, p. 177-184, 2011.

DALLMEYER, A.U. **Eficiência energética e operacional de equipamentos conjugados de preparo de solo.** 1994. 157 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

DANIEL, L.A.; MARETTI, H. J. **Avaliação de camada de solo compactado e análise de crescimento de plantas.** In: SILVEIRA, G. M. Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola, 4. Campinas: Fundação Cargill, p. 22-38.1990.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. **Caracterização climática dos tabuleiros costeiros do recôncavo baiano.** Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/13-831e6409241d28220970befb518cd63d.pdf>>. Acesso em: 03 Set. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: EMBRAPA, 2006.306 p.

FERREIRA, S. M. A. **Metodologia para controle de custos na colheita Florestal. Seropédica, 2010.** 21p. graduação (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

FESSEL, V. A. G. **Qualidade, desempenho operacional e custo de plantios, manual e mecanizado de *Eucalyptus grandis* implantados com cultivo mínimo do solo.** Piracicaba, 2003. 88p. dissertação (Mestrado em Ciências florestais) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K. P.; LEITE, F.; COSTA, J. J. B.; Jesuino, P. R. **Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.3, p.333–339, 2010.

GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: SILVEIRA, G.M. **IV Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola.** Jundiaí: Fundação Cargill, 1990. p.12-21.

GAMERO, C. A. **Desempenho operacional de um subsolador de hastes com curvatura lateral (“Paraplow”), em função de diferentes velocidades de deslocamento e profundidades de trabalho.** Botucatu, 2008. 64p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

GARCIA, R. F.; VALE, W. G.; OLIVEIRA, M. T. R.; PEREIRA, E. M.; AMIM, R. T.; BRAGA, T.C. **Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense.** Acta Scientiarum. Agronomy. vol.33 no.3 Maringá, P. 417-422, 2011.

GIAROLA, N. F. B.; LIMA, H. V.; ROMERO, R. E. BRINATTI, A. M.; SILVA, A. P. **Mineralogia e cristalografia da fração argila de horizontes coesos de solos nos tabuleiros costeiros.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, viçosa, v. 33, n.1, p.33-40, 2009.

GODWIN, R.J. **A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces.** Soil&TillageResearch, 97:331-340, 2007.

GONÇALVES, J. L. M. Principais solos usados para plantações florestais. In GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. cap.1, p. 1-45.

HERZOG, R. L. S.; LEVIEN, R.; BEUTLER, J. F.; TREIN, C. R. **Patinagem das rodas do trator em função da profundidade do sulcador e doses de resíduos sobre o solo na semeadura da soja.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002. Salvador. Anais... Piracicaba a: EA, . 1 CD-Rom.

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. 58 p.

JASPER, S. P.; SILVA, P. R. A.; BENES, S. H. **Estudo comparativo do custo da semeadura direta na cultura do milho utilizando duas metodologias.** Revista Energiana Agricultura, Botucatu, vol. 28, n.1, p.6-10, 2013.

JOLANKAI, M.; BIRKAS, M.; SZALAI, T. **Soil tillage influenced by the physical state of the soil.** Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae, Budapest, v. 45, p. 155-161, 1997.

KEPNER, R. A.; BAINER, R.; BARGER, E. L. **Principles of farm machinery.** 3. ed. Westport: Avi, 1977. 527 p.

LANÇAS, K. P. **Subsolador: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiras e velocidade de deslocamento.** Botucatu, 1987. 112p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1987.

LANÇAS, K. P. **Subsolador: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiras e número de hastes.** 1998. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

LANÇAS, K. P. Instrumentação para avaliação do desempenho operacional de tratores e variabilidade espacial dos solos. In: GONÇALVES, J. L. M; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. Cap. 14, p.439-468.

LEITE, E. S. **Modelagem técnica e econômica de um sistema de colheita florestal mecanizada de toras curtas.** Viçosa, 2012. 109p. tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

LEVIEN, R.; FULANI, C. E. A.; GAMERO, C.A; CONTE,O.; CAVICHIOLI, F. A. **Semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo, em nível e no sentido do declive do terreno.** Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.6, p.1003-1010, 2011.

MANTOVANI, E. C.; LEPLATOIS M.; INAMASSU, R. Y. **Automação do processo de avaliação de desempenho de tratores e implementos em campo.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.34, n.7, p.1241-1246,1999.

MATTOS, P. C.; HERMANN, P. R.; CAPELLI, N. L. **Estudo comparativo de desempenho do trator agrícola empregando óleo diesel e mistura de etanol/óleo de mamona como combustíveis.** In: CONBEA, 11., 1981, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF, 1981. p. 1083-1085.

MELO FILHO, J. F.; CARVALHO, L. L.; SILVEIRA, D. C. SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. **Índice de qualidade em um latossolo amarelo Coeso cultivado com citros.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1168–1177, 2009.

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

_____. **Máquinas motoras na agricultura.** v.2. São Paulo: EDUSP/USP, 1980. 367 p.

_____. **Maquinas Agrícolas - Ensaios e Certificação.** Piracicaba: Fundação de estudos agrários Luiz de Queiroz, 1996, 722 p.

MISRA, R. K; GIBBONS, A. K. **Growth and morphology of eucalypt seedling-roots, in relation to soil strength from compaction.** Plantandsoil, v. 182, n. 1, p. 1-11, 1986.

MONTANHA, G. K.; GUERRA, S. P. S.; SANCHEZ, P. A.; FERNANDO HENRIQUE CAMPOS, F. H.; LANÇAS. K. P. **Consumo de combustível de um trator agrícola no preparo do solo para a cultura do algodão irrigado em função da pressão de inflação nos pneus.** Revista Energia na Agricultura. Botucatu, vol. 26, n.1, p.39-51, 2011.

NACIF, P. G. S.; REZENDE, J. O.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; COSTA, O. V. **Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um Latossolo Amarelo Distrocoesso do estado da Bahia.** Magistra, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 2, p. 186-192, 2008.

NEUJAHR, E. B.; SCHLOSSER, J. F. **Comportamento de pneus agrícolas radiais e diagonais em relação à tração.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.21, n.2, p.180-189, 2001.

NOGUEIRA, A. C. L. Agricultura: a Mecanização no Agronegócio Brasileiro. In: **Informações fipe**. São Paulo. n. 386, novembro 2012. Disponível em: < http://www.fipe.org.br/publicacoes/downloads/bif/2012/11_bif386.pdf >. Acesso em: 25/08/2013.

OLIVEIRA, M. D. M. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícola de pneus: Avaliação de frota**. Piracicaba, 2000. 147. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade São Paulo, Piracicaba, 2000.

PIOCENTINE, L.; SOUZA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; MILAN, M. **Software para estimativa do custo operacional de máquinas agrícolas – MAQCONTROL**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.32, n.3, p.609-623, 2012.

RESENDE, J. O. **Solos coesos dos Tabuleiros Costeiros : limitações agrícola e manejo**. Serie estudos agrícolas. v1. Salvador: SEAGRI-SPA, 2000, 117p.

RIBEIRO, M. R.. Características morfológicas dos horizontes coesos dos tabuleiros costeiros. In: **Anais do workshop coesão em solos dos tabuleiros costeiros**. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001. p.161-187.

RODIGHERI, H. R.; PINTO, A. F.; **Desempenho de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E.citriodora*, com e sem preparo de solos em pastagem degradada, em Santana do Itararé -PR**. Circular Técnica Nº 57.Colombo, PR. 2001.

RODRIGUES, J. G. L. **Desempenho operacional de máquinas agrícolas na implantação da cultura do sorgo forrageiro**. Botucatu, 2009. 92p. tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

SANTANA, M. B.; SOUZA, L. S., SOUZA, L. D. FONTES, L. E. F.; **Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n.1, p 1-12, 2006.

SANTOS, M. S. **Parâmetros mecânicos de tração em sistemas de cultivo de melancia**. Santa Maria, 2010. 82p. dissertação (Mestrado em engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SANTOS, P. M. **Modelagem do desempenho em tração de conjuntos mecanizados visando ao dimensionamento do trator**. Santa Maria, 2010. 162p. tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SASAKI, C. M.; GONÇALVES, M. J. L. **Desempenho operacional de um subsolador em função da estrutura, do teor de argila e de água em três latossolos**. Scientiaforestalis. n. 69, p.115-124, 2005.

SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; BLUEMENSCHEN, F. N.; DALL'ACQUA, F. M. **Técnicas de preparo do solo**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1984. 26 p. (Embrapa-CNPAF.Circular Técnica, 17).

SILVA, A. P.; KAY, B. D.; PERFECT, E. **Characterization of the least limiting water range of soils**. Soil Science Society of America Journal, v. 58, p. 1775-1781, 1994.

SILVA, A. P.; GIOROLA, N. F. B. **Estabelecimento de índice de resistência dos solos para qualificação do grau de coesão**. In: Anais do workshop coesão em solos dos tabuleiros costeiros. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001. p.19-46.

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; PEREIRA, P. R. G. **Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.26, n.1, p.1001-1010, 2002.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V. **Influência de diferentes sistemas de uso e manejo na coesão, resistência ao cisalhamento e óxidos de fe, si e al em solo de tabuleiro costeiro de alagoas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 29, n.3, p.447-457, 2005.

SILVA, S. L. **MÁQUINAS E MECANIZAÇÃO AGRÍCOLAS - Desempenho Operacional**. Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, p.9, 2005. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABUGsAA/apostila-maquinas-mecanizacao-agricola>> Acesso em 12/09/2013.

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M. **Atributos físicos de dois latossolos afetados pela compactação do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, p. 842-847, 2006.

SILVA, E. J. **Subsolagem, calagem e adubação mineral em um latossolo amarelo coeso de tabuleiro costeiro e consequências em pastagem degradada de Brachiariadecumbens**. Cruz das Almas, 2010. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

SILVEIRA, G. M.; YANAI, K.; KURACHI, S. A. H. **Determinação da eficiência de campo de conjunto de máquina convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.1, p.220-224, 2006.

SILVEIRA, D. C.; MELO FILHO, J. F.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. **Relação umidade versus resistência à penetração para um argissolo amarelo distrocoeso no recôncavo da Bahia.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34 n. 3, p. 659-667, 2010.

SILVEIRA, J. C. M.; FERNANDES, H. C.; MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; TROGELLO, E. **Demanda energética de uma semeadora-adubadora em diferentes velocidades de deslocamento e rotações do motor.** Revista Ciência Agronômica, v. 44, n. 1, p. 44-52, 2013.

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

SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; BANTEL, C. A. **Análise operacional e econômica do processamento de madeira de Eucalipto com "Hypro" em região montanhosa.** Revista *Árvore*, Viçosa, v.35, n.3, p.505-514, 2011a.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R.; FENNER, P. T. **Desempenho operacional e custos da operação de subsolagem em área de implantação de eucalipto.** *Biociencejournal*. Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 692-700, 2011b.

SIQUEIRA, W. C. **Avaliação técnica e custos da utilização do óleo de pinhão manso em trator agrícola.** Viçosa, 2012. 65p. tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SOUZA, L. D.; RIBEIRO, L. S.; SOUZA, L. S.; LEDO, C. A. S.; SOBRINHO, A. P. C. **Distribuição das raízes dos citros em função da profundidade da cova de plantio em latossolo amarelo dos tabuleiros costeiros.** Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 87-91, 2006.

STAPE, J. A.; ANDRADE, S.; GOMES, A. N.; KREJCI, L.C.; RIBEIRO, J.A. Definição de métodos de preparo de solo para silvicultura em solos coesos do litoral norte da Bahia. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. IPEF, 2002. Cap. 8, p. 297-311.

STOLF, R; SILVA, J. R.; GOMEZ, J. A. M. **Grades agrícolas: Evolução histórica de seus mancais.** Revista *Alcoolbrás*, São Paulo, v. 115, p. 65- 69. 2008.

SUITER FILHO, W.; REZENDE, G. C.; MENDES, C. J.; CASTRO, P. F.; **Efeitos de diversos métodos de preparo de solo sobre o desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* hill (ex. Maiden) plantado em solos com camadas de impedimento.** Circular Técnica N° 60, IPEF, 1980.

TAYLOR, H. M.; ROBERSON, G. M.; PARKER, J. J. **Soil strength-root penetration relations of coarse textured materials.** Soil Science, Baltimore, v. 102, p. 18-22, 1966.

TOLEDO, A.; FURLANI, C. E.; da SILVA, R. P.; LOPES, A.; DABDOUB, M. J. **Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em latossolos sob preparo convencional.** Revista Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v.30, n.3, p.459-467, 2010.

TORMENA, C.A., SILVA, A.P. da & LIBARDI, P.L. **Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um latossolo roxo sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 22, 573-581, 1998.

VALE, W. G.; GRACIA, R. F.; CORREIA JÚNIOR, D.; GRAVINA, G. A.; SOUZA, E. F. **Desempenho operacional e energético de um trator agrícola durante a operação de roçagem.** Revista Global Science and Technology. Rio Verde, v. 04, n. 02, p.68 –75, 2011.