

PL

632

WALLACE DE CALDAS MARTINS

**DESEMPENHO DE TRATOR COM TRAÇÃO TRASEIRA
TRABALHANDO COM PNEUS EM BOM ESTADO, NA
SUBSOLAGEM DE UM CAMBISSOLO EM MOSSORÓ-RN**

ORIENTADOR: NEYTON DE OLIVEIRA MIRANDA

16

83

2

0

Monografia apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Mossoró para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo

3
8d
UOG

MOSSORÓ
RIO GRANDE DO NORTE - BRASIL
DEZEMBRO DE 1997

WALLACE DE CALDAS MARTINS

**DESEMPENHO DE TRATOR COM TRAÇÃO TRASEIRA
TRABALHANDO COM PNEUS EM BOM ESTADO, NA
SUBSOLAGEM DE UM CAMBISSOLO EM MOSSORÓ-RN**

ORIENTADOR: NEYTON DE OLIVEIRA MIRANDA

Monografia apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Mossoró para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo

MOSSORÓ
RIO GRANDE DO NORTE - BRASIL
DEZEMBRO DE 1997

M.
631.372
M.379d

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

BIBLIOTECA ORLANDO TEIXEIRA	
Escola Sup. de Agricultura de	
Mossoró RN	
34.402	30/03/98

18501

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca "Orlando Teixeira" da ESAM.

M. 379 d Martins, Wallace de Caldas

Desempenho de trator com tração traseira trabalhando com pneus em bom estado, na subsolagem de um Cambissolo em Mossoró-RN/Wallace de Caldas Martins. _ _ Mossoró - RN: ESAM, 1997.

30 p. Monografia (graduação) em Agronomia, ESAM, 1997.

1. Tratores - Pneu - Pressão interna pneus;
2. Tratores - Marcha - Rotação;
3. Tratores - Subsolagem;
4. Tratores - Bloqueio do diferencial;
5. Máquinas agrícolas.

CDD 631. 372

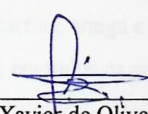
WALLACE DE CALDAS MARTINS

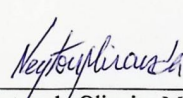
**DESEMPENHO DE TRATOR COM TRAÇÃO TRASEIRA
TRABALHANDO COM PNEUS EM BOM ESTADO, NA
SUBSOLAGEM DE UM CAMBISSOLO EM MOSSORÓ-RN**

Monografia apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Mossoró para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo

APROVADA EM 10 / 12 / 37


Maurício de Oliveira
Prof. DS. da ESAM
Conselheiro


Francisco Xavier de Oliveira Filho
Prof. MS. da ESAM
Conselheiro


Neyton de Oliveira Miranda
Prof. MS. da ESAM
Orientador

À minha mãe, fonte de inspiração
maior para vencer na vida, pelo amor e
confiança em mim depositadas.

Ao meu pai, Antônio Fernando Martins
(*in memoria*) pelo carinho e amizade a mim
oferecidos enquanto presente.

DEDICO

À minha esposa,

Ana Paula Silva Martins, amiga e companheira,
que está sempre presente em todos os momentos, um
ponto de apoio.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pois sem ele nada pode o homem;

À Escola Superior de Agricultura de Mossoró, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade concedida para realização deste trabalho;

Ao professor Neyton de Oliveira Miranda, pela amizade e orientação transmitida;

Aos professores Maurício de Oliveira e Francisco Xavier de Oliveira Filho, pelo apoio e orientação para realização deste trabalho;

Aos funcionários Aldo e Félix, pela ajuda e amizade ao longo do curso;

Aos professores e funcionário do Departamento de Química e Tecnologia pela convivência e aprendizado;

Aos amigos de turma Querginaldo, Diolino e em especial a Marcos Duarte, pelo companheirismo e amizade sincera conquistadas ao longo do curso;

A outros professores e funcionários, que de alguma forma, contribuíram para realização da minha formação profissional;

Aos colegas pela cooperação e convívio amigável durante o curso de graduação;

Aos colegas de formatura, em especial aqueles que faziam parte do grupo dos “excluídos”,
José Antônio, Adeilton, Udemberg, Jesus Tadeu, Nildo, Desirée e Regina;

Agradecimento especial

A meus irmãos: Gláucio, Denise, Marcelo, Saulo, Nadja e Mariana, pelo incentivo e
esperança.

DADOS BIOGRÁFICOS

WALLACE DE CALDAS MARTINS, filho de Antônio Fernando Martins e Maria Dilma de Caldas Alencar Martins, nasceu em Martins-RN, em 04 de maio de 1969. Concluiu o 1º grau no Centro Integrado Professor Eliseu Viana e o 2º grau na Escola Estadual Abel Freire Coelho em Mossoró-RN. Ingressou na Escola Superior de Agricultura de Mossoró em abril de 1990. Concluiu o curso de Engenharia Agrônômica em dezembro de 1997.

SUMÁRIO

<i>CONTEÚDO</i>	<i>PÁGINA</i>
EXTRATO	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODO	6
2.1. Localização do experimento.....	6
2.2. Caracterização do trator e implementos.....	7
2.3. Tratamentos.....	7
2.4. Tamanho da parcela	8
2.5. Determinações realizadas	8
2.6. Parâmetros calculados	9
2.7. Delineamento experimental e análise estatística	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1. Velocidade operacional	11
3.2. Patinagem	13
3.3. Capacidade operacional	15
3.4. Consumo horário	17
3.5. Consumo por hectare	19
4. CONCLUSÕES	23
5. RESUMO	24
6. LITERATURA CITADA	25
7. APÊNDICE	29

EXTRATO

MARTINS, Wallace de Caldas. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, dezembro de 1997. **Desempenho de um trator com tração traseira, trabalhando com pneus em bom estado, na subsolagem de um Cambissolo em Mossoró-RN.** Professor orientador: Neyton de Oliveira Miranda. Conselheiros: Francisco Xavier de Oliveira e Maurício de Oliveira.

Geralmente, um expressivo número de tratores nas lavouras brasileiras são operados em níveis de potência nominal, com altas rotações e marchas reduzidas, em vez de trabalhar entre a rotação de torque máximo e a de potência máxima. Por isto procurou-se avaliar algumas providências simples para melhoria do desempenho de um trator agrícola com tração traseira, utilizando pneus em bom estado, na operação de subsolagem. O experimento foi conduzido na Fazenda São João LTDA, em Mossoró-RN, num Cambissolo eutrófico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com 4 repetições. A análise estatística foi feita através da análise de variância e teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para todos os parâmetros avaliados observou-se que o uso da 3ª marcha e 1.700 rpm de rotação no motor foi superior a 2ª marcha e 2.000 rpm, e que a redução na pressão de inflação dos pneus de 163 kPa (24 lbf/pol²) para 110 kPa (16 lbf/pol²) evidenciou um melhor desempenho do trator. O uso do bloqueio do diferencial não demonstrou efeito positivo sobre o desempenho do trator.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, a agricultura passa por uma situação na qual se verifica que, de uma maneira geral os custos de produção têm sido superior aos preços de mercado dos produtos obtidos, e as operações agrícolas mecanizadas, essenciais à produção, são um dos fatores críticos. Um dos fatores que mais contribui para que isso ocorra, é a maneira como as máquinas agrícolas são operadas. Muitas vezes providências simples como mudanças na marcha e rotação de operação, calibragem dos pneus, lastragem e regulagem dos implementos causam melhoria significativa no desempenho com conseqüente redução nos custos. Segundo HUNT (1970) pequenas melhoras nos custos das máquinas agrícolas podem ter efeito positivo nos lucros da atividade agrícola.

Geralmente, um expressivo número de tratores nas lavouras brasileiras são operados em níveis de potência nominal, com altas rotações e marchas reduzidas, o que tecnicamente é incorreto, porque variações na condução da cultura, tipo de solo, declividade do terreno e a necessidade de colocar o implemento em movimento, requerem uma reserva de potência além da requerida pela operação normal. Isto traz como conseqüência direta,

elevado consumo de combustível e indiretamente um desgaste prematuro do trator (SOUZA & FERREIRA, 1992; HUNT, 1970).

Outro aspecto relevante no desempenho das máquinas agrícolas, é a velocidade com que as mesmas são operadas. Segundo MIALHE (1974), os motores dos tratores são projetados para desenvolver torque máximo numa velocidade angular bem mais baixa do que aquela que fornece a potência máxima. Desta maneira, operando na rotação ideal, entre a de torque máximo e a de potência máxima, qualquer aumento de carga que cause uma queda na rotação fará com que o torque aumente, evitando que o motor “morra”. Como geralmente a velocidade de trabalho do trator agrícola é determinada pelo implemento e não pela potência do trator, a escolha de marcha e da rotação mais adequadas para aquela velocidade pode significar melhor desempenho e economia de combustível.

Um dos maiores problemas no desenvolvimento de projetos agropecuários é a estimativa do custo da maquinaria agrícola, principalmente no que diz respeito ao consumo de combustível. Este consumo de um modo geral, em operações de preparo do solo, está relacionado à manutenção dos tratores; ao conhecimento e habilidade de operadores da forma mais eficiente de operação; à regulação e manutenção dos implementos e ao tipo de solo (CORDEIRO et al., 1988). A demanda direta de energia no setor agropecuário concentra-se basicamente nos requerimentos de combustível para mecanização nos processos produtivos (SOUZA & MILANEZ, 1990). Sendo que 30% do custo-hora de um trator agrícola é representado pelo gasto com combustível, que é a maior parcela de uma hora de trabalho da máquina (Gamero et al., citado por CORDEIRO et al., 1988b). Segundo Steinkampf, citado por SOUZA & MILANEZ (1990), no máximo 20% da

energia do combustível gasto é transformada em energia útil na utilização do trator para tração. Essa redução de rendimento é consequência de perdas no motor, na transmissão, na interação pneu-solo e do consumo de energia para o acionamento dos órgãos auxiliares. Eles ainda afirmam que existem duas possibilidades para reduzir o consumo de combustível nos tratores: aumentando a eficiência da utilização da energia do combustível, ou reduzindo a necessidade de energia útil para aquela operação.

Um dos fatores que influi tanto no desempenho operacional como no consumo de combustível é a patinação dos rodados. Segundo Atares & Blanca, citados por SALVADOR et al. (1993), a patinação das rodas motrizes deve ser considerada nas operações de campo, pois reduz a vida útil dos pneumáticos e dos mecanismos de transmissão, elevando o custo por unidade de área trabalhada e aumenta a compactação do solo. Segundo MIALHE (1980), a patinação acontece quando o torque aplicado pelos rodados ao solo ultrapassa sua resistência, fazendo com que o solo se rompa e as rodas patinem.

Segundo HILBERT et al. (1991), para diminuir a patinação deve-se reduzir a força de tração, aumentar a velocidade e trabalhar de maneira mais apropriada para tratores de pneus, ou seja, deve-se utilizar cargas leves e velocidades altas, desde que o implemento permita. Para SILVEIRA (1987), a patinação nunca pode ser eliminada totalmente, sendo aceitável para tratores de pneus até 15% e até 7% para tratores de esteiras. Diversos autores afirmam que, para tratores de pneus em solos agrícolas, o patinação ótimo para se obter a máxima eficiência de tração se situa entre 10 - 15% (BUCKINGHAM, 1976; ORTIZ-CAÑAVATE & HERNANZ, 1989; ASAE, 1994).

Quanto a atuação do diferencial, ele permite que cada roda motriz possa girar independente da outra. Quando encontram resistências diferentes, a roda com menor resistência gira mais rápido, ambas transmitem o devido torque, mas a velocidades diferentes. A desvantagem do diferencial é quando a resistência encontrada por uma das rodas é muito pequena em relação a outra, especialmente quando o trator trafega em linha reta. Por exemplo, se uma roda trafega em terreno solto e a outra em terreno firme, o diferencial favorece a patinagem de um pneu em relação ao outro prejudicando a marcha normal do trator. Se uma roda para, é duplicada a velocidade da. Como o torque nas planetárias deve ser o mesmo, ele será limitado pela roda que tiver menor aderência. Por isso, nenhuma das rodas pode exercer mais torque do que aquela com pior tração. (BARGER et al., 1963; BUCKINGHAN, 1976; ORTIZ-CAÑAVATE & HERNANZ, 1989).

Para eliminar a atuação do diferencial se pode bloqueá-lo quando necessário. O bloqueio do diferencial tem o objetivo de melhorar a tração, possibilitando aplicar o maior torque possível à roda que dispuser de melhor tração. Quando se usa o bloqueio do diferencial é impedido o movimento relativo entre planetárias e satélites, ele obriga as duas rodas a girar com a mesma velocidade e a potência vai para a que tem melhor tração. As semi-árvores se comportam como se fossem uma só árvore de transmissão, e no caso de uma curva haverá torção e possível dano no sistema. Por isto só se deve usar o bloqueio na reta e em emergências para evitar a patinagem daquela roda (BARGER et al., 1963; BUCKINGHAN, 1976; MIALHE, 1980).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do Experimento

Os trabalhos foram realizados em agosto de 1997, na Fazenda São João LTDA, situada no município de Mossoró-RN, aproximadamente a 10 km do campus da Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM. Na classificação Thorntwaite, o clima do local do experimento enquadra-se no tipo Dd'Aa, ou seja semi-árido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano (CARMO FILHO et al., 1987). O solo da área experimental pertence a unidade de Mapeamento Ce₄ (Brasil, 1968) e é classificado como CAMBISOL EUTRÓFICO com A fraco textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário. Pelo sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 1997), pode ser classificado como CAMBISSOLO Ta com alta saturação por bases crômicos vérticos. O solo havia sido preparado com grade aradora e se apresentava com torrões grandes.

No Quadro 1 estão apresentadas algumas características físicas do solo onde foi desenvolvido o experimento. As amostras foram tomadas por ocasião da instalação do experimento.

QUADRO 1 - Algumas Características Físicas do Cambissolo Eutrófico, Textura Argilosa da Fazenda São João LTDA, Mossoró-RN.

Profundidade	Densidade aparente (Mg/m ³)	Análise granulométrica				Umidade atual
		Areia fina	Areia grossa	Silte	Argila	
----- (cm) -----		----- (%) -----				(%) volume
0 - 20 cm	1,39	18,50	33,50	12,75	35,25	8,42
20 - 40 cm	1,42	20,25	31,25	14,00	34,50	11,60
40 - 60 cm	1,38	15,50	30,50	12,25	41,75	12,56

2.2. Caracterização do Trator e Implementos

O trator usado no trabalho foi um MASSEY FERGUSON 290, com tração traseira, potência no motor de 62,5 Kw (85 cv), e peso total de 3.930 kg, com lastros metálicos dianteiros e nas rodas traseiras, além de 75% do volume dos pneus traseiros com água. Os pneus dianteiros eram do tipo 7.50 - 18. Os pneus traseiros eram 18.4 - 34, com um pequeno desgaste em relação a um pneu novo, da marca FIRESTONE SUPER ALL TRACTION 23°.

O trator tracionou um subsolador com duas hastes retas e ponteiros retangulares com ponta afilada e largura de 7,5 cm. A largura de corte do subsolador era de 1,14m. A profundidade de subsolagem foi em média de 45 cm.

2.3. Tratamentos

Os tratamentos constaram da operação do trator tracionando um subsolador, com variações na marcha do trator, na rotação do motor, na pressão interna dos pneus traseiros, e o uso ou não do bloqueio do diferencial. As marchas usadas foram a 2ª e a 3ª, as

foram 163 kPa (24 lbf/pol²) e 110 kPa (16 lbf/pol²), e as rotações foram 1.700 rpm e 2.000 rpm.

Os tratamentos foram assim identificados:

T₁ = 2^a marcha, 2.000 rpm, pressão de 163 kPa (24 lbf/pol²), sem bloqueio do diferencial;

T₂ = 3^a marcha, 1.700 rpm, pressão de 163 kPa (24 lbf/pol²), sem bloqueio do diferencial;

T₃ = 3^a marcha, 1.700 rpm, pressão de 163 kPa (24 lbf/pol²), com bloqueio do diferencial;

T₄ = 3^a marcha, 1.700 rpm, pressão de 110 kPa (16 lbf/pol²), sem bloqueio do diferencial;

T₅ = 3^a marcha, 1.700 rpm, pressão de 110 kPa (16 lbf/pol²), com bloqueio do diferencial;

2.4. Tamanho da Parcela

Foi considerada como parcela útil uma ida e uma volta do trator, num total de 400 metros de comprimento por 2,28 m de largura (2 passadas do implemento).

2.5. Determinações Realizadas

1. Cronometragem do tempo num percurso de 50 metros (em segundos).
2. Cronometragem do tempo total de subsolagem nas diferentes parcelas (em minutos).

3. Determinação do consumo de óleo diesel, reabastecendo o trator após cada tratamento, usando uma proveta graduada.

4. Patinagem das rodas motrizes do trator.

2.6. Parâmetros Calculados

1. Transformação do tempo total de minutos para horas.

2. Cálculo da velocidade média de operação através da fórmula:

$$V = 3,6 \times 50/t$$

Onde: V = velocidade (km/h)

t = tempo em segundos

3,6 = fator de conversão

50 = distância medida para calcular a velocidade (m).

3. Cálculo do consumo horário de combustível, através da fórmula:

$$CHO = CP/T$$

Onde: CHO = consumo de combustível (L/h)

CP = consumo na parcela (L)

T = tempo total (h)

4. Capacidade operacional teórica, calculada pela fórmula adaptada de SOUZA & FERREIRA (1992).

$$CT = 1,14 \times V/10$$

Onde: CT = capacidade operacional teórica (ha/h)

V = velocidade (km/h)

1,14 = largura do corte (m)

5. Consumo por hectare, calculada pela fórmula de SOUZA & FERREIRA (1992)

$$CHA = CHO/CT$$

Onde: CHA = consumo por hectare em (L/ha)

CHO = consumo horário (L/h)

CT = capacidade operacional teórica (ha/h)

6. Patinagem:

Foi determinada da seguinte maneira:

Em uma pista plana e solo compactado, foram contadas o número de voltas e décimos da roda matriz para percorrer 50 metros (N_0 = número de voltas com o trator sem carga). Durante a subsolagem foi medido o número de voltas e décimos da roda matriz para percorrer 50 metros (N_1 = número de voltas com o trator com carga).

A patinagem (PAT) em percentagem foi calculada através da seguinte fórmula:

$$PAT = [1 - (N_0/N_1)] \times 100$$

2.7. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com 4 repetições.

A análise estatística foi feita através da análise da variância e teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (GOMES, 1982).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância dos dados obtidos e a comparação de médias, pelo teste de Tuckey, dos parâmetros estudados estão apresentadas no apêndice (Quadros 1A e 2A).

3.1. Velocidade Operacional

Através da Figura 1, se verifica que mesmo não diferindo estatisticamente dos tratamentos 2, 3 e 4 o tratamento 5 obteve a maior velocidade operacional. O tratamento 1 foi estatisticamente o que apresentou a menor velocidade operacional. Fica claro que o uso de marcha mais alta aumentou a velocidade operacional (53%). Isto era esperado, pois a menor velocidade da 2ª marcha é característica de projeto do trator. Neste sentido, SOUZA (1989), afirma que é mais vantajoso um trator operar com relações de marchas e rotações mais adequadas para operar em velocidades mais altas do que é costumeiro.

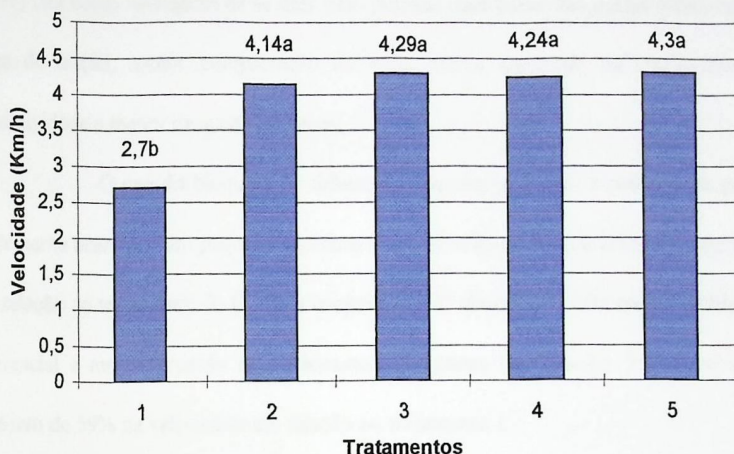


FIGURA 1: Velocidade de Deslocamento de um Trator com Tração Traseira com Pneu em Bom Estado na Subsolação de um Cambissolo em Mossoró-RN. Valores seguidos de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando o tratamento 2 com o 3, ambos com pressão nos pneus de 163 kPa (24 lbf/pol²), observou-se pequena tendência de maior velocidade com o uso do bloqueio do diferencial (3,9%). Para os tratamentos 4 e 5, com pressão de 110 kPa (16 lbf/pol²), o efeito do uso do bloqueio foi ainda menor (1,5%). Portanto não se pode afirmar que o uso do bloqueio do diferencial foi vantajoso com relação à velocidade do trator.

Quanto à pressão de enchimento dos pneus motrizes, o tratamento 2, que usou pressão de 163 kPa (24 lbf/pol²), mostrou uma pequena desvantagem na velocidade operacional, 2,7% menor em relação ao tratamento 4, no qual o trator operou com uma

pressão de enchimento dos pneus de 110 kPa (16 lbf/pol²). Mas entre os tratamentos 3 e 5 o uso do bloqueio do diferencial anulou a possível vantagem da redução na pressão. WILEY (1995) cita como vantagens de se usar uma pressão mais baixa nos pneus motrizes, a maior força de tração, menor compactação do solo, menor consumo de combustível, maior produtividade e menor desgaste de pneus.

O uso do bloqueio do diferencial em conjunto com a redução na pressão de enchimento acarretou um pequeno aumento (4%) na velocidade operacional do tratamento 5 em relação ao tratamento 2. O efeito conjunto da 3ª marcha a 1.700 rpm com bloqueio do diferencial e menor pressão de enchimento dos pneus (tratamento 5) proporcionou um aumento de 59% na velocidade em relação ao tratamento 1.

3.2. Patinagem

Os resultados da patinagem estão apresentados na figura 2. Mesmo não havendo estatisticamente diferenças entre os tratamentos, observou-se tendência a maior patinagem dos rodados no tratamento 2. O menor percentual de patinagem ocorreu no tratamento 1, que foi 26% menor do que o tratamento 2. Isto se deve ao fato da 2ª marcha ter, como característica de projeto, mais força de tração.

O uso do bloqueio do diferencial no tratamento 3 possibilitou uma redução na patinagem de 11% em relação ao tratamento 2. Tracionar com o bloqueio do diferencial acionado, distribuir adequadamente os pesos sobre os eixos do trator e operar sempre no regime de máximo rendimento de tração, através da escolha de marcha e rotação adequadas, são recomendações de HILBERT et. al. (1991); HUNT (1970) e SOUZA & MILANEZ

(1990), para se minimizar as perdas no sistema de tração. Já entre os tratamentos 4 e 5 ocorreu o inverso, o bloqueio do diferencial acionado causou uma perda de força no trator, quando a pressão dos pneus foi diminuída, e um aumento na patinação de 12%. Isso permite inferir que o uso do bloqueio do diferencial nem sempre é justificável. O que concorda com MIALHE (1980), que afirma sobre a utilização do bloqueio do diferencial ser necessária quando se notar que a patinação relativa entre as rodas matrizes é tal que impede o deslocamento normal do trator.

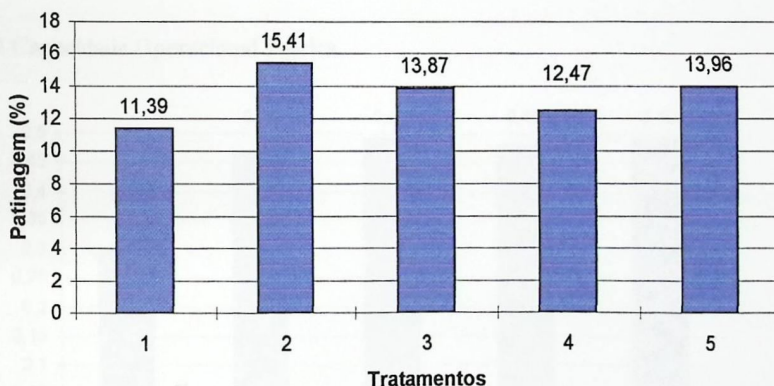


FIGURA 2: Patinação das Rodas Matrizes de um Trator com Tração Traseira Operando com Pneus em Bom Estado na Subsolação de um Cambissolo em Mossoró-RN.

Analisando efeito da pressão de enchimento dos pneus matrizes nota-se que a redução na pressão possibilitou uma patinação 19% menor no tratamento 4 em relação ao

2. HUNT (1970) atribui este efeito a maior área de contato pneu-solo, conseguida pelo uso de pressões menores do que as usuais. Mas, a menor pressão nos pneus em conjunto com o bloqueio do tratamento 5 diminuiu a patinação em apenas 10% em relação ao tratamento 2. Comparando com o tratamento 1 verificou-se que apesar de no tratamento 5 o trator operar com o bloqueio do diferencial acionado, com pressão de enchimento de 110 kPa (16 lbf/pol²), a patinação foi 23% maior do que o encontrado no tratamento 1, devido a característica de maior força da 2ª marcha. BUCKINGHAM. (1976), adverte que não se deve tentar eliminar toda patinação. Um pouco de patinação atua como proteção para o motor e para o sistema de transmissão, suavizando o impacto das sobrecargas.

3.3 Capacidade Operacional Teórica

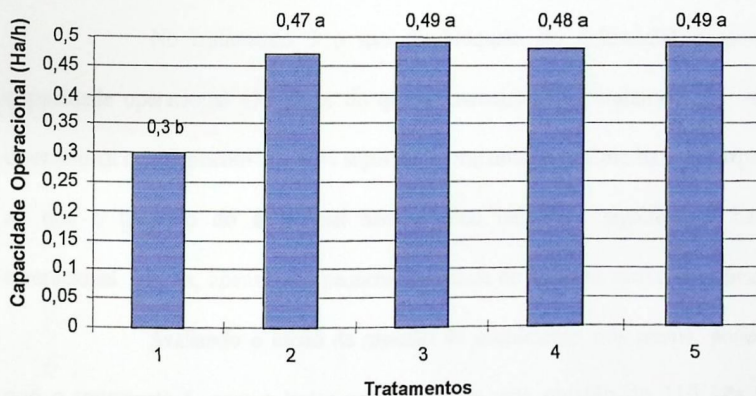


FIGURA 3: Capacidade Operacional Teórica de um Trator com Tração Traseira Operando com Pneus em Bom Estado na Subsolação de um Cambissolo em Mossoró-RN. Valores seguidos de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esta variável é influenciada diretamente pela velocidade e pela patinagem dos rodados. Como apresentado na Figura 3, o menor desempenho ocorreu no tratamento 1 que apesar de apresentar menor patinagem, tem como característica a velocidade baixa e a força da 2ª marcha. A maior capacidade operacional ocorreu nos tratamentos 3 e 5 que estatisticamente não diferiram dos tratamentos 2 e 4. LANÇAS et. al. (1988), em um teste com subsolador, observaram que as velocidades mais altas apresentaram capacidades operacionais mais altas do que nas mais baixas. O tratamento 2 obteve uma capacidade operacional 57% maior que o tratamento 1. Segundo SOUZA & FERREIRA (1992), a adequação do trator ao implemento e a combinação adequada de marchas e regimes de rotação, proporcionam um melhor desempenho operacional e a redução dos custos operacionais.

No tratamento 3 o uso do bloqueio do diferencial proporcionou uma capacidade operacional 4% maior do que o encontrado no tratamento 2. A capacidade operacional no tratamento 5 foi 2% superior ao tratamento 4. Com base no exposto verifica-se que o bloqueio do diferencial não exerceu influência significativa na capacidade operacional. Ou seja, apenas uma pequena tendência de melhora com a sua utilização.

Avaliando o efeito da pressão de enchimento nos pneus, pode-se observar que o tratamento 4, com o trator operando com uma pressão de 110 kPa (16 lbf/pol²) conseguiu apenas 2% de aumento na capacidade operacional em comparação com o tratamento 2. Por outro lado entre os tratamentos 3 e 5 o efeito de redução na pressão de inflação dos pneus, não mostrou diferenças nos desempenhos. De acordo com os dados fica evidenciado que o uso de pressões mais baixas não contribuiu para um melhor desempenho

operacional do trator. No tratamento 5 o uso da pressão de 110 kPa (16 lbf/pol²) e do bloqueio do diferencial só resultou em 4% de aumento no desempenho operacional em relação ao tratamento 2. Comparando o tratamento 1 com 5, o efeito conjunto de se operar, com uma marcha alta e rotação baixa, com uma pressão de inflação baixa e com o bloqueio do diferencial acionado proporcionou capacidade operacional 63% maior do que o tratamento 1. No entanto percebe-se que essa diferença na capacidade operacional teve como causa principal o aumento na marcha de trabalho, pois com uma marcha mais alta consegue-se aumentar a velocidade operacional do trator, e consequentemente obter um melhor desempenho operacional da máquina.

3.4. Consumo Horário

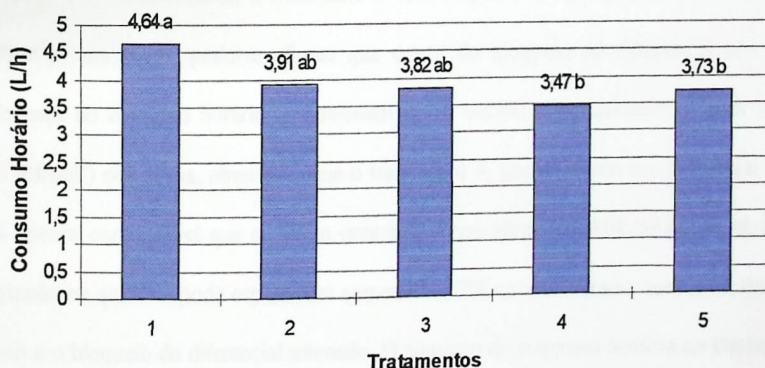


FIGURA 4: Consumo Horário de Combustível de um Trator com Tração Traseira Operando com Pneus em Bom Estado na Subsolação de um Cambissolo em Mossoró-RN. Valores seguidos de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Através da Figura 4, se verifica que mesmo não diferindo estatisticamente dos tratamentos 2, 3 e 5, o maior consumo horário ocorreu no tratamento 1. O tratamento 4 foi o que apresentou menor consumo de óleo diesel por hora, e também não diferiu dos tratamentos 2, 3 e 5. O uso de rotação alta e marcha reduzida no tratamento 1 causou um aumento de 18,7% no consumo horário em relação ao tratamento 2, onde se usou marcha alta e rotação reduzida. Isto concorda com Hetz citado por CORDEIRO et al. (1988a), que concluiu que o uso de uma marcha mais adequada e cargas abaixo de 65% da potência do trator, pode gerar uma economia de 15 a 30% no consumo de combustível, e melhorar a eficiência de combustível em 20%. Segundo Koelsch (1979) e Shelton et al. (1977), citados por CORDEIRO et al. (1988b), é possível aumentar a velocidade de operação usando marchas mais altas e reduzindo a rotação do motor a 80% da máxima, e ainda conseguir uma economia de 15 a 30% no consumo de combustível.

Comparando o tratamento 3 com o 2, ambos com pressão de 163 kPa (24 lbf/pol²) nos pneus, pode-se afirmar que o uso do bloqueio do diferencial não causou diferença no consumo horário de combustível. No entanto, nos tratamentos com 110 kPa (16 lbf/pol²) nos pneus, observa-se que o tratamento 4, sem bloqueio do diferencial, gastou 7% menos combustível que o 5. Isto contraria o que afirmaram HILBERT et. al. (1991), segundo os quais se pode esperar um aumento de 7% com um arado com roda dentro do sulco e o bloqueio do diferencial acionado. O aumento do consumo horário no tratamento 5 indica que o trator perdeu força devido ao uso do bloqueio.

A pressão de enchimento dos pneus de 163 kPa (24 lbf/pol²) causou um aumento no consumo horário de 12% do tratamento 2 em relação ao tratamento 4. Isto

concorda com Charles (1984), citado por LANÇAS et. al.(1996), que obteve aumento na eficiência tratória de 77,5% para 82% em solo coberto com alfafa e de 68% para 75% em solo preparado, quando a pressão de inflação dos pneus variou de 190 kPa para 88 kPa. Todavia, comparando os tratamentos 3 e 5, observa-se que o efeito da redução na pressão de enchimento dos pneus foi prejudicada pela utilização do bloqueio do diferencial. A diferença encontrada no consumo horário entre os tratamentos 2 e 5 (5%), mostra que o uso da pressão de enchimento baixa em conjunto com o bloqueio do diferencial teve efeito pequeno sobre o consumo horário de combustível.

Avaliando as vantagens de se colocar o trator para operar com o bloqueio do diferencial acionado em conjunto com pressão baixa, marcha mais alta e rotação baixa, percebe-se uma economia no consumo horário de 20% no tratamento 5 em relação ao tratamento 1, quase totalmente devida ao efeito da marcha e rotação. Neste sentido SOUZA (1989), constatou substancial economia de combustível, somente mudando a maneira de operar o trator, usando marchas mais altas e rotações mais baixas.

3.5. Consumo por Hectare

Para consumo por hectare, os dados mostra tendência semelhante aos dados de consumo horário. Verifica-se que o tratamento 1 foi o que apresentou o maior consumo de óleo diesel por hectare, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. No tratamento 2 o uso da 3ª marcha e 1700 rpm, proporcionou um consumo por hectare 46% menor que o tratamento 1, que como já foi mencionado operou na 2ª marcha. Isto confirma as observações de SANTOS & LANÇAS (1993), que de um modo geral as marchas mais altas

proporcionaram uma maior eficiência na subsolagem. Isso pode ser melhor evidenciado pelos dados de consumo de combustível por área trabalhada e a capacidade de campo teórica obtiveram pequena tendência de melhores valores para 3ª marcha. As figura 4 e 5 mostram que o menor consumo ocorreu no tratamento 4, e o mesmo, por sua vez, estatisticamente não diferiu dos tratamento 2, 3 e 5. No tratamento 3 o uso do bloqueio do diferencial proporcionou um consumo por hectare de apenas 6% inferior ao tratamento 2, não sendo estatisticamente significativo. Porém uma análise econômica do experimento pode indicar a superioridade ou não deste tratamento em relação ao tratamento 3. Segundo ORTIZ-CAÑAVATE & HERNANZ(1989), o uso do bloqueio do diferencial é muito importante quando o trator traciona inclinado, como no caso da aração. Já entre os tratamentos 4 e 5 ocorreu o inverso, no tratamento 5 usando bloqueio do diferencial o consumo por hectare foi 4% superior ao tratamento 4. Com base nos resultados acima obtidos, observa-se que o uso do bloqueio do diferencial aumentou os custos com combustível quando se usou a pressão baixa nos pneus.

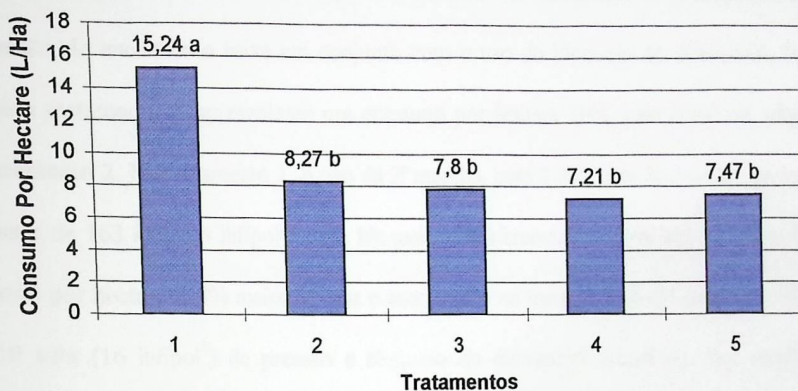


FIGURA 5: Consumo de Combustível por Hectare de um Trator com Tração Traseira Operando com Pneus em Bom Estado na Subsolagem de um Cambissolo em Mossoró-RN. Valores seguidos de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Geralmente o desempenho do pneu do trator agrícola está relacionado diretamente com sua pressão de enchimento. O uso da menor pressão de enchimento no tratamento 4 causou uma diminuição de 13% no consumo por hectare em relação ao tratamento 2. Apesar da semelhança estatística entre os tratamentos, observa-se que uma redução em 13% no consumo de combustível, pode se constituir num fator atrativo do ponto de vista econômico, quando grandes áreas são trabalhadas. BARGER et. al. (1963), afirmaram que nas condições normais de trabalho no campo a tração pode ser aumentada pela diminuição da pressão dos pneus, e quando o trator consegue melhorar a tração, há uma significativa redução nos custos da operação. Comparando os tratamentos 3 e 5 foi

observado que o uso do bloqueio do diferencial teve uma influência negativa sobre o efeito da redução na pressão de enchimento, pois no tratamento 5 só se obteve um consumo de óleo diesel por hectare 4% menor que o encontrado no tratamento 3. A utilização de uma pressão de enchimento baixa em conjunto com o uso do bloqueio do diferencial, fez com que o tratamento 5, apresentasse um consumo por hectare 10% mais baixo em relação ao tratamento 2. No tratamento 1, o uso da 2ª marcha, com 2.000 rpm de rotação, pressão nos pneus de 163 kPa (24 lbf/pol²) sem bloqueio do diferencial resultou um consumo de óleo diesel por hectare 104% maior do que o encontrado no tratamento 5 (3ª marcha, 1.700 rpm, 110 kPa (16 lbf/pol²) de pressão e bloqueio do diferencial acionado). Isto confirma as observações de SOUZA & FERREIRA (1992), que expressivo número de tratores nas lavouras brasileiras são operados em níveis de potência nominal, com altas rotações e marchas reduzidas, trazendo como consequência o elevado consumo de combustível.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir, que nas condições dos tratamentos empregados e das inferências obtidas:

- a) para todos os parâmetros medidos o uso da 3ª marcha e 1700 rpm de rotação no motor foi superior à 2ª marcha e 2000 rpm;
- b) a redução na pressão dos pneus de 163 kPa (24 lbf/pol²) para 110 kPa (16 lbf/pol²) evidenciou uma melhora no desempenho do trator;
- c) não foi detectado efeito positivo do uso do bloqueio do diferencial sobre o desempenho do trator;

5. RESUMO

Geralmente, um expressivo número de tratores nas lavouras brasileiras são operados em níveis de potência nominal, com altas rotações e marchas reduzidas, em vez de trabalhar entre a rotação de torque máximo e a de potência máxima. Por isto procurou-se avaliar algumas providências simples para melhoria do desempenho de um trator agrícola com tração traseira, utilizando pneus em bom estado, na operação de subsolagem. O experimento foi conduzido na Fazenda São João LTDA, em Mossoró-RN, num Cambissolo eutrófico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com 4 repetições. A análise estatística foi feita através da análise de variância e teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para todos os parâmetros avaliados observou-se que o uso da 3ª marcha e 1.700 rpm de rotação no motor foi superior a 2ª marcha e 2.000 rpm, e que a redução na pressão de inflação dos pneus de 163 kPa (24 lbf/pol²) para 110 kPa (16 lbf/pol²) evidenciou um melhor desempenho do trator. O uso do bloqueio do diferencial não demonstrou efeito positivo sobre o desempenho do trator.

6. LITERATURA CITADA

ASAE. American Society of Agricultural Engineers. **ASAE Standards**, 1994. St. Joseph, M.I., 1984. 819p.

BARGER, E.L.; LILJEDAHN, J.B.; CARLETON, W.M.; McKIBBEN, E.G. **Tratores e seus motores**. São Paulo, Edgar Blücher, 1963. 398p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Mapa exploratório - reconhecimento de solos**: Estado do Rio Grande do Norte. Recife, SUDENE, 1968 (Mapa Col. 94x80cm, EAC 1:500.000).

BUCKINGHAN, F. **Fundamentals of machine operation: Tillage**. Moline. IL, Deere e Company Service publications, 1976. 368p.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; AMORIM, A. P. **Dados Meteorológicos (Janeiro de 1898 a Dezembro de 1986)**. Mossoró: ESAM/FGD, 1987. 325 p. Coleção Mossoroense. Série C.341

CORDEIRO, M.A.F.; SOUZA, A.P.; BENEZ, S.H. Consumo de combustível em tratores agrícolas tracionando carretas e roçadeiras montadas (2). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 17., 1988 Iperó. **Anais....** Iperó: SBEA/CENEA, 1988, p. 328-337.

CORDEIRO, M.A.F.; BENEZ, S.H.; SOUZA, A.P. Consumo de combustível em tratores agrícolas trabalhando com arado de discos em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17., 1988, Iperó. **Anais....** Iperó: SBEA/CENEA, 1988b. p. 350-361.

EMBRAPA. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. 169p.

HILBERT, J.A.; BALBUENA, R.C.; CLAVERIE, J. Performance de um tractor com traccion delantera assistida operando dentro e fuera del surco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina. **Anais....** Londrina: SBEA/IAPAR, 1991. p. 1287 - 1303.

HUNT, D. **Farm power and machinery managment**. 5. Ed. Ames: Iowa State University Press, 1970. 292p.

LANÇAS, K.P. et al. Subsolador: Comparação entre os desempenhos de hastes equipadas com ponteiras comuns e aladas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17., 1988, Iperó. **Anais....** Iperó: SBEA/CENEA. 1988, p. 167-175.

LANÇAS, K.P., UPADHYAYA, S.K.; RIPOLI, T.C. Efeito da pressão de inflação de pneus radiais no desempenho de tratores agrícolas e na compactação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1996, Bauru. *Anais....* Bauru: SBEA/UNESP, 1996, p. 11. (CD - ROM).

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

MIALHE, L.G. **Máquinas motores na agricultura**. São Paulo, USP, 1980. v.2.

ORTIZ-CAÑAVATE, J.; HERNANZ, J.L. **Tecnica de la mecanizacion agraria**. Madrid, Mundiprensa, 1989. 641p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 10ª edição. São Paulo, NOBEL, 1982. 430 P.

SALVADOR, N.; BENEZ, S.H.; BICUDO S.J. Preparo Periódico do solo I: Desempenho operacional e mobilização do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. *Anais....* Ilhéus: SBEA/CEPLAC. 1993 p. 1710 - 1720.

SANTOS, F.A.G. dos; LANÇAS, K.P. Influência da interação velocidade de deslocamento e teor de água no solo. **Energia na agricultura**. v. 8, n. 4, p. 11. 1993.

SCHLOSSER, J.F. et al. Equalização da patinagem provocada pela diferenciação de lastros no trabalho do trator em aração a duas velocidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1992. *Anais....* Santa Maria: ABEA/UFSM, 1992, p. 1535 - 1546.

SILVEIRA, G.M. **Os Cuidados com o trator**. Rio de Janeiro, Globo, 1987. 245p.

SOUZA, L.F.C. de. Trator agrícola: Outra proposta de uso. **Maquinaria agrícola**. IPT - NSI. v. 4, n. 3, p.2. 1989.

SOUZA, E.G.; MILANEZ, L.F. Conservação da energia no uso de tratores na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 19., 1990, Piracicaba. **Anais....** Piracicaba: SBEA/ESALQ, 1990. p. 712 - 726.

SOUZA, L.F.C. de.; FERREIRA, O. O. Desempenho comparativo de dois tratores em dois regimes de lavração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA , 21., 1992, Santa Maria. **Anais....** Santa Maria: SBEA/UFSM. 1992. p. 1752 - 1763.

WILEY, J.C. Down to earth breakthrough. **Resource**, 2 (9): 9 - 12. 1995.

7. APÊNDICE

QUADRO 1A - Dados da Análise de Variância dos Parâmetros Estudados no Experimento.

Causas da variação	G.L.	Quadrado Médio				
		VEL	PAT	COT	CHO	CHA
Blocos	3	0,0075 ^{ns}	2,037 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,86 ^{ns}
Tratamentos	4	1,93 **	9,467 ^{ns}	0,257 **	0,76 *	46,25 **
Resíduo	12	0,00021	3,9164	0,00021	0,20	1,14
C.V.	-	3,25	16,30	3,23	11,54	11,63
Total	19	-	-	-	-	-

*significativo pelo teste F a 5%; ** significativo pelo teste F a 1%;

^{ns} não significativo

VEL = velocidade; PAT = patinagem; COT = capacidade operacional teórica;

CHO = consumo horário de combustível e CHA = consumo de combustível por hectare.

QUADRO 2A - Comparação de Médias dos Parâmetros Estudados no Experimento de Subsolagem com um Trator 4x2 em um Cambissolo em Mossoró-RN

Tratamentos	Velocidade (km/h)	Patinagem (%)	Capacidade Operacional (ha/h)	Consumo Horário (l/h)	Consumo Hectare (l/ha)
1	2,70 b	11,39	0,30 b	4,64 a	15,24 a
2	4,14 a	15,41	0,47 a	3,91 ab	8,27 b
3	4,29 a	13,87	0,49 a	3,82 ab	7,80 b
4	4,24 a	12,47	0,48 a	3,47 b	7,21 b
5	4,30 a	13,96	0,49 a	3,73 b	7,47 b

Os valores seguidos das mesmas letras, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

UFERSA SIGAA - BIBLIOTECAS



SIGAA

2010075979