

DESEMPENHO COMPARATIVO DE TRATORES COM E SEM TRACÇÃO DIANTEIRA
AUXILIAR DURANTE A ESCARIFICAÇÃO DO SOLO

Performance Comparison of Tractors With and Without Front Wheel
Assist Drive During the Chiseling Operation

Carlos Fontana*, Arno Udo Dallmeyer**, Jovelino
Pozzera*** e Augusto Weiss****

RESUMO

O desempenho de tratores com e sem tração dianteira auxiliar foi determinado em condições de campo. Os resultados mostram o efeito da tração dianteira auxiliar, com e sem lastro dianteiro, na velocidade de deslocamento, patinagem, consumo de combustível e capacidade operacional efetiva. O uso da tração dianteira auxiliar causou: um aumento de 8,77% na velocidade de deslocamento, uma redução (de 16,86% para 10,33%) na patinagem, um aumento de 5,76% na capacidade operacional efetiva da máquina e não mudou o consumo de combustível (l/ha).

UNITERMOS: tração dianteira auxiliar, escarificação do solo, desempenho de tratores.

SUMMARY

The performance of tractors with and without front wheel assist drive was determined at field conditions. The results show the effect of the front wheel assist drive, with and without front ballast, on field speed, wheel slippage, fuel consumption and machine effective field capacity. The use of the front wheel assist drive caused: an increase of 8.77% in the field speed, a reduction (from 16.86% to 10.33%) in the wheel slippage, an increase of 5.76% in the machine effective field capacity and no change in the fuel consumption (l/ha).

KEY WORDS: front wheel assist drive, soil chiseling, tractor performance.

* Professor Adjunto, PhD. Bolsista do CNPq. Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 97.119 - Santa Maria, RS.

** Professor Assistente, MS. Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

*** Professor Adjunto, Esp. Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

**** Professor Assistente, Centro Agro-Veterinário. Lages, SC.

INTRODUÇÃO

Os tratores equipados com tração dianteira auxiliar (TDA) são basicamente tratores convencionais, apenas com tração no rodado dianteiro. As rodas dianteiras são de menor diâmetro que as traseiras e ainda usadas para o controle da direção. A potência pode ser transmitida para as rodas dianteiras por via mecânica ou hidráulica. Os tratores disponíveis no mercado brasileiro possuem transmissão mecânica. Além da lacuna existente quanto à disponibilidade de bons implementos para estes tratores, normalmente com potência acima de 80 kW, existem ainda dúvidas por parte dos técnicos e agricultores quanto ao desempenho comparativo da tração dianteira auxiliar em condições reais de trabalho.

Apesar de datarem da década de 1920 os primeiros tratores com TDA, foi na década de 1940 que estes tiveram incremento, especialmente na Europa (ANÔNIMO, 2). As primeiras tentativas de produção de tratores com TDA no Brasil datam do final da década de 1960; no entanto, o crescimento da demanda deu-se a partir de 1982, com a incorporação deste tipo de trator nas linhas de produção das grandes indústrias.

A população estimada de tratores com TDA é de 10% nos Estados Unidos (ANÔNIMO, 1) e 75 a 80% da frota na Europa. No Brasil, segundo dados de fabricantes, estima-se que 11% da frota existente esteja equipada com TDA, incluídas as adaptações. A tendência, porém, é que este percentual aumente, especialmente em se considerando o lançamento de novos modelos de tratores com TDA na faixa de 60 a 80 kW.

São relatadas como vantagens dos tratores com TDA: aumento da força de tração, maior durabilidade dos pneus, menor patinagem, menor consumo operativo (por unidade de área), maior capacidade operacional, melhor flutuação (notável em terrenos com baixa capacidade de suporte), menor resistência ao rolamento. Como pontos de desvantagens são apontados: economicidade (maior custo inicial), operacionalidade (notadamente maior raio de giro), trafegabilidade dificultada e maior necessidade (e custo) de manutenção.

O presente trabalho teve por objetivo determinar e analisar o efeito de tração auxiliar, lastro dianteiro e velocidade de deslocamento no índice de patinagem, consumo de combustível e capacidade operacional.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

OSBORNE (6), ensaiando um trator convencional e outro com tração em quatro rodas, verificou que em condições de solo seco e firme há pouca diferença entre os dois modelos, mas que pode ocorrer um incremento de capacidade operacional em até 33% quando operando em solo macio, como a condição após a cultura de beterraba, com o trator de tração em quatro rodas. O autor aponta também um maior coeficiente de tração (relação potência na barra de tração/potência no motor) e menor resistência ao rolamento no trator de tração em quatro rodas.

No trabalho de SOUTHWELL (7), que ensaiou seis diferentes arranjos de tração, desde o trator convencional ao tandem, ficou clara a vantagem do trator com TDA sobre o convencional, evidentemente menor que sistemas mais complexos, com tração em quatro rodas integral ou tandem. O trator com TDA acionada teve um desempenho de 125% com relação ao mesmo modelo com a TDA desligada. O trator com TDA acionada teve força de tração máxima (média de três condições de solo: resteva de alfafa e franco-argiloso, franco-argiloso preparado e franco-arenoso preparado) 162% maior que o trator convencional e 37% maior que o trator com TDA desligada, operando com pneus sem lastro. Ao lastrar os pneus com líquido, o trator com TDA teve força de tração 61% maior que o convencional e 63% maior que o com TDA desligada.

DOMIER & WILLANS (5) assinalaram que a eficiência máxima de tração ocorreu normalmente a baixos valores de patinagem. Em simulação os autores encontravam a eficiência máxima de tração para índices de patinagem de 12 a 18%, a campo, recomendando o dimensionamento do equipamento (arado de cinzel, no caso) para a velocidade da operação e não a adaptação da velocidade do trator ao equipamento. BASHFORD & VON BARGEN (3) fizeram uma análise econômica da operação a campo de um trator convencional (4 x 2) e um com TDA, em uma situação de propriedade para produção de grãos. A comparação foi feita calcada no aumento dos custos fixos para o trator com TDA, contra o aumento de tempo de operação para o trator convencional. Os autores concluíram que o trator com TDA não ofereceu vantagem econômica quando operado sob condições de campo de normais a boas. Ressaltaram, porém, que sob condições de superfície ruim ou para outros usos na fazenda (transporte, por exemplo) pode haver situação mais favorável.

BASHFORD et alii (4) testaram um trator com TDA ligada ou desligada em pista de concreto e em solo lavrado, franco-argiloso, variando a relação de velocidade rodado dianteiro/traseiro, distribuição de

lastros e velocidade de deslocamento. Concluíram que a força de tração aumenta quando aumenta a relação de velocidade rodado dianteiro/traseiro ou quando os lastros são deslocados para o eixo dianteiro. Foi encontrado que a melhor relação de velocidade do rodado soma 1,01 a 1,05. As melhores eficiências de tração foram encontradas para distribuição de pesos de 40 a 45% do total de peso estático sobre o eixo dianteiro. Para operação com a TDA desligada as melhores eficiências foram encontradas com um mínimo de lastro sobre o rodado dianteiro. A eficiência de tração é mais afetada pela distribuição da carga dinâmica nos rodados quando em solos macios que no concreto. O trator com TDA ligada tem cerca de 3 a 5% mais eficiência de tração que com ela desligada, quando estiver com lastragem ótima para ambas condições. Lastrado para operação com TDA ligada, sua eficiência é 7% maior que com ela desligada, ou seja, deve haver lastragem específica para cada condição de uso (TDA ligada ou desligada).

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Os testes de desempenho comparativo de tratores com e sem tração dianteira auxiliar (TDA) foram realizados em solo da Unidade de Mapeamento Santa Maria, no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, nos dias 11, 12 e 14 de outubro de 1985.

O solo apresenta textura franco-siltosa, com teores médios de 23,3% de areia, 48,0% de silte e 28,7% de argila. O teor de umidade médio durante os testes, na camada de 0 a 30 cm, foi de 32,2%. A densidade média do solo na camada de 0 a 30 cm foi de 1,32. Na última safra o solo tinha sido cultivado com milho, o qual foi utilizado para forragem. Após a colheita do milho foi semeado azevém e permitido o pastoreio com gado até alguns dias antes da realização dos testes. Durante os testes a superfície do solo encontrava-se coberta com rebrote de azevém, de aproximadamente 5 cm e irregular devido ao pisoteio do gado e ao preparo anterior do solo (no sentido da declividade do terreno). Os primeiros 5 cm do perfil do solo apresentavam uma alta resistência à penetração (índice de cone de penetrógrafo). A resistência máxima à penetração (média de 11 amostras) foi de 10,1 kgf/cm² (CV = 37,5%) à profundidade de 2,5 cm (CV = 50%); a resistência média à penetração, medida de 0 - 24 cm, foi de 4,0 kgf/cm² (CV = 31,7%), caracterizando a compactação superficial por pisoteio.

As condições de trafegabilidade sobre o solo eram muito boas, uma vez que o mesmo estava seco e firme na superfície.

Dois tratores foram usados para os testes: um MF 296/4 com TDA e um MF 296 sem TDA. A Tabela 1 apresenta os dados técnicos dos dois tratores. Ambos possuíam lastros no rodado traseiro (líquido nos pneus e sólido nas rodas). O lastro dianteiro sólido foi usado em três testes para cada trator. A circunferência dos pneus traseiros usados nos testes era de 4,94 m e dos pneus dianteiros no trator com TDA era de 3,92 metros. Durante os testes procurou-se manter a rotação do motor em torno de 1900 rpm.

O implemento usado durante os testes foi um escarificador marca Jan, modelo Jumbo. Durante a operação em velocidade baixa (abaixo de 4,00 km/h) foram usados sete braços distanciados em 0,34 m, dando uma largura efetiva média de trabalho de 2,40 m. Durante a operação em velocidade alta (acima de 4,00 km/h) foram usados cinco braços distanciados em 0,34 m, dando uma largura efetiva média de trabalho de 1,70 metros. Os 5/7 braços foram dispostos em duas seções com 3 hastes na frente e 2 ou 4 hastes atrás. A profundidade média de operação do escarificador, mantida constante durante todos os testes, foi de 0,22 m. O peso do escarificador com cinco e sete braços é de 493 e 554 kg, respectivamente.

Métodos

A área de testes apresentava uma declividade de 3% e o preparo do solo foi feito aproximadamente em nível, perpendicular ao sentido das operações de movimentação do solo feitas para a cultura do milho na última safra.

Duas velocidades de operação foram usadas, uma chamada de baixa (abaixo de 4,00 km/h) e outra chamada de alta (acima de 4,00 km/h). As marchas usadas foram as seguintes: no trator com TDA foi usada a 3ª marcha para a velocidade baixa e 5ª marcha para a velocidade alta; no trator sem TDA foi usada a 3ª marcha para a velocidade baixa e 4ª marcha para a velocidade alta. Três amostras para a velocidade efetiva foram tomadas com o uso de cronômetro e trena, durante um percurso de 145 m.

Durante cada teste foi cronometrado o tempo total (trabalho + manobras); o tempo gasto em manobras foi obtido pela diferença entre o tempo total e tempo de trabalho. O tempo de trabalho corresponde ao tempo gasto para percorrer uma distância de aproximadamente 145 m: seis vezes para a velocidade baixa e oito vezes para a velocidade alta.

TABELA 1. Características técnicas dos tratores utilizados.

Características	Trator/Modelo	
	MF 296	MF 296/4
Motor		
- marca	Perkins	Perkins
- modelo	A6.354.4	A6.354.4
- número de cilindros	6	6
- diâmetro do cilindro (mm)	98,5	98,5
- curso (mm)	127,0	127,0
Potência (kW)		
- máxima a 2250 rpm	86,8	86,8
Torque (Nm)		
- máximo a 1400 rpm	385	385
Caixa de mudanças		
- velocidades à frente	8	12
- velocidades à ré	2	4
Peso (kg)		
- sem lastros	4463	4415
- com lastros	5725	6718
Pneus		
- dianteiros	9.00-16	14.9-26
- traseiros	23.1-30	23.1-30
Bitolas (mm)		
- dianteira	1500 a 1830	1640 a 2040
- traseira	1620 a 2440	1524 a 2340
Vão livre entre eixos (mm)	457	412
Distância entre eixos (mm)	2553	2721
Comprimento total (mm)	4110	4560

A área trabalhada (escarificada) foi obtida através da multiplicação do comprimento e largura, medidos após cada teste.

O Índice de patinagem foi calculado pela divisão da diferença entre distância percorrida sem e com patinagem pela distância percorrida sem patinagem.

A distância percorrida em cada volta dos pneus sem a ocorrência de patinagem foi determinada em estrada plana e com o trator em marcha lenta. A distância percorrida com ocorrência de patinagem pelas rodas motrizes do trator durante a operação de escarificação do solo foi medida com uma trena. Os pneus de tração do trator foram marcados com giz branco. O local onde a marca do pneu estava perpendicular ao solo foi marcado com uma baliza. Após dez voltas das rodas do trator, outro local foi marcado. Três amostras foram tomadas para cada roda de tração do trator.

O volume de combustível gasto em cada teste foi medido com uma proveta de 1000 ml, graduada de 10 em 10 ml. O tanque do trator estava cheio no início de cada teste. Após cada teste o trator foi estacionado no mesmo local, enchendo-se o tanque novamente.

A capacidade operacional foi determinada dividindo-se a área trabalhada pela duração do teste.

A eficiência operacional foi determinada dividindo-se o tempo de trabalho pelo tempo total (trabalho + manobras).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a eficiência operacional dos tratores MF 296/4 e MF 296 com e sem TDA, respectivamente, durante a escarificação do solo. Nas áreas trabalhadas, aproximadamente um quinto de hectare para os testes de velocidade baixa (1 - 6) e aproximadamente um quarto de hectare para os testes de velocidade alta (7 - 12), a eficiência operacional média para os testes com o trator com a TDA ligada foi de 78,35%; para os testes com o trator com TDA desligada a eficiência média foi de 80,75%. Para os testes com o trator sem TDA a eficiência média foi de 79,97%. O trator com TDA ligada apresentou uma menor eficiência operacional devido ao maior tempo gasto para manobras (2,6% em média). A maior dificuldade de manobra (evidenciada pelo tempo gasto devido ao maior raio de giro do trator com TDA ligada) foi sentida pelo operador.

A Tabela 3 apresenta o Índice de patinagem nas rodas dos tratores para diferentes velocidades, trator com e sem TDA e com e sem lastro dianteiro.

Os valores médios para a velocidade de deslocamento e Índice de patinagem são apresentados na Tabela 4. A Tabela 4 também apresenta o consumo de combustível e capacidade operacional em função do uso de TDA, lastro dianteiro e velocidade de deslocamento.

TABELA 2. Eficiência operacional durante os testes em tratores com e sem tração dianteira auxiliar (TDA).

Teste	Tratores MF 296 e MF 296/4	Duração do teste (min)	Tempo gasto em manobras (min)	Tempo gasto em operação (min)	Área trabalhada (m ²)	Eficiência operacional (%)
1	Com TDA desligada	21,87	4,32	17,55	1980	80,25
2	Com TDA ligada	21,34	4,48	16,86	2030	79,01
3	Sem TDA	16,50	3,61	12,89	2016	78,12
4	Com TDA desligada	22,42	3,97	18,45	2059	82,29
5	Com TDA ligada	21,50	4,68	16,82	2052	78,23
6	Sem TDA	16,25	2,97	12,28	2045	81,72
7	Com TDA desligada	17,40	2,85	14,55	2473	83,62
8	Com TDA ligada	17,04	3,68	13,36	2550	78,40
9	Sem TDA	17,12	3,54	13,58	2448	79,32
10	Com TDA desligada	17,71	4,10	13,61	2473	76,85
11	Com TDA ligada	16,96	3,77	13,19	2550	77,77
12	Sem TDA	17,15	3,31	13,84	2431	80,70

Testes 1 a 3 e 7 a 9 - com lastro dianteiro.
Testes 4 a 6 e 10 a 12 - sem lastro dianteiro.

TABELA 3. Índice de patinagem durante os testes em tratores com e sem tração dianteira auxiliar (TDA).

Teste	Tratores MF 296 e	Velocidade de deslocamento (km/h)	Índice de patinagem (%)													
			Traseira			Dianteira										
			Roda direita	Roda esquerda	Roda direita	Roda esquerda	Roda direita	Roda esquerda								
1	Com TDA desligada	2,89	2,82	2,76	18,06	20,85	15,69	18,32	19,57	18,46	-	-	-	-		
2	Com TDA ligada	2,99	3,03	-	12,04	10,53	9,62	11,34	10,32	11,54	17,35	17,47	15,69	15,94	15,43	16,71
3	Sem TDA	4,03	3,88	3,83	22,65	22,06	20,85	18,42	20,45	21,05	-	-	-	-	-	
4	Com TDA desligada	2,80	2,77	-	17,25	19,13	18,16	17,81	18,18	18,38	-	-	-	-	-	
5	Com TDA ligada	3,00	3,13	3,01	11,34	10,12	11,13	10,93	11,38	11,13	17,73	17,35	16,33	16,58	14,54	18,11
6	Sem TDA	3,90	3,79	3,87	22,27	20,45	19,84	18,83	20,55	20,24	-	-	-	-	-	
7	Com TDA desligada	4,88	4,72	-	19,94	15,69	13,06	16,60	13,77	17,61	-	-	-	-	-	
8	Com TDA ligada	5,54	5,57	5,05	11,23	8,91	7,29	11,34	7,59	9,62	16,58	14,80	13,65	14,03	14,03	14,54
9	Sem TDA	5,08	5,17	5,03	16,19	15,99	17,41	17,11	13,87	16,19	-	-	-	-	-	
10	Com TDA desligada	5,08	5,18	-	16,30	13,56	14,78	15,79	13,56	14,78	-	-	-	-	-	
11	Com TDA ligada	5,73	5,18	-	11,34	9,11	10,63	10,02	9,11	10,63	15,10	12,88	15,56	16,07	14,03	15,31
12	Sem TDA	4,97	4,97	4,93	13,97	18,72	15,38	16,70	17,51	15,49	-	-	-	-	-	

Testes 1 a 3 e 7 a 9 - com lastro dianteiro.

Testes 4 a 6 e 10 a 12 - sem lastro dianteiro.

TABELA 4. Efeito da tração dianteira auxiliar (TDA), lastro dianteiro e velocidade de deslocamento no Índice de patinagem, consumo de combustível e capacidade operacional.

Teste	Tratores MF 296 e 296/4	Lastro dianteiro	Velocidade de deslocamento (km/h)	Índice de patinagem* (%)		Consumo de combustível		Capacidade operacional (ha/h)	Eficiência (%)
				Rodado traseiro	Rodado dianteiro	l/h	l/ha		
1	Com TDA desligada	com	2,82	18,49 bc	-	10,59	20,28	0,54	80,25
2	Com TDA ligada	com	3,01	10,90 f	16,43 a	11,02	20,02	0,57	79,01
3	Sem TDA	com	3,91	20,91 a	-	12,69	17,31	0,73	78,12
4	Com TDA desligada	sem	2,79	18,15 cd	-	-	-	0,55	82,29
5	Com TDA ligada	sem	3,05	11,00 f	16,77 a	-	-	0,57	78,23
6	Sem TDA	sem	3,85	20,36 ab	-	12,33	16,33	0,76	81,72
7	Com TDA desligada	com	4,80	16,11 de	-	12,42	15,00	0,85	83,62
8	Com TDA ligada	com	5,39	9,33 f	14,60 b	13,32	15,16	0,90	78,40
9	Sem TDA	com	5,09	16,13 de	-	12,74	14,91	0,85	79,32
10	Com TDA desligada	sem	5,13	14,79 e	-	-	-	0,84	76,85
11	Com TDA ligada	sem	5,46	10,14 e	14,82 b	-	-	0,90	77,77
12	Sem TDA	sem	4,96	16,29 de	-	12,26	14,42	0,85	80,70

* As médias seguidas das mesmas letras (Índice de patinagem) não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste Duncan.

A variação ocorrida entre os valores do índice de patinagem provavelmente tenha sido devido à desuniformidade na superfície do terreno, existência de uma faixa perpendicular ao sentido de deslocamento do conjunto trator-escarificador, em todos os testes, onde o terreno era mais compactado.

Analisando os dados dos testes 1 a 6 (velocidades de deslocamento abaixo de 4,00 km/h), pode-se observar que: a) o uso da TDA aumentou a velocidade de deslocamento em 6,74% no trator com TDA e lastro dianteiro (testes 1 e 2); o aumento foi de 9,32% (testes 4 e 5) no trator sem lastro. O uso do lastro dianteiro no trator sem TDA aumentou a velocidade de deslocamento em apenas 1,56% (testes 3 e 6); b) quando a TDA foi ligada no trator com lastro dianteiro o índice de patinagem no rodado traseiro diminuiu de 18,49% para 10,90% (testes 1 e 2); o índice de patinagem no rodado dianteiro foi de 16,43% (teste 2). O índice de patinagem do trator sem TDA com lastro dianteiro foi de 20,91% (teste 3). O uso do lastro praticamente manteve inalterados os valores dos índices de patinagem em ambos os tratores (testes 1-3 e 4-6); c) o uso do lastro dianteiro no trator com TDA casou um aumento no consumo horário de combustível (4,06%) e um pequeno decréscimo (1,3%) no consumo por hectare (testes 1 e 2). O trator sem TDA apresentou um maior consumo por hora, mas um menor consumo por hectare devido à maior velocidade de deslocamento (teste 3). O uso do lastro dianteiro no trator sem TDA (testes 3 e 6) provocou um pequeno aumento no consumo horário (2,92%) e no consumo por hectare (6,0%); d) quando a TDA foi acionada, a capacidade operacional aumentou em 5,56% no trator com lastro (testes 1 e 2) e 3,64% no trator sem lastro (testes 4 e 5). O uso do lastro dianteiro no trator sem TDA reduziu a capacidade operacional em 4,11% (testes 3 e 6).

Analisando os dados dos testes 7-12 (velocidade de deslocamento acima de 4,00 km/h), pode-se observar que: a) o uso da TDA aumentou a velocidade de deslocamento em 12,92% no trator com lastro dianteiro (testes 7 e 8) e 6,43% no trator sem lastro dianteiro (testes 10 e 11). O uso do lastro dianteiro aumentou a velocidade de deslocamento em apenas 2,62% no trator sem TDA (testes 9 e 12); b) quando a TDA foi ligada, o índice de patinagem diminuiu de 16,11% para 9,33% com o uso de lastro dianteiro (testes 7 e 8) e de 14,79% para 10,14% sem o uso de lastro dianteiro (testes 10 e 11). O uso do lastro dianteiro no trator sem TDA não afetou o índice de patinagem (testes 9 e 12). O uso do lastro quando a TDA estava desligada aumentou o índice de patinagem

de 14,79% para 16,11% (testes 7 e 10); quando a TDA foi ligada o uso do lastro dianteiro provocou uma pequena diminuição no índice de patinagem (testes 8 e 11), tanto das rodas traseiras quanto das rodas dianteiras (diferenças não significativas a nível de 5%). Com o uso de velocidades de deslocamento mais elevadas foram obtidos menores índices de patinagem, tanto no rodado dianteiro como no rodado traseiro (comparação entre testes de 1-6 e 7-12); c) o comportamento da TDA quanto ao consumo de combustível e capacidade operacional em velocidades acima de 4,00 km/h foi semelhante àquele abaixo de 4,00 km/h, ou seja, a TDA aumentou levemente o consumo horário de combustível, mas o consumo por hectare permaneceu praticamente constante. O uso do lastro dianteiro no trator sem TDA provocou um pequeno aumento no consumo horário e por hectare. A TDA aumentou a capacidade operacional em 5,88% no trator com lastro dianteiro (testes 7 e 8) e 7,14% no trator sem lastro dianteiro (testes 10 e 11).

Analisando os valores médios para as duas velocidades usadas pode ser verificado que o uso da TDA aumentou a velocidade de deslocamento de 3,81 km/h para 4,20 km/h no trator com lastro dianteiro e de 3,96 km/h para 4,25 km/h no trator sem lastro dianteiro. A redução média no índice de patinagem no trator com e sem lastro dianteiro foi de 16,88% para 10,34% no rodado traseiro. O índice de patinagem médio no rodado dianteiro foi de 15,65%, sendo que o índice de patinagem foi significativamente maior nos testes (2 e 5) com menor velocidade de deslocamento. O uso da TDA provocou um pequeno aumento no consumo horário de combustível (de 11,50 l/h para 12,17 l/h); o consumo por unidade de área manteve-se praticamente constante (17,59 l/h com TDA e 17,64 l/ha sem TDA).

As relações entre as velocidades obtidas a campo dos rodados dianteiro e traseiro foram calculadas a partir dos índices de patinagem da Tabela 4. As relações entre as velocidades dos rodados quando a TDA estava ligada (testes 2, 5, 8, 11) foram 1,066; 1,070; 1,062 e 1,056, dentro das condições propostas por BASHFORD et alii (4).

CONCLUSÕES

a- O uso da TDA aumentou a velocidade de deslocamento em 10,23% no trator com lastro dianteiro e 7,32% no trator sem lastro dianteiro. Em média o aumento foi de 8,77%.

b- O uso da TDA reduziu o índice de patinagem de 17,30% para 11,11% por cento no trator com lastro dianteiro e de 16,47% para 10,57% no

trator sem lastro dianteiro. A redução média foi de 16,88% para 10,34%. O índice de patinagem no rodado dianteiro foi de 15,51% no trator com lastro dianteiro e 15,79% no trator sem lastro dianteiro.

c- O uso da tração auxiliar aumentou, em média, a capacidade operacional em 5,76%.

d- O uso da TDA provocou um pequeno aumento (5,82%) no consumo horário de combustível. O consumo por hectare manteve-se constante, devido à maior velocidade de deslocamento e, conseqüentemente, maior capacidade operacional.

e- O uso do lastro dianteiro teve pouco efeito nos parâmetros avaliados. O efeito foi levemente negativo no trator sem TDA e levemente positivo para o trator com TDA ligada. O efeito positivo do lastro dianteiro em tratores com TDA, citado pela literatura, não ficou evidenciado.

AGRADECIMENTOS

O autores agradecem à Implementos Agrícolas JAN S.A., pelo suporte financeiro concedido, e à MASSEY PERKINS S.A., pelo empréstimo dos tratores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANÔNIMO. Tracciõn en las cuatro ruedas. *Agricultura de las Americas*, Overland Park, KS, ago. 1984, p. 24.
2. ANÔNIMO. Tractores de orugas y de doble transmissiõn. *Agricultura de las Americas*, Overland Park, KS, dez. 1979, p. 40, 42-4, 46.
3. BASHFORD, L.L. & VON BARGEN, K. Front-wheel assist: does it pay off. *Agricultural Engineering*, 66(5):7-9, 1985.
4. BASHFORD, L.L.; WOERMAN, G.R. & SHROPSHIRE, G.J. Front-wheel assist tractor performance in two and four-wheel drive models. *Transactions of the ASAE*, 28(1):23-29, 1985.
5. DOMIER, K.W. & WILLANS, A.E. Tractive efficiency-maximum or optimum. *Transactions of the ASAE*, 21(4):650-3, 1978.
6. OSBORNE, L.E. A field comparison of the performance of two- and four-wheel drive and tracklaying tractors. *J. Agric. Enging. Res.*, 16(1):56-61, 1971.
7. SOUTHWELL, P.H. An investigation of four-wheel-drive and tandem tractor arrangement. *Transactions of the ASAE*, 10(2):284-8, 1967.