

# Influência da cobertura vegetal na área de contato e patinagem de trator submetido a diferentes forças de tração

## Influence of vegetation cover in the contact area and wheel slippage of a tractor submitted to different traction forces

Elson de Jesus ANTUNES JÚNIOR [1](#); Elton Fialho dos REIS; Beethoven Gabriel Xavier ALVES; Danilo Gomes de OLIVEIRA

Recibido: 04/11/16 • Aprobado: 30/11/2016

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
  - [2. Material e métodos](#)
  - [3. Resultados e discussão](#)
  - [4. Conclusões](#)
- [Referências](#)

#### RESUMO:

Objetivou-se avaliar em um Latossolo sob semeadura direta a área de contato e patinagem dos rodados motrizes de um trator agrícola submetido a diferentes forças na barra de tração e a dois tipos de cobertura do solo. A área de contato solo-pneu no manejo com cobertura vegetal acarretou valores em média 33,34% maiores em comparação à sem cobertura vegetal. Para 15 kN a área de contato no solo com cobertura vegetal foi 40% maior que no solo sem cobertura vegetal. O solo sem cobertura vegetal proporcionou uma patinagem média dos rodados motrizes 12,54% maior que o solo com cobertura vegetal.

**Palavras-chave:** Manejo do solo, eficiência de tração, interação solo-máquina.

#### ABSTRACT:

This study aimed to evaluate in an Oxisol under no-till the contact area and wheel slippage of a tractor under different forces in the drawbar and two types of ground cover. The soil-tire contact area in the management with vegetation resulted values on average 33.34% higher compared to no vegetation cover. To 15 kN the contact area on the ground with vegetation cover was 40% higher than in the no vegetation cover. The no vegetation cover provided an average wheel slippage 12.54% higher than the soil with vegetation.

**Keywords:** Soil management, traction efficiency, soil-machine interaction.

## 1. Introdução

A cobertura vegetal promove melhorias e torna-se um indicador natural da qualidade dos solos que desempenha papel fundamental e fornece suporte mecânico, além da redução da compactação, bem como aumento da porosidade, maior estabilidade de agregados e

disponibilizando os nutrientes essenciais para a instalação e desenvolvimento dos vegetais (ROSADO et al., 2012). Além disso, a cobertura do solo atua como barreira física na superfície, reduzindo significativamente o impacto da gota de chuva quando a mesma atinge o solo. Como resultado, tem-se a diminuição do escoamento superficial de água, bem como o aumento da resistência ao processo erosivo (ASSIS & BAHIA, 1998; ROSADO et al., 2012).

Vários trabalhos evidenciaram os efeitos benéficos do uso de coberturas vegetativas mortas no solo cultivado. Oliveira e Soares Neto (2011) trabalhando a capacidade de diferentes quantidades de palha sobre um Latossolo Vermelho-amarelo em dissipar a energia compactante por tráfego de máquinas relataram que a existência de palha na superfície do solo reduziu a densidade máxima e aumentou a umidade ótima de compactação, evidenciando maior resistência à compactação causada por tratores agrícolas.

Os tratores agrícolas são considerados a principal fonte de potência para realização das operações mecanizadas necessárias ao ciclo produtivo de uma cultura. As perdas mais significativas na transmissão de potência ocorrem na área de contato solo-pneu, onde existe o fenômeno de tração. Essas perdas, que ocorrem em qualquer situação prática, são devidas a dois fatores: a patinagem e a resistência ao rolamento. Dentre as propriedades do solo que afetam a eficiência de tração de um trator agrícola, pode-se mencionar a textura do solo, a umidade desse solo e as condições da superfície que dependem da existência ou não de cobertura vegetal sobre o solo (YANAI et al., 1999).

É de fundamental importância a descrição da área de contato entre o pneu e o solo (HALLONBORG, 1996), uma vez que a carga no pneu e a área de contato resultam em pressão no solo, a qual é importante para avaliar o impacto ambiental de uma máquina agrícola.

Neste trabalho objetivou-se avaliar em um Latossolo sob semeadura direta a área de contato entre o solo e os pneus e a patinagem dos rodados motrizes de um trator agrícola submetido a diferentes forças na barra de tração e a dois tipos de cobertura do solo.

## 2. Material e métodos

O trabalho foi realizado em área submetida à semeadura direta, com topografia plana e restos culturais. A área experimental utilizada pertence à fazenda experimental da EMATER Anápolis, Goiás, Brasil, com altitude de 980 m, longitude 48°18'23" LO e latitude 16°19'44" LS. A área utilizada para o experimento estava sendo cultivada há seis anos no sistema de semeadura direta com sucessão das culturas milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max* L.).

Os resultados das análises de caracterização física e mecânica do solo antes do tráfego do trator na área experimental são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização física e mecânica do solo avaliado antes do tráfego do trator

Propriedades Analisadas	Valores Obtidos
<b>Propriedades Físicas</b>	
<b>Análise Textural</b>	
Teor de areia	450 g kg <sup>-1</sup>
Teor de silte	110 g kg <sup>-1</sup>
Teor de argila	440 g kg <sup>-1</sup>
<b>Índices Físicos</b>	

Umidade do solo	26,18 kg kg-1
Densidade de partículas	2,54 Mg m-3
Densidade do solo	1,14 Mg m-3
Porosidade Total	55,12 m3 m-3
Limite de Liquidez - (LL)	39,22 kg kg-1
Limite de Plasticidade - (LP)	27,13 kg kg-1
Limite de Contração - (LC)	19,74 kg kg-1
<b>Propriedades Mecânicas</b>	
Densidade máxima do solo <sup>1</sup>	1,49 Mg m-3
Umidade ótima de compactação	27,74 kg kg-1
Grau de compactação - (GC)	76,57%

<sup>1</sup> Determinada pelo ensaio de Proctor Normal.

No momento da execução do experimento a área se encontrava com cobertura vegetal proveniente dos restos da cultura de milho, braquiária e plantas daninhas, apresentando 4.500 kg ha-1 de matéria seca na superfície do solo.

Os ensaios foram conduzidos em campo adotando o delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial 2x5, sendo dois tipos de cobertura do solo (com e sem cobertura vegetal) e cinco cargas impostas a barra de tração do trator por um trator de frenagem (5,00; 8,70; 10,90; 12,83 e 15,00 kN), com três repetições.

Para a realização dos ensaios foram utilizados dois tratores: um trator agrícola da marca New Holland (trator ensaiado), modelo TT4030, com motor ciclo diesel, com potencia nominal de 55,1 kW, e tração dianteira auxiliar (TDA), que permaneceu desligada durante o experimento. Com o intuito de oferecer resistência à barra de tração foi utilizado um trator da marca Valtra A850 (trator de frenagem) de 62,45 kW de potência, ligados por cabo de aço.

As cargas impostas pelo trator de frenagem foram medidas utilizando uma célula de carga da marca Excel, modelo RS-5000, construída em aço de baixa liga, com tratamento térmico e propriedades mecânicas controladas, apresentando formato em S, temperaturas de utilização entre -5 a 60 °C e alimentação recomendada de 6 a 10 vcc. A capacidade nominal do modelo é de 5.000 kgf, com possibilidade de sobrecarga admissível para atuações esporádicas e eventuais de até 150% da carga nominal. Os dados foram armazenados em um datalogger, modelo CR800 da marca Campbell Scientific INC, com capacidade de monitorar e gravar os dados obtidos em campo, sendo alimentado por uma bateria de 12 volts e 7 Ah.

A área de contato do pneu motriz do trator ensaiado (Figura 1) foi obtida com polvilhamento de gesso em pó em toda a área em torno do pneu traseiro direito do trator e em todos os espaços vazios entre as garras do pneu. Para determinar a área de contato do pneu com o solo, o trator foi parado com a carga acoplada e aplicado o gesso em pó, logo após o trator foi retirado, sendo registrado por fotografia digital utilizando uma câmera fotográfica SONY Cyber-Shot 14.1

Mega Pixels. As imagens resultantes foram analisadas no software AutoCad 2007, ocasião em que se efetuou a correção da escala e também a determinação das áreas de contato (Figura 2), conforme metodologia descrita por Couto et al. (2013).



Figura 1. Determinação da área de contato solo-pneu em campo.



Figura 2. Determinação da área de contato solo-pneu em laboratório com auxílio do software AutoCad 2007.

Para determinação da patinação das rodas motrizes do trator contou-se o número de voltas durante o percurso de 30 m da pista de ensaio. A patinação das rodas motrizes do trator foi determinada comparando-se o número de voltas do trator sem carga com o número de voltas do trator com carga, segundo metodologia descrita por ASABE (1999).

As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância pelo teste de F, a 5% de probabilidade e suas médias foram submetidas à análise de regressão e teste Tukey a 5% de probabilidade. Em todos os procedimentos estatísticos descritos foi utilizado o programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

### 3. Resultados e discussão

Os resultados das análises de variância são apresentados na Tabela 2. Observa-se que a área de contato foi altamente significativa ( $P < 0,05$ ) para a interação força na barra tração e manejo do solo. A patinação variou estatisticamente ( $P < 0,05$ ) de acordo com os parâmetros avaliados separadamente.

**TABELA 2.** Resumo da análise de variância das variáveis expressa pelo quadrado médio das variáveis: área de contato ( $m^2$ ) e patinação do rodado (%)

FV	GL	Área de contato	Patinagem
BLOCO	3	6,49	9,18
FORÇA	4	792,11*	2.532,10*
COBERTURA	1	4.474,27*	423,53*
FOR*COB	4	596,99*	7,99ns
erro	26	2,41	26,15
	C.V.	3,29	10,50

	Média:	0,15	15,40
--	--------	------	-------

ns: não significativo ( $P>0,05$ ); \* significativo à 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ); C.V.: Coeficiente de Variação (%).

A Figura 3 apresenta os valores da área de contato para as diferentes coberturas e forças impostas à barra de tração. Houve um aumento linear da área de contato para os tratamentos com e sem cobertura de acordo com o incremento da força na barra de tração. Os solos sem cobertura e com cobertura vegetal produziram valor médio de área de contato de 0,12 e 0,18 m<sup>2</sup>, respectivamente.

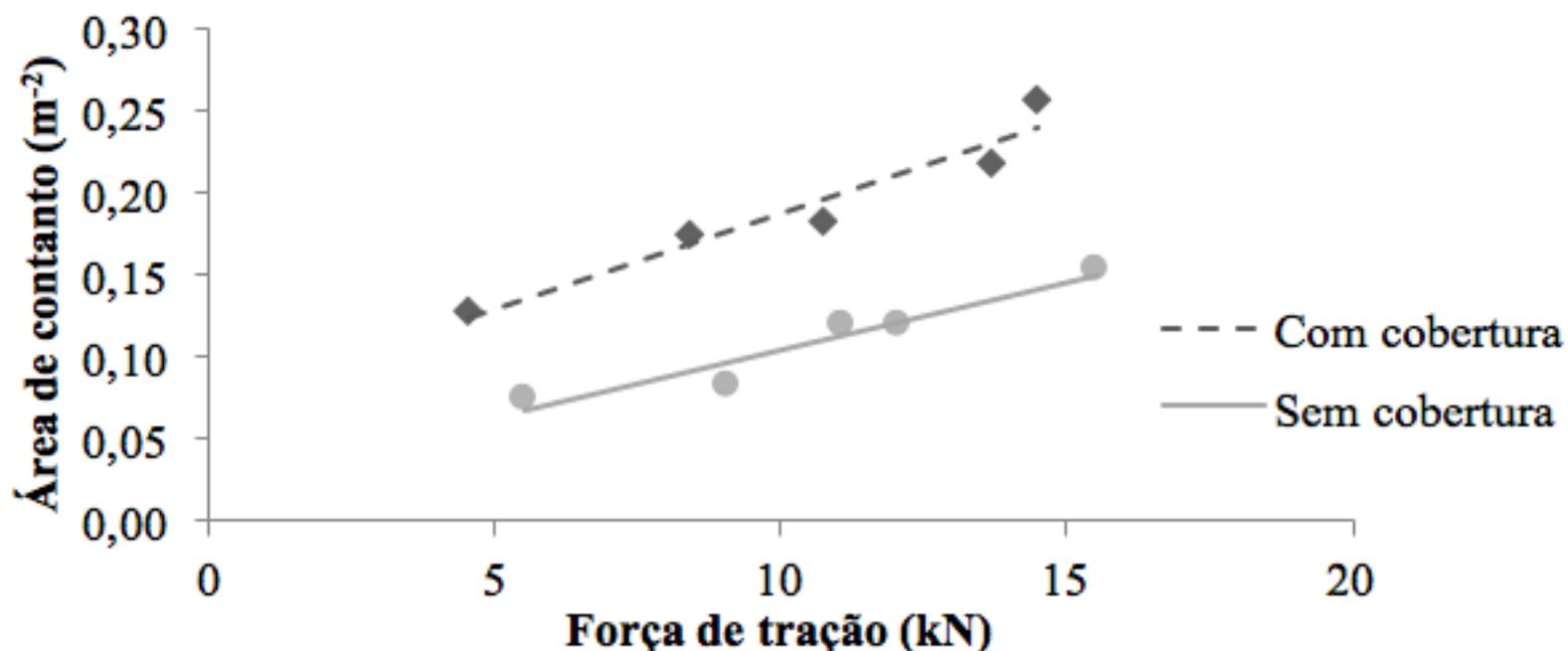


FIGURA 3. Área de contanto para os tratamentos com e sem cobertura vegetal de acordo com o incremento da força na barra de tração.

Em estudos realizados por Taghavifar e Mardani (2012), observaram que um pneu radial em caixa de areia, que quanto maior a carga vertical aplicada ao solo maior à área de contanto produzida pelo mesmo, devido a maior deflexão causada na estrutura do pneu. Desta maneira, o aumento da carga de tração pode ter sido acarretado por maior deflexão na estrutura do pneu, ocasionando em maior área de contanto pneu-solo, visto que para a menor e maior carga aplicada à barra de tração seu valor médio foi de 0,101 e 0,205 m<sup>2</sup>, nesta ordem.

A cobertura vegetal proporcionou melhor área de contanto solo-pneu. Visto que o solo com cobertura vegetal acarretou valores em média de 33,34% maior em comparação a pista de solo sem cobertura vegetal e, na maior carga a área de contanto foi de 0,15 e 0,25 m<sup>2</sup> para o solo sem e com cobertura, respectivamente. Ou seja, na maior carga imposta à barra de tração do trator, 15,00 kN, o solo com cobertura proporcionou uma área de contanto 40% maior que o solo sem cobertura. Ramos et al. (2014) citaram que as raízes e restos culturais das plantas desenvolvem um papel importante no aumento do teor de matéria orgânica no solo (MO), contribuindo com o aumento de agregados estáveis, possivelmente à ação aglutinante e cimentante da MO. Desta maneira a cobertura vegetal adere ao solo uma maior resistência, ou seja, a quantidade de solo removido é menor, graças à ação conferida a MO, aumentando assim a porção de solo em contanto com os rodados agrícolas.

Os valores de patinagem dos rodados para a avaliação da cobertura vegetal e forças na barra de tração são apresentados na Tabela 3 e 4, respectivamente. Como pode ser visto na Tabela 3, a patinagem dos rodados motrizes foi maior quando o trator trabalhou em solo sem cobertura.

TABELA 3. Valores médios de patinagem de acordo com o manejo do solo

--	--	--

Manejo do solo	Patinagem (%)
Sem Cobertura	16,43 A
Com Cobertura	14,37 B

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 5%)

A patinagem média dos rodados motrizes foi de, respectivamente, 16,43% e 14,37% para o solo manejado sem e com cobertura vegetal, ou seja, o solo sem cobertura vegetal apresentou uma patinagem 12,54% maior que o com cobertura vegetal.

O estado de agregação do solo em presença de cobertura vegetal conferiu a este uma menor patinagem dos rodados motrizes. O solo sem cobertura vegetal apresenta uma estrutura menos resistente (ANDREOLA et al., 2000), ou seja, o solo se mobiliza com maior facilidade, o que provavelmente ocasionou a uma maior patinagem comparada ao solo com cobertura vegetal.

Os resultados obtidos não corroboraram com os de Gabriel Filho et al. (2004, 2010) que, avaliando o desempenho operacional de um trator agrícola em área com diferentes tipos de cobertura vegetal, concluíram que a maior quantidade de matéria seca na superfície do solo tende a aumentar os índices de patinagem e, assim, diminuir a eficiência de tração.

De acordo com Monteiro et al. (2011), para diferentes condições de cobertura de solo e lastragem líquida dos pneus, foi determinado que a pista de solo com cobertura vegetal apresentou maior valor de patinagem comparado a uma pista de solo firme. Não corroborando com os dados encontrados neste estudo.

Segundo Filho et al. (2015) quando o solo apresenta cobertura vegetal resulta em uma capacidade de melhor acomodar as garras dos rodados, desta maneira, ocasiona uma deformação do solo e aprofundamento das garras no perfil, assim a penetração parcial ou total das garras, que dependendo da transferência de peso, fazem com que parte dos flancos toquem o solo servindo como área de apoio. O que explica o menor valor de patinagem encontrada no solo com cobertura vegetal.

A patinagem dos rodados apresentou comportamento ascendente de acordo com o incremento na força de tração imposta pelo trator de frenagem. A patinagem dos rodados nas diferentes forças impostas à barra de tração demonstrou diferença (P<0,05) e comportamento quadrático apresentados na Figura 4.

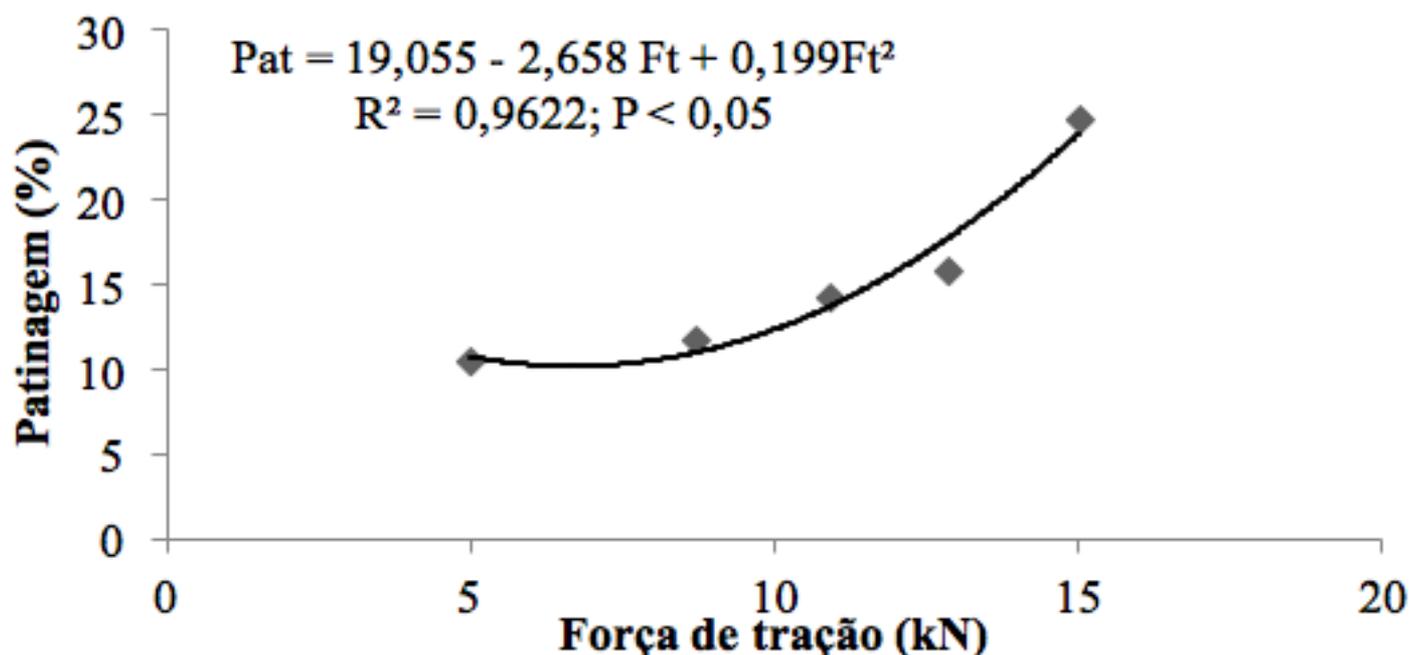


Figura 4. Patinagem dos rodados motrizes (Pat) de acordo com o incremento de forças impostas à barra de tração (Ft).

O modelo quadrático e ascendente da patinagem dos rodados foi obtido para ambos os tratamentos de cobertura vegetal do solo. Para as forças na barra de tração de 5 a 13 kN a patinagem dos rodados manteve-se entre 10 e 15%, quando a força alcançou os 15 kN houve um aumento significativo na patinagem atingindo valor próximo a 25%.

A força de 5 kN imposta à barra de tração proporcionou ao trator um ótimo desempenho de tração, apresentando patinagem dos rodados contida nos limites tidos como de alta eficiência, entre 8% e 10%, segundo a ASABE (1999).

De acordo com Neujahr e Schlosser (2001) o melhor desempenho em tração ocorre dentro dos limites de alta eficiência quando a patinagem dos rodados varia de 5 e 20%. Considerando estes limites para avaliar a melhor faixa de patinagem dos rodados motrizes, a força aplicada à barra de tração poderia variar de 5 a 13 kN para obter-se o melhor desempenho de tração do trator.

Quando a patinagem dos rodados encontra-se dentro da faixa ideal, ou seja, entre 8 e 10% (ASABE, 1999) ou 5 e 20% (NEUJAHN e SCHLOSSER, 2001) o pneu apresenta uma boa interação com solo, apresentando maior eficiência de tração. No entanto se a patinagem dos rodados ultrapassar 20% ocasionará em perdas, reduzindo-se então a eficiência do trator.

Com 15% de patinagem dos rodados a força na barra de tração foi de 13 kN e quanto a patinagem ultrapassou 20% a força na barra de tração alcançou os 15 kN, desta maneira o incremento de força na barra de tração foi de apenas 13%, comprovando assim que altos valores de patinagem reduzem o desempenho de tração.

---

## 4. Conclusões

A área de contato entre a superfície e os pneus aumentaram com o incremento de força na barra de tração. O solo com cobertura vegetal apresentou maiores valores de área de contato entre a superfície e os pneus quando comparado ao solo sem cobertura vegetal.

O solo com cobertura vegetal proporcionou ao trator menores valores de patinagem dos rodados que o solo sem cobertura vegetal.

Houve incremento da patinagem dos rodados quando se aumentou a força na barra de tração do trator.

---

## Referências

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. (2000) Influência da cobertura vegetal de inverno na adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.857-865.

ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers. Agricultural Machinery Management Data. ASABE Standards D 497.4. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, p.359-366, 1999.

ASSIS, R. L.; BAHIA, V. G. Conservação do solo. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.19, n.191, p.71-78, 1998.

COUTO, R.F.; REIS, E.F.; VIANA, P.M.F., HOLTZ, V.; OLIVEIRA, L.A.; ALVES, S.M.F. (2013) Compactação e recalque superficial de um Latossolo Vermelho em condição de campo e laboratório. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.11, p.1239-1245.

FERREIRA, D.F. (2011) Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042.

FILHO, O.J.V.; SOUZA, Z.M.; SILVA, R.B.; LIMA, C.C.; PEREIRA, D.M.G; LIMA, M.E.; SOUSA, A.C.M.; SOUZA, G.S. (2015) Capacidade de suporte de carga de Latossolo Vermelho cultivado com cana-de-açúcar e efeitos da mecanização no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.50, n.4, p.322-332.

- GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K.P.; LEITE, F.; ACOSTA, J.J.B.; JESUINO, P.R. (2010) 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.
- GABRIEL FILHO, A.; SILVA, S.L.; MODOLO, A.J.; SILVEIRA, J.C. (2004) Desempenho de um trator operando em solo com diferentes tipos de cobertura vegetal. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.3, p.781-789.
- HALLONBORG, U. (1996) Super ellipse as tyre-ground contact area. *Journal of Terramechanics*, v.33, n.3, p.125-132.
- MONTEIRO, L.A.; LANÇAS, K.P.; GUERRA, S.P.S. (2011) Desempenho de um trator agrícola equipado com pneus radiais e diagonais com três níveis de lastros líquidos. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.31, n.3, p.551-560.
- NEUJAHN, E.B.; SCHLOSSER, J.F. (2001) Comportamento de pneus agrícolas radiais e diagonais em relação à tração. *Engenharia Agrícola*, v.21, n.2, p.180-189.
- OLIVEIRA, S.R.; SOARES NETO, J.P. (2011) Dissipação de energia de compactação em função da quantidade de palha no solo. *Magistra*, v.23, p.53-60.
- RAMOS, J.C.; BERTOL, I.; BARBOSA, F.T.; MARIOTI, J.; WERNER, R.S. (2014) Influência das condições de superfície e do cultivo do solo na erosão hídrica em um Cambissolo húmico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.1587-1600.
- ROSADO, T. L.; MONÇÃO, O. P.; GONTIJO, I.; PIRES, F. R. P. Efeito da cobertura vegetal nos atributos físicos de um Latossolo Amarelo cultivado com banana. *Enciclopédia Biosfera*, v.8, n.15, p.721-728, 2012.
- TAGHAVIFAR, H.; MARDANI, A. (2012) Contact area determination of agricultural tractor wheel with soil. *Cercetari Agronomice in Moldova*, v.45, n.2, p.15-20.
- YANAI, K.; SILVEIRA, G.M.; LANÇAS, K.P.; CORRÊA, I.M.; MAZIERO, J.V.G. (1999) Desempenho operacional de trator com e sem acionamento da tração dianteira auxiliar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.8, p.1427-1434.

---

1. Email: [elson.j.jr@gmail.com](mailto:elson.j.jr@gmail.com)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 19) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados