

ÁREA DE CONTATO DE PNEU AGRÍCOLA DE ALTA FLUTUAÇÃO DETERMINADA PELO MÉTODO DA PRENSA HIDRÁULICA

PEDRO IVO BORGES DOS SANTOS⁽¹⁾, KLÉBER PEREIRA LANÇAS⁽²⁾,
JAIR ROSAS DA SILVA⁽³⁾

- (1) Engenheiro Civil, Doutor em Agronomia, Pneus Alliance. Tel: (0xx19)3406-8060. E-mail: pib Santos@hotmail.com
(2) Professor Doutor, Faculdade de Ciências Agronômicas, Fazenda Experimental Lajeado, UNESP, campus de Botucatu.
(3) Pesquisador, Doutor em Agronomia, Centro APTA de Engenharia e Automação, Instituto Agronômico de Campinas.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO: O desempenho operacional de rodados pneumáticos de tratores agrícolas depende da sua geometria, das cargas aplicadas sobre o pneu e da pressão interna de inflagem, principalmente, além da classe e das condições do solo. A interação correta entre essas variáveis pode fornecer uma melhoria substancial na redução da compactação do solo, aumento no rendimento de tração e, conseqüentemente, da eficiência tratória e do consumo racional de energia. A área de contato entre o rodado e o solo tem importância fundamental na predição do desempenho da tração e no estudo da compactação do solo. O presente trabalho teve como objetivo a determinação da área de contato sobre molde de argila de um pneumático de alta flutuação, sob diversas cargas axiais e variando-se a pressão interna de inflagem. O método eleito para esse fim foi a da prensa hidráulica. Empregou-se um delineamento experimental do fatorial do tipo 1x5x6, com cinco pressões de inflagem e seis diferentes carregamentos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância. Concluiu-se que ocorreram variações de área de contato pneu/solo variando-se respectivamente os carregamentos efetuados e as pressões internas de inflagem do pneumático.

PALAVRAS-CHAVE: pneumático agrícola, desempenho de tração, compactação, tanque de solo.

CONTACT AREA DETERMINATION BETWEEN SOIL AND A TRACTOR TWIN TIRE ACCORDING TO THE HYDRAULIC PRESSER METHOD

ABSTRACT: The operational performance of wheeled tires of agricultural tractors depends of the geometry, applied loads, inflation pressure, among other factors like the type of soil and its physical conditions. The correct interaction between these variables may supply a substantial improvement in soil compaction, a potential increase in traction, consequently traction efficiency and energy consumption. The contact area between wheel and soil has fundamental importance in prediction of traction and soil compaction. The present work had as objective the determination of the contact area between the tire and a rigid surface using a well-known and practiced procedure, like the hydraulic presser method. It was used a clay soil bin supporting a 600/60-38 Trelleborg Twin tire under inflation pressure to 10 psi until 30 psi, submitted to axial loads, varying 5.4 kN to 38.4 kN. A trial with five-inflation pressure and six axial loads (5x6 factorial) with 5 replication were used. Results showed that the wheel/soil contact areas were varied due the different inflation pressure and axial loads applied to the tire.

KEYWORDS: agricultural tire, performance of traction, soil compaction, soil bin.

INTRODUÇÃO

Vários estudos e experimentos têm sido efetuados recentemente no Brasil no sentido de procurar conhecer melhor a característica dos pneumáticos de tratores agrícolas, visto que a interação pneu/solo, expressa em termos de área de contato entre esses dois meios, influi diretamente no desempenho dos tratores e no adensamento de camadas de solo. Esta influência pode afetar a rentabilidade econômica das culturas, queda no desempenho dos tratores e efeitos negativos no desenvolvimento das plantas.

A área de contato pneu/solo é, portanto, um parâmetro de extrema importância para o estudo das relações rodado/solo, podendo-se com ela inferir sobre o adensamento do solo, a eficiência tratória de um determinado modelo de trator agrícola, o consumo de combustível para uma determinada operação agrícola, possibilitando a seleção de pneumáticos para uma dada tarefa de campo.

Os principais métodos utilizados na determinação da área de contato pneu/solo têm como base o estudo *in loco* das impressões deixadas no solo após a passagem do pneumático, obtidas por meio de fotografias da estampa da superfície de contato do pneu sobre uma superfície rígida, em função de carregamento a ele imposto, podendo-se também utilizar equações empíricas capazes de prever valores da área de contato.

O objetivo desse estudo foi efetuar a determinação da área de contato com o solo de um pneumático geminado, de alta flutuação, utilizado em tratores agrícolas e colhedoras, por um dos métodos empregados para esse fim, no caso, o da prensa hidráulica.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no Núcleo de Ensaios de Máquinas e Pneus Agrícolas do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu.

O pneu utilizado foi um espécime da marca Trelleborg, fabricação sueca, com a seguinte designação dimensional e comercial: 600/60-38 14PR, modelo Twin 414 Tubeless. Tal designação indica que o pneu empregado no ensaio possui largura de 600 mm na região dos flancos, 60% dessa medida (360 mm) de altura de carcaça, 38 polegadas (965 mm) de diâmetro do aro, estrutura do pneumático com resistência correspondendo a um pneu de 14 lonas, sem câmara de ar.

O ensaio empregou a pressão interna de inflagem do pneumático com os seguintes valores: 68,90 kPa (10 psi), 103,35 kPa (15 psi), 137,80 kPa (20 psi), 172,25 kPa (25 psi) e 206,75 kPa (30 psi).

Para a realização dos ensaios foi construído um tanque de solo com as dimensões de 2x1x0,8 m, a partir de chapas de aço laminado e perfis de aço carbono. O tanque de solo foi preenchido com moldes de argila montmorilonita, destinada a registrar com máxima fidelidade a impressão deixada pelo pneu. Uma capa plástica fina foi inserida na interface pneu/solo, evitando-se a aderência da argila sobre a superfície da banda de rodagem do pneu, para facilitar a operacionalização do ensaio.

Para a determinação da área de contato pneu/solo sobre uma superfície rígida, por meio da imposição de cargas simuladas ao pneumático, foi construída uma prensa utilizando-se perfis e tubos de aço carbono, acionada por pistão hidráulico. Adicionou-se ao conjunto balança digital acoplada a uma célula de carga com capacidade de 33 kN, destinada à determinação dos carregamentos aplicados ao pneumático. As cargas aplicadas ao pneumático foram das seguintes magnitudes: 5400 N, 7680 N, 15360 N, 23040 N, 30720 N e 38400 N.

A equipagem de determinação de área de contato pneu/solo foi complementada por câmara fotográfica digital Casio fixada em uma plataforma da estrutura construída, destinadas a registrar a impressão sobre o molde de argila do pneumático ensaiado e de programas de computador. As fotos digitais foram obtidas por processo gráfico utilizando-se o programa Casio QV-PC e as leituras das dimensões das áreas de contato pneu/solo empregando o programa Turbocard R.4.0.

Foi empregado um delineamento do tipo fatorial 1x5x6, referido respectivamente ao método da prensa hidráulica de determinação das áreas de contato pneu/solo, das pressões internas de inflagem do pneumático e das cargas aplicadas no eixo da roda do pneu, com cinco repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 são apresentados os valores resultantes da determinação de área de contato pneu/solo com referência aos ensaios realizados com a prensa hidráulica e demais equipamentos descritos.

Quadro 1. Valores de área de contato entre o pneu ensaiado e o molde de argila, determinados pelo método da prensa hidráulica, segundo pressões de inflagem e cargas aplicadas ao pneu, cm²

Carregamento do pneu (N)	Pressão de inflagem (kPa)				
	68,90	103,35	137,80	172,25	206,75
	Área de contato (cm ²)				
5.400	2.392	2.161	1.908	1.749	1.680
7.680	3.126	3.080	2.743	2.694	2.462
15.360	3.517	3.454	3.249	3.105	2.914
23.040	4.410	4.011	3.784	3.668	3.553
30.720	4.725	4.394	4.178	4.103	4.015
38.400	5.119	4.428	4.388	4.284	4.197

Analisando-se o Quadro 1, infere-se que, para um determinado carregamento imposto ao pneu por meio da prensa hidráulica e, ao mesmo tempo, com aumento gradativo da pressão interna de inflagem do pneu, ocorre um decréscimo nos valores resultantes da área de contato do pneumático com o solo.

Por outro lado, mantendo-se constante a pressão interna de inflagem do pneu e, ao mesmo tempo, aumentando-se gradativamente a imposição do carregamento ao pneumático, observa-se um aumento gradual e proporcional dos valores de área de contato pneu/solo.

Tais observações ocorreram para todas as imposições de cargas ao pneumático e, também, para as pressões de inflagem utilizadas, ou seja, sem qualquer exceção.

Para uma combinação de máximo carregamento ao pneu e menor pressão interna de inflagem, consegue-se, nessas condições, a maior área de contato pneu/solo.

De modo análogo e inversamente, para uma condição de menor carregamento do pneu e, ao mesmo tempo, de máxima pressão interna de inflagem, resultam em menor área de contato do pneumático com o solo.

Para qualquer carga utilizada com a menor pressão interna de inflagem do pneu, obtém-se sempre as maiores áreas de contato e, por outro lado, com qualquer carregamento na máxima pressão interna de inflagem do pneumático, resulta nas menores áreas de contato pneu/solo.

Os valores comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância para pressão de inflagem do pneu quanto à determinação das áreas de contato, apresentaram um comportamento distinto. Assim, as duas menores pressões de inflagem e a maior de todas foram mais eficientes nessa determinação, ao passo em que as intermediárias não mostraram diferenças entre si para essa determinação.

Para os carregamentos empregados, observou-se que as cargas concentradas apresentaram um comportamento completamente distinto entre si quanto aos valores resultantes de área de contato, ou seja, para qualquer acréscimo de carga sobre o pneu resultou em aumento da área de contato pneu/solo.

CONCLUSÃO

Na condição do carregamento de 5.400 N sobre o eixo da roda do pneumático e pressão interna de inflagem de 206,75 kPa foi obtida a menor área de contato pneu/solo com utilização do método da prensa hidráulica.

Para uma condição de carga de 38.400 N e pressão de inflagem de 68,90 kPa, foi observado o maior valor para a área de contato pneu/solo.

Mantido constante o carregamento e variando-se de forma crescente a pressão de inflagem do pneu, os valores de área de contato diminuíram proporcionalmente.

Mantendo-se constante a pressão interna de inflagem do pneu e aumentando-se gradativamente as cargas impostas ao pneumático, ocorreu um aumento progressivo das áreas de contato pneu/solo.