

# **AVALIAÇÃO DA FORÇA DE TRACÇÃO EM CARROÇAS AGRICOLAS SUBMETIDAS A DIFERENTES CARGAS VERTICAIS EM DIFERENTES SUPERFÍCIES E INCLINAÇÕES.**

A.K. NAGAOKA<sup>1</sup>, A. MEZZALIRA<sup>2</sup>, R. R. PATERNO<sup>3</sup>, M. A. PICCINI<sup>4</sup>, D.R.WEBER<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, prof. adjunto, Depto. Eng. Rural, Centro de Ciência Agrárias, UFSC, Florianópolis – SC, (0xx48)33315440, e. mail: [aknagaoka@cca.ufsc.br](mailto:aknagaoka@cca.ufsc.br), <sup>2</sup> Médico Veterinário, prof. efetivo, Depto. Clínica e Patologia, Centro de Ciência Agroveterinárias, CAV/UEDESC, Lages – SC, <sup>3</sup> Acadêmico do curso de Agronomia, bolsista de mecanização agrícola, Centro de Ciência Agroveterinárias, UEDESC, Lages – SC <sup>4</sup> Acadêmicos participantes CAV-UEDESC.

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 04 de agosto de 2006. João Pessoa – PB.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a força de tração necessária para movimentar carroças agrícolas submetidas a diferentes cargas verticais em diferentes superfícies e inclinações do terreno. Este trabalho foi realizado na região de Lages, pois muitas famílias têm como principal meio de sustento o transporte de produtos e insumos agrícolas e também a coleta de materiais recicláveis, realizado através da tração animal. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos, tendo nas parcelas as condições de superfície (solo batido, paralelepípedo e asfalto), nas subparcelas as cargas verticais (2000, 4000 e 6000N) e nas sub subparcelas os ângulos de inclinação (0°, 22,5° e 45°), com cinco repetições. Os resultados mostraram que à medida que aumenta a inclinações da superfície e as cargas verticais, também aumentou a força de tração necessária para movimentar a carroça. E a superfície de solo batido com cargas verticais maiores que 2000 N apresentaram maior resistência ao rolamento.

**PALAVRAS-CHAVES:** tração animal, carroça, superfícies, inclinação.

## **EVALUATION OF BY FORCE OF TRACTION IN SUBMITTED AGRICULTURAL WAGONS TO DIFFERENT VERTICAL LOADS IN DIFFERENT SURFACES IS INCLINATIONS.**

**ABSTRACT:** The objective of this work went evaluate by force of necessary traction to move agricultural coaches submitted to different vertical loads in different surfaces and inclinations of the land. This work was accomplished in the region of Lages, because a lot of families have as main middle of support the transport of products and agricultural input and the collection of materials also recycled, accomplished through the animal traction. In this work the experimental design was used in blocks, tends in the portions the surface conditions (hard ground, brick and asphalt), in the split plots the vertical loads (2000, 4000 and 6000N) and in the split split plots the inclination angles (0°, 22,5° and 45°), with five repetitions. The results showed that as it increases the inclinations of the surface and the vertical loads, it also increased by force of necessary traction to move the wagon. It is the surface of hard ground with larger vertical loads than 2000 N presented larger resistance to the rolling.

**KEYWORDS:** animal traction, wagons, surfaces, inclinations.

**INTRODUÇÃO:** O conceito de força este intimamente ligado à idéia de empurrar ou puxar. Quando empurramos um corpo qualquer sabemos que estamos aplicando uma força. Fisicamente, a grandeza força esta associada à mudança de velocidade ou deformação de um corpo (HERSKOWICZ, G.; PENTEADO, P. C. M.; etal.1990). Os animais domésticos são utilizados como fonte de energia de duas formas: transporte de carga no dorso, e desenvolver esforço tratório (MIALHE, 1988; EMATER, 1983). Podemos ainda considerar o animal como um “motor”, que transforma a energia contida nos alimentos em trabalho mecânico. O homem sob esforço contínuo pode desenvolver, em média, uma potência de 0,1 cv, enquanto que as potências desenvolvidas pelos animais seriam em média de 1 cv

para bois, cavalos, burros ou mulas (BERETTA, 1988). A aptidão dos animais domésticos para tração depende ainda da espécie, da raça, do peso vivo e da conformação geral de seus corpos, bem como a velocidade e tempo de trabalho contínuo (MIALHE, 1998). O objetivo deste trabalho foi avaliar a força de tração necessária para movimentar carroças agrícolas submetidas a diferentes cargas verticais em diferentes superfícies e inclinações.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O projeto foi realizado no Setor de Mecanização Agrícola, no Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV/UEDESC, na região de Lages. Foi utilizado um dinamômetro de tração com capacidade para 20kN, acoplado entre uma carroça agrícola com massa de 200kg, equipado com quatro rodados pneumáticos 165/70 R13 (usado), onde as cargas verticais foram distribuídas uniformemente sobre a carroça, e um trator marca New Holland modelo TL 70 com 71cv de potencia no motor para verificar a força de tração necessária para movimentar a carroça com comprimento de 1,72m, altura de 0,54m e largura da base de 0,84m. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos no esquema de parcelas sub subdivididas, tendo nas parcelas os tipos de superfície (solo batido, paralelepípedo e asfalto), nas subparcelas as cargas verticais (2000N, 4000N e 6000N) e nas sub subparcelas as inclinações da superfície (0°, 22,5° e 45°), com cinco repetições. Os dados foram analisados estatisticamente, por meio da análise de variância, adotando-se o nível de 5% de probabilidade para o teste estatístico, utilizando teste de Tukey. A carroça foi pesada com auxílio de uma balança tipo plataforma da marca filizola, sendo que, este peso foi utilizado como a carga vertical de 2000 N e acrescentado as demais cargas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 verifica-se que em solo batido a força de tração exigida (1266 N) foi maior em função da maior resistência ao rolamento e coeficiente de atrito. A carga vertical de 6000 N e o ângulo de inclinação do terreno de 45° aumentaram a força necessária na tração em mais de 229% e 150% respectivamente.

Tabela 1 – Médias de força de tração para diferentes tipos de solo, cargas verticais e inclinações da superfície.

TRATAMENTOS	Força(N)
Solo batido	1266 A
Asfalto	1053 B
Paralelepípedo	1068 B
2000	740 C
4000	1036 B
6000	1644 A
0°	879 C
22,5°	1130 B
45°	1377 A

Em cada coluna para cada fator, médias seguidas de mesma letra, não difere entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se na Tabela 2, que para os diferentes tipos de superfície, o aumento da carga vertical influenciou a força de tração em até 267%. Para a carga vertical de 2000 N, em todas as superfícies não houve diferença na exigência da força de tração. Para as cargas de 4000 e 6000 N as maiores necessidades de força de tração ocorreram para a superfície de solo batido.

Tabela 2 – Interação entre os fatores cargas verticais e tipo de superfície para a variável força de tração.

TIPO DE SUPERFÍCIE	CARGA (N)		
	2000	4000	6000
Solo batido	703 Ca	1216 Ba	1879 Aa
Asfalto	683 Ca	940 Bb	1530 Ab
Paralelepípedo	726 Ca	955 Bb	1524 Ab

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 observa-se que para inclinação de 45° e carga vertical de 2000N, a força de tração aumentou em 146% enquanto para inclinação de 45° e carga vertical de 6000 N a força de tração aumentou em 176%.

Tabela 3 - Interação entre os fatores cargas verticais e inclinações da superfície para a variável força de tração.

CARGA VERTICAL (N)	INCLINAÇÃO DO TERRENO		
	0°	22,5°	45°
2000	566 Bc	720 Ac	826 Ac
4000	886 Bb	1003 Bb	1220 Ab
6000	1185 Ca	1668 Ba	2085 Aa

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**CONCLUSÃO:** De acordo com as condições em que o experimento foi conduzido e com base nos resultados pode-se concluir que: A força necessária para tracionar às carroças agrícolas varia, individualmente, de acordo com a carga vertical, a superfície da pista de rolamento e da inclinação do terreno. A variação da força de tração não foi proporcional ao aumento da carga vertical ou do ângulo de inclinação do terreno. Estes resultados poderão ser de grande importância na construção e escolha de carroças de acordo com as condições que serão submetidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERETTA, C. C. **Tração animal na agricultura**. São Paulo: Nobel, 1988. 103p.

EMATER. **Mecanização agrícola: tração animal e pulverizadores manuais**. Brasília, 1983. 142p

HERSKOWICZ, G.; PENTEADO, P. C. M.; SCOLFARO, V. **Curso Completo de Física**. 4. ed. Moderna: São Paulo, 1990. 631p.

MIALHE, L.G. **Máquinas motoras na agricultura**, v.1. EPU-EDUSP, São Paulo, 1980. 289 p.

MIALHE, L. G. **Máquinas motoras na agricultura**, v.2. EPU-EDUSP, São Paulo, 1980. 367 p.