

## Tráfego de máquinas e enraizamento do milho em plantio direto<sup>1</sup>

### Traffic of machines and routing of maize in no tillage

Jair Seixas<sup>2</sup> Gláucio Roloff<sup>3</sup> Ricardo Ralisch<sup>4</sup>

#### RESUMO

Freqüentemente a adoção do sistema plantio direto está associado ao surgimento da compactação ou adensamento da superfície do solo, quer pelo seu não revolvimento, quer pelo tráfego de máquinas e equipamentos agrícolas e de transporte. Com o objetivo de estudar alguns fatores que interferem na compactação do solo em plantio direto e seus efeitos na cultura do milho, foi instalado um experimento em Latossolo Vermelho Distroférrico Típico, na região sudoeste do Paraná, município de Dois Vizinhos, no ano agrícola de 1999. A superfície do solo foi trabalhada para atingir quatro níveis de possíveis compactações: (1) tráfego de colheitadeira carregada com peso de 12.000kgf; (2) tráfego de um trator agrícola com peso de 4.000kgf; (3) descompactação com subsolador de 4 hastas a 0,40m; (4) uma parcela testemunha. Avaliou-se o desenvolvimento do sistema radicular do milho em perfis através de trincheiras em todas as parcelas, efetuando a contagem do número de raízes e sua distribuição em profundidade no perfil, correlacionando com o rendimento de grãos de milho. Os resultados obtidos mostraram que: (1) o tratamento que sofreu tráfego do trator agrícola apresentou efeito negativo da compactação do solo demonstrada pela menor produtividade obtida; (2) os tratamentos que não sofreram compressão do solo ( subsolador e testemunha) apresentaram maiores produtividades e também maior densidade de raízes, com sua distribuição mais homogênea no perfil do solo. Foram observados efeitos negativos da possível compressão do solo pelo trabalho artificial produzido pelas máquinas agrícolas nas parcelas trabalhadas, o que comprometeu a distribuição e quantidade de raízes no perfil do solo, bem como o rendimento de grãos de milho.

**Palavras-chave:** milho, compactação, sistema radicular, plantio direto, preparo mínimo.

#### ABSTRACT

Frequently the adoption of the system of no tillage is associated with the appearance of the compacting or

thickness of the ground surface, either by not revolving or by the traffic of machines, trucks and wagons. With the objective of studying the factors that interfere in the compacting of the ground in the no tillage and its effects in the culture of the maize, this experiment was installed, in a Typical Red Distroférrico Latossolo, in the southwestern region of Paraná, Dois Vizinhos County, in the agricultural year of 1999. The surface of the ground was worked to reach four levels of possible compacting: (1) traffic of loaded harvester with weight of 12.000kgf; (2) traffic of an agricultural tractor with weight of 4.000kgf; (3) subsoiling with subsolador of 4 chainses at 0,40m; (4) one parcel out witness. The development of the radicular system in profiles through trenches opened in all the parcels was evaluated, by counting the number of roots and their depth in the profile, comparing to the productivity. In the end, the analyzed data demonstrated that: (1) the treatment which had suffered traffic from the agricultural tractor presented a compacting of the ground shown by lower productivity; (2) the treatments which had not suffered compression of the ground, the case of the subsoil and the witness, presented higher productivity and density of roots, with more homogeneous distribution in the profile of the ground. Thus, one can conclude that the compacting of the ground through the artificial work produced by the agricultural machines in the parcels had negative effects.

**Key words:** *Zea mays*, compaction, direct plantation, minimum preparation, rot system.

#### INTRODUÇÃO

O preparo convencional do solo realizado no Brasil durante muitas décadas e ainda praticado em muitas regiões, inclusive no Paraná, baseou-se em tecnologia adotada em regiões temperadas, não considerando as condições tropicais e subtropicais

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada na Universidade Federal do Paraná (UFPR) em julho de 2001. Endereço: Rua do Comércio 1135, Dois Vizinhos, PR, Brasil. E-mail: jairseixas.seixas@bol.com.br

<sup>2</sup>Curso de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual de Londrina, PR, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Solos, Universidade Federal do Paraná, Brasil.

<sup>4</sup>Departamento de Agronomia, Solos, Universidade Estadual de Londrina, PR, Brasil.

predominantes nas regiões brasileiras e tampouco a sua preservação física, química e biológica. O revolvimento do solo através de aração e gradagens sucessivas inverte as suas camadas expondo-as ao calor e aos raios solares. ROLOFF (1986) ressalta que este procedimento, associado aos climas tropicais e subtropicais, promove a oxidação e conseqüente redução nos teores de matéria orgânica do solo, provocando severa degradação de suas propriedades.

Com o contínuo manejo convencional (aração + gradagens) e conseqüente erosão a fertilidade natural dos solos irá diminuir gradativamente, chegando em alguns casos à exaustão, quando então são abandonados, caracterizando o chamado pousio, no qual a gleba exaurida não é mais explorada, e a natureza se encarrega de sua recuperação. O preparo intensivo elimina a cobertura e a proteção do solo, provocando redução nas suas taxas de matéria orgânica o que irá facilitar a compactação, pela infiltração de água no solo, permitindo a formação de enxurradas, elevando as taxas de erosão e o contínuo processo de degradação da capacidade produtiva dos solos agrícolas (MACHADO, 2002).

Implantou-se um sistema de agricultura dependente da mecanização agrícola, que causa mazelas profundas quando esta ferramenta não é tecnicamente aplicada. O uso de máquinas e implementos agrícolas de forma inadequada contribui para a degradação e perdas por erosão, chegando em casos extremos a fazer com que grandes áreas agrícolas sejam inutilizadas para a agricultura. Ao fazer-se a avaliação de diferentes intensidades de revolvimento do solo, TORMENA et al. (1998) observaram que estes efeitos refletem nas propriedades do solo e em seus processos, notadamente na compactação. A degradação dos solos limita a sustentabilidade da agricultura afetando a qualidade de vida do agricultor. Normalmente os problemas são mais graves em áreas mais íngremes, em regiões com altas precipitações pluviais e em solos rasos.

Na década de 1970, na região de Londrina e Ponta Grossa, teve início um trabalho baseado em experiências desenvolvidas na Europa e nos EUA, de proteção e preservação do solo, com o sistema de plantio direto na palha. O sistema de plantio direto – SPD - é enfocado como um sistema de exploração agropecuário que envolve a diversificação de espécies via rotação de culturas, a mobilização do solo apenas na linha da semeadura e manutenção dos resíduos vegetais das culturas anteriores em sua superfície. O SPD é um complexo de tecnologia de processos, de produtos e de serviços que submete o agroecossistema

a um menor grau de perturbação e desordem, quando comparado a outras formas de manejo que empregam mobilização intensa do solo (DENARDIN et al., 1990).

Sistemas de manejos conservacionistas envolvem aspectos de preparo de solo, manejo de culturas, de resíduos culturais, de fertilidade do solo e rotação de culturas. Esta rotação consiste na alternância de espécies vegetais na mesma área e na mesma estação, observando-se um período mínimo sem o cultivo da mesma espécie. Portanto, diversificar as culturas de uma propriedade seguindo um programa seqüencial de culturas devidamente planejado e ordenado é fundamental. Com a modernização da agricultura, tem aumentado o peso das máquinas, equipamentos e a intensidade do uso do solo. Este aumento da massa dos tratores e colheitadeiras não foi acompanhado por um aumento proporcional do tamanho e largura dos pneus e os riscos de compactação aumentaram. “A compactação subsuperficial é uma função da carga total por eixo e a compactação superficial é uma função da pressão de ar dos pneus”. (HANKANSSON et al., 1988). O selamento superficial é um dos fatores que mais contribuem para diminuir a taxa de infiltração de água no solo. Geralmente é conseqüência do impacto direto das gotas de chuva sobre áreas sem cobertura de palha e de plantas. No SPD, em função do não revolvimento do solo e após os primeiros anos de implantação, pode ocorrer um aumento da densidade na camada superficial diminuindo a porosidade, o que implica menores taxas de permeabilidade. Porém, se o sistema for corretamente manejado, com boa cobertura morta e adequada rotação de culturas irá promover uma melhor estruturação do solo, com canais que permitem adequado fluxo de ar e maiores taxas de infiltração de água. Neste trabalho, foram avaliados os diferentes fatores que atuaram na compactação do solo, nas modificações apresentadas em algumas das propriedades físicas, pelo condicionamento do solo às práticas de plantio, com reflexos em sua estrutura, aplicando práticas controladas de possíveis compactações, e seus efeitos no sistema radicular e no rendimento de grãos de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área experimental da Escola Agrotécnica Federal de Rio do Sul, SC, Unidade Descentralizada de Dois Vizinhos, município de Dois Vizinhos, PR, região Sudoeste do Estado, dentro das coordenadas geográficas de 25°, 44', 35" de latitude sul e 53°, 4', 30" W-GR de longitude, a 520 metros de altitude. Foi escolhida uma área com 32 ha, com topografia levemente ondulada e declividade de 4 a 6%. Possui um sistema de terraceamento de base

larga para a conservação do solo. O clima da região é do tipo Cfb de transição subtropical úmido, mesotérmico, de verões quentes e no inverno geadas pouco frequentes. A pluviosidade média anual é de 1800mm, com temperatura média anual de 25°C, IAPAR (1978). O experimento foi instalado em uma área de terceiro ano de plantio direto, com a cultura do milho, cultivar Ag 6018, de ciclo normal, para a obtenção de um estande de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup> e constou de 4 tratamentos com 6 repetições, em parcelas de 40 metros quadrados, 4m x 10m, sorteadas ao acaso. Foi utilizada a tecnologia aplicada pelo agricultor que faz o arrendamento da fazenda da Escola. Os tratamentos utilizados foram: tráfego intensivo de colheitadeira carregada com peso de 12.000kgf; tráfego intensivo de um trator agrícola, com peso de 4.000kgf; descompactação com um subsolador de 4 hastes a 0,40m; parcela testemunha. O tráfego da colheitadeira e do trator agrícola ocorreu por passadas sucessivas, lado a lado, em toda a superfície das respectivas parcelas. Como elementos fenológicos do milho foram analisados, os sistemas radiculares, os estandes finais de plantas e determinados os rendimentos de grãos após a colheita.

Para a determinação do número de raízes das plantas foi aberta uma trincheira em cada parcela, de 0,90 x 1,0m de profundidade, tendo sido centralizada em sua largura uma linha de milho, dividindo-a ao meio, no sentido de seu comprimento. Foi construído um gabarito de madeira, traspassado com cordas de nylon na largura e na altura, com a medida de 0,90 x 1,0m, permitindo a formação de quadrados de 0,10 x 0,10m. Este gabarito foi encostado na parede do perfil do solo e feita a contagem do número de raízes com diâmetro maior que 0,005m em cada quadrado de 0,10m, no sentido da largura e da altura e 0,01m de profundidade, calculando-se a densidade radicular (nº. de raízes cm<sup>-3</sup>) do solo. Esta avaliação deu-se aos 80 dias de desenvolvimento da planta. Foram colhidas todas as parcelas manualmente quando as plantas atingiram a fase final de maturação, apresentando entre 18 a 20% de umidade. O debulhamento das espigas foi realizado com uma debulhadora (trilhadeira) e os grãos devidamente pesados. A umidade foi corrigida para 15%, com a secagem realizada em estufa com calor indireto.

Após a análise da variância a diferença entre as médias foi comparada através do teste de Tukey (5%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve uma distribuição diferenciada de raízes no perfil do solo, tanto em quantidade, como em localização (Figura 1). Nos tratamentos que

sofreram compressão de colheitadeira e trator agrícola, houve restrição ao desenvolvimento de raízes em profundidade, abaixo de 0,30-0,40m. Conseqüentemente a maior densidade de raízes foi observada na camada entre 0 e 0,40m, indicando menor exploração de solo no perfil e maior competição na ciclagem de nutrientes e água, demonstrando que as raízes encontraram menor disponibilidade pela presença de uma camada limitante, compactada, conhecida por pé de arado e/ou grade. Verificou-se que os tratamentos que sofreram compressão pela utilização de máquinas (colheitadeira e trator agrícola) apresentaram a maior média de densidade de raízes comparadas à média do tratamento subsolagem. O tratamento compactado pela colheitadeira apresentou o menor número de raízes, que ficaram concentradas logo abaixo da planta (até 0,40m). O tratamento com compactação pelo trator agrícola teve uma distribuição de raízes melhor no sentido horizontal, cruzando o limite de exploração de linha de milho próxima (eixo 0–45cm).

No tratamento com subsolador, as suas hastes foram aprofundadas até a profundidade de 0,40m, quebrando a crosta que havia sido formada pelo preparo do solo anterior ao SPD, geralmente constituído por uma aração e duas gradagens cruzadas (preparo convencional) avaliadas pela abertura de perfis no solo, em profundidade de 1 metro de profundidade em cada trincheira, em número de 2 por tratamento. Foi observada melhor distribuição de raízes no perfil cultural, tanto no sentido horizontal, como no vertical (tratamento subsolador). As raízes não ficaram confinadas na profundidade de 0,30-0,40m, chegando até a 0,50m. No tratamento testemunha, as raízes também tiveram um desenvolvimento semelhante ao tratamento descompactação pelo subsolador, não ficando concentradas na camada de 0,30-0,40m de profundidade, indicando que este solo possivelmente não possuía camadas de compactação que restringia o seu aprofundamento. A profundidade atingida foi de 0,80m, apesar de ter apresentado uma densidade maior de raízes até a camada de 0,20m.

As áreas entre as iso-linhas podem ser consideradas equivalentes ao volume de solo explorado pelas várias faixas de densidade radicular. Até 0,10 raízes cm<sup>-3</sup>, a testemunha tende a apresentar maior área, apesar da ausência de diferença significativa. Para o intervalo entre 0,15 a 0,32 raízes cm<sup>-3</sup> existe um indicativo maior de valores para o tratamento subsolagem. Nos intervalos entre 0,15–0,20 e 0,25–0,32 a subsolagem apresentou valores significativamente maiores que a testemunha. Estas observações são indicativos que a subsolagem

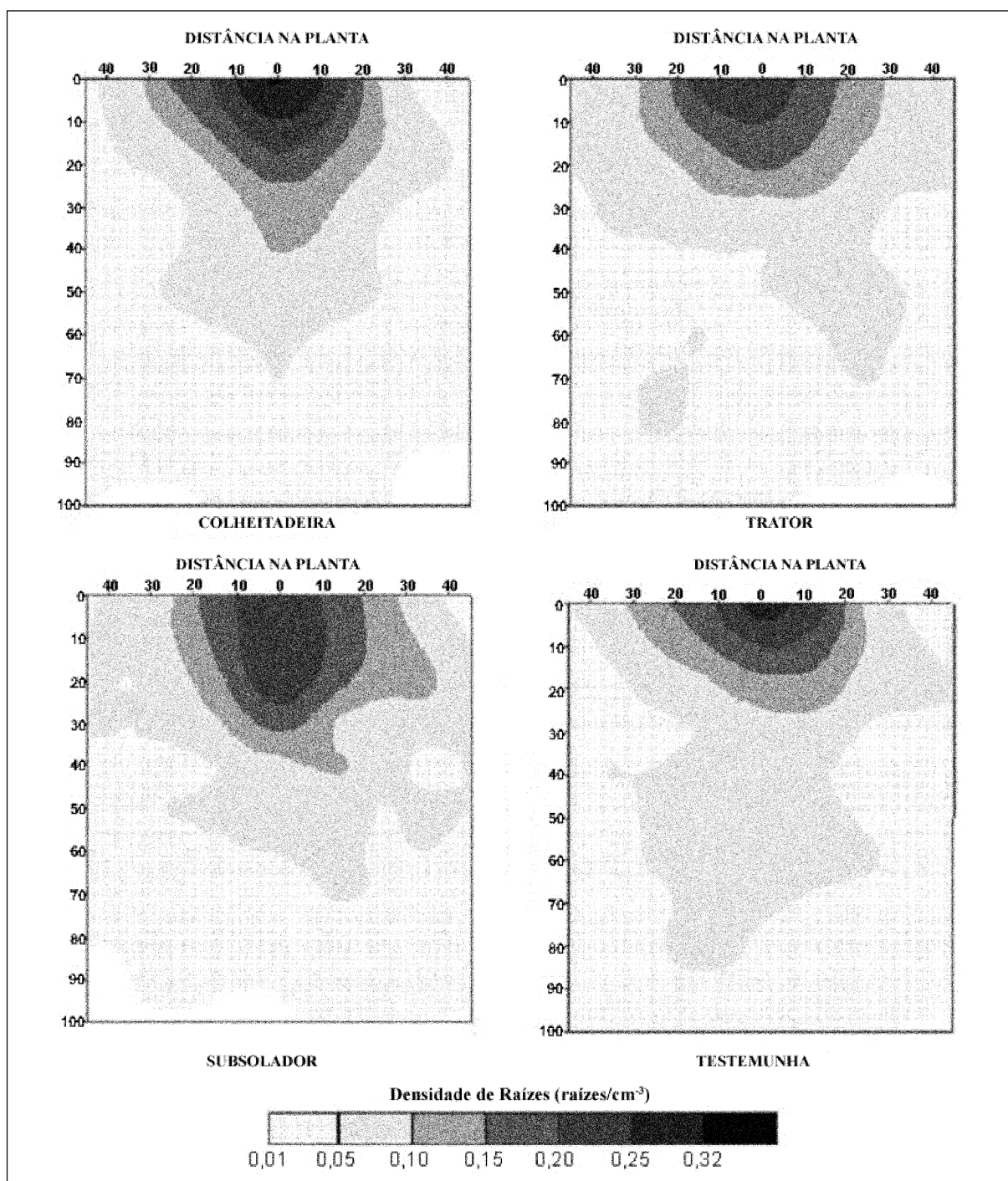


Figura 1 – Distribuição média da densidade radicular por tratamento.

promoveu um ambiente mais adequado para o desenvolvimento das raízes.

A redução dos efeitos da compactação do solo a 0,30-0,40m de profundidade possibilitou condições de avanço das raízes em camadas mais profundas (tratamentos com subsolador e testemunha).

A medida de rentabilidade econômica de uma cultura é demonstrada pela sua produtividade: quanto maior, melhores probabilidades de sucesso financeiro. A tendência das produtividades do milho foi de ser maior para os tratamentos que apresentaram menor compactação no solo: testemunha e subsolagem (Tabela 1).