

RONALDO GOULART MAGNO JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO PARA A CULTURA
DA CENOURA (*Daucus carota* L.) VISANDO À COLHEITA MECANIZADA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M198a
2012

Magno Júnior, Ronaldo Goulart, 1979-

Avaliação de sistemas de preparo do solo para a cultura da
cenoura (*Daucus carota* L.) visando à colheita mecanizada /
Ronaldo Goulart Magno Júnior. – Viçosa, MG, 2012.
x, 73f. : il. ; (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Luciano Baião Vieira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 64-70.

1. Máquinas agrícolas. 2. Cenoura - Máquinas. 3. Colheita.
4. Solo - Uso. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 631.3

RONALDO GOULART MAGNO JÚNIOR

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO PARA A CULTURA DA CENOURA (*Daucus carota* L.) VISANDO À COLHEITA MECANIZADA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 15 de maio de 2012.

Diogo Santos Campos

Fábio Lúcio Santos

Caetano Marciano de Souza

Alberto Carvalho Filho
(Coorientador)

Luciano Baião Vieira
(Orientador)

Aos meus pais, Ronaldo e Fátima.
Aos meus irmãos, Paulo Fernando e Ana Carolina.

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso Pai de infinita bondade, pelo dom da vida e por estar sempre presente em minha caminhada, amparando-me em todos os momentos.

Aos meus pais, Ronaldo e Fátima, e aos meus irmãos Paulo Fernando e Ana Carolina, por sempre me incentivar nos estudos.

A Caroline, Laura e Sofia, por estar sempre presente em minha vida.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

Ao professor Luciano Baião Vieira, pela orientação, pela oportunidade de aprendizado e pela amizade.

Aos professores Haroldo Carlos Fernandes, Alberto Carvalho Filho e Paulo Roberto Cecon, pela orientação, pelas sugestões, pela amizade e pela valiosa ajuda.

À Sekita Agronegócios, por confiar neste trabalho, oferecendo suporte e apoio para a realização dos experimentos.

A todas as pessoas que me ajudaram, incentivaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

RONALDO GOULART MAGNO JÚNIOR, filho de Ronaldo Goulart Magno e Fátima das Dores Noronha Goulart, nasceu em Divinópolis, Minas Gerais, em 14 de dezembro de 1979.

Em 1999, concluiu o ensino médio e o curso técnico em Eletromecânica, pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

Em 2001, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Lavras (UFLA), graduando-se em junho de 2006.

Em maio de 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, na área de Mecanização Agrícola e Tecnologia de Aplicação de Defensivos, submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2008.

Em março de 2008, iniciou o Doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, na área de Máquinas Agrícolas, submetendo-se à defesa de tese em maio de 2012.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. Preparo do solo.....	6
2.2. Mobilização do solo	8
2.3. Estabilidade de agregados.....	9
2.4. Perfil mobilizado.....	11
2.5. Resistência mecânica do solo à penetração.....	13
2.6. Densidade do solo	15
2.7. Cobertura vegetal	16
2.8. Cultivo mínimo do solo.....	17
2.9. Colheita mecanizada de cenouras.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	23
3.2. Características químicas e granulométricas do solo	26
3.3. Teor de água no solo	26
3.4. Densidade do solo	26
3.5. Resistência mecânica do solo à penetração.....	27
3.6. Perfil mobilizado do solo	29
3.6.1. Área de elevação e área mobilizada.....	30
3.6.2. Empolamento.....	31
3.6.3. Espessura média da camada mobilizada	31
3.7.1. Modificação da rugosidade	32
3.8. Avaliação da desagregação da camada de solo mobilizada	32
3.9. Índice de velocidade de emergência das plântulas.....	34
3.10. Produtividade das cenouras de acordo com a classificação do mercado atacadista	35
3.11. Colheita Mecanizada	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Características químicas e granulométricas do solo.....	37

4.1.1. Características químicas e granulométricas do solo da área de vegetação cerrado	37
4.1.2. Características químicas e granulométricas da área experimental.	39
4.2. Resistência mecânica do solo à penetração.....	41
4.2.1. Resistência mecânica do solo à penetração na área de vegetação cerrado.....	41
4.2.2. Resistência mecânica do solo à penetração na área experimental antes da instalação dos experimentos.....	42
4.2.3. Resistência mecânica do solo à penetração após a instalação dos tratamentos.....	44
4.3. Perfil mobilizado.....	47
4.4. Índice de rugosidade e modificação da rugosidade	50
4.5. Desagregação da camada mobilizada.....	53
4.6. Índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência ...	55
4.7. Produtividade das cenouras de acordo com a classificação do mercado atacadista	56
4.8. Colheita Mecanizada	60
5. CONCLUSÕES	63
6. REFERÊNCIAS.....	64
7. ANEXOS	71

RESUMO

MAGNO JÚNIOR, Ronaldo Goulart, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2012. **Avaliação de sistemas de preparo do solo para a cultura da cenoura (*Daucus Carota L.*) Visando à colheita mecanizada.** Orientador: Luciano Baião Vieira. Coorientadores: Haroldo Carlos Fernandes, Alberto Carvalho Filho e Paulo Roberto Cecon.

As características físicas do solo têm grande influência na produtividade e qualidade das cenouras. O preparo do solo para implantação da cultura muitas vezes é realizado de forma excessiva, deixando o solo muito desagregado, prejudicando o trânsito de máquinas e implementos durante a colheita. Este trabalho teve como objetivo avaliar o método de preparo mais adequado para a cultura, visando à colheita mecanizada. O experimento foi conduzido em área irrigada por aspersão, localizada na cidade de Rio Paranaíba MG, região do Alto Paranaíba, em LATOSSOLO VERMELHO AMARELO. O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados, com três repetições e nove tratamentos, sendo: T1: uma aração e uma passada da rotoencanteiradora com tampa fechada; T2: uma aração, uma gradagem e uma passada da rotoencanteiradora com tampa fechada; T3: uma aração, duas gradagens e uma passada da rotoencanteiradora com tampa fechada; T4: uma gradagem, uma escarificação e duas passadas da rotoencanteiradora, com tampa, primeiramente, aberta e depois, fechada; T5: uma escarificação, duas passadas da rotoencanteiradora com tampa, primeiramente, aberta e depois, fechada; T6 uma escarificação e duas passadas da rotoencanteiradora com abertura da tampa intermediária e depois, fechada; T7 uma escarificação e duas passadas da rotoencanteiradora com tampa fechada; T8 duas gradagens, uma subsolagem e duas passadas com rotoencanteiradora com tampa fechada; T9 duas passadas de equipamento usado para preparo em faixas (culturas perenes). Foram avaliadas características do solo, como desagregação da camada mobilizada, empolamento, área mobilizada, rugosidade, resistência mecânica do solo à penetração, além de rendimento operacional e produtividade. Os valores de diâmetro médio ponderado, variando de 1,88 a 3,75 mm, não afetaram a produtividade da cultura.

Os diferentes equipamentos de preparo do solo, nas diferentes combinações utilizadas, apresentaram os mesmos valores de área de elevação, área mobilizada, empolamento, espessura média da camada mobilizada. A rotoencanteiradora anulou os efeitos sobre as características físicas do solo impostas por outros equipamentos, como rugosidade final, diâmetro médio ponderado e porcentagem de agregados finos. No sistema de cultivo tradicional, sob canteiros, a colheita mecanizada não foi possível. Já no tratamento onde foi realizado o preparo do solo em faixas, a colheita mecanizada foi possível e de forma eficiente.

ABSTRACT

MAGNO JÚNIOR, Ronaldo Goulart, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2012. **Evaluation of tillage systems for carrots (*Daucus carota* L.), aiming mechanical harvest.** Adviser: Luciano Baião Vieira. Co-advisers: Haroldo Carlos Fernandes, Alberto Carvalho Filho and Paulo Roberto Cecon.

The physical characteristics of the soil have great influence in the productivity and quality of the carrots. The tillage for implantation of a culture many times is carried out in an extreme manner, leaving the ground very disaggregated, harming the transit of machines and implements during the harvest. This work had as an objective to evaluate the method of tillage systems adjusted to the culture, aiming mechanized harvest. The experiment was lead in an irrigated area by aspersion, located in the Rio Paranaíba MG, region of the Alto Paranaíba, in YELLOW RED LATOSSOL. The experiment used a randomized delineation block-type, with three repetitions and nine treatments, being: T1: a moldboard plow and rotary tiller with closed cover; T2: a moldboard plow, disk harrow and rotary tiller with closed cover; T3: a moldboard plow, two disk harrow and rotary tiller with closed cover; T4: a disk harrow, a chisel plow and two rounds of the rotary tiller, first with an open cover and then closed; T5: a chisel plow, two rounds of the rotary tiller first with an open cover and then closed; T6 a chisel plow and two rounds of the rotary tiller with opening of the intermediate cover and then closed; T7 a chisel plow and two round of the rotary tiller with closed cover; T8 two harrow disk, a chisel plow and two rounds with rotary tiller with closed cover; T9 two round of Big Mix. The Soil characteristics: disaggregation of the mobilized layer, blistering, mobilized area, roughness, mechanical resistance of the soil to the penetration, besides operational income and productivity were evaluated. The values of weighed diameter average varying of 1,88 to 3,75mm had not affected the productivity of the culture. The different equipment of soil tillage, in the used in different combinations presented the same values of area of rise, mobilized area, blistering, average thickness of the mobilized layer. The rotary tiller annulled the effect on the physical characteristics of the ground imposed by other equipment, as final roughness, ponderate average diameter and fine aggregate percentage.

In traditional farming system, under beds, mechanized harvesting was not possible. Already in treatment where tillage was performed on tracks, mechanized harvesting was possible and efficiently.

1. INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota L.*) é uma hortaliça da família APIACEA, do grupo das raízes tuberosas que se destaca pelo seu elevado valor nutricional e econômico. Atualmente é cultivada em escala comercial em diversos estados do país, ocupando o sexto volume em comercialização.

Cerca de 90% da cenoura comercializada no Brasil é produzida nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia e Pernambuco. O estado de Minas Gerais conta com três polos de produção de cenoura; o principal na região do Alto Paranaíba, incluindo os municípios de São Gotardo, Rio Paranaíba, Ibiá, Campos Altos, Tiros e Matutina, com área de aproximadamente 8 mil hectares e produtividade média de 35 t ha⁻¹ (Vilela e Borges, 2008)

A região do Alto Paranaíba se destaca na produtividade de cenoura devido ao fato de a maioria das lavouras de cenouras encontrar-se em locais cujo relevo varia de 1 a 5% de declividade, sendo caracterizada como regiões planas ou levemente onduladas. Essa faixa de declividade não impede o uso de máquinas e equipamentos agrícolas, porém exige o uso sistemático de práticas conservacionistas, como, por exemplo, terraços, cobertura vegetal, barragens de contenção de águas e adubação verde.

A obtenção de raízes de boa qualidade comercial é obtida somente com o correto preparo do solo, com certo nível de desagregação e ausência de impedimentos físicos, químicos e mecânicos. Solos que apresentam certo grau de compactação prejudicam a qualidade final da cenoura, e aumenta a incidência de raízes curtas, deformadas ou bifurcadas (FINGER et al., 2005).

O preparo de solo para implantação da cultura da cenoura consiste no revolvimento de camadas superficiais para reduzir os efeitos da compactação dos solos, incorporar adubos, fertilizantes, aumentando a porosidade dos solos e, com isso, permitindo maior armazenamento de ar e água. Diferentemente do que ocorre em outras culturas, como, por exemplo cereais, este processo facilita a germinação crescimento e desenvolvimento das raízes da cenoura.

Na cultura da cenoura, o preparo do solo também é responsável pela incorporação da matéria orgânica proveniente da rotação de cultura, diminuindo seu tempo de decomposição e, conseqüentemente, diminuindo

também os efeitos da matéria orgânica sobre a conformação das raízes. Quando a raiz de cenoura em desenvolvimento encontra-se com resíduo de matéria orgânica não decomposta, ocorre a deformação das raízes, diminuindo sobremaneira a qualidade do produto final.

No caso específico da cenoura, a mobilização do solo com arados de discos ou aivecas e com teor de água abaixo do limite mínimo de friabilidade auxilia no controle de pragas e patógenos de solo, como por exemplo, nematóides. Esse controle se dá pela exposição de torrões de solo mobilizado à luz solar.

Geralmente, o preparo de solo para cultura da cenoura é realizado com as seguintes operações, não necessariamente na ordem apresentada:

- Aração profunda ou gradagem pesada, com certa antecedência da semeadura, com objetivo de incorporar a matéria orgânica existente na área e acelerar sua decomposição;
- Subsolação com teor de água no solo acima do limite de friabilidade, com objetivo de criar drenos subterrâneos;
- Gradagem de destorroamento ou nivelamento, com o objetivo de facilitar o trabalho da rotoencanteiradora;
- Mobilização com enxada rotativa ou rotoencanteiradora, com objetivo de desagregar o solo, incorporar algum resíduo de matéria orgânica e preparar o leito de semeadura.

A mobilização do solo em excesso altera a agregação entre as partículas, facilitando a lixiviação de nutrientes e o arrastamento de partículas pela água da chuva. Outro dano causado pela mobilização do solo em excesso e sem a observação de alguns critérios, como, por exemplo, teor de água, profundidade de ação dos equipamentos é a formação de uma camada compactada abaixo da superfície do solo, conhecidas como “pé de arado” ou “pé de grade”. Camadas compactadas abaixo da superfície dos solos diminuem a eficiência de infiltração da água da chuva e irrigação, deixando o solo saturado e aumentando o risco de escoamento superficial.

O tipo de preparo de solo para cultura da cenoura depende do tipo de equipamento disponível e também do tempo que se tem para realização das

operações, tendo em vista que esta cultura necessita de constante rotação de culturas, e muitas vezes, a colheita da cultura usada na rotação pode sofrer algum atraso, devido às condições climáticas e operacionais.

Em decorrência de vários fatores operacionais e ambientais, o cultivo mínimo vem se destacando entre as formas convencionais e este tipo de cultivo apresenta algumas vantagens em relação ao cultivo convencional, como, por exemplo, possibilidade de semeadura em épocas chuvosas, antecipando ou retardando a colheita em função das demandas de mercado, redução de erosão, redução do número de passadas dos equipamentos usados no preparo do solo e uso de tratores de menor potência.

Com a adoção e as vantagens do sistema de semeadura direta, as áreas submetidas ao preparo periódico do solo vêm sendo diminuídas a cada ano. Porém, quando se trata de hortaliças tuberosas, a semeadura direta não é tão eficaz quanto para a cultura de cereais, devido ao reduzido tamanho da semente e visto também que o produto que será destinado ao mercado final cresce em contato direto com o solo e, muitas vezes, pode não apresentar alguns parâmetros de qualidade visual, devido a algum impedimento físico ou mecânico causado pelo solo.

Atualmente, existe pouca literatura sobre o preparo do solo para a implantação da cultura da cenoura. O que se sabe é que o preparo do solo, muitas vezes, é feito sem critério algum, o que acarreta alto nível de desagregação entre as partículas do solo, contribuindo para a aceleração do processo de erosão hídrica, eólica e impedindo o trânsito de determinadas máquinas em certas épocas do ano.

No caso da cenoura, por se tratar de raiz tuberosa, a estrutura e textura do solo tem grande influência na qualidade final do produto, tendo em vista que o produto que se destinará ao consumidor para consumo *in natura* cresce e desenvolve em contato direto com o solo.

As intensidades de revolvimento do solo e de incorporação dos resíduos culturais e vegetais promovem modificações nos teores de matéria orgânica (MO), na capacidade de troca de cátions (CTC), no pH, na dinâmica dos íons e na agregação do solo, este último influenciando diretamente na qualidade física do mesmo (FALLEIRO et al., 2003).

Os fatores que controlam a agregação do solo determinam suas condições físicas. Dessa forma, os processos naturais de agregação do solo, os sistemas de manejo, os níveis de matéria orgânica do solo, o teor de argila, entre outros fatores, determinam a formação de agregados mais ou menos estáveis. Portanto, a utilização de diferentes sistemas de preparo afeta diretamente as propriedades físicas do solo, incluindo o tamanho médio e distribuição dos tamanhos dos agregados (WANATABE et al., 2002).

De acordo com Reeder (2002), o uso sustentável do solo será a chave principal para a agricultura global sustentável no próximo século. A conservação dos solos terá um importante papel no aumento da demanda de alimentos pela população e na preservação do ambiente.

O preparo do solo é um conjunto de operações que varia de região para região, cultura a ser implantada, tipo de solo, teor de água, equipamentos disponíveis e tempo requerido para sua execução.

O preparo do solo com o uso de arados, grades, rotoencanteiradoras, subsoladores e escarificadores, embora não seja usado, atualmente, em culturas de cereais, em substituição ao plantio direto e cultivo mínimo, é muito usado para implantação das culturas de hortaliças, como, por exemplo, cenoura, alho, cebola e batata.

A implantação dessas culturas requer solos bem soltos e desagregados e essa condição está ligada diretamente às regulagens dos equipamentos, que nem sempre são de conhecimento dos técnicos responsáveis pela execução da operação e, também, ao número de passagens desses equipamentos.

Sá (1998) relata que todos os equipamentos de mobilização do solo provocam alterações nas propriedades físicas, pois cada equipamento mobiliza o solo de maneira diferenciada.

Na produção de hortaliças, o preparo do solo tem grande influência sobre a produtividade e qualidade final do produto e, tendo em vista que o preparo do solo é realizado de forma intensiva, deixando o solo com excesso de desagregação, o mesmo fica sujeito à erosão, compactação pelos rodados das máquinas e pela ação dos órgãos ativos de máquinas e equipamentos.

No Brasil, apesar dos avanços científicos e tecnológicos referentes ao preparo do solo e atributos físicos, químicos e biológicos, a maioria dos

trabalhos científicos visa às grandes culturas (milho, soja, feijão, trigo), e pouca atenção é dada para as culturas olerícolas, principalmente cenoura. Portanto, surge a necessidade de estudos sobre a influência do preparo e manejo do solo para implantação dessa cultura, no que se refere às características físicas do solo , bem como métodos alternativos, que mobilizem menos o solo, visando maior preservação ambiental, maior sustentabilidade e diminuindo os gastos de combustíveis e energia com preparo excessivo do solo.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo a avaliação de sistemas de preparo do solo para a cultura da cenoura (*Daucus Carota L.*), visando a colheita mecanizada. As principais hipóteses do presente trabalho são: possibilidade de colheita mecanizada no sistema de cultivo mínimo; os valores dos atributos físicos do solo (diâmetro médio ponderado, porcentagem de agregados finos, empolamento, área de elevação, área mobilizada, espessura média da camada mobilizada, rugosidade inicial e rugosidade final) serão influenciados pelos sistemas de preparo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Preparo do solo

Segundo Srivastava et al. (2006), o preparo do solo pode ser definido como alterações mecânicas que alteram o nível de agregação entre as partículas, melhorando infiltração de água e aeração, criando condições favoráveis à germinação de sementes e desenvolvimento de plantas.

O preparo inadequado do solo compromete o nível de agregação entre as partículas, alterando a sua estrutura que, segundo Viana et al. (2004), é uma das propriedades físicas do solo considerada mais importante ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

Longe de ser uma tecnologia simples, o preparo do solo compreende um conjunto de técnicas que, quando usadas racionalmente, podem permitir altas produtividades das culturas e baixo custo. Irracionalmente utilizadas, as técnicas de preparo podem levar à destruição dos solos em apenas poucos anos de uso intensivo, ou conduzir à degradação física, biológica e química em forma paulatina, diminuindo, em maior ou menor grau, seu potencial produtivo (CAMARGO, 1983).

Quando se refere a preparo de solo, os termos máquina e implemento embora usados como sinônimos, do ponto de vista da mecânica agrícola têm significados diferentes, conforme relata Mialhe (1974):

- **Máquina:** conjunto de órgãos, estrangidos em seus movimentos por obstáculos fixos e de resistência suficiente para transmitir o efeito de forças e transformar energia.
- **Implemento:** Conjunto estrangido de órgãos que não apresentam movimentos relativos nem têm capacidade para transformar energia; seu único movimento é o de deslocamento, normalmente imprimido por uma máquina tratora.

Os equipamentos mais usados no preparo do solo são os arados (de discos e aivecas), as grades, subsoladores, escarificadores,

rotoencanteiradoras, variando o número e sequência das operações, de acordo com o estado em que se encontram o solo e as necessidades do produtor.

Conforme relatado por Fontes et al. (2008), preparo excessivo do solo deve ser evitado, pois pode causar a destruição da estrutura do mesmo, facilitar a formação de crosta e a compactação do subsolo, que deformam e prejudicam o crescimento das raízes.

Wünshe e Denardin (1980) descrevem que a operação mais importante no manejo do solo é o seu preparo e a maior parte dos problemas com a condução das culturas e problemas conservacionistas advêm da forma inadequada de condução dessas operações. Solos submetidos aos sistemas de preparo apresentam menor estabilidade de agregados, alteração no espaço poroso e diminuição na condutividade hidráulica.

A degradação das propriedades físicas do solo, causadas pelo manejo inadequado, de acordo com Zoldan Júnior et al (2008), causa a diminuição da rugosidade superficial, favorecendo a erosão hídrica e prejudicando o trânsito de máquinas e equipamentos.

Segundo Srivastava et al. (2006), existem inúmeros equipamentos para preparo do solo disponíveis para os produtores e a escolha do tipo de equipamento depende dos costumes locais, do tipo da cultura, tipo de solo, umidade do solo e restos culturais deixados pela cultura implantada anteriormente.

O preparo do solo é de fundamental importância para se obter cenoura com qualidade aceitável no mercado. Caso esse preparo não seja feito adequadamente e exista torrão ou palhada na área de cultivo, a cenoura se bifurca, saindo fora dos padrões de qualidade.

Outro fato relacionado com o preparo do solo e a qualidade das cenouras é o tamanho das partículas do solo que, se muito grandes, podem favorecer o enrugamento da cenoura, o que dificulta a sua lavagem. Devido ao enrugamento pelo tamanho dos agregados do solo, parte desse solo fica aderido nas ranhuras da mesma, tendo, desse modo, que alterar a configuração das escovas na máquina de limpeza, o que causa a perda do brilho da cenoura e, conseqüentemente, perda do valor agregado.

Os diferentes equipamentos disponíveis para o preparo do solo provocam alterações nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas, pois

cada equipamento trabalha de maneira própria, alterando de maneira diferenciada estas propriedades (SÁ, 1998).

Cunha et al. (2002), complementando a informação citada anteriormente, descrevem que o trânsito de máquinas e equipamentos em solos com alto teor de água deve ser controlado, pois com o aumento da umidade há uma diminuição das forças de coesão entre as partículas do solo e também do atrito interno, favorecendo sobremaneira o rearranjo entre as partículas e, conseqüentemente, a compactação do solo.

2.2. Mobilização do solo

As mobilizações intensivas do solo, de acordo com Denardin e Kochhann (1997), principalmente no sistema convencional, sob condições inadequadas de umidade e de cobertura vegetal, modificam adversamente a estrutura do solo e afeta basicamente as relações entre a fase sólida, líquida e gasosa.

Diferentes sistemas de preparo, operando num determinado tipo de solo, sob mesma condição de cobertura vegetal e de teor de água, podem levar à obtenção de distribuições de agregados por tamanhos semelhantes, desde que os equipamentos, utilizados em cada sistema, estejam devidamente regulados para tal objetivo. Por isso, tornam-se bastante perigosas generalizações sobre um determinado equipamento de preparo do solo, se melhor ou pior que outros existentes no mercado. Qualquer equipamento utilizado inadequadamente, mesmo aquele recomendado para operação de mínima mobilização, pode ser extremamente prejudicial ao solo. Alguns parâmetros podem ser usados para a avaliação da camada mobilizada, como, por exemplo, porcentagem de agregados retidos por classe de tamanho, módulo de finura, diâmetro médio geométrico, perfil mobilizado do solo e índice de rugosidade (GAMERO; BENEZ, 1990).

Os efeitos sobre os resíduos vegetais remanescentes no solo após as operações de preparo, além da desagregação do solo, foram avaliados por Fernandes et al. (2001) que consideraram o preparo reduzido, empregando um escarificador, como eficiente para o controle e prevenção da erosão, por deixar

um mínimo de 30% da cobertura sobre o solo após sua utilização no preparo do solo.

Os sistemas de preparo do solo existentes afetam a rugosidade superficial do solo, de forma diferenciada, e, conseqüentemente, o escoamento superficial que, por sua vez, influi diretamente no processo erosivo, por causa das diferentes intensidades de movimentação do solo. O preparo intensivo do solo, principalmente sem o uso de práticas conservacionistas, favorece as perdas de solo e água por erosão, comprometendo sua capacidade para a produção agrícola, além de outros problemas causados ao ambiente (SILVA et al., 1999).

Ao avaliar a mobilização e a desagregação do solo sob a ação de diferentes equipamentos em diferentes sistemas de preparo e sua influência na rugosidade superficial e compactação do solo, Coan (1995) encontrou maior efeito dos arados combinados com grade aradora na camada mobilizada e na rugosidade do solo quando comparados com a grade aradora e a enxada rotativa.

2.3. Estabilidade de agregados

A desagregação do solo causada pela mobilização periódica pode ser caracterizada por meio do uso do Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e do Diâmetro Médio Geométrico (DMG). Essa caracterização pelo tamanho de agregados tem grande importância no manejo do solo e na implantação da cultura, pois permite avaliar o efeito mecânico dos equipamentos e técnicas de preparo de solo, associando-os às condições ideais para germinação de sementes, desenvolvimento de plantas e manejo sustentável.

Além do DMP e DMG, o solo também pode ser caracterizado pela densidade, resistência à penetração e porosidade. Kepker e Anghinoni (1995) relatam que esses parâmetros são frequentemente utilizados para caracterizar o solo e os efeitos decorrentes dos sistemas de preparo sobre as estruturas físicas do mesmo. Tais propriedades podem afetar a distribuição, a qualidade e a morfologia das raízes, com reflexos no desenvolvimento e crescimento das plantas.

De acordo com Bavel (citado por FERNANDES et al., 2001), o diâmetro médio geométrico dos agregados, por ser um índice sensível ao estado de agregação do solo, pode ser utilizado em estudos estatísticos, como a análise de variância ou de correlação entre a produtividade da cultura e preparo do solo, permitindo, dessa maneira, uma avaliação quantitativa da estrutura do solo. O diâmetro médio geométrico é influenciado pelo tipo de equipamento utilizado, pelo sistema de preparo, pelo tipo e condição de solo.

Em seus trabalhos de pesquisa, Silva e Mielniczuk (1997) verificaram redução no diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados de 71% num LATOSSOLO VERMELHO e de 47% num LATOSSOLO ROXO, quando passaram de uma condição de campo nativo para preparo convencional com culturas anuais, com aração e gradagem. Verificaram, também, aumento da estabilidade de agregados de ambos os solos quando submetidos ao plantio direto.

Mello (2004), num estudo sobre as alterações físicas do solo em função da velocidade de aração ($3,5 \text{ km h}^{-1}$, $4,9 \text{ km h}^{-1}$ e $6,55 \text{ km h}^{-1}$) e do ângulo horizontal dos discos (35° , 43° e 52°), verificou que o diâmetro médio geométrico dos agregados apresentou diferenças significativas em função da velocidade de deslocamento e do ângulo horizontal dos discos. O aumento na velocidade de deslocamento e do ângulo dos discos proporcionou menor diâmetro médio geométrico.

Reinert et al. (1987), ao estudar o efeito do preparo reduzido do solo, em dois tipos de solo, envolvendo subsolagem, escarificação e gradagem sobre o efeito do tamanho dos agregados, medidos imediatamente após o preparo, observaram que o diâmetro médio geométrico de agregados foram, cerca de duas vezes, maiores nos preparos que envolveram subsolador do que nos preparos que envolveram escarificador e escarificador com complementos.

Os mesmos autores observaram também que o uso da grade de discos, antes do subsolador e do escarificador, mostrou menor redução do diâmetro médio dos agregados do que quando usado após estas operações. Em relação ao tipo de solo, verificaram que, com o uso da grade de discos após o subsolador, houve maior redução do diâmetro médio dos agregados no solo Podzólico Vermelho Amarelo do que no Latossolo Vermelho Escuro, indicando o efeito da textura e estrutura no resultado final do preparo.

Oliveira et al. (2003), em seus estudos, avaliaram as alterações estruturais de um Latossolo Vermelho Distrófico, sob cerrado, plantio direto e preparo com arado de discos. Na camada de 0 a 5 cm, os valores do diâmetro médio geométrico para o solo sob cerrado, plantio direto e preparo com arado de discos foram de 4,4; 3,6; e 3,3 mm, respectivamente, todos com diferenças significativas entre eles. Já para a profundidade de 20 a 30 cm, os valores foram de 4,3; 4,3; e 4,2 mm, para o solo sob cerrado, plantio direto e preparo com arado de discos, respectivamente, todos valores sendo iguais entre si, sem diferença significativa.

A influência da velocidade de aração no diâmetro médio geométrico dos agregados do solo foi avaliado por Schlosser et al. (2000), comparando dois tipos de arado (aiveca e discos), trabalhando nas velocidades de 5 e 7 km h⁻¹, seguidos de gradagem. A presença da gradagem influenciou significativamente no Diâmetro Médio Geométrico, aumentando a percentagem de agregados de menor tamanho, às custas do fracionamento dos torrões maiores, o que evidencia a ação desestruturadora do solo com esta prática. Os autores verificaram também que não houve diferenças significativas entre a ação dos arados de discos e de aivecas sobre a distribuição dos agregados.

2.4. Perfil mobilizado

Para a obtenção da camada mobilizada têm-se os parâmetros: área mobilizada propriamente dita, área de elevação, empolamento do solo e ainda a modificação da rugosidade do solo, obtida pela diferença entre o índice de rugosidade da superfície do solo antes do preparo e após o preparo do solo, expressa em porcentagem.

O padrão metodológico adotado para a avaliação da camada mobilizada do solo consiste na obtenção do perfil natural do solo antes do preparo, com emprego do perfilômetro de hastes e, também, após o preparo. No mesmo ponto, será obtido ainda o perfil de elevação com a retirada de todo o solo mobilizado, em uma faixa determinada, de modo a se obter a seção transversal da camada mobilizada e, por conseguinte, a área mobilizada pelo implemento empregado no preparo, conforme descrito por Rosa (2007).

Silva et al. (2002), descrevendo as formas de avaliação da camada mobilizada de solo sob ação do preparo do mesmo, citam o emprego do perfilômetro de hastes para obtenção do índice de rugosidade e do perfil mobilizado do solo, fornecido pela diferença entre o perfil inicial e o perfil final, após o preparo do solo, considerando um mesmo ponto na área. Citam, ainda, que, assim, se obtém o deslocamento vertical do perfil e sua respectiva área mobilizada, por sua vez obtidos dos três perfis do solo: o perfil da superfície inicial, perfil final e, também, o perfil interno ou camada mobilizada propriamente dita, dado pela retirada do solo mobilizado no mesmo ponto de leitura do perfil inicial e do perfil final do solo.

A área mobilizada, por exemplo, expressa a área situada entre o perfil inicial do solo e o perfil do fundo do sulco deixado pelo implemento após o preparo do solo. Por sua vez, a chamada área de elevação é considerada aquela que se situa entre o perfil inicial do solo e o perfil da superfície do solo, após sua mobilização, obtida com a passagem do implemento na operação de preparo do solo.

Segundo Gamero e Benez (1990), considera-se a área de solo mobilizada aquela constrangida entre o perfil natural original do solo, portanto antes da passagem do implemento, e o perfil de fundo do sulco, esse obtido após a passagem do implemento. Desse modo, a diferenciam da área de elevação, pois essa é a que se encontra entre o perfil original do solo e o perfil superficial após a mobilização via implemento.

Conforme descrito por Carvalho Filho et al. (2007 a), deve-se obter, com emprego de um perfilômetro os seguintes perfis do solo:

- Perfil inicial ou perfil natural, aquele anterior à passagem de qualquer implemento;
- Perfil final ou perfil de elevação, ou seja, obtido na superfície do solo ao final da mobilização do solo ,
- Perfil de fundo do sulco, nesse caso com retirada de solo em um ponto da área mobilizada de modo a posteriormente se obter informações da área mobilizada e outros parâmetros como empolamento e área de elevação.

Após a obtenção dos perfis, pode-se então proceder ao cálculo da área mobilizada do solo, o que, segundo Daniel e Maretti (1990), pode ser feito por

meio de gráficos, emprego de técnicas de planimetria ou mesmo recorrendo-se a programas em computadores eletrônicos.

A rugosidade superficial do solo induzida por métodos de preparo é requerimento importante nos sistemas de manejo de caráter conservacionista e isto se deve ao fato de que ela aumenta a retenção e a infiltração superficiais de água no solo, reduz a velocidade e o volume do escoamento superficial e aprisiona os sedimentos da erosão, diminuindo os danos causados pela erosão hídrica (CASTRO et al., 2006).

2.5. Resistência mecânica do solo à penetração

A compactação do solo é causada pela movimentação de máquinas, tratores e equipamentos agrícolas durante o preparo do solo, semeadura, tratamentos culturais, colheita e transporte, podendo ocasionar demora na emergência das plantas, plantas mais baixas que o normal, folhas com coloração não característica, sistema radicular superficial, raízes malformadas, aumento da resistência mecânica ao crescimento radicular, bem como redução na taxa de infiltração da água no solo, na macroporosidade, na aeração, na disponibilidade de água e nutrientes e, conseqüentemente, decréscimo na produtividade agrícola (PIFFER; BENEZ, 2005).

O cultivo de grandes extensões de terras como ocorre no cerrado, bem como os repetitivos cultivos dos solos de várzea, principalmente com culturas temporárias, implica num cronograma de trabalho que envolve o uso intensivo de máquinas agrícolas para a realização das mais diversas operações incluídas no ciclo cultural. Contudo, o aumento do tamanho das máquinas agrícolas está associado ao aumento de seu peso, o qual é transferido ao solo por ocasião de sua utilização e, dependendo das propriedades do solo, isso pode sujeitá-lo a problemas bastante graves.

A compactação pode ser definida como a ação mecânica por meio da qual se impõe ao solo uma redução de seu índice de vazios, que é a relação entre o volume de vazios e o volume de sólidos. A mudança de relação das fases se deve, principalmente, a reorganização das partículas do solo quando este é submetido a uma força de compressão (CAMARGO e ALLEONI, 1983).

A compactação do solo pode ser natural ou artificial. Natural se formada por processos pedogenéticos e artificial quando causadas por máquinas usadas no preparo do solo, cultivo e transporte. Quando o preparo do solo é realizado ano após ano, na mesma profundidade de operação dos equipamentos, causa a compactação conhecida popularmente de “pé de arado” ou “pé de grade”. Essa compactação é causada pelos órgãos ativos dos equipamentos que passam frequentemente no solo.

Camargo e Alleoni(1983) cita o tráfego de veículos sobre o solo como um dos fatores que mais determina a compactação do solo e que a pressão no interior do solo é determinada mais pela configuração das pressões na superfície do solo do que por suas propriedades físicas.

Lopes et al. (2006) avaliaram a compactação de um solo de uso florestal, submetido ao tráfego de máquinas florestais de esteiras e pneus, com e sem carregamento de madeira e em sucessivas passadas. O trator de pneus afetou a densidade do solo na profundidade de 0 a 0,15 m, em todas as condições de tráfego. Verificaram-se valores mais elevados, quando a máquina trafegou por uma e duas vezes com carregamento, sendo dois percursos a condição que mais afetou a densidade do solo.

Dias Júnior e Pierce (1996) consideram que as operações motomecanizadas utilizadas na colheita causam prejuízos ao desenvolvimento das plantas, pelo fato de não haver um controle rígido da umidade do solo ou capacidade de suporte de carga, no momento de realização das operações.

A resistência mecânica do solo à penetração é altamente relacionada com o teor de água e densidade do solo, afirmam Cunha et al. (2002). Em seu trabalho de pesquisa verificou-se que o incremento na densidade do solo e a diminuição no teor de água provocaram aumento linear da resistência à penetração.

Existe um aumento na resistência do solo à penetração, quando o solo é submetido a longo período de pousio, independente do sistema de preparo anteriormente utilizado. Após cinco anos em pousio, a densidade do solo foi maior no sistema de preparo de solo com grade aradora do que no sistema de preparo com enxada rotativa (PRADO et al., 2001).

Carvalho Filho et al. (2006), estudando os efeitos de sistemas de preparo do solo na cultura da soja, avaliaram o uso do escarificador, enxada

rotativa, arado de aiveca, arado de discos e grade aradora e verificaram que não houve diferença para o número médio de dias necessários para a emergência das plântulas, porém o sistema de preparo com arado de discos proporcionou as maiores populações iniciais da cultura, quando comparados àqueles no escarificador e na enxada rotativa. Depois dos 44 dias após a semeadura verificaram que as maiores e menores alturas das plantas foram encontradas no solo preparado com arado de aiveca e enxada rotativa, respectivamente.

Tão importante quanto o desenvolvimento radicular é a determinação do valor crítico de resistência à penetração ao desenvolvimento radicular e sua relação com a produtividade da cultura (BEUTLER; CENTURION, 2004). Esses autores verificaram que o aumento da compactação do solo aumenta a densidade, a superfície e a massa de matéria seca das raízes, na camada de 0 a 0,05 m e causa decréscimo linear nas camadas mais compactadas de 0,05 a 0,10 e 0,10 a 0,15 m.

Por três anos, em um experimento conduzido por Borges et al. (2004), avaliaram a compactação de um Gleissolo Háptico submetido ao monocultivo do arroz irrigado (convencional, cultivo mínimo e plantio direto) e à rotação de culturas com diferentes plantas de cobertura sob plantio direto. Os resultados mostraram que a maior resistência à penetração, na camada superficial do solo (0 a 0,20 m) ocorreu no sistema de monocultivo do arroz com preparo convencional e cultivo mínimo. Nos tratamentos com plantio direto os resultados de compactação foram semelhantes ao solo mantido sem cultivo. Todos os tratamentos apresentaram aumento da resistência à penetração a partir de 0,40 m de profundidade.

Apesar de propiciar condições favoráveis ao crescimento e à produção das plantas, o preparo intensivo do solo e a movimentação de veículos e máquinas, geralmente pesados, ao longo da área das culturas, provocam a formação de camadas compactadas, que constituem um fator negativo à produtividade agrícola (MELLO; MAGALHÃES, 1995).

2.6. Densidade do solo

Reinert et al. (2008) identificaram o limite crítico de densidade de um Argissolo Vermelho e concluíram que o crescimento normal das raízes das plantas de cobertura ocorreu até o limite de densidade de $1,75 \text{ mg m}^{-3}$. Entre a faixa de $1,75$ e $1,85 \text{ mg m}^{-3}$, ocorreu restrição, com deformações na morfologia das raízes em grau médio e, acima de $1,85 \text{ mg m}^{-3}$, essas deformações foram significativas, com grande engrossamento, desvios no crescimento vertical e concentração na camada mais superficial. Todas as espécies avaliadas podem ser utilizadas em solos com algum grau de compactação, mas, quando a densidade for superior a $1,85 \text{ mg m}^{-3}$, pode ser necessária a mobilização do solo com escarificador e, ou, subsolador para facilitar a penetração das raízes em profundidade.

O aumento na densidade do solo da camada superficial faz com que alguns agricultores da região dos cerrados, eventualmente, utilizem o arado ou o escarificador nas suas áreas até então conduzidas sob plantio direto, atuando na redução da densidade do solo e na redistribuição dos nutrientes no perfil do solo (SILVEIRA et al., 1998).

Dentre os métodos de determinação da densidade do solo, o de maior utilização e considerado padrão é o do anel volumétrico, o qual consiste na amostragem de solo com estrutura indeformada num anel (cilindro metálico) de volume conhecido (PIRES et al., 2011).

De acordo com Silva et al. (2005), os efeitos diferenciados sobre os atributos físicos devido ao tipo de preparo de solo, adotado em cada sistema de manejo, são dependentes da intensidade de revolvimento, do trânsito de máquinas, do tipo de equipamento utilizado, do manejo dos resíduos vegetais e das condições da umidade do solo no momento do preparo. O manejo incorreto do solo, além da suscetibilidade de erosão e lixiviação de nutrientes, leva à formação de uma camada subsuperficial compactada, prejudicando, assim, o desenvolvimento das raízes e infiltração de água no solo.

2.7. Cobertura vegetal

Dentre os benefícios da cobertura vegetal sobre o solo, destacam-se aumento do teor de matéria orgânica, maior disponibilidade de nutrientes, maior capacidade de troca de cátions efetiva do solo, favorecimento de ácidos

orgânicos, diminuição do alumínio trocável e mobilização de nutrientes lixiviados (CALEGARI et al., 1993).

Além dos benefícios referentes à fertilidade do solo, outros também são destacados, como maior proteção da superfície contra raios solares, contra o impacto das gotas de água, evitando o selamento superficial. Melhora-se a infiltração de água, diminui-se erosão e evita-se o contato direto do rodado das máquinas com o solo.

As plantas de cobertura usadas na rotação de culturas contribuem para o processo de estabilização de agregados do solo, através dos mecanismos de atuação do sistema radicular na agregação do solo. Como as raízes ramificam em varias direções e removem a água do solo, a pressão e tensão contribuem para a aproximação das partículas do solo (CAMARGO FILHO, 1999; WOHLEMBERG, 2004).

Outro fato importante, relacionado ao uso de cobertura vegetal, é que quando as raízes das plantas são decompostas, formam-se canais, que exercem papel fundamental na movimentação de água e difusão de gases. O aumento da infiltração de água pelos canais formados pelas raízes da brachiária tende a diminuir a erosão hídrica e aumentar a quantidade de água que chega ao lençol freático. Esse fato é de grande importância em decorrência da quantidade de sistemas de irrigação existente em determinadas regiões.

De acordo com Reichert et al. (1992), a exposição do solo às gotas de chuva provoca o salpico de partículas, o que contribui para uma redução da porosidade da camada superficial do solo.

Em relação à compactação do solo, pode-se discutir sobre dois aspectos. O primeiro aspecto refere-se à compactação pelo impacto das gotas da chuva e o segundo aspecto pela ação do trânsito de máquinas agrícolas e pelos órgãos ativos de equipamentos.

2.8. Cultivo mínimo do solo

O cultivo mínimo do solo é um sistema que produz condições favoráveis para o desenvolvimento de uma ou mais culturas, pois deixa uma

cobertura protetora de resíduos na superfície do solo durante o ano todo e provoca menos alterações físicas nos solos (BRAUNACK; McPEE, 1991).

O cultivo em áreas sob o sistema de cultivo mínimo no mundo é da ordem de 94,6 milhões de hectares. Desse total, o Brasil participa com 24,95%, representando 23,6 milhões de hectares (ROBERTS; JOHNSTON, 2006).

De acordo com Silva et al. (2005), os efeitos diferenciados sobre os atributos físicos, devido ao tipo de preparo de solo adotado em cada sistema de manejo, são dependentes da intensidade de revolvimento, do trânsito de máquinas, do tipo de equipamento utilizado, do manejo dos resíduos vegetais e das condições da umidade do solo no momento do preparo. O manejo incorreto do solo, além da suscetibilidade de erosão e lixiviação de nutrientes, leva à formação de uma camada subsuperficial compactada, prejudicando, assim, o desenvolvimento das raízes e infiltração de água no solo.

O objetivo básico do preparo reduzido é mobilizar o solo, estritamente o necessário, observando-se o teor de água no solo e, principalmente, a profundidade do preparo, que deve ser modificada a cada período, para se evitar formação de camadas compactadas, causadas pelos órgãos ativos dos equipamentos (CAMARGO; ALLEONI, 1997; CASTRO, 1989).

Conforme ressalta Denardin (1984), o preparo reduzido ou o cultivo mínimo não implica na redução de profundidade de mobilização do solo, mas sim, no número de operações necessárias para a semeadura e desenvolvimento das plantas.

Reinert (1988) ressalta que a exploração dos solos agrícolas, normalmente, altera as propriedades do mesmo, dependendo das condições edafoclimáticas. Desta forma, diferentes sistemas de manejo resultam em mudanças na composição e no arranjo dos constituintes do solo, podendo prejudicar a degradação e reduzir a produtividade das culturas.

Neste trabalho será proposto um sistema de cultivo mínimo, onde somente a faixa de solo onde será implantada a cultura sofre a mobilização por equipamentos de preparo, ficando a entrelinha das faixas sem mobilização, com cobertura vegetal, o que permitirá o trânsito de máquinas e equipamentos em períodos de chuva devido à baixa resistência ao rolamento.

Como vantagens do sistema de preparo do solo em faixas podem ser destacadas: menor número de operações de mobilização do solo, menor tempo

para preparo e implantação da cultura, menor gasto de energia, menor emissão gases poluentes, uso de tratores de menor potência para mobilização do solo, maior conservação das propriedades físicas do solo, menor resistência aos rolamentos para máquinas e equipamentos agrícolas, possibilidades da colheita mecanizada, menor custo de produção a longo prazo.

Outra vantagem significativa deste tipo de preparo, encontra-se após a colheita da cenoura, pois permite a implantação de outra cultura sob sistema de plantio direto, sem a necessidade de mobilizar o solo novamente. Esse fato não é possível no preparo convencional, em função do excesso de desagregação antes da implantação da cultura. Após a colheita, o solo fica irregular devido ao trânsito de máquinas e equipamentos, e necessita ser nivelado para instalação da cultura seqüente.

O preparo do solo em faixas permite melhor infiltração de água nas faixas mobilizadas, inclusive em áreas com pequena ondulação. A superfície do solo fica mais protegida das gotas de água provenientes da chuva e irrigação.

No sistema convencional de preparo do solo para cultura da cenoura, a passagem dos rodados das máquinas e equipamentos nas entrelinhas dos canteiros, causa compactação localizada, faz que a água da irrigação não infiltre no solo, causando erosão e danificação da lateral do canteiro.

2.9. Colheita mecanizada de cenouras

O desenvolvimento de máquinas para colheita de frutas e vegetais não é uma tarefa simples, pois esses produtos possuem grandes diferenças dentre os atributos agrônômicos, como estrutura, tamanho, formato e peso. Diante desse fato as máquinas para colheita têm que ser projetadas especificamente para este fim.

Por isso, dependendo do tamanho da propriedade, essas máquinas trabalham poucas horas durante o ano, aumentando os custos de produção e depreciação das máquinas.

A colheita da cenoura é uma operação manual que além de contribuir de maneira significativa para o aumento do custo de produção, torna-se ineficiente pela escassez de mão de obra qualificada no campo.

A cenoura, como qualquer outro produto agrícola, sofre variações de preços no mercado, ao longo do tempo. A colheita manual pode prejudicar o preço do produto, pois dependendo das condições de mercado, pode ocorrer o risco de não haver número de pessoas suficientes para colher determinada quantidade do produto em um curto período de tempo, principalmente em períodos de chuva.

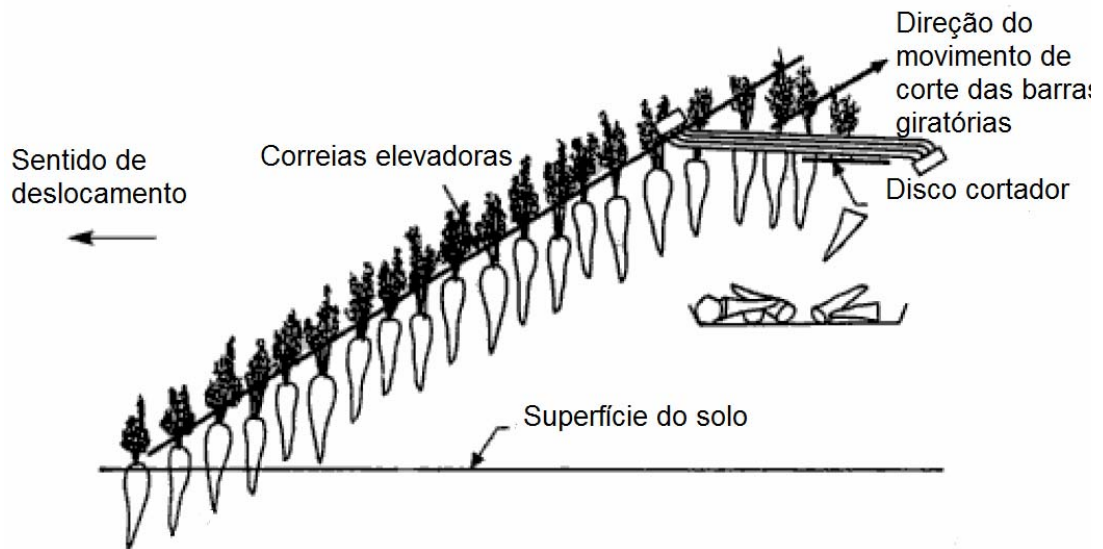
Máquinas desenvolvidas para colheita de cenoura existem há algum tempo, inclusive no Brasil. O fator operacional que impede o uso dessas máquinas está relacionado ao preparo do solo, principalmente na safra de verão. O preparo do solo para implantação da cultura deixa o solo com excesso de desagregação, com alto valor percentual de agregados finos (partículas menores que 2 mm).

Diante dessa situação, o trânsito de máquinas fica prejudicado, devido à baixa sustentação dos solos e, conseqüentemente, à alta resistência ao rolamento dos rodados das máquinas e equipamentos.

O sistema de preparo de solo convencional para cenoura, em forma de canteiros, é recomendado para áreas planas, devido ao risco de erosão em função do tamanho das partículas do solo. Esse sistema também pode ser prejudicado, tanto pela água da chuva quanto pela da irrigação. A explicação está no fato de que, como o solo está desagregado em excesso, qualquer interferência da água pode danificar as laterais do canteiro, prejudicando assim a produtividade e a qualidade do produto final.

Desse modo, o primeiro passo para a colheita mecanizada, principalmente na safra de verão, é um preparo do solo diferenciado, que atenda às características de solo exigidas pela cultura e que permita o trânsito de máquinas, principalmente em períodos com alto teor de água no solo, que é o caso da colheita da safra de verão.

A colheita mecanizada de cenouras é realizada por meio de correias prensoras (da parte aérea das plantas) e, ao mesmo tempo, elevadoras, cujo movimento combinado com o avanço da máquina exerce uma tração vertical sobre a raiz que, desta forma, é arrancada do solo (Figura 1). Dentro da máquina existem barras de movimento rotativo, que conduzem a cenouras para um cortador e transportador (CAÑAVATE, 2003).



Fonte: Cañavate (2003).

Figura 1 - Princípio básico de funcionamento da colhedora de cenouras.

Durante a colheita manual, além de os colhedores arrancarem a cenoura e destacarem a parte aérea da planta, fazem também uma pré-seleção das cenouras, acondicionando-as de maneira organizada nas caixas plásticas, que vão para o lavador e o classificador.

A colheita mecanizada não permite pré-seleção das cenouras, e também as depositam nas caixas plásticas de maneira aleatória. Esse fato faz que ocorra aumento da mão de obra no classificador, aumentando o volume de descarte e, também, requer um maior número de caixas plásticas para o transporte até o classificador.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em área irrigada por aspersão, pertencente à Sekita Agronegócios, localizada no município de Rio Paranaíba, MG, região do Alto Paranaíba, localizado a 19°18'48" de latitude sul e 46°9'28" de longitude oeste, com altitude média de 1.100 m, sob LATOSSOLO VERMELHO AMARELO (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1999). Utilizaram-se sementes de cenoura Juliana, com 99% de pureza e 85% de germinação.

Inicialmente, a área experimental estava sendo cultivada com *Brachiaria decumbens*, há aproximadamente 36 meses, com o objetivo de reestruturação do solo, rotação de culturas, controle de nematóides e fornecimento de matéria verde para silagem (Figura 2).



Figura 2 - Vista geral da área experimental coberta com *Brachiaria decumbens*.

Antes da instalação dos experimentos, a área foi dessecada com Glifosato (GLiz 480), com dosagem de 4 l ha⁻¹ e, posteriormente, roçada, com o objetivo de acelerar a decomposição da matéria seca.

3.1. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, com três repetições e nove tratamentos, conforme descritos na Tabela 1.

Por se tratar de trabalho realizado no campo, onde vários fatores (chuva, sol, variabilidade física e química do solo, incidência de pragas ou doenças, deposição de sementes) poderiam influenciar os resultados finais, os valores obtidos foram comparados a 10% de significância pelo teste de Tukey. Para as análises estatísticas usou-se o software SAEG versão 9.1.

Tabela 1 – Descrição dos nove tratamentos de preparo do solo usados na implantação do experimento

Denominação	Tratamento
T1	Uma aração e uma passada da rotoencanteiradora com tampa fechada
T2	Uma aração, uma gradagem e uma passada da rotoencanteiradora com tampa fechada
T3	Uma aração, duas gradagens e uma passada da rotoencanteiradora com tampa fechada
T4	Uma gradagem, uma escarificação e duas passadas da rotoencanteiradora, com tampa primeiramente aberta e, depois, fechada
T5	Uma escarificação, duas passadas da rotoencanteiradora com tampa primeiramente aberta e, depois, fechada
T6	Uma escarificação e duas passadas da rotoencanteiradora com abertura da tampa intermediária e, depois, fechada
T7	Uma escarificação e duas passadas da rotoencanteiradora com tampa fechada
T8	Duas gradagens, uma escarificação e duas passadas com rotoencanteiradora com tampa fechada
T9	Duas passadas do equipamento de preparo do solo em faixas (Big Mix)

As parcelas possuíram dimensões de 20 m x 5 m, que foram previamente demarcadas e estaqueadas. Entre cada parcela, deixou-se um espaço de 5 m para realização de manobras e em cada uma delas instalaram-se dois canteiros com largura de 1,8 m cada.

Foram utilizados os seguintes equipamentos de preparo do solo para implantação dos experimentos:

- Arado de aiveca reversível, montado, com massa de 550 kg, composto de duas aivecas recortadas, largura de corte de 0,80 m, regulado para trabalhar a 0,30 m de profundidade, com velocidade de trabalho de $2,0 \text{ m s}^{-1}$, sendo tracionado por um trator John Deere 5700 (63 kW de potência no motor), com bitolas ajustadas em 1,85 m.
- Grade aradora, em tandem, dupla ação de arrasto, com massa de 3290 kg, equipada com 28 discos de 28 polegadas, espaçamento entre discos de 27 cm, regulada para trabalhar a 0,20 m de profundidade e velocidade de trabalho de $2,5 \text{ m s}^{-1}$, largura de corte de 3,51 m, tracionada por um trator John Deere modelo 7515 (104 kW de potência no motor).
- Rotoencanteiradora, montada, com massa de 1350 kg, com 3,6 m de largura, máxima rotação do rotor, 6 facas tipo veloz por flange, equipada com 12 flanges. Velocidade de trabalho de $1,6 \text{ m s}^{-1}$, acionada por um trator John Deere modelo 7515 (104 kW de potência no motor).
- Escarificador, montado, com massa de 730 kg, composto por 15 hastes, largura total de 4m, distância entre hastes de 0.30 m, trabalhando a 0,35 m de profundidade, largura da ponteira de 8 cm, velocidade de trabalho de $2,0 \text{ m s}^{-1}$, tracionado por um trator John Deere modelo 7515 (104 kW de potência no motor).
- Equipamento de preparo do solo em faixas (Big Mix, figura 3) para implantação de culturas perenes, montado no sistema de levante hidráulico, com massa de 590 kg, equipado com haste subsoladora, ponteira de 0,40 m de largura, rotor de duas flanges, distanciadas 0,40 m entre si, com rotação de 90 RPM, 6 facas tipo L em cada flange, acionado pela tomada de força do trator, equipado com depósito de adubo ou corretivo, velocidade de trabalho de $1,0 \text{ m s}^{-1}$, tracionado por trator John Deere modelo 7515 (104 kW de potência no motor).



Figura 3 - Equipamento usado no preparo do solo em faixas.

Este equipamento foi usado somente na faixa onde a cultura foi implantada, ficando as entrelinhas das faixas sem mobilização, com presença de cobertura vegetal, e com baixa resistência ao rolamento, o que permitiu o transito de máquinas e equipamentos em períodos de chuva. Foi mobilizada uma faixa de 0,40 m e entre essas faixas foi deixado espaçamento de 0,60m sem mobilização.

- Semeadora de precisão, montada, equipada com dosador pneumático, com cinco linhas de semeadura, tracionada e acionada por um trator John Deere modelo 6300 (74 kW de potência no motor), equipada com rodas compactadoras metálicas lisas.

Conforme relata Carvalho Filho (2006), o preparo do solo pode ser realizado por máquinas ou implementos agrícolas. Para designar tanto máquina como implemento, de maneira mais simplificada, o mesmo autor sugere o uso do termo equipamento para ambos, que também será adotado neste trabalho.

Ainda em relação à nomenclatura de equipamentos, os termos enxada rotativa, rotoencanteiradora e fresadora, embora realizem trabalhos semelhantes, apresentam algumas diferenças técnicas em sua constituição e no resultado final do trabalho. Para fins de padronização, neste trabalho será adotado o termo rotoencanteiradora.

3.2. Características químicas e granulométricas do solo

A determinação das características químicas e granulométricas do solo foi realizada segundo a metodologia descrita pela Embrapa (1997).

As amostras para determinação das características químicas e granulométricas do solo foram retiradas em dois locais, com o objetivo de verificar as mudanças nas características do solo causadas pelo manejo ao longo do tempo. Os locais de amostragens foram em área de vegetação de cerrado, próximo à área experimental e na área experimental.

3.3. Teor de água no solo

A determinação do teor de água no solo realizou-se no momento em que se coletavam as amostras de resistência mecânica do solo à penetração, na profundidade de 0 a 0,60 m, em camadas de 0,10 m, sendo retiradas à distância de 0,20 m à direita do local da amostragem com o penetrômetro. Nas amostragens foram retirados cinco pontos por unidade experimental, totalizando seis amostras por perfil, separadas em camadas de 0,10 m.

Para coleta das amostras foi utilizado um trado de Uhland, no qual retiraram-se amostras indeformadas para também serem usadas na determinação da densidade do solo.

O solo coletado nos cilindros (amostras indeformadas) foi acondicionado em papel alumínio, colocados em caixa de isopor para transporte até o laboratório, sendo, posteriormente, pesados em balança com precisão de 0,01 g e colocados em estufa por um período de 24 horas, com temperatura de 105 a 110°C até se obter massa constante, conforme (EMBRAPA, 1997).

3.4. Densidade do solo

A densidade do solo foi determinada no perfil de 0 a 0,60 m de profundidade, em camadas de 0,10 m, utilizando-se o método do anel volumétrico, descrito pela Embrapa (1997). Foi utilizado um trado UHLAND

(Figura 4). As amostras foram coletadas e os cilindros acondicionados em papel alumínio e colocados em caixa de isopor até a chegada no laboratório para pesagem e obtenção da massa seca. Foram amostrados cinco pontos por parcela, e em cada ponto retiradas amostras em camadas de 0,10, totalizando seis amostras por ponto.



(a) peso responsável pelo impacto e percussão; (b) copo amostrado; (c) cilindro metálico; (d) arruela de ajuste do cilindro metálico ao copo amostrador; (e) haste extratora do copo amostrador; (f) haste de deslocamento do peso de impacto.

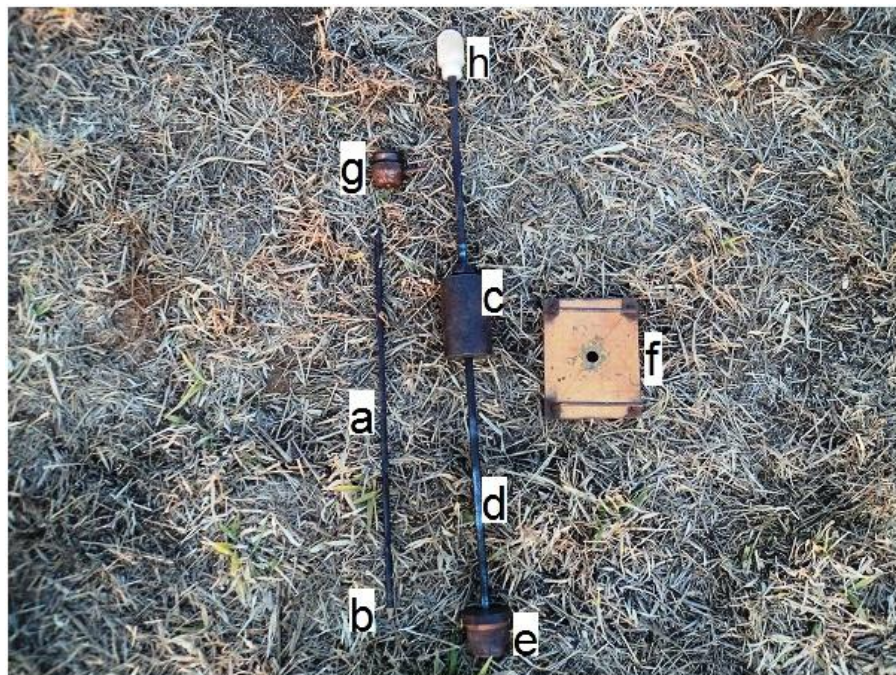
Figura 4 - Trado de Uhland usado na coleta das amostras indeformadas.

3.5. Resistência mecânica do solo à penetração

A resistência mecânica do solo à penetração, juntamente com densidade e teor de água, foi determinada em dois momentos, sendo o primeiro antes da instalação do experimento (na área de cerrado e na área experimental), na primeira semana do mês de setembro e o segundo momento após a instalação do experimento, que foi realizada na segunda semana do mês de novembro.

No primeiro momento, utilizou-se um penetrômetro de impacto (Figura 5) (STOLF et al., 1983), devido o solo encontrar-se abaixo do limite mínimo de

friabilidade e, no segundo momento, pelo fato de o solo encontrar-se acima do limite de friabilidade, foi utilizado penetrômetro eletrônico marca FALKER, modelo PenetroLOG PLG 1020 (Figura 6), com profundidade máxima de 0,60m. Os dois equipamentos possuíam haste com cone padrão, ASAE S313 (ASAE, 2009), ângulo de 30°, área basal de 130 mm². Realizaram-se, aleatoriamente, cinco amostragens por unidade experimental, obtendo-se valores na profundidade de 0 a 0,60 m, em intervalos de 0,10 m. Os dados foram padronizados, utilizando-se metodologia descrita por Stolf (1990), e expressos em kPa (ASAE, 2009).



(a) haste graduada em cm; (b) ponteira cônica; (c) peso responsável pelo impacto; (d) haste pela qual o peso se desloca; (e) e (g) limitadores superior e inferior; (f) chapa usada para referencia da profundidade; (h) manopla.

Figura 5 - Penetrômetro de impacto usado para coleta de dados de resistência mecânica do solo à penetração.

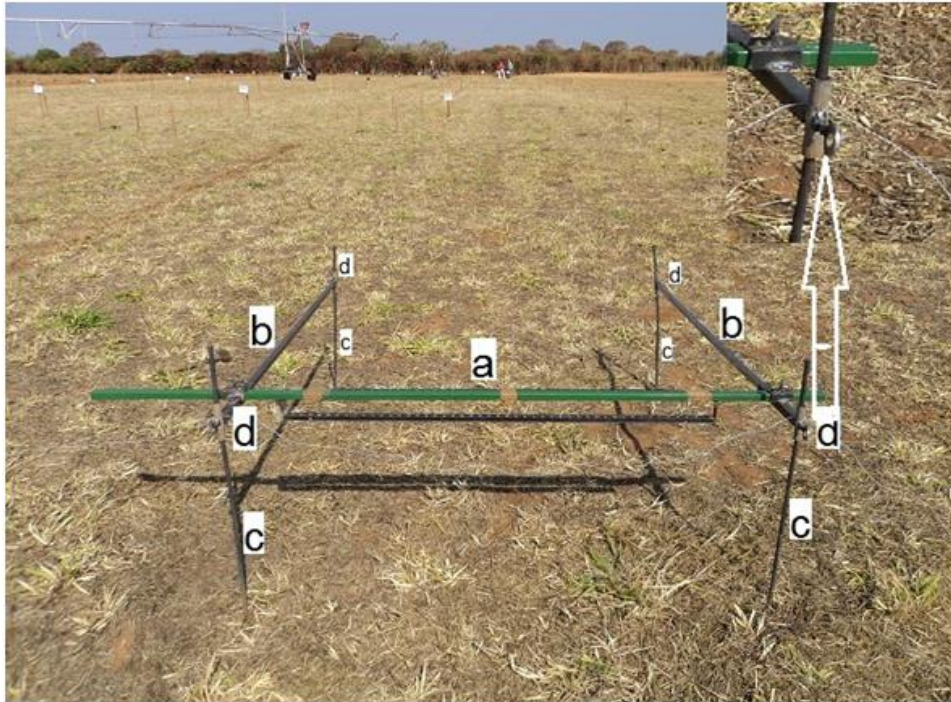


Figura 6 - Penetrômetro eletrônico usado na coleta de dados de resistência mecânica do solo à penetração.

3.6. Perfil mobilizado do solo

A caracterização do perfil mobilizado do solo abrange o levantamento, no plano transversal, perpendicular à direção de deslocamento da máquina/equipamento, fornecendo as seguintes informações: perfil natural do solo, perfil de elevação da superfície e do fundo do solo mobilizado.

As medidas para caracterização do perfil mobilizado e rugosidade do solo foram obtidas com o uso de um perfilômetro, com largura útil de 1,0 m, montado sobre uma base corrediça previamente nivelada, perpendicular ao deslocamento do trator, de 1,50 m de comprimento para seu deslocamento (Figura 7). Nas laterais das parcelas, foram instaladas duas estacas para servirem como referência para o nivelamento da estrutura do perfilômetro após a passagem dos equipamentos de preparo do solo.



(a) base de referência para tomada das medidas; (b) base corredeira, com graduação de 0,10 m; (c) haste para fixação da estrutura no solo; (d) parafuso para regulagem da altura da base corredeira.

Figura 7 - Perfilômetro montado sobre estrutura corredeira fixa no solo.

As medidas foram tomadas de 0,05 em 0,05 m, por uma vareta de alumínio de 1,0 m de comprimento, com graduação 0,01 em 0,01 m. A cada 20 leituras, o perfilômetro foi deslocado 0,10 m no sentido longitudinal, e tomadas mais 20 leituras, até a obtenção de 200 leituras por m^2 , conforme descrito por Gamero e Benez (1990) e indicado por Almarras et al. (1966). Desse modo, foram realizadas as leituras do perfil do solo, antes da instalação dos tratamentos, obtendo-se o perfil natural e, após o preparo do solo, para obtenção do perfil da superfície e o perfil interno do solo mobilizado, denominados, respectivamente, de perfil de elevação e perfil de fundo.

3.6.1. Área de elevação e área mobilizada

A área mobilizada consiste na área situada entre o perfil natural e o perfil de fundo do sulco, enquanto a área de elevação é aquela situada entre o perfil natural e o perfil da superfície do solo após a mobilização, conforme

usado por Carvalho Filho (2007a). A área de elevação e área mobilizada foram determinadas por meio da equação 1.

$$\int_{x_0}^{x_n} dx = \frac{h}{3} (f_0 + 4f_1 + 2f_2 + 4f_3 + 2f_4 \dots + 2f_{n-2} + 4f_{n-1} + f_n) \quad (1)$$

em que $h = \frac{x_n - x_0}{n}$, $x_n \geq x_0$; n é o número de intervalos; f, a altura das cotas (mm); h, a distância entre cotas (cm); e x, o número de cotas.

3.6.2. Empolamento

O empolamento foi determinado pela razão entre a área de elevação do solo e a área mobilizada pelos órgãos ativos do equipamento, segundo Gamero e Benez (1990), descrito na equação 2.

$$Em = \frac{Ae}{Am} \cdot 100 \quad (2)$$

em que Em é o empolamento (%); Ae, a área de elevação (m²); e Am, a área mobilizada (m²).

3.6.3. Espessura média da camada mobilizada

A espessura média da camada mobilizada foi calculada por intermédio da equação 3.

$$Ec = \frac{Am}{Cp} \quad (3)$$

em que Ec é a espessura média da camada mobilizada (m); Am, a área mobilizada (m²); e Cp, o comprimento do perfilômetro (m).

3.7. Índice de rugosidade

O índice de rugosidade superficial representa o produto do desvio padrão entre os logaritmos naturais das leituras das elevações, pela altura média das elevações (ALLMARAS et al., 1966), sendo calculados pela equação 4.

$$\sigma_y = \sigma_x \cdot h_m \quad (4)$$

em que σ_y é a estimativa do índice de rugosidade representada pelo desvio padrão entre as alturas (mm); σ_x , o desvio padrão entre os logaritmos naturais das alturas; e h_m , a média das alturas (mm).

3.7.1. Modificação da rugosidade

A modificação da rugosidade do solo foi obtida considerando-se a diferença entre os índices de rugosidade após e antes do preparo, em relação ao índice rugosidade antes do preparo do solo, expressa em porcentagem (SANTOS, 1993), conforme equação 5.

$$MR = \frac{IR_f - IRI}{IRI} \cdot 100 \quad (5)$$

em que MR é a modificação da rugosidade (%); IR_f, o índice de rugosidade após o preparo do solo; e IRI, o índice de rugosidade antes do preparo do solo.

3.8. Avaliação da desagregação da camada de solo mobilizada

Para a determinação do Diâmetro Médio Ponderado (DMP) dos agregados do solo, coletou-se amostras de solo após a aplicação dos tratamentos e semeadura. Foi coletada uma amostra por unidade experimental, utilizando-se armação de metal de 0,30 x 0,30 x 0,30 m (Figura 8). O material foi transferido cuidadosamente para caixas de papelão forradas com plástico, devidamente identificadas e lacradas para transporte até laboratório. Posteriormente, foram secas ao ar e peneiradas em malhas de 19,1; 9,52;

4,76; 2,38; 1,19; 0,59; 0,29; 0,14 e < 0,14 mm, dispostas verticalmente em um agitador eletromagnético (Figura 9), por um período de 30 segundos e reostato na posição 4 (aproximadamente 1 mm de amplitude de vibração). As frações obtidas em cada malha foram pesadas em balança com precisão de 0,01 g.

Os valores de DMP foram obtidos pela equação 6.

$$DMP = \frac{\sum_i M_i \cdot X_i}{\sum_i M_i} \quad (6)$$

em que DMP é o diâmetro médio ponderado (mm); M_i , a massa de solo retida na peneira i (g); e X_i , a malha da peneira i (mm).

O solo restante passou pela peneira de malha 1,19 mm até a malha < 0,14 mm foi considerado como agregados finos.

Com esses valores determinou-se a percentagem de agregados finos < 2,0 mm, em relação à massa total de solo.



Figura 8 - Armação metálica usada para coleta de amostra para determinação de diâmetro médio ponderado dos agregados do solo.



Figura 9 - Agitador eletromagnético equipado com peneiras de malhas 19,1; 9,52; 4,76; 2,38; 1,19; 0,59; 0,29; 0,14 e < 0,14 mm, usado para determinação dos valores de diâmetro médio ponderado dos agregados do solo.

3.9. Índice de velocidade de emergência das plântulas

A contagem das plântulas iniciou-se no primeiro dia de emergência (seis dias após a semeadura), em um comprimento de 10 metros dentro da parcela, sendo a leitura feita nas linhas de semeadura externa e em todas as unidades experimentais. A contagem encerrou-se 28 dias após o início da emergência, devido à operação de raleio de plantas.

A determinação do índice de velocidade de emergência de plântulas foi obtida, utilizando-se a equação 8 (MAGUIRE, 1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (8)$$

em que IVE é o índice de velocidade de emergência; E_1 , E_2 , E_n , o número de plantas emergidas na primeira, segunda, até a última contagem, respectivamente; e N_1 , N_2 , N_n , o número de dias da semeadura na primeira, segunda, até a última contagem, respectivamente.

3.10. Produtividade das cenouras de acordo com a classificação do mercado atacadista

A classificação da cenoura para o mercado atacadista é realizada em função do comprimento, em mm e de acordo com as informações da Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação das cenouras de acordo com as exigências do mercado atacadista

Mercado atacadista	Comprimento (mm)
3 A	Maior que 220 até menor que 260
2 A	Maior que 180 até menor que 220
1 A	Maior que 140 até menor que 180
G	Maior que 260

Após a colheita, as cenouras foram transportadas em caixas plásticas para o lavador e classificador da propriedade e, depois de lavadas, classificadas manualmente, de acordo com o tamanho exigido pelo mercado, e acondicionadas em caixas de papelão com capacidade de 20 kg.

Neste trabalho o valor médio do descarte não foi avaliado, devido ao fato de que foram realizados dois tipos de colheita, sendo colheita manual e colheita mecânica. Na colheita manual os trabalhadores realizam uma pré-seleção da cenoura no campo, procedimento este que não é realizado na colheita mecânica. Desta maneira, na colheita mecânica o descarte ocorre no lavador e classificador.

3.11. Colheita Mecanizada

A colheita mecanizada foi realizada com uma máquina da marca Simon, modelo S3TCMR, tracionada e acionada por um trator John Deere, modelo 6300 (Figura 10). Trata-se de uma máquina montada no sistema de levante hidráulico do trator e acionada pelo tomada de potência, com rotação de 540 rpm.

A máquina possui separador de linhas, dotado com correias prensoras, que prende a parte aérea da planta e a arranca do solo. Após a planta ser arrancada do solo, ela é transportada até mecanismo responsável pelo destacamento da parte aérea, e posteriormente depositada em caixas plásticas.



Figura 10 - Colhedora de cenoura acoplada ao trator.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características químicas e granulométricas do solo

4.1.1. Características químicas e granulométricas do solo da área de vegetação cerrado

As Tabelas 3 e 4 apresentam, respectivamente, os valores relacionados às características químicas e granulométricas do solo da área de vegetação cerrado, localizada próxima à área experimental.

Analisando a Tabela 3, percebe-se que o solo possui baixo pH, alta concentração de H+Al e alta saturação por alumínio, nas diferentes camadas estudadas. A relação cálcio e magnésio encontra-se desbalanceada, sendo que a concentração de magnésio encontra-se muito abaixo do valor recomendado pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSMG (1999) para a cultura da cenoura, que é de $0,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$. A saturação por bases também encontra-se abaixo do valor referenciado para a cultura e, como este mesmo valor encontra-se abaixo de 50%, o solo é classificado como distrófico.

O teor de matéria orgânica encontra-se maior na camada superficial, o que deixa claro a informação de que não houve incorporação de matéria orgânica ao longo do perfil por meio de operações de mobilização do solo.

A Tabela 4 apresenta granulometria do solo da área de vegetação cerrado.

Em relação à textura o solo foi classificado como argiloso em todas as profundidades estudadas, e ocorreu maior concentração de argila nas profundidades próxima a 0,60 m.

Tabela 3 – Características químicas do solo da área de mata nativa nas diferentes profundidades estudadas

Profundidade (m)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem
		mg/dm ³		cmol _c /dm ³						%		(dag/kg)	(mg/L)	
0,00 – 0,20	5,60	1,90	44	0,72	0,09	0,20	5,70	0,92	1,12	6,62	13,90	17,90	3,56	10,50
0,20 – 0,40	5,50	0,60	25	0,24	0,09	0,20	4,57	0,39	0,59	4,96	7,86	33,90	2,16	9,50
0,40 – 0,60	5,50	1,40	21	0,18	0,09	0,10	3,95	0,32	0,42	4,27	7,49	23,80	1,56	4,00

pH (potencial hidrogeniônico), MO (matéria orgânica), P (fósforo), H+Al (acidez potencial), K (potássio), Ca²⁺ (cálcio trocável), Mg²⁺ (magnésio trocável), Al³⁺ (acidez trocável), SB (soma de bases), t (capacidade efetiva de troca de cátions), T (capacidade de troca de cátions a pH 7), P-rem (fósforo remanescente), V (saturação por bases) e m (saturação por alumínio).

Tabela 4 - Composição granulométrica do solo da área de vegetação cerrado nas diferentes profundidades estudadas

Profundidade (m)	(%)			Classificação textural
	Argila	Areia	Silte	
0,00 – 0,20	65,00	6,00	29,00	Argiloso
0,20 – 0,40	68,00	5,00	27,00	Argiloso
0,40 – 0,60	70,00	4,00	26,00	Argiloso

4.1.2. Características químicas e granulométricas da área experimental

Os valores das composições químicas e granulométricas da área experimental são apresentados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Analisando os valores da Tabela 6, observa-se que o pH é superior ao da área da mata nativa, com tendência de maiores valores em maiores profundidades, levando a informação de que houve incorporação de corretivo juntamente com mobilização do solo em maiores profundidades. A concentração de Al e a saturação por alumínio são nulas e a saturação por bases encontra-se acima de 50% em todas as profundidades estudadas, caracterizando o solo da área experimental como eutrófico.

Na camada de 0 a 0,20 m, a quantidade de matéria orgânica foi menor quando comparada à área de mata nativa. Pelo resultado, pode-se inferir que houve constantes mobilizações do solo para incorporação de matéria orgânica nas camadas mais profundas.

Tabela 5 – Características químicas do solo da área experimental nas diferentes profundidades estudadas

Profundidade (m)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem
		mg/dm ³		cmol _c /dm ³						%		(dag/kg)	(mg/L)	
0,00 – 0,20	6,10	123,40	60	4,50	0,58	0,0	3,95	5,23	5,23	9,18	56,97	0,00	2,90	12,40
0,20 – 0,40	6,40	74,30	25	4,36	0,65	0,0	2,93	5,07	5,07	8,00	63,38	0,00	2,55	6,50
0,40 – 0,60	6,50	14,30	17	3,06	0,55	0,0	2,19	3,65	3,65	5,54	62,50	0,00	1,69	3,90

pH (potencial hidrogeniônico), MO (matéria orgânica), P (fósforo), H+Al (acidez potencial), K (potássio), Ca²⁺ (cálcio trocável), Mg²⁺ (magnésio trocável), Al³⁺ (acidez trocável), SB (soma de bases), t (capacidade efetiva de troca de cátions), T (capacidade de troca de cátions a pH 7), P-rem (fósforo remanescente), V (saturação por bases) e m (saturação por alumínio).

Tabela 6 - Composição granulométrica do solo da área experimental nas diferentes profundidades estudadas

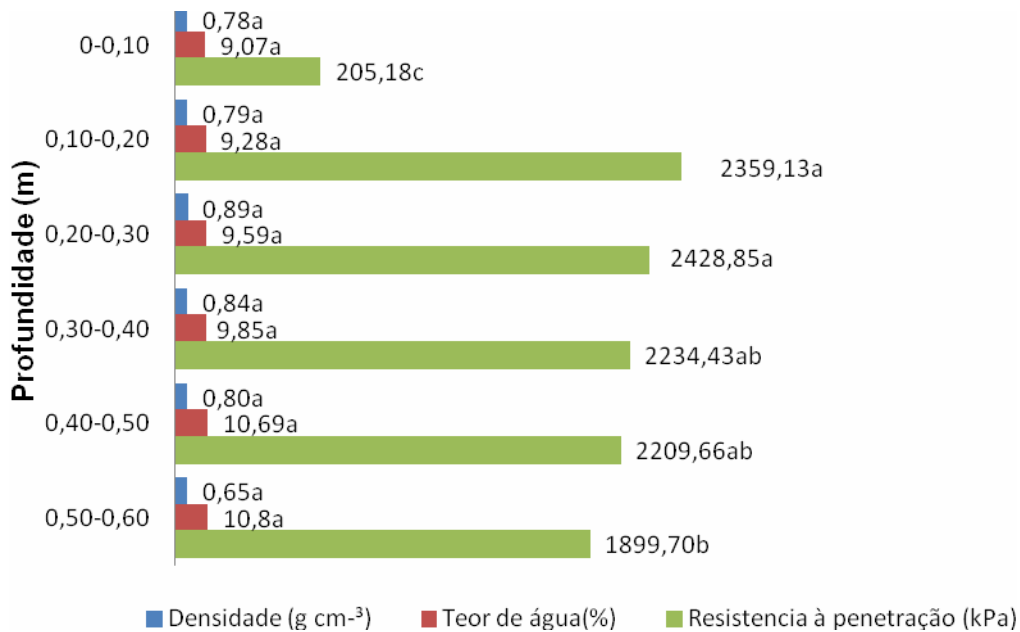
Profundidade (m)	(%)			Classificação textural
	Argila	Areia	Silte	
0,00 – 0,20	44,00	10,00	46,00	Argiloso
0,20 – 0,40	53,00	9,00	38,00	Argiloso
0,40 – 0,60	69,00	6,00	25,00	Argiloso

O solo da área de vegetação cerrado e área experimental apresentaram a mesma classificação textural em todas as profundidades estudadas.

4.2. Resistência mecânica do solo à penetração

4.2.1. Resistência mecânica do solo à penetração na área de vegetação cerrado

Os valores de densidade, teor de água e resistência mecânica à penetração nas profundidades estudadas, na área de vegetação cerrado, são apresentados na Figura 11.



Médias seguidas pelas mesmas letras são iguais estatisticamente entre si, em nível de 10% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 11 - Valores de densidade do solo, teor de água e resistência mecânica do solo à penetração nas profundidades estudadas, na área cerrado.

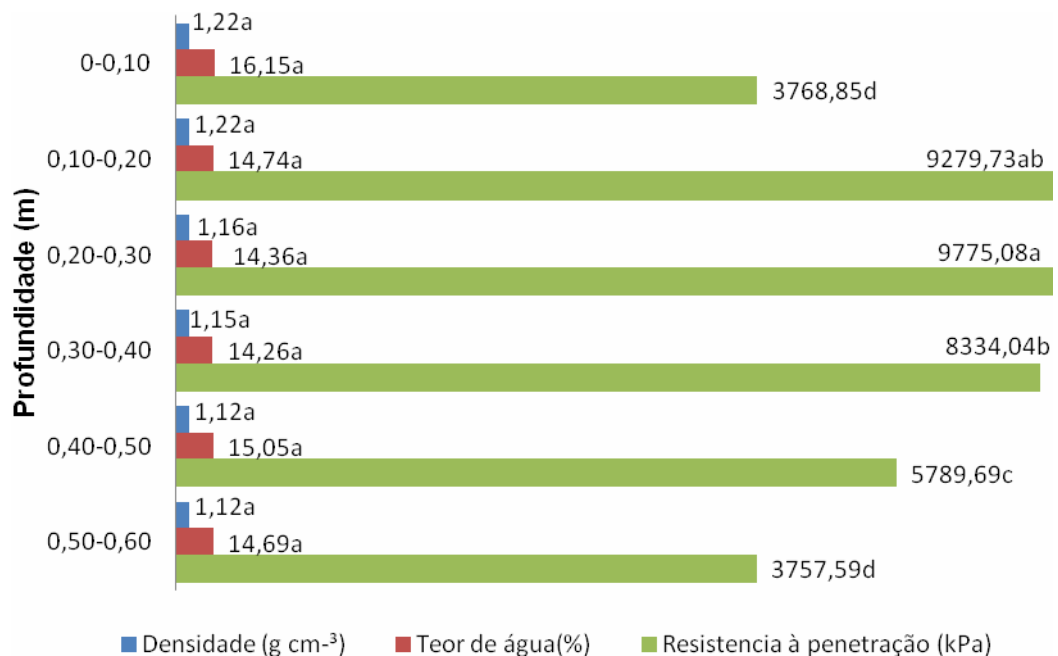
A resistência mecânica do solo à penetração na área de vegetação cerrado apresentou o menor valor na camada de 0 a 0,10 m. Esse valor baixo pode ser explicado pela quantidade de matéria orgânica existente na camada superficial, provenientes da decomposição das folhas e galhos que caem das árvores no local.

A resistência mecânica do solo à penetração nas camadas de 0,10 a 0,50 apresentaram valores estatisticamente iguais entre si, porém o valor médio da camada de 0,50 a 0,60 m foi semelhante, estatisticamente, aos valores das camadas de 0,30 a 0,50 m. A umidade e a densidade do solo foram, estatisticamente, iguais em todas as profundidades estudadas.

4.2.2. Resistência mecânica do solo à penetração na área experimental antes da instalação dos experimentos

A Figura 12 apresenta os valores da densidade do solo, teor de água e resistência mecânica à penetração, da área experimental nas profundidades estudadas, antes da instalação dos experimentos.

Conforme observado na Figura 12, os valores de resistência mecânica do solo a penetração das camadas 0,00 a 0,10 e 0,50 a 0,60 são estatisticamente iguais entre si e diferentes dos demais, sendo estes os menores valores encontrados. Os valores da camada de 0,10 a 0,20 é igual estatisticamente aos valores das camadas de 0,20 a 0,30 e 0,30 a 0,40, porém esses dois últimos são diferentes entre si estatisticamente. Observa-se que na camada de 0,10 a 0,40 ocorre um excesso de compactação, causada pelos órgãos ativos de equipamentos de preparo do solo.



Médias seguidas pelas mesmas letras são iguais estatisticamente entre si, em nível de 10% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 12 - Valores médios de densidade, teor de água no solo e resistência mecânica do solo a penetração nas profundidades estudadas na área experimental, antes da instalação dos experimentos.

Os resultados apresentados estão de acordo com a informação proposta por Daniel e Maretti (1990). Os autores afirmam que a profundidade máxima de efeito de compactação, imposta por máquinas e equipamentos de aplicação agrícola, (independente do tipo de solo e do peso do maquinário) não excede aos 0,50 m de profundidade e deve se tomar tal profundidade como

referência para avaliação de camadas de solo compactadas. Observa-se através da Figura 12, que a partir de 0,50 m a resistência mecânica do solo à penetração começa a diminuir.

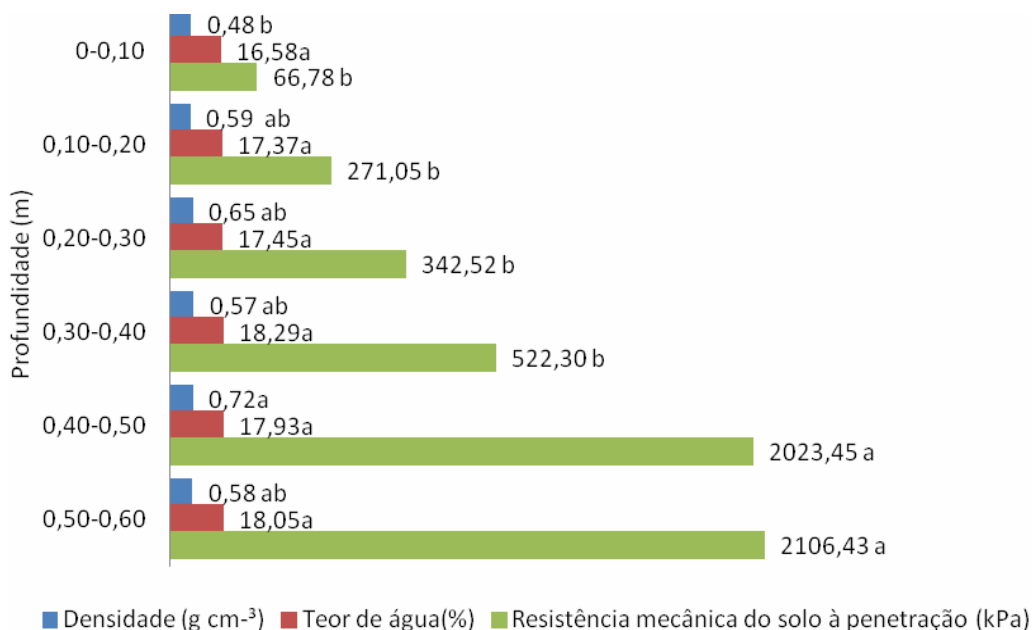
A resistência mecânica a penetração e a densidade são indicadores de compactação do solo, porém neste trabalho estes dois atributos não apresentaram relação direta. Este fato é explicado por Silva et al. (2004), no qual afirmam que a resistência à penetração é bastante variável no solo (alta variabilidade espacial), sendo muito influenciada pelas condições de manejo do solo e à intensidade de tráfego de máquinas, e é dependente da umidade do solo. A densidade do solo é uma medida mais direta e menos influenciada pela umidade.

Cambardella et al. (2004) afirmam que a resistência à penetração possui forte variabilidade espacial, diferente da densidade, que possui uma variabilidade menor. Os mesmos autores afirmam também que em uma área ocorre forte variabilidade espacial quando a distância entre os pontos de amostragens é menor que 50 metros.

Segundo Prado et al. (2002), foram encontradas correlação não significativa entre a resistência à penetração e a densidade do solo, trabalhando em LATOSSOLO VERMELHO, trabalhando com umidade média de 24 a 27 %.

4.2.3. Resistência mecânica do solo à penetração após a instalação dos tratamentos

Os valores de resistência mecânica do solo à penetração na faixa de solo mobilizada, juntamente com os valores de densidade e teor de água no solo são apresentados na Figura 13 e se mostram, estatisticamente, diferentes entre si.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença estatística, pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Figura 13 - Valores de resistência mecânica do solo à penetração, densidade e teor de água na faixa de solo mobilizada.

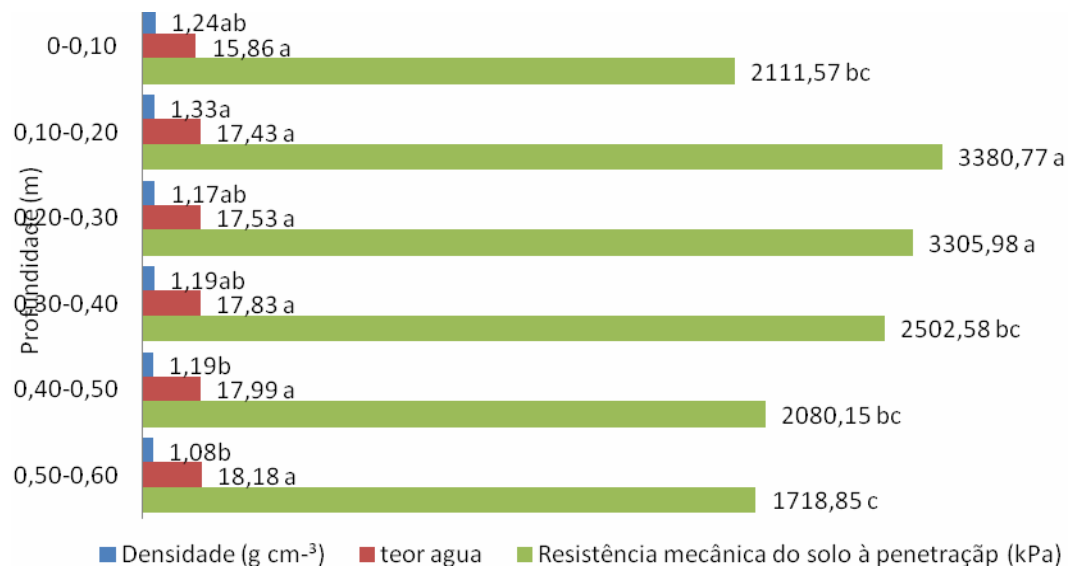
Observa-se na faixa de solo mobilizada, que os valores de resistência à penetração são, estatisticamente, iguais entre si nas camadas de 0 a 0,40 m.

Os valores das profundidades de 0,40 a 0,50m e 0,50 a 0,60 m são estatisticamente iguais entre si, e superiores aos das demais profundidades.

Pela Figura 13, verifica-se que o equipamento usado no preparo alternativo do solo teve ação até a camada de 0,40 m, pois a partir dessa camada o valor de resistência mecânica do solo à penetração aumentou consideravelmente, causando compactação por meio dos seus órgãos ativos. Nesta situação, fica claro que o trânsito de máquinas e equipamento é dificultado, principalmente com elevados teores de água no solo.

O teor de água no solo foi estatisticamente igual em todas as profundidades estudadas, porém a densidade do solo apresentou diferenças estatísticas entre as profundidades. Somente a densidade da camada de 0 a 0,10m e 0,40 a 0,50 m se diferiram estatisticamente entre si, porém foram semelhante aos demais valores.

Os valores de resistência mecânica do solo à penetração, na faixa de solo não mobilizada, juntamente com os valores de densidade e teor de água no solo são apresentados na Figura 14.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença estatística, pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Figura 14 - Valores de resistência mecânica do solo à penetração, densidade e teor de água na faixa de solo não mobilizada.

As profundidades de 0 a 0,10m; 0,30 a 0,40m; 0,40 a 0,50m e 0,50 a 0,60m apresentam valores de resistência mecânica do solo à penetração, estatisticamente, iguais entre si e são os menores valores apresentados na faixa de solo não mobilizada. A explicação para a camada de 0 a 0,10 m apresentar valores inferiores aos das camadas de 0,10 a 0,40 m pode ser pelo fato de que a palhada existente sobre o solo protege o mesmo do contato direto dos rodados dos tratores e equipamentos usados na condução da cultura.

Os valores das camadas de 0,40 a 0,60 m foram inferiores aos das camadas de 0,10 a 0,30 m uma vez que os órgãos ativos de máquinas e equipamentos de preparo de solo, usados no passado, não interferiram nestas profundidades. O fato de a área encontrar-se sob rotação de cultura com *Brachiaria decumbens* há, aproximadamente, 36 meses também contribui para

esse resultado, pois as raízes podem chegar até 1,5 m de profundidade e quebrar camadas compactadas que por ventura existam.

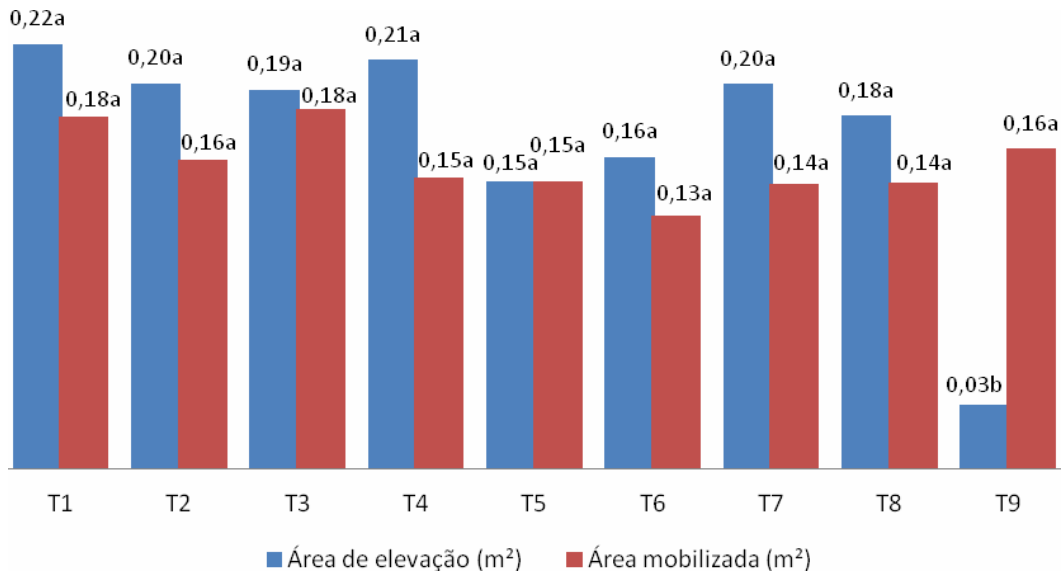
Os valores da camada de 0,10 a 0,30 m foram, estatisticamente, iguais entre si. Também foram os maiores valores da camada de solo não mobilizada. Esse aumento no valor de resistência mecânica do solo à penetração pode ser caracterizado como uma camada compactada, causada pelo trânsito de máquinas e equipamentos, com alto teor de água no solo, ou causada por órgãos ativos de máquinas e equipamentos

De acordo com Daniel e Maretti (1990) as camadas de 0,10 a 0,40m estão compactadas, pois segundo esses autores a profundidade máxima do efeito de compactação causada por máquinas e equipamentos agrícolas não excede a 0,50 m de profundidade. Desse modo afirmam que os valores de resistência mecânica a penetração nessa profundidade devem ser tomados como referência na determinação de compactação do solo.

No sistema de cultivo mínimo (preparo em faixas) proposto, esses resultados são desejáveis, pois permitem o trânsito de máquinas e equipamentos na faixa de solo não mobilizada, mesmo com altos teores de água no solo.

4.3. Perfil mobilizado

Os valores médios referentes à área de elevação e área mobilizada são apresentados na Figura 15 e se mostram, estatisticamente, iguais entre si.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 15 - Valores médios de área de elevação e área mobilizada nos diferentes sistemas de preparo do solo.

O valor médio da área de elevação do tratamento T9 (preparo em faixas) foi diferente estatisticamente dos demais tratamentos, com menor valor apresentado. Esse resultado é explicado pelo fato de o equipamento usado não possuir, em sua estrutura básica, elementos responsáveis pela elevação do solo para formação dos canteiros.

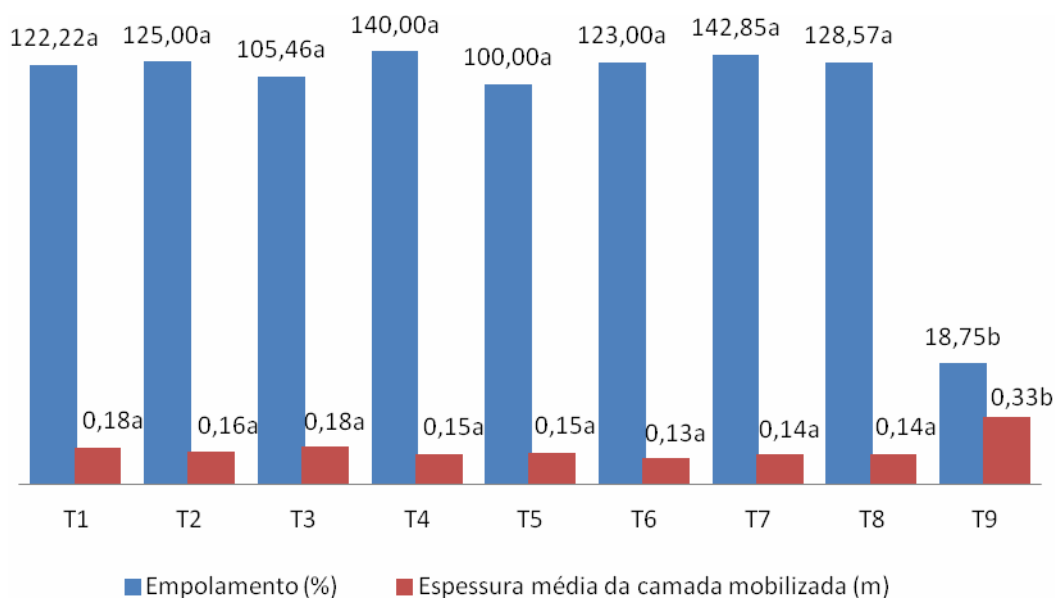
Nos tratamentos T1 à T8 os valores da área de elevação foram semelhantes estatisticamente entre si, e este fato é atribuído ao uso da rotoencanteiradora, que possui em sua constituição básica, elementos responsáveis para formação padronizada da largura e altura dos canteiros e faz que esses parâmetros sejam sempre constantes, independentemente das condições anteriores do solo, entretanto, para os mesmo valores obtidos existem diferenças entre a ação específica dos equipamentos.

Devido ao fato da rotoencanteiradora possuir elementos elevação do solo e construção dos canteiros a área de elevação será semelhante ou superior à área mobilizada.

Em todos os tratamentos, a área de elevação foi superior à área mobilizada, exceto no tratamento T5 que foi semelhante, conforme pode ser observado na Figura 15.

A área mobilizada pelos equipamentos de preparo do solo não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Os valores de empolamento e espessura média da camada mobilizada nos diferentes sistemas de preparo do solo são apresentados na Figura 16.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 16 - Valores médios de empolamento e espessura média da camada mobilizada, nos diferentes sistemas de preparo do solo.

O tratamento T9 apresentou o menor valor de empolamento e este resultado é em função do equipamento usado no preparo do solo, que não tem mecanismos para elevar o solo preparado para formação do canteiro. Valores menores de empolamento indica que o solo foi menos pulverizado.

Nos tratamentos de T1 à T8 os valores foram estatisticamente iguais entre si, e este resultado se baseia no mesmo fato discutido para a área de elevação imposta pelo equipamento de preparo do solo.

Os resultados apresentados são considerados altos, se comparados aos resultados obtidos por Vieira (1992) que variaram de 12,6 à 29,4 %, trabalhando com enxada rotativa.

O maior empolamento caracteriza-se o melhor contato solo-semente, o que é favorável para a cultura da cenoura, devido ao reduzido tamanho da semente. Esse melhor contato solo-semente, com alto empolamento do solo, é favorecido pela ação da roda compactadora (metálica e lisa) presente na semeadora. Entretanto, o maior empolamento cria condições favoráveis à danificação da parede lateral dos canteiros.

Trabalhando com enxada rotativa, Carvalho Filho et al. (2007a) encontrou valores de empolamento de aproximadamente 40%. Neste trabalho foi comparado o empolamento causado por escarificador, arado de aivecas, arado de discos e grade aradora, sendo que o maior valor significativo encontrado foi para a enxada rotativa.

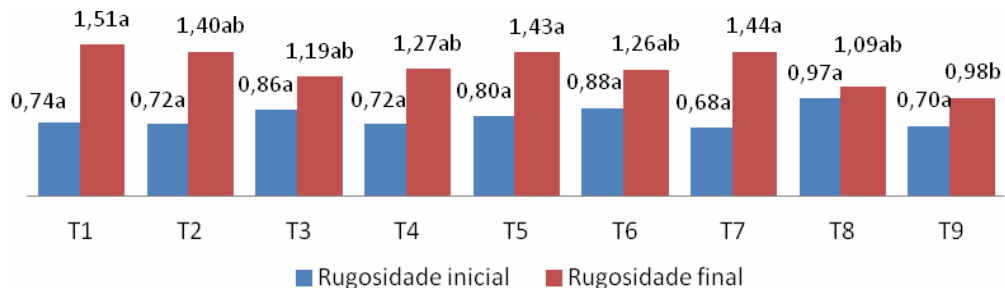
A rotoencanteiradora, além de mobilizar o solo de maneira semelhante à enxada rotativa, também eleva o solo mobilizado para formação dos canteiros. Esse é o motivo pelo qual os resultados de empolamento deste trabalho foram superiores aos encontrados na literatura consultada.

Os valores médios da espessura da camada mobilizada do tratamento T9 foi superior aos demais tratamentos, que não apresentaram diferenças entre si. Este resultado é em função do tipo de equipamento usado no preparo do solo, que possui uma haste escarificadora, que atinge profundidades de trabalho superior à aquela atingida pelos demais equipamentos utilizados.

Nos tratamentos T1 a T8, embora os valores da espessura média da camada mobilizada sejam estatisticamente iguais, a ação dos equipamentos de preparo são distintas. Como exemplo de ação distinta, pode-se citar o tombamento da leiva, causado pelo arado de aivecas e a ruptura de camadas compactas acima da camada arável causada pelo escarificador.

4.4. Índice de rugosidade e modificação da rugosidade

Os valores médios das características rugosidade inicial e rugosidade final são apresentados na Figura 17.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 17 - Valores médios de rugosidade inicial e rugosidade final em função dos sistemas de preparo do solo.

A rugosidade inicial foi semelhante em todos os tratamentos devido à condição em que se encontrava a superfície do solo da área experimental. Antes da implantação do experimento a área encontrava-se sobre rotação de cultura com cultivo de *brachiaria decumbens*. Para a implantação da cultura de *brachiaria* a área foi previamente nivelada e a semeadura realizada mecanicamente. Após o período estipulado para a rotação, a *brachiaria* foi triturada e espalhada sobre a superfície de forma bastante homogênea e foi este fato que contribuiu para tal resultado. A densa camada homogênea de palhada de *brachiaria* serviu de proteção contra o impacto das gotas de água provenientes de chuva e irrigação e contra os efeitos dos rodados de máquinas e equipamentos agrícolas.

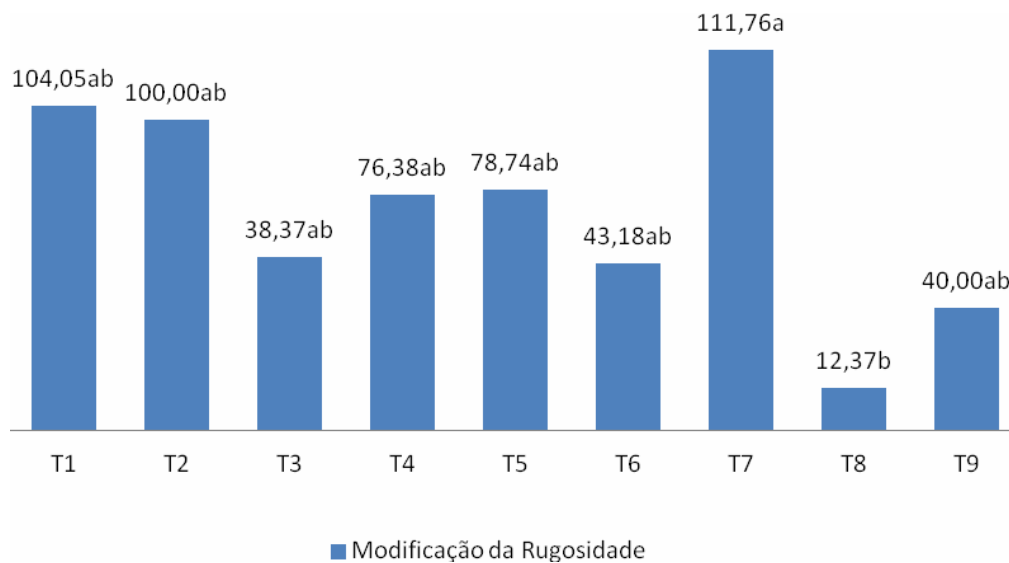
Esse mesmo fato foi descrito por Bertol et al. (2007) que, avaliando a rugosidade superficial do solo sob resíduo vegetal, submetido a chuvas simuladas, afirmaram que a camada de resíduo vegetal preserva a rugosidade superficial do solo, além de aumentar o armazenamento de água no solo, principalmente em superfícies em declive.

Os valores médios de rugosidade final apresentaram diferenças estatísticas entre si, e este fato está relacionado ao tipo de equipamento de preparo de solo usado nos tratamentos.

Os tratamentos T1 a T8 foram estatisticamente iguais entre si. O tratamento T9 foi diferente estatisticamente dos tratamentos T1, T5 e T7 e semelhante aos demais tratamentos.

A semelhança nos resultados dos tratamentos T1 a T8 baseia-se no fato do último equipamento a ser utilizado ter sido o rotoencanteirador, que possui a chapa responsável pelo molde do canteiro tanto em largura quanto em altura. Essa chapa desliza-se sobre o solo, dando um efeito de alisamento da superfície. De acordo com Balastreire (1987), a rotoencanteiradora mistura bem o solo, deixando o solo praticamente sem rugosidade superficial.

Os valores médios de modificação da rugosidade são apresentados na Figura 18 e se apresentam estatisticamente, diferentes entre si.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

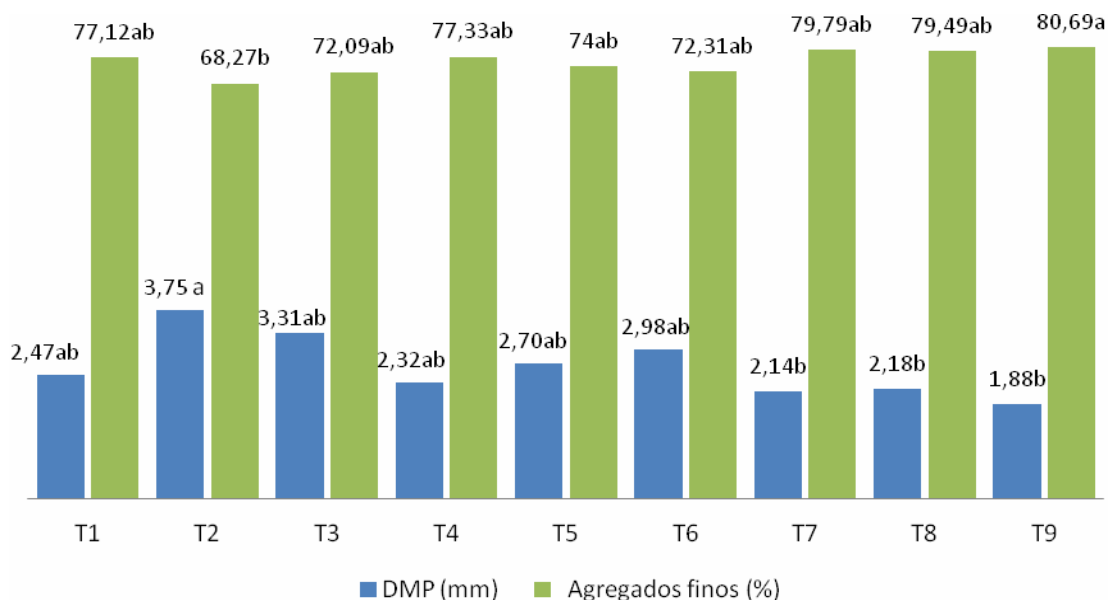
Figura 18 - Valores médios de modificação da rugosidade em função dos sistemas de preparo do solo.

Os tratamentos T7 e T8 apresentaram diferenças estatísticas entre si, sendo semelhantes aos demais tratamentos.

A modificação da rugosidade apresentou grande variação nos valores médios e, conforme relatam Carvalho Filho et al. (2007), este parâmetro necessita de mais estudos no que se refere à metodologia. Os valores médios de rugosidade final imposto por diferentes equipamentos de preparo do solo podem ser semelhantes, porém a ação específica desses equipamentos no solo são diferenciadas. Este fato pode ser responsável pela grande discrepância nos valores médios de modificação da rugosidade.

4.5. Desagregação da camada mobilizada

Na Figura 18 são apresentados os valores médios das características diâmetro médio ponderado e porcentagem de agregados finos.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 18 - Valores médios das características diâmetro médio ponderado, e porcentagem de agregados finos nos diferentes sistemas de preparo do solo.

Os valores médios de diâmetro médio ponderado apresentaram-se, estatisticamente diferentes entre si. O valor do tratamento T2 foi superior aos valores dos tratamentos T7, T8 e T9 e igual entre os outros tratamentos

Diante desse resultado, verifica-se que mais de uma passada da rotoencanteiradora causa maior desagregação do solo na camada mobilizada,

deixando-o mais pulverizado, podendo causar danificação das laterais do canteiro ocasionada pelo impacto das gotas de água, provenientes de chuva e irrigação e maior dificuldade de deslocamento de máquinas durante a colheita na safra de verão.

Nos tratamentos onde ocorreram duas passagens da rotoencanteiradora, nota-se que os valores foram, estatisticamente, iguais entre si e que o equipamento de preparo de solo usado anteriormente à rotoencanteiradora não influenciou no tamanho dos agregados do solo.

Maior índice de desagregação pode fazer que os agregados finos de depositem na área de ação do equipamento, causando uma camada compactada neste local, impedindo infiltração de água.

Carvalho Filho et al. (2007b), ao estudarem a agregação do solo submetido a cinco sistemas de preparo (arados de discos, aiveca, grade, escarificador e enxada rotativa), verificaram que a grade e enxada rotativa foram os equipamentos que apresentaram maior desagregação do solo, apresentando valores de diâmetro médio geométrico de 3,55 e 2,42 mm, respectivamente. Esses mesmos autores afirmam que a enxada rotativa tem grande capacidade de desagregação do solo.

Vieira (1992), trabalhando com enxada rotativa montada sobre um microtrator, variando rotação do rotor e velocidade de deslocamento, não encontrou diferenças significativas entre os valores de diâmetro médio ponderado.

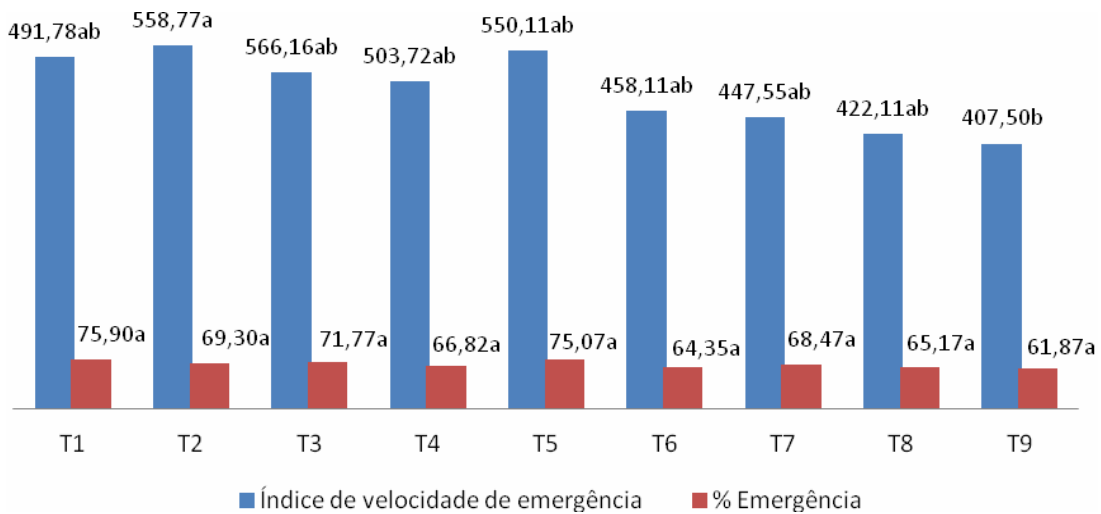
Elevadas porcentagens de agregados finos podem favorecer o contato solo-semente, principalmente no caso da cenoura que possui semente pequena (em torno de 1,6 a 1,8 mm), porém podem favorecer erosão hídrica, visto o grande número de irrigações durante o ciclo da cultura. Durante o período de verão podem também prejudicar o trânsito de máquinas na área durante a colheita, seja manual ou mecanizada.

Os valores médios de porcentagem de agregados finos apresentaram diferenças estatísticas entre si. O valor médio do tratamento T2 foi estatisticamente diferente do tratamento T9, sendo que os valores destes dois tratamentos foram estatisticamente iguais dentre os demais. Esses resultados são em função do tipo de equipamento usado no preparo do solo e do número de mobilizações do solo. Em todos os tratamentos foram usados equipamentos

com órgãos ativos semelhantes, comporta por rotor giratório equipado com lâminas.

4.6. Índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência

Os valores médios do índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência, em função dos sistemas de preparo do solo, são apresentados na Figura 19.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 19 - Valores médios de índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência nos diferentes sistemas de preparo do solo.

Os valores médios do índice de velocidade de emergência apresentaram diferenças estatísticas entre si, sendo a diferença somente entre os tratamentos T2 e T9. Essa diferença de resultados pode ser explicada em função do sistema de irrigação usado na área experimental, que foi do tipo Aspersão, do alto índice de desagregação do solo e da ausência de cobertura vegetal. Neste tipo de sistema de irrigação, a pressão da água é responsável pelo acionamento dos aspersores, e deste modo, quando o sistema não atinge a pressão nominal de trabalho os aspersores ficam parado aplicando água no mesmo lugar.

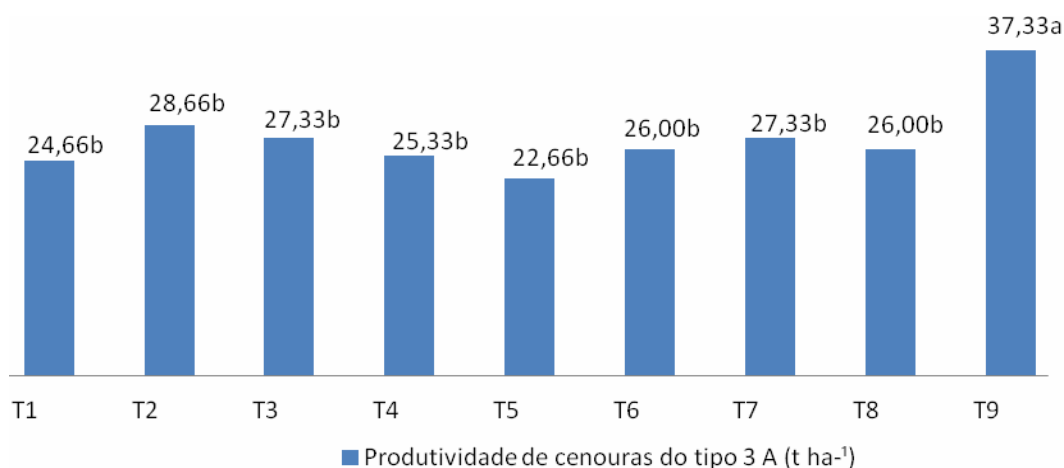
Devido ao alto grau de desagregação e ausência de cobertura vegetal o impacto das gotas de água e o acúmulo de água em determinado local pode

prejudicar a velocidade de emergência das plântulas, pois pode ocasionar em afundamento da semente no solo.

Os valores de porcentagem de emergência não apresentaram diferenças estatísticas entre si, ficando abaixo do valor indicado pelo produtor da semente, que foi de 84.15%.

4.7. Produtividade das cenouras de acordo com a classificação do mercado atacadista

A Figura 20 apresenta os valores médios da produtividade total, produtividade de cenoura tipo 3A, em $t\ ha^{-1}$, nos diferentes sistemas de preparo do solo.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 20 - Valores médios de produtividade de cenouras tipo 3 A, nos diferentes sistemas de preparo do solo.

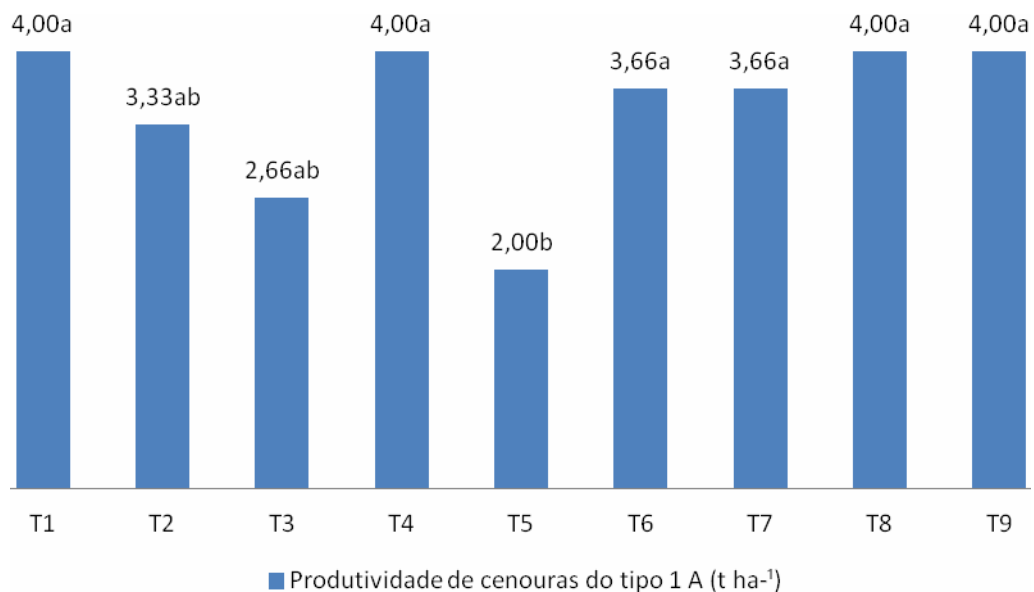
O tratamento T9 apresentou maior valor médio de produtividade de cenouras do tipo 3 A. Os valores médios dos demais tratamentos foram estatisticamente iguais entre si.

Esse resultado é explicado pelo sistema de preparo do solo. Nos tratamentos T1 a T8, o preparo foi realizado com rotoencanteiradora e a cultura foi implantada sobre canteiros padronizados, sendo que cada canteiro foi semeada 4 linhas com três fileiras cada (anexo, figura 3 A) Já no tratamento T9, onde o preparo foi realizado em faixas intercaladas, e também a

semeadura e cultivo (semeada apenas uma linha, com três fileiras; figura 5 A, anexos), as plantas não tiveram competição com as linhas laterais, o que fez com que recebessem maior incidência de luz solar, diminuindo assim a competição por luz, água e nutrientes, aumentando assim seu desenvolvimento.

Outro fato também é que, embora tenha sido usada a mesma quantidade de sementes por metro linear, outro fator contribuiu para este resultado, que foi a ausência do raleio, que é a retirada do excesso de plantas da linha de semeadura após 28 dias depois da emergência. Desta maneira, o sistema de cultivo usado no tratamento T9 terminou o ciclo da cultura com maior número de plantas na linha.

A figura 21 apresenta os valores médios de produtividade de cenouras tipo 1A nos diferentes sistemas de preparo do solo.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

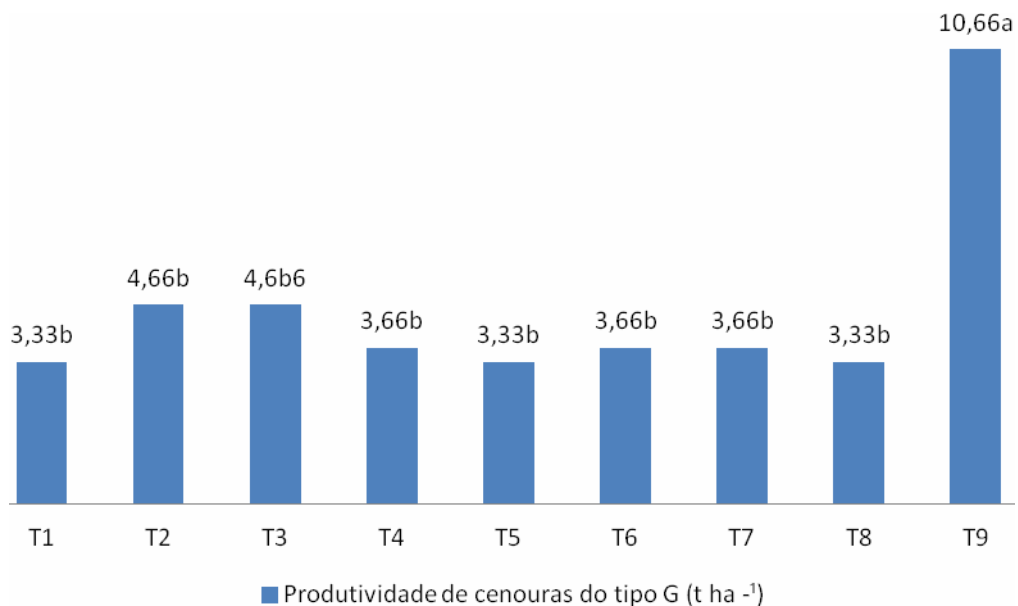
Figura 21 - Valores médios de produtividade de cenouras tipo 1^a nos diferentes sistemas de preparo do solo.

Os valores médios de produtividade de cenouras tipo 1 A são apresentados da figura 21 e mostram-se estatisticamente diferentes entre si. O

tratamento T5 foi semelhante somente aos tratamentos T2 e T3, sendo que estes tratamentos foram semelhantes aos demais.

Essa diferença nos resultados pode ter ocorrido pela danificação da parte lateral do canteiro, causada pelo impacto da água de irrigação. Com o desmoronamento da lateral do canteiro, as cenouras localizadas nesta região ficam expostas à luz solar, fato este que faz que elas adquiram coloração verde (ombro verde), sendo desclassificada na colheita manual, antes mesmo de chegar ao lavador e classificador.

A figura 22 apresenta os valores médios de produtividade de cenouras do tipo G nos diferentes sistemas de preparo do solo.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 22 - Valores médios de produtividade de cenouras tipo G nos diferentes sistemas de preparo do solo.

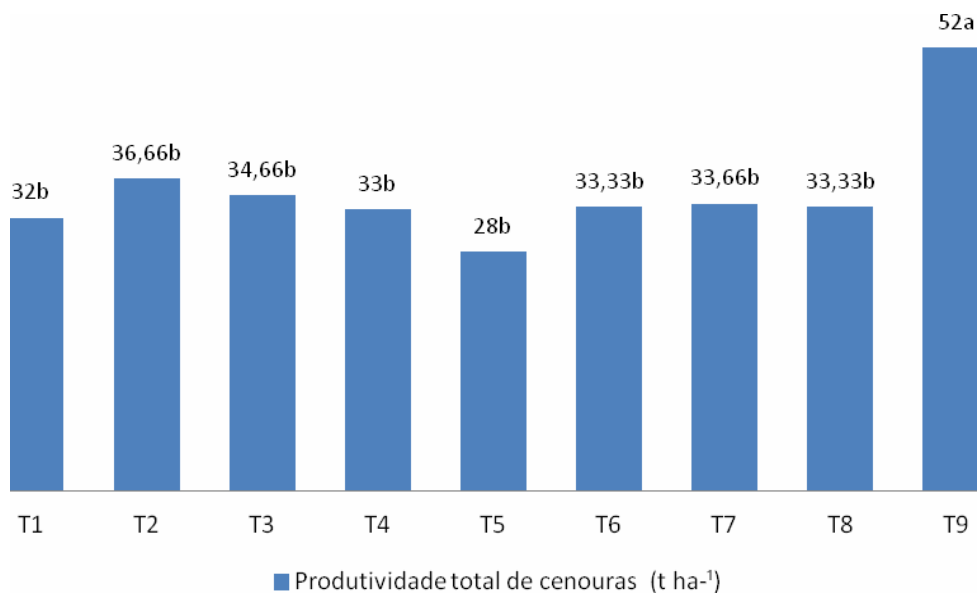
O tratamento T9 foi o que apresentou maior produtividade de cenouras tipo G. Neste tratamento como houve a semeadura em faixas intercaladas as plantas não tiveram competição por água, luz e nutrientes e esse fato explica tal resultado. Outro fato que também explica esse resultado é a espessura média da camada mobilizada. O equipamento de preparo em faixas apresentou a maior espessura média da camada mobilizada e isso fez que as cenouras

atingissem maior comprimento, pelo fato de as plantas explorarem o solo em maiores profundidades. A cenoura tipo G possui valor de mercado inferior a do tipo 3A e superior a do tipo 1A.

Os valores médios de cenoura tipo G não apresentaram diferenças entre os tratamentos T1 a T8 e pode ser explicado também em função da espessura média da camada mobilizada e da mesma condição de cultivo e sementeira, que foi em canteiros tradicionais.

Com base no que foi discutido acima, em relação à produtividade de cenouras tipo G, nota-se que o aumento de produtividade no tratamento T9 foi relacionado ao sistema de preparo e sementeira em faixas, evidenciando a ausência de competição por água luz e nutrientes com a linha lateral e o elevado valor da espessura média da camada mobilizada.

A figura 23 apresenta os valores médios de produtividade de cenouras do tipo G nos diferentes sistemas de preparo do solo.



Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças estatísticas em nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 23 - Valores médios de produtividade total de cenouras nos diferentes sistemas de preparo do solo.

Verifica-se através da figura 23 que independente do sistema de preparo não foram encontradas diferenças significativas na produtividade total de cenouras. O tratamento T9 apresentou maior produtividade total, e como

discutido anteriormente, esse fato se deve à ausência da operação de raleio de plantas, diminuição da competição por água, luz e nutrientes, e pela espessura média da camada mobilizada.

4.8. Colheita Mecanizada

Nos tratamentos onde a cultura foi implantada sobre canteiros a colheita mecanizada não foi possível, pois o órgão ativo da máquina responsável pela penetração no solo e desprendimento das cenouras, interferiu na linha lateral, fazendo com que ocorresse o desalinhamento dessa linha e desse modo, na próxima passada a máquina não recolhia totalmente a linha que estava fora de padrão de alinhamento.

Outro fato relevante é que no canteiro, como existiam várias fileiras de plantas, o contato visual entre o operador e o mecanismo recolhedor de cenouras ficava prejudicado pelo elevado volume da parte aérea das plantas, dificultando assim o alinhamento da máquina.

Nos tratamentos T1 a T8, onde a cultura foi implantada em canteiros não foi possível a realização da colheita mecanizada, sendo realizada a colheita manual. Para que a colheita manual ocorra de forma eficiente, usa-se um equipamento denominado “chapa”. Trata-se de uma lâmina montada no sistema de levante hidráulico de três pontos do trator, que é passada na parte inferior dos canteiros (no perfil de fundo), fazendo com que as cenouras se desprendem do solo, facilitando assim o recolhimento da mesma pelos trabalhadores. Após serem recolhidas, as mesmas tem suas partes aéreas destacadas manualmente, são pré-selecionadas e acondicionadas sistematicamente em caixas plásticas, com capacidade de 20 kg.

No sistema de colheita manual existe uma pré-classificação das cenouras ainda no campo, realizada no momento em que elas são colocadas nas caixas plásticas para serem transportadas para o lavador e classificador. Na colheita mecanizada essa pré-seleção não é realizada, fazendo com que se gastem mais caixas plásticas para transportar as cenouras até o lavador. Desse modo ocorre uma maior exigência de mão de obra no lavador e classificador. Este foi o único inconveniente da colheita mecanizada encontrado neste trabalho.

No tratamento T9 a colheita mecanizada ocorreu de forma eficiente, pois como havia somente uma linha da cultura o alinhamento da máquina foi realizado de forma precisa e eficiente. Outro fato importante foi que os rodados do trator que tracionava e acionava a colhedora deslocou somente em área não mobilizada. Dessa forma, após a colheita o solo permaneceu em condições de ser semeado direto, sem nenhuma mobilização. Este fato não ocorreu na colheita manual, devido ao alto grau de desagregação aliado ao uso da “chapa”, que causa desnivelamento do solo.

Na colheita manual o trator que tracionava a “chapa” estava equipado com pneus estreitos, com 0,27 m de largura, fazendo com que ocorresse maior afundamento no solo por onde passava. Dessa maneira deixava o solo irregular, não sendo possível uma semeadura direta logo após a colheita. Na colheita mecânica não ocorreu o afundamento dos rodados do trator, pois o deslocamento foi realizado somente sobre a faixa de solo não mobilizado (figura 24).

Em relação à exigência de mão de obra, na colheita mecânica além da máquina colher a cenoura, realiza também o destacamento da parte aérea e a acomodação das cenouras nas caixas de transporte. Na colheita manual todo este processo é realizado manualmente, exigindo grande quantidade de mão de obra.

Outra vantagem do sistema de cultivo mínimo em faixas é que mesmo sob chuva é possível realizar a colheita mecânica; já no sistema tradicional em canteiros, a colheita mecanizada é impossibilitada, pela baixa sustentação dos solos e a colheita manual torna-se difícil, principalmente pelo deslocamento da “chapa” nos canteiros.



Figura 24 - Máquina colhendo e transitando em faixa de solo não mobilizada.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Nos tratamentos onde a cultura foi implantada sobre canteiros não foi possível realizar a colheita mecanizada;
- A colheita mecanizada foi possível somente no tratamento onde o preparo do solo foi realizado em faixas (cultivo mínimo);
- Os valores encontrados do diâmetro médio ponderado dos agregados do solo foram de 1,88 a 3,75 mm;
- O uso da rotoencanteiradora promove valor de área de elevação semelhante ou superior ao da área mobilizada;
- A rotoencanteiradora anula os efeitos das características físicas do solo, impostas por outros equipamentos, como rugosidade final, diâmetro médio ponderado e porcentagem de agregados finos;
- O diâmetro médio ponderado dos agregados do solo não influenciou na porcentagem de agregados finos e índice de velocidade de emergência;
- Independente do número de mobilizações com a rotoencanteiradora a produtividade de cenouras total, do tipo 3 A e do tipo G foram iguais;
- O tratamento T9 apresentou maiores valores de produtividade total, do tipo 3 A e do tipo G.

6. REFERÊNCIAS

ASAE EP542 FEB1999 (R2009). **Procedures for Using and Reporting Data Obtained with the Soil Cone Penetrometer** ASAE EP542 FEB1999 (R2009)

ASAE. American Society of Agricultural Engineers. ASAE S313.3 Soil Cone Penetrometer. In: **ASAE Standards 1999**. St. Joseph, 1999. p.834-835.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1987. 310p.

BERTOL, I.; GONZÁLES, A.P.; VÁSQUEZ, E.V. Rugosidade superficial do solo sob diferentes doses de resíduos de milho submetido à chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.42, n.1, p 103-110. Jan. 2007

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Agregação de Latossolo Vermelho Distrófico típico relacionada com o manjo na região dos cerrados no estado de Minas Gerais. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:129-136, 2001

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SILVA, A.P.; ROQUE, C.G. & FERRAZ, M.V. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade do arroz sequeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, 39:575-580, 2004.

BRAUNACK, M. V., McPEE, J. E., MEIRING, P. The effect of initial soil water content and tillage implements. **Soil Tillage Research**, v. 20, n. 3, p. 5-17, 1991

CALEGARI A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, J. T. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p.1-55.

CAMARGO FILHO, S. T. **Recuperação de áreas degradadas no município de Paty do Alferes pela introdução de gramíneas forrageiras e leguminosas arbóreas**. Seropédica: UFRRJ, 1999, 105f. (Dissertação de mestrado)

CAMARGO, O.A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1983. 132p.

CAMBARDELLA, C.A. et al. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

CANAVATE, J.O. **Las maquinas agricolas y su aplicacion**. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 2003. 528p.

CARVALHO FILHO, Alberto et al. Efeitos de sistemas de preparo do solo na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Eng. Agríc.** [online]. 2006, vol.26, n.3, pp. 777-786. ISSN 0100-6916.2006

CARVALHO FILHO, A.; CENTURION, J. F.; SILVA, R. P. ; FURLANI, C. E. A.; CARVALHO, L. C. C. Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.27, n.1, p.229-237, 2007a

CARVALHO FILHO, A.; SILVA, R.P.; CENTURION, J.F.; CARVALHO, L.C.C.; LOPES, A. Agregação de um Latossolo vermelho submetido a cinco sistemas de preparo do solo em Uberaba-MG. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n. 1, p 317-325, jan-2007b

CASTRO, L.G.; COGO, N.P.; VOLK, L.B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.30. p.339-352, 2006

COAN, O. **Sistemas de preparo de solo: efeitos sobre a camada mobilizada e no comportamento das culturas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e do milho (*Zea mays* L.), conduzidas em rotação**. 1995. 138 f. Tese (Livre docência em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP, 1995.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359p.

CUNHA, J. P. A. R. da; VIEIRA, L. B.; MAGALHÃES, A. C. Resistência mecânica do solo á penetração sob diferentes densidades e teores de água. **Engenharia na Agricultura**, v.10, n.1-4, Jan./Dez., 2002.

DANIEL, L. A.; MARETTI, H. J. Avaliação da camada de solo compactada e análise de crescimento de plantas. In: Ciclo de Estudos sobre Mecanização Agrícola, 4., 1990, Jundiaí. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill

DENARDIN, J.E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: Simpósio de manejo do solo e plantio direto no sul do Brasil, 1., simpósio de conservação do solo do planalto, 3., 1984, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo, PIUCS e UPF – Faculdade de Agronomia, 1984. p.107-124.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Pesquisa de desenvolvimento em sistema plantio direto no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, Rio de Janeiro, 1997. **Anais...** Rio de Janeiro, 1997. CD ROM

DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.175-182, 1996.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa dos solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA,C.M.; SILVA,C.S.W; SEDIYAMA,C.S.; SILVA,A.A.; FAGUNDES,J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.27. p.1097-1104.2003

FERNANDES, H. C.; MION, R. L; VIEIRA, L. B.; DIAS, G. P. Avaliação Operacional de um Equipamento Conjugado no Preparo Vertical com Relação à Desagregação do Solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 21, n. 2, p. 190-196, 2001

FINGER,F.L.; DIAS,D.C.F.D.S.; PUIATTI,M. Cultura da Cenoura. In. **Olericultura teoria e prática**. Viçosa: Suprema, 2005. 486p.

FONTES,R.R.; SOUZA,A.F.; MESQUITA FILHO,M.V. **Sistemas de Produção, 5- CENOURA**. EMBRAPA 2008. Versão Eletrônica. Acesso em 20 de outubro de 2009.

GAMERO, C. A., BENEZ, S. H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: SILVEIRA, G. M. **Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola**. Jundiaí-SP: Fundação Cargill, 1990.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação . **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,Campinas, v.19, n.3, p.395-401, 1995.

LOPES, Sebastião Eudes et al. Compactação de um solo de uso florestal submetido ao tráfego de arraste de madeira. **Rev. Árvore** [online]. 2006, vol.30, n.3, pp. 369-376. ISSN 0100-6762.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selectyon and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MELLO, R.C. e MAGALHAES, P.S.G. Desempenho operacional de um arado de discos. **Bragantia** [online]. 1995, vol.54, n.2, pp. 447-454. ISSN 0006-8705.

MELLO,R.C. **Alterações físicas em um Latossolo Roxo em função da velocidade de aração e do ângulo horizontal dos discos** Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, v. 26, no. 1, p. 35-40, 2004

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo, Ceres, 1974. 301 p.

OLIVEIRA,G.C.; DIAS JÚNIOR,M.S.; RES CKE,D.V.S.; CURI,N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p.291-299. 2003

PIFFER, C. R.; BENEZ, S. H. Desenvolvimento do sistema radicular de amaranto, milho e pé de galinha em diferentes níveis de compactação. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 50-62, 2005.

PIFFER,C.R.; BENEZ,S.H. Demanda energética de uma semeadora de fluxo contínuo em três sistemas de manejo do solo. **Revista Energia na Agricultura**, v.24, n.4, p.21-32. 2009

PINTO, Alice Regina et al. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos**. Viçosa, MG, 2011. 70 p. Disponível em:<<http://www.bbt.ufv.br/>>. Acesso em: 29/03/2012.

PIRES, L. F.; ROSA, J.A.; TIMM, L. C. **Comparação de métodos de medida da densidade do solo**. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá, v. 33, n. 1, p. 161-170, 2011.

PRADO, R. M.; ROQUE, C. G.; SOUZA, Z. M. de. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1795-1801, dez. 2001.

PRADO, R.M.; ROQUE, C.G. & SOUZA, Z.M. Sistemas de manejo e resistência do solo à penetração e densidade do solo de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37:1795-1801, 2002.

REEDER,R.C. **Maximizing performance in conservation tillage systems: an overview**. 2002. ASAE annual international meeting . paper 021134

REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; CABEDA, M.S.V. Selamento superficial e infiltração de água em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.3, p.289-298,1992

REINERT,D.J.;ALBUQUERQUE,J.A.;REICHERT,J.M.;AITA,C.;ANDRADA,M.M. C. Limites críticos de densidades do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa,n.5, v.32, outubro. 2008.

REINERT, D. J. Recuperação de Solos em Sistemas Agropastoris. In: **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa, MG, UFV/DPS; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1988. 251p.

ROBERTS, T. L.; JOHNSTON, A. M. Intensidade de cultivo, rotações e tecnologia deadubação para a produção sustentável de trigo: uma experiência norte-americana. **Revista Plantio Direto**, v. 93, 2006.

ROSA, D.P. **Comportamento dinâmico e mecânico do solo sob níveis diferenciados de escarificação e compactação**. Universidade Federal de Santa Maria. 2007. Dissertação de Mestrado

SÁ, J.C.M. Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para a produção de grãos no sistema plantio direto. In: **Seminário sobre o Sistema de Plantio Direto na UFV**, 1., Viçosa, 1998. Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.19-61.

SAEG **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes: UFV - Viçosa, 2007.

SANTOS. J.E.G., **Equipamento conjugado de preparo do solo: desempenho em função da posição das hastes escarificadoras, do tipo de ponteira e da rotação do rotor**. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrárias, Botucatu: UNESP, 1993.

SCHLOSSER,J.F.; BERTOL,O.J.; SOUZA FILHO,E.G.; MEZZOMO,C.P.L. Influência da velocidade de aração no diâmetro médio geométrico dos agregados. **Agropecuária Técnica**, v.21, n1;2. 2000.

SILVA, A. B.; RESENDE, M.; SOUSA, A. R.; MARGOLIS, E. Mobilização do solo, erosão e produtividade de milho e feijão em um regossolo no agreste pernambucano. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.2, p.299-307, 1999.

SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 21:113-117, 1997

SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; COAN, O. Efeitos do arado de aivecas e da enxada rotativa na camada mobilizada do solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.22, n.1, p.110 -117, 2002.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M. & REINERT, D.J. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, 34:399-406, 2004.

SILVA,R.R.; SILVA, M.L.N.; FERREIRA,M.M. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob sistema de manejo BA bacia do alto Rio Grande. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 29, n. 4, p.719-730. 2005

SILVEIRA, P. M. da, ZIMMERMAN ,F. J. P. ; AMARAL A. M.. Efeito da sucessão de cultura e do preparo do solo sobre o rendimento do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 885-890. 1998

SRIVASTAVA,A.K.;CARROL,E.G.;ROGER, P.R.;DENNIS,R.B. Soil tillage. Chapter 8. In **Engineering principles of agricultural machines**, 2. ed., 169-230. St. Joseph, Michigan: ASABE. 2006

STOLF, R. Fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em força/unidade de área. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 19, 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1990. Vol. II, p. 823-37.

STOLF, R., FERNANDES, J., FURLANI NETO, V.L.. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. 9p. (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim n.1)

VIANA, J. H. M.; FERNANDES FILHO, E. I. and SCHAEFER, C. E. G. R.. Efeitos de ciclos de umedecimento e secagem na reorganização da estrutura microgranular de latossolos. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2004, vol.28, n.1, pp. 11-19. ISSN 0100-0683.

VIEIRA, L. B. **Análisis de los factores que influyen en el comportamiento de un motocultor con apero rotativo en el laboreo del suelo**. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 1992. 221 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 1992.

Vilela,N.J; Borges, I.O. Retrospectiva e situação atual da Cenoura no Brasil. **Circular Técnica n. 59**. Embrapa DF. 2008.

WANATABE,S.H.; TORMENA,C.A.; ARAÚJO,M.A.; VIDIGAL FILHO,P.S.; PINTRO,J.C.; DA COSTA, A.C.S.; MUNIZ, A.S. **Propriedades físicas de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico influenciadas por sistemas de preparo do solo utilizados para implantação da cultura da mandioca**. Acta Scientiarum, Maringá, v. 24, n.5, p 1255-1264, 2002

WÜNSCHE, W. L., DENARDIN, J. E. **Conservação e manejo dos solos:** Plantio Rio Grandense. Considerações gerais. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPTrigo. 1980. p 20.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.891-900, 2004.

ZOLDAN JUNIOR, W.A.; BERTOL, I.; PEGORARO, R; FABIAN, E.L.; ZAVASCHI, E. & VIDAL VÁZQUEZ, E. Rugosidade superficial do solo formada por escarificação e afetada pela erosividade da chuva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32. p.353-362. 2008

7. ANEXOS

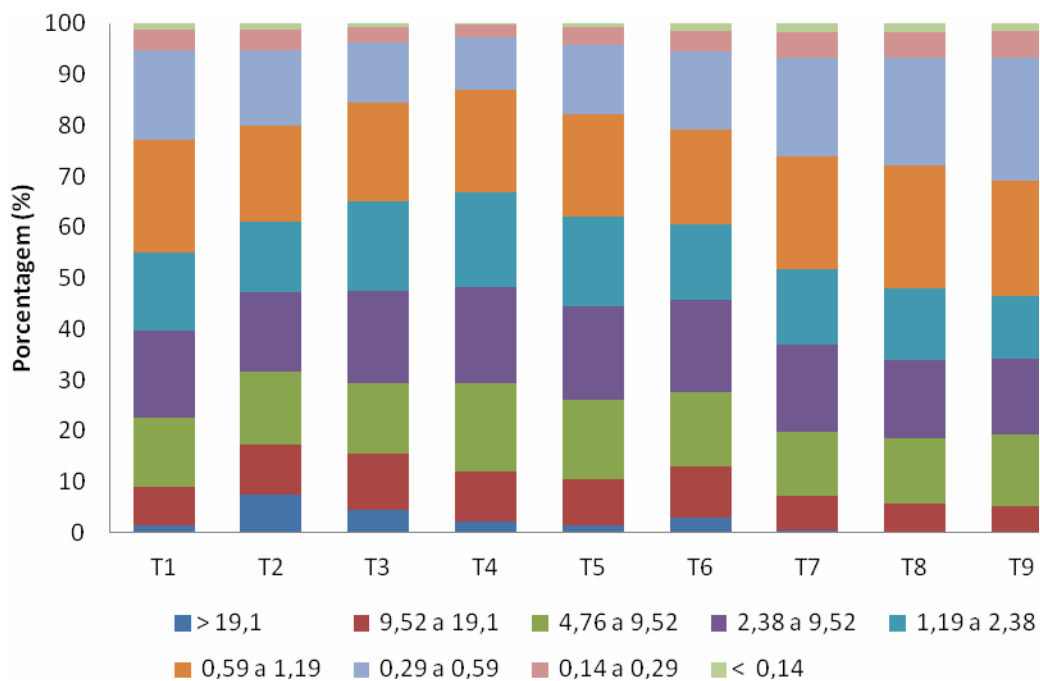


Figura 1A - Distribuição percentual de agregados por classe de tamanho, em função dos equipamentos de preparo de solo.

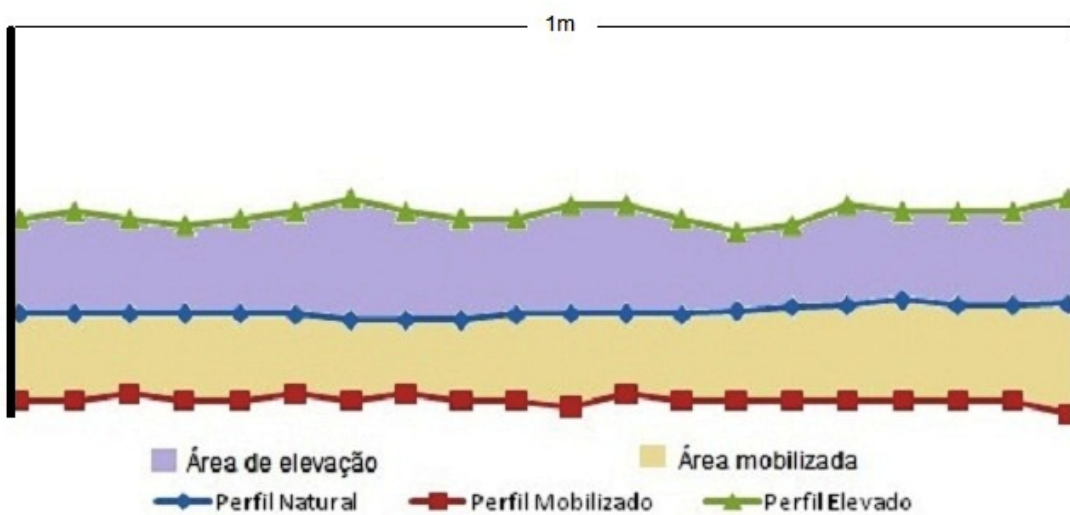


Figura 2A - Representação gráfica dos perfis do solo na área de preparo convencional.

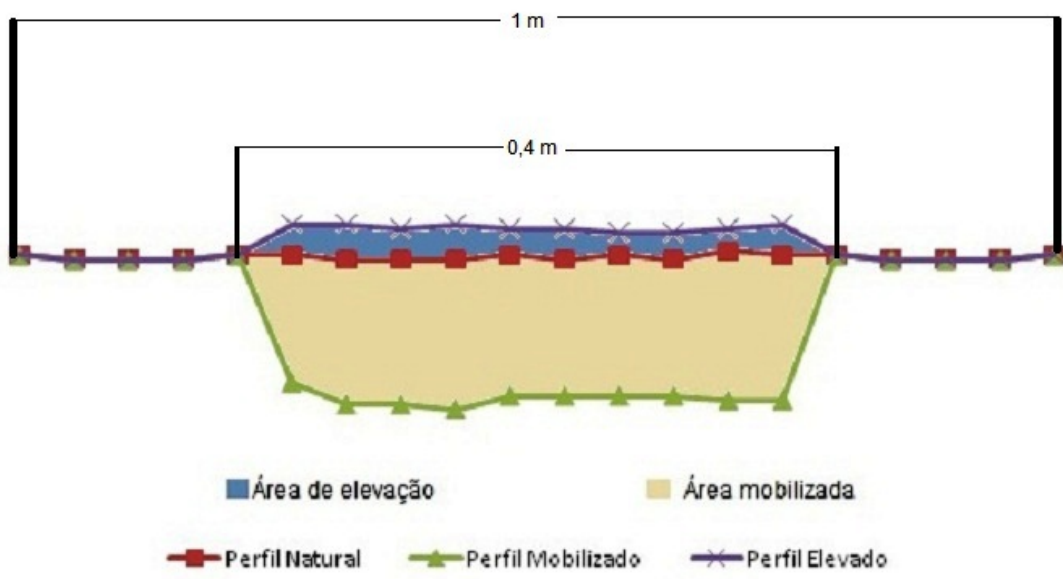


Figura 3A - Representação gráfica dos perfis do solo na área de preparo em faixas.

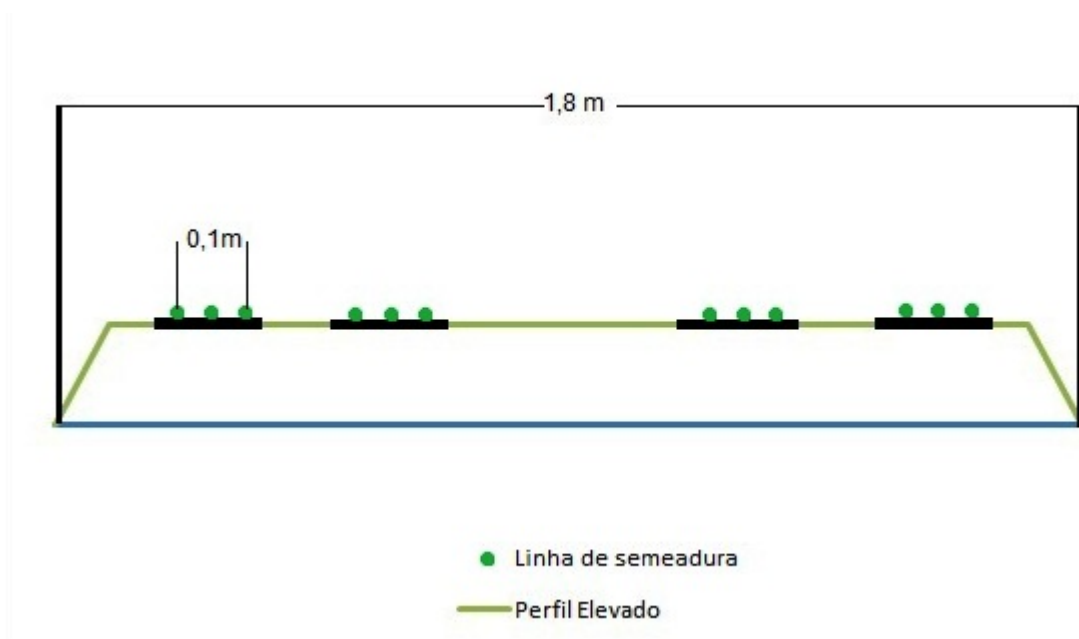


Figura 4A - Representação gráfica das linhas de semeadura sobre os canteiros.

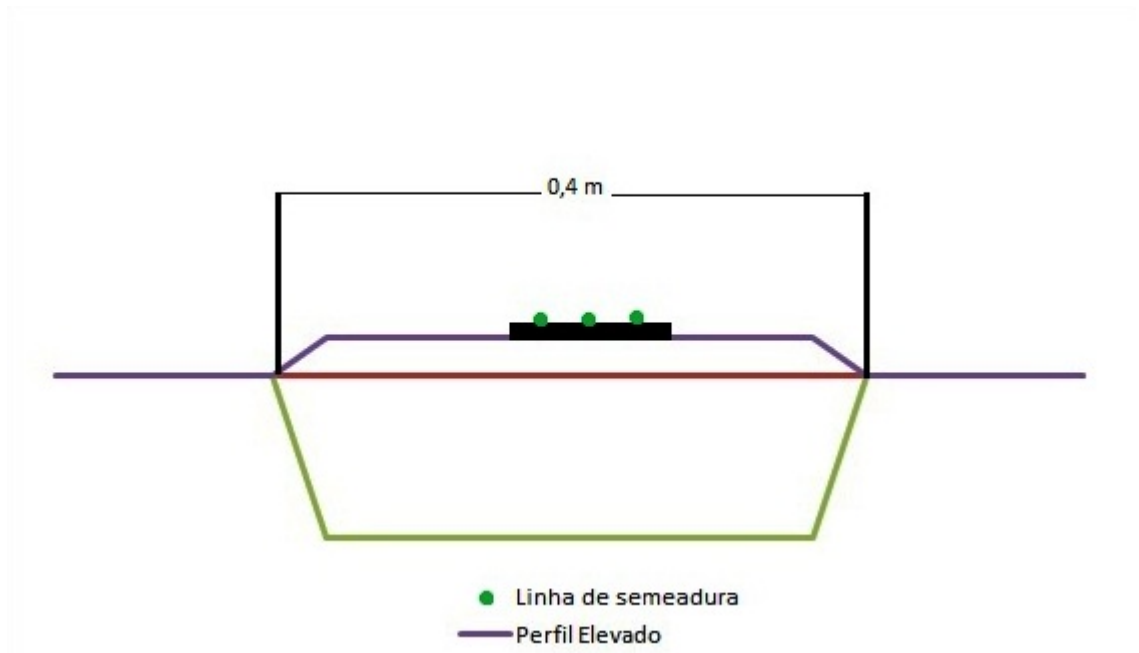


Figura 5A - Representação gráfica da linha de semeadura sobre a faixa de solo mobilizada.