

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

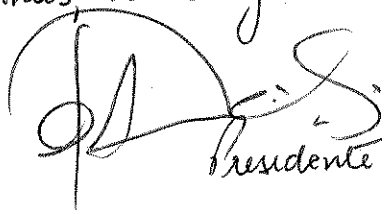
Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da dissertação de mestrado defendida por Fábio Moreira da Silva e aprovada pela Comissão Julgadora em 23 de novembro de 1990.

Fábio Moreira da Silva mt

Campinas 10 de dezembro de 1990.

Orientador: Dr. Luiz Antonio Daniel mt


Presidente da Banca

INFLUÊNCIA DO TIPO DE RODAS COMPACTADORAS DE
SEMEADORAS + ADUBADORAS, NO CONDICIONAMENTO
FÍSICO DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DE
PLANTAS

SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

9109599-30
ter. F. Costa

CAMPINAS - SP.

Novembro - 1990

Aos meus pais,

Darcy e Mélia

que nunca mediram esforços para promoverem nossa educação.

Dedico

À minha esposa e filho,

Mirian e Felipe

pelo apoio, carinho e alegria presente em todos os momentos.

Ofereço

Para glória de Deus,

criador dos céus, da terra e de toda a sua plenitude, a quem tudo devemos.

Homenagem

Ao Prof. Dr. Antonio Francisco Ortolani,
presente em todas as etapas desse trabalho, incansável e criterioso pesquisador, que muito tem estudado e contribuído para o aprimoramento no uso das máquinas agrícolas, com quem tenho muito à aprender.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Daniel, pela orientação objetiva prestada, na interpretação coerente dos fatos.

Aos colegas de trabalho M.S. Luiz Carlos Favani e Dr. João Antonio Galbiatti, pela colaboração prestada.

Ao Dr. Mario Benincasa e Dr^a Margarida Maria P. Benincasa, pela contribuição na interpretação de dados.

Ao Dr. David Ariovaldo Banzatto, pela orientação no delineamento estatístico.

Ao Prof. Dr. Antonio Francisco Ortolani, por toda colaboração e pela revisão dos originais.

Aos demais colegas do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - "Campus" de Jaboticabal - UNESP, pela simpatia com que sempre apoiaram nosso trabalho.

Ao Dr. Cláudio Bianor Sversut, pelas valiosas sugestões.

Aos Professores e Funcionários do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, pelos ensinamentos e serviços prestados.

Ao Sr. Davi Aparecido Trevizolli e demais funcionários do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - "Campus" de Jaboticabal - UNESP, pelos trabalhos de digitação e ajuda na realização dos experimentos.

Ao amigo Odair Aparecido Fernandes, pelo incentivo na realização do Curso de Mestrado.

A BALDAN - IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS S.A., pelo apoio prestado e cessão das Rodas Compactadoras ensaiadas.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1. Características da área experimental	14
3.1.1. Localização	14
3.1.2. Pista de Ensaio	15
3.1.3. Análise Química e Textural do Solo	16
3.1.4. Preparo do Solo	17
3.1.5. Construção e Instalação dos Tensiômetros	20
3.2. Delineamento Experimental	22
3.2.1. Tratamentos	22
3.2.2. Delineamento Estatístico	26

3.3. Ensaaios.....	28
3.3.1. Ensaio I	28
3.3.1.1. Tensão da água do solo	31
3.3.1.2. Umidade do solo	31
3.3.1.3. Temperatura do solo	32
3.3.1.4. Densidade global do solo	32
3.3.1.5. Resistência do solo à penetração	32
3.3.1.6. Pressão exercida ao solo pelas rodas.....	34
3.3.2. Ensaio II	38
3.3.2.1. Cultura	39
3.3.2.2. Semeadura e aplicação dos tratamentos.....	40
3.3.2.3. Determinações relativas ao solo	43
3.3.2.4. Medidas referentes à cultura	43
3.3.2.5. Manejo da irrigação	46
3.3.2.6. Tratos culturais	50
4. RESULTADOS	51
4.1. Resultados do Ensaio I	52
4.2. Resultados do Ensaio II	60
5. DISCUSSÃO	74
5.1. Determinações Relativas ao Solo	75
5.2. Medidas Relativas às Plantas	97
5.3. Considerações Finais	104
6. CONCLUSÕES	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ABSTRACT	116
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Aspecto geral do solo da pista de ensaio, após a mobilização, escarificação e nivelamento.....	18
Figura 2.	Detalhes construtivos dos tensiômetros.....	21
Figura 3.	Detalhes da instalação dos tensiômetros.....	22
Figura 4.	Vista geral das rodas compactadoras utilizadas.....	24
Figura 5.	Medidas principais das rodas compactadoras utilizadas (mm).....	24
Figura 6.	Vista parcial da área experimental no dia da instalação do Ensaio I.....	26
Figura 7.	Mapa da área experimental.....	27
Figura 8.	Vista geral do Bloco 1, após aplicação dos tratamentos, Ensaio I.....	30
Figura 9.	Diagrama de forças da roda rígida cilíndrica deslocando-se sobre superfície deformável.....	34
Figura 10.	Diagrama pressão-deformação do solo.....	37

Figura 11. Processo utilizado para semeadura da cultura.....	41
Figura 12. Croqui geral das parcelas: (x) plantas úteis; (.) plantas da bordadura.....	42
Figura 13. Croqui de uma planta de Feijoeiro mostrando as medidas realizadas.....	46
Figura 14. Aspecto geral da irrigação sendo efetuada. À esquerda, ao fundo, pode-se ver o tanque Classe A e o pluviômetro	50
Figura 15. Diagramas pressão-deformação do solo determinado em 17/03/89 no Ensaio I.....	59
Figura 16. Diagramas pressão-deformação do solo determinados em 17/05/89 no Ensaio II.....	63
Figura 17. Curvas características do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda A com diferentes cargas e na Testemunha.....	77
Figura 18. Curvas características do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda B com diferentes cargas e na Testemunha.....	78
Figura 19. Curvas características do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda C com diferentes cargas e na Testemunha.....	79
Figura 20. Curvas características do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda D com diferentes cargas e na Testemunha.....	80
Figura 21. Evolução da temperatura do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda A com diferentes cargas e na Testemunha.....	84
Figura 22. Evolução da temperatura do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda B com diferentes cargas e na Testemunha.....	85

Figura 23. Evolução da temperatura do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda C com diferentes cargas e na Testemunha.....	86
Figura 24. Evolução da temperatura do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda D com diferentes cargas e na Testemunha.....	87
Figura 25. Evolução da temperatura do solo durante o desenvolvimento da cultura, nos tratamentos que receberam a Roda A com diferentes cargas e na Testemunha.....	90
Figura 26. Evolução da temperatura do solo durante o desenvolvimento da cultura, nos tratamentos que receberam a Roda B com diferentes cargas e na Testemunha.....	91
Figura 27. Evolução da temperatura do solo durante o desenvolvimento da cultura, nos tratamentos que receberam a Roda C com diferentes cargas e na Testemunha.....	92
Figura 28. Evolução da temperatura do solo durante o desenvolvimento da cultura, nos tratamentos que receberam a Roda D com diferentes cargas e na Testemunha.....	93
Figura 29. Velocidade de emergência nos tratamentos que receberam a Roda A com diferentes cargas e na Testemunha.....	99
Figura 30. Velocidade de emergência nos tratamentos que receberam a Roda B com diferentes cargas e na Testemunha.....	99
Figura 31. Velocidade de emergência nos tratamentos que receberam a Roda C com diferentes cargas e na Testemunha.....	100
Figura 32. Velocidade de emergência nos tratamentos que receberam a Roda D com diferentes cargas e na Testemunha.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características químicas do solo da pista de ensaio.....	17
Tabela 2.	Características texturais do solo da pista de ensaio.....	17
Tabela 3.	Porcentagem de agregados retidos por classe de tamanho (Wi%), MF e DMG, após o preparo do solo nos Blocos 1 e 2, Ensaio I.....	29
Tabela 4.	Porcentagem de agregados retidos por classe de tamanho (Wi%), MF e DMG, após o preparo do solo nos Blocos 1 e 2, Ensaio II.....	39
Tabela 5.	Irrigações realizadas e chuvas ocorridas durante as fases de desenvolvimento do Ensaio II.....	49
Tabela 6.	Tensão da água do solo, média dos dois tensiômetros das parcelas do Bloco 1 em 17/03/89 no Ensaio I, antes da aplicação dos tratamentos.....	53
Tabela 7.	Umidade do solo, determinadas nas interparcelas em 17/03/89 no Ensaio I, antes da aplicação dos tratamentos.....	54

Tabela 8.	Tensão da água do solo em (kPa), média dos dois tensiômetros das parcelas do Bloco 1, no período de secagem, 30/03/89 à 03/04/89, Ensaio I.....	54
Tabela 9.	Umidade média do solo (%), no período de secagem, 30/03/89 à 03/04/89, no Ensaio I.....	55
Tabela 10.	Análise de variância da umidade do solo no dia 02/04/89, no período de secagem, Ensaio I.....	55
Tabela 11.	Temperatura média do solo (°C), no período de secagem, 30/03/89 à 03/04/89.....	56
Tabela 12.	Análise de variância da temperatura média do solo às 13:00 h., no período de secagem, Ensaio I.....	56
Tabela 13.	Densidade global média do solo (g/cm ³) nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm em 24/04/89.....	57
Tabela 14.	Análise de variância da densidade global média do solo na profundidade de 5 a 10 cm.....	57
Tabela 15.	Resistência do solo à penetração em (kgf/cm ²), nas diferentes profundidades - Ensaio I.....	58
Tabela 16.	Análise de variância da resistência do solo à penetração na profundidade de 4 a 6 cm.....	58
Tabela 17.	Deformações e pressões aplicadas ao solo pelas Rodas A e D, com cargas de 10, 20 e 30 kgf, em 17/03/89, Ensaio I.....	59
Tabela 18.	Tensão da água do solo, média dos dois tensiômetros das parcelas do Bloco 1 em 17/05/89 no Ensaio II, antes da aplicação dos tratamentos.....	62
Tabela 19.	Umidade do solo, determinadas nas interparcelas, em 17/05/89 no Ensaio II, antes da aplicação dos tratamentos.....	62

Tabela 20.	Deformações e pressões aplicada ao solo pelas Rodas A e D, com cargas de 10,20 e 30 kgf, em 17/05/89, Ensaio II.....	62
Tabela 21.	Tensão da água do solo em (kPa), média dos dois tensiômetros das parcelas do Bloco 1, durante o período de emergência, 17/05/89 à 01/06/89, Ensaio II.....	64
Tabela 22.	Temperatura média do solo (°C), no período de emergência, 17/05/89 a 02/06/89, Ensaio II.....	65
Tabela 23.	Temperatura média do solo (°C), durante o desenvolvimento da cultura, período e 14/06/89 a 31/08/89, Ensaio II.....	65
Tabela 24.	Porcentagem de emergência total das plântulas, em 02/06/89, Ensaio II.....	66
Tabela 25.	Análise de variância da porcentagem de emergência total das plântulas, em 02/06/89, Ensaio II.....	66
Tabela 26.	Matéria seca média das plantas desbastadas em 14/06/89 (g/planta), Ensaio II.....	67
Tabela 27.	Análise de variância da matéria seca total das plantas desbastadas, 14/06/89.....	67
Tabela 28.	Medidas relativas ao desenvolvimento médio das plantas desbastadas em 14/06/89, Ensaio II.....	68
Tabela 29.	Análise de variância do número médio de folíolos das plantas desbastadas em 14/06/89, Ensaio II.....	68
Tabela 30.	Análise de variância da área foliar média das plantas desbastadas, 14/06/89 Ensaio II.....	69
Tabela 31.	Análise de variância da altura média das plantas desbastadas em 14/06/89, Ensaio II.....	69

Tabela 32. Número médio de folíolos das plantas remanescentes, a partir de 14/06/89, Ensaio II.....	70
Tabela 33. Análise de variância do número médio de folíolos das plantas em 12/07/89, Ensaio II.....	70
Tabela 34. Altura média (cm) das plantas remanescentes, a partir de 14/06/89, Ensaio II.....	71
Tabela 35. Análise de variância da altura média das plantas remanescentes em 26/07/89, Ensaio II.....	71
Tabela 36. Produção média de grãos, em g/planta, considerando as 12 plantas identificadas e, em kg/ha, considerando a produção por área, Ensaio II.....	72
Tabela 37. Análise de variância da produção média de grãos por planta, Ensaio II.....	73
Tabela 38. Análise de variância da produção média de grãos por área.....	73

RESUMO

Durante a operação de semeadura, as semeadoras-adubadoras aplicam ao solo através das rodas compactadoras, uma certa compactação, a qual sem dúvida, modifica o meio ambiente do solo podendo influenciar o desenvolvimento das plantas.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se verificar a influência de 4 diferentes modelos de rodas compactadoras, sobre alguns parâmetros físicos do solo e também sobre o desenvolvimento das plantas de feijoeiro, utilizando-se 3 níveis de compactação, condizentes com o processo de semeadura.

Dois ensaios foram realizados, sendo o primeiro sem a presença de plantas, onde se fez determinações de umidade, temperatura, densidade global e resistência do solo à penetração. No segundo ensaio, conduzido com a presença de plantas, registrou-se a velocidade de emergência, emergência total, área foliar, matéria seca, número de folhas, altura das plantas e produção de grãos.

O comportamento hídrico do solo foi alterado pelo tipo de roda e carga de compactação aplicada, de forma que os tratamentos mais compactados apresentaram menor velocidade de perda de água na região da semente, durante um período de secagem, mantendo-se essa região mais úmida.

A velocidade de emergência e a emergência total decresceram e foram prejudicadas com o aumento da carga de compactação, pelas rodas que efetuaram compactação no plano vertical acima da linha de semeadura.

Os resultados obtidos, permitiram concluir que houve um comportamento distinto entre os tipos de rodas e cargas de compactação, afetando o meio ambiente físico do solo, bem como o desenvolvimento das plantas e produção de grãos.

1. INTRODUÇÃO

O sucesso do estabelecimento de uma cultura depende do meio ambiente do solo que, inicialmente, deve ser adequado à germinação da semente e emergência da plântula e finalmente ao desenvolvimento da planta.

As máquinas agrícolas de um modo geral sempre são agentes modificadores deste meio ambiente e pouco se sabe sobre a interrelação máquina-solo-planta.

Uma série de trabalhos, de autores nacionais e estrangeiros, que tratam do estabelecimento da cultura e os fatores que influem no seu desenvolvimento e produção, mostram que a planta é bastante sensível ao meio ambiente biológico, químico e físico do solo.

O meio ambiente biológico, e principalmente o químico, têm sido bastante explorado pelos pesquisadores de ciências agrárias, porém o meio ambiente físico do solo,

requer estudos mais detalhados que definam a influência da máquina sobre o solo e a planta.

A nível de germinação e emergência, fatores físicos como umidade, temperatura e resistência mecânica do solo, são decisivos no estabelecimento da cultura. Estes fatores são diretamente influenciados pelo estado de compactação do solo, compactação esta, aplicada por rodas compactadoras de semeadoras-adubadoras no ato da sementeira.

Alguns trabalhos relacionados com rodas compactadoras, relatam que as plantas reagem diferentemente com a intensidade de compactação aplicada ao solo.

Por outro lado, sabe-se que a maioria das máquinas agrícolas fabricadas no país, são modelos importados e da mesma forma, também foram importadas as semeadoras-adubadoras com suas rodas compactadoras, sendo que hoje a indústria nacional possui mais de uma dezena de rodas de diferentes tamanhos, formas e geometria, cuja utilização se baseia única e exclusivamente nas experiências práticas adquiridas pelas várias regiões do país, desconhecendo-se a real importância dessas rodas, no condicionamento do solo para o estabelecimento de uma cultura.

Este trabalho tem por objetivo fazer um estudo da influência de 4 diferentes modelos de rodas compactadoras, com 3 níveis de compactação, comparando seus efeitos sobre alguns fatores físicos do solo e sobre o comportamento das plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Boa parte do ambiente físico sobre o qual se desenvolve uma cultura é representado pelo solo, sem dúvida, o principal responsável pela fixação e suprimento adequado de nutrientes e de água às plantas e de fluxo de calor no meio produtivo.

O processo de desenvolvimento de uma cultura inicia-se com a colocação da semente no solo e a subsequente germinação e emergência das plântulas. Nesta fase, o condicionamento físico do solo ao redor das sementes, reveste-se de importância capital para o bom desenvolvimento inicial da cultura, assegurando uma população adequada de plantas. PHILIPS & KIRKHAM (1962), afirmam que se estas condições iniciais forem adversas, podem limitar o desenvolvimento das plantas nos estágios posteriores de crescimento.

Não obstante, muito se tem discutido e ensaiado com o objetivo de detectar macro e micro condições físicas do solo para o bom desenvolvimento das plantas, sem que se tenha atingido resultados firmemente conclusivos. Supõe-se que isto ocorra devido a alta sensibilidade das plantas em relação a estes fatores, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento.

Um dos fatores causais da baixa produtividade, se reveste na dificuldade de se estabelecer a população ideal de plantas por ocasião da semeadura, isto, devido aos vários fatores que impedem a germinação normal de parte das sementes, dado às condições inadequadas do meio ambiente que as envolve.

BOWEN (1966), procurando determinar especificações para o projeto de semeadoras, medindo fatores edáficos, relata que o meio ambiente geral da semente pode ser separado em três áreas:

- O meio ambiente químico, constituído pelo nitrogênio, fósforo, potássio, ph do solo, materiais tóxicos, etc.;

- O meio ambiente biológico, constituído dos micrôorganismos, insetos, ervas daninhas, plantas patogênicas, etc.;

- O meio ambiente físico do solo, constituído da umidade, temperatura, aeração, resistência mecânica, entre outros.

O mesmo autor cita também que o controle destas três áreas do meio ambiente do solo é essencial e que o avanço no adequado controle do meio ambiente físico tem sido o principal desafio no projeto de equipamentos de plan-

tio, destacando que modificações significativas deste meio ambiente para uma semente, tem sido criadas como resultado, entre outros, da mudança do perfil da superfície do solo, da profundidade de semeadura, da estrutura do solo, etc.

Wright (1971), citado por HAUSER (1986), afirma que muitos fatores afetam a germinação e o estabelecimento das plântulas, incluindo a idade da semente, porcentagem de germinação, peso da semente, vigor da plântula, inibidores de germinação, etc.; da mesma forma, Hillel (1972), citado pelo mesmo autor, relaciona fatores como a crosta do solo, salinidade e suprimento de oxigênio. Dentre os fatores físicos do solo, HAUSER (1986), afirma que o conteúdo de água do solo é o maior controlador da germinação e crescimento das plântulas, seguido da temperatura e do grau de contato entre a semente e a água líquida dos capilares do solo.

O meio ambiente físico para a germinação de uma semente e emergência da plântula, segundo BOWEN (1966), só pode ser adequadamente descrito pelo histórico de quatro conhecidos fatores edáficos: umidade, temperatura, aeração e resistência mecânica do solo.

Dentre estes fatores relacionados, a umidade, a temperatura e a aeração são primordiais para a germinação de uma semente sob o ponto de vista biológico. Porém, para que esta semente já germinada dê continuidade ao crescimento da plântula até a emergência, deve-se incluir à estes fatores, a resistência mecânica do solo. Importante se faz citar, que estes fatores primordiais, como outros, são diretamente influenciados pelo estado de compactação do solo.

O estado de compactação do solo é definido por

COOPER & NICHOLS (1959), como sendo o incremento da densidade global do solo, por redução dos espaços porosos. Semelhantemente, BATEMAN (1963), cita que a redução da quantidade de espaços porosos por unidade de volume do solo, para um dado conteúdo de umidade por peso, caracteriza um solo como sendo mais compactado.

Health (1937), citado por RICHARDS *et alii* (1952) JOHNSON & BUCHELE (1961), STOUT *et alii* (1961), entre outros, também mostraram em seus trabalhos, que a compactação da superfície do solo na região da semente altera a umidade, o comportamento térmico, a resistência mecânica e o comportamento das plantas.

A compactação afeta toda a vida existente no solo, de acordo com COOPER & NICHOLS (1959), o aumento dos espaços porosos não cheios de água é o fator dominante para o oxigênio e dióxido de carbono, necessários ao desenvolvimento da planta. A difusão de um gás, geralmente, depende mais da porosidade total que do tamanho do poro, porém a difusão da água depende mais do tamanho dos poros e canais. A compactação do solo pode afetar tanto a porosidade total quanto o tamanho dos poros e canais. Concordantemente, Bowen & Hummel (1979), citado por HUMMEL *et alii* (1981), relatam que o aumento acentuado da difusividade da umidade do solo, devido ao aumento da densidade global do mesmo, é um importante benefício da compactação. OHU *et alii* (1985), citam que a redução do tamanho médio de poros produzida pela compactação, pode reter mais água para a capacidade de campo, mas que, o crescimento da planta pode não aumentar, devido aos adversos efeitos da pobre estruturação e pobre aeração criadas por solos compactados.

A umidade e a temperatura do solo são importantes fatores que afetam a intensidade de embebição da semente, conforme afirma TROUSE (1971), ressaltando que o bom contato entre o solo úmido e a semente ajuda a transferência de umidade para a mesma e que a compressão do solo melhora este contato, mas não assegura uma melhor transferência de umidade. Esclarece ainda, que a intensidade de embebição e a germinação são mais rápidas em solo com elevada quantidade de água disponível.

Segundo Hillel (1972), citado por HAUSER (1986), a diferença de pressão entre a água do solo úmido e a semente "seca" é normalmente maior que 50.000 kPa. Assim, a semente no seu estado úmido hidrata-se rapidamente, iniciando o processo de germinação.

Como o fluxo de água se faz do solo para a semente, forma-se em torno da mesma uma fina camada de solo seco, aumentando rapidamente a resistência ao fluxo de água para dentro da semente, o que pode limitar a taxa de umedecimento. Bewley & Black (1978), citados por HAUSER (1986), verificaram que a semente de arroz removeu substancial quantidade de água do solo a uma distância de 2,5 mm ao seu redor, o que não ocorreu a uma distância de 10 mm. O mesmo autor relata ainda, três fatores importantes para a germinação da semente e crescimento da plântula: a umidade, a temperatura e o grau de contato entre a semente e a água líquida dos capilares do solo.

Após o suficiente umedecimento da semente com temperatura adequada, ocorre o processo químico e biológico conhecido como germinação. Sedgley (1963) e Manohar Heydecker (1964), citados também por HAUSER (1986), de-

monstraram que a taxa de germinação e a germinação total aumentaram com a maior área de contato entre a semente e a água líquida do solo.

CHOUDHARY & BAKER (1981), sugeriram que enquanto a disponibilidade de água na fase líquida pode ser largamente responsável pela germinação da semente, a disponibilidade de vapor de água no ar atmosférico oxigenado pode ser o mais importante determinante da sobrevivência sub-superficial da plântula em solos secos.

Quanto a solos mais secos, HUMMEL *et al.* (1981), cita em seu trabalho que em condições pobres de germinação, devido a menores níveis de umidade, uma sementeira mais profunda é favorecida; inversamente, quando as condições de germinação são adversas, devido ao excesso de umidade e/ou a formação de crosta, uma sementeira mais rasa é melhor, demonstrando que, perante certas circunstâncias, a simples mudança na profundidade de sementeira pode proporcionar um meio ambiente melhor para a germinação da semente.

Não só o umedecimento da semente é suficiente para garantir a germinação, nesse processo bioquímico, a temperatura também tem grande influência. Segundo HAUSER (1986), cada espécie tem sua temperatura ótima de germinação, mas uma boa germinação pode ocorrer num largo intervalo de temperatura em torno do ótimo.

WALKER (1969), trabalhando em condições controladas de temperatura e umidade, observou que incrementos de 1°C na temperatura de 12 a 26°C , proporcionaram em média 20% de aumento no peso de matéria seca das plântulas de milho em relação à temperatura anterior, e que, de 26 a 35°C , verificou-se um decréscimo em média de 12%. O estado nutri-

cional, o número e comprimento de folhas, o comprimento do colmo e o número de raízes também dependeram da temperatura

Para sementes de grandes culturas, tais como algodão, feijão, milho e soja, Harrington (1923) citado por POPINIGIS (1977), demonstra que a germinação ocorre tão bem em temperatura constante de 30°C como em temperaturas alternadas de 20 e 30°C. Woodstock & Pollock (1965) e Pollock & Toole (1966), citados pelo mesmo autor, demonstraram com seus trabalhos com o feijoeiro, que a embebição da semente à temperatura de 15°C e inferiores, causa redução na sobrevivência das plântulas e no crescimento das que sobrevivem. SINGH & MACKIE (1966), estudaram o crescimento e a nutrição do feijoeiro à diferentes temperaturas do solo, observando que o melhor crescimento deu-se entre 24 e 30°C.

A temperatura do solo afeta a germinação, o desenvolvimento das raízes e da planta, a difusão de solutos e gases, além de outros fatores; por outro lado é afetada pela textura, umidade, estrutura, densidade global, etc., conforme os relatos de REICHARDT (1985). De acordo com o que já foi citado, a compactação altera estes fatores físicos do solo e por conseguinte, o regime térmico será alterado também, o que nos leva a entender que através das rodas compactadoras é possível alterar o comportamento térmico do solo, buscando um meio ambiente mais favorável à planta.

STEFANUTTI (1979), trabalhando em condições similares de campo e com roda compactadora cilíndrica, mudando apenas as cargas sobre a roda entre limites recomendados para semeadura de culturas, constatou valores, de 0,92; 0,96; 1,05; 1,09 e 1,12 g/cm³ para densidade global do solo

às profundidades de 0 a 5 cm e variação para temperatura do solo, medida a 2,5 cm, de 38 para 33,4°C (4,6°C), de 32,6 para 30°C (2,6°C), medida à 7,5 cm e de 30 para 28°C (2°C), medida a 12,5 cm de profundidade, no mesmo horário, comprovando que a modificação do condicionamento físico proporcionado a sementes e plântulas é provocada apenas pela regulagem da carga da roda compactadora sobre o solo.

HUMMEL *et alii* (1981), trabalhando com diferentes tipos de rodas compactadoras na semeadura da soja, afirmam que o desenho e a operação da roda compactadora teve considerável influência sobre o meio ambiente do solo em torno da semente. Relatam ainda, que a pressão aplicada sobre o solo através de rodas compactadoras, pode ou não ser benéfica ao meio ambiente geral da semente, o que dependerá do nível de pressão usado para a roda, do desenho da roda, do tipo do solo, da umidade do solo e das condições atmosféricas entre o período de semeadura à emergência.

Os mesmos autores realizaram em 1978, um trabalho para comparar emergência e produção de soja, resultante do uso de três rodas compactadoras de semeadoras e três rodas compactadoras de plantadoras, todas com diferentes formas, para duas profundidades de semeadura, concluindo imediatamente após o plantio, diferenças estatisticamente significativas na resistência do solo à penetração entre as rodas, e ainda, diferenças na velocidade de emergência, emergência total e na produção.

Medindo a resistência mecânica por meio de penetrômetro, Morton & Buchele (1960), citados por DREW *et alii* (1971), observaram que a força que as plântulas fazem para emergir de camadas com compactação controlada, aumentam com

a pressão de compactação, com o conteúdo inicial de umidade e com o secamento da superfície do solo.

STOUT *et alii* (1961), em um de seus experimentos, estudaram o efeito da compactação da superfície do solo depois do plantio de feijão, beterraba açucareira e milho à profundidade de 2,54 cm, utilizando pressões de 0,035 kgf/cm², 0,35 kgf/cm² e 0,70 kgf/cm². Concluíram que com a pressão de 0,035 kgf/cm² a emergência foi mais rápida e que pressões maiores (0,35 e 0,70 kgf/cm²) suprimiram a emergência de beterraba açucareira e milho, sendo que para o feijão, a pressão de 0,35 kgf/cm² foi a que resultou em maior porcentagem de emergência. De um modo geral concluíram que o efeito da compactação do solo na emergência das plantas varia com o conteúdo de umidade do solo e com o ponto de aplicação da pressão. Com pressões acima de 0,035 kgf/cm² aplicada à superfície, geralmente diminui a emergência das plantas, e que pressões de 0,35 e 0,70 kgf/cm² aplicadas ao nível das sementes melhoram a emergência das plântulas. Com base nesses resultados sugerem que as semeadoras deveriam ser desenvolvidas no sentido de se aplicar maiores pressões ao nível das sementes, mas colocar solo relativamente solto sobre as mesmas.

Como a semente incha devido a hidratação, ocorre um incremento entre a área de contato da mesma com o solo e este inchamento resulta em substancial pressão mecânica sobre a semente, por outro lado, Collis-George & Melville (1978), citados por HAUSER (1986), demonstraram que a resistência mecânica do solo atrasa a germinação da semente.

COAN *et alii* (1986) alterando apenas a profundidade de semeadura e a compactação da superfície do solo, em

condições simuladas de campo, constatou que o aumento da compactação, proporcionou acréscimo de 2506 para 2785 kg/ha na produção do feijoeiro, para a profundidade de semeadura de 7,5 cm e decréscimo de 2527 para 2270 kg/ha e de 2704 para 2211 kg/ha, respectivamente nas profundidades de 5 e 10 cm, evidenciando que o efeito causado pelas rodas compactadoras às plantas, depende pelo menos, da profundidade de semeadura.

A literatura que mostra o efeito de pequenas variações no condicionamento físico do solo na região da semente e sistema radicular das culturas é ampla e serve para alertar sobre a importância que se deve dar às operações de plantio, em especial, à profundidade de semeadura e à compactação do solo sobre as sementes.

BOWEN (1966), observa na revisão bibliográfica de seu trabalho, no que tange ao controle do meio ambiente físico para a germinação da semente e emergência da plântula, que a literatura nesta área é abundante, porém as informações são dispersas e deficientes em continuidade. O mesmo autor ainda comenta, que as semeadoras não possuem mecanismos para o ajuste da pressão exercida pelas rodas compactadoras, fato este, que ainda hoje prevalece.

As rodas compactadoras revestem-se de importância porque são agentes modificadores do meio ambiente físico do solo. Embora isso ocorra, poucos são os trabalhos que se preocupam com a forma, tamanho e pressão de compactação que devem apresentar as rodas compactadoras das semeadoras-adubadoras.

Os trabalhos encontrados que estudam os efeitos de rodas compactadoras para esse fim não fazem referência

a respeito dos diferentes tipos de rodas, limitando-se a descrever o tipo de cilindro ou roda, apenas como um elemento de compactação. Entre eles citam-se: BECKER (1959); STOUT *et alii* (1961); ABDABA (1969) e HUMMEL (1981).

Por outro lado, os trabalhos clássicos de mecânica do solo consultados, relacionam-se mais com a compactação provocada pelo trânsito de máquinas sobre os solos agrícolas, preocupando-se principalmente com grandes cargas e com as rodas de apoio dessas máquinas, como ocorre, por exemplo, com a obra *Compaction of Agricultural Soils* de BARNES *et alii* (1971).

Estudos que possibilitem interpretar melhor os efeitos da compactação do solo sobre as sementes e sua influência no comportamento das culturas, contribuirão para o aperfeiçoamento do processo produtivo no Brasil e para o aprimoramento das semeadoras-adubadoras.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Características da Área Experimental

3.1.1. Localização

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do "Campus" da UNESP em Jaboticabal, Estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas são:

Longitude: $48^{\circ}18'58''$ W.GR.

Latitude: $21^{\circ}15'22''$ S

Altitude: 575 m

O clima da região, segundo classificação Koeppen é Cwa; isto é, sub-tropical úmido, seco no inverno e com chuvas de verão, com precipitação anual em torno de 1400 mm e temperatura média anual de 20°C .

A área experimental localiza-se junto ao Departamento de Engenharia Rural com, aproximadamente, 5% de declividade e exposição Sul, protegida por cordões de contenção, cujo solo é Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa, segundo ALOIZI & DEMATTÊ (1974). Na parte central dessa área, em patamar nivelado encontra-se a pista de ensaio, onde foram realizados os experimentos de campo. A pista e as áreas de trânsito são mantidas livres de vegetação e o restante vegetado com grama batatais (*Paspalum notatum* L.) mantida aparada. (Figura 1).

3.1.2. Pista de ensaio

A Figura 1 mostra uma vista da pista de ensaio que possui como características principais: três pistas paralelas no sentido Leste-Oeste; bitola de 1,45 m; comprimento de 22 m; carrinho com velocidade uniforme de 0,370 m/s, acionado por motor elétrico comandado à distância por chave reversível.

O carrinho pode receber em sua estrutura acessórios para complementação do preparo do solo como escarificador e plaina niveladora; suportes para fixação de rodas compactadoras; sulcadores; equipamento para irrigação.

O sistema de irrigação constitui-se de um reservatório de 1000 litros, abastecido pela rede hidráulica do "Campus" com auxílio de bóia; conjunto moto-bomba com sistema de controle de pressão e vazão; mangueira flexível e tubos metálicos perfurados, que fixados no carrinho deslocam-se sobre as pistas possibilitando aplicar, uniformemente, lâminas de água, em cada passada, de 0,25 a 0,40 mm. A Figura 14, ilustra o sistema em funcionamento.

O suporte de fixação das rodas compactadoras foi construído sob o princípio do paralelogramo deformável, cujas articulações dispõem de pinos com buchas deslizantes lubrificadas. Na parte superior possui duas plataformas para receber cargas estáticas. Uma delas, com o centro de carga no plano vertical que contém o eixo da roda, recebe a carga efetiva da roda sobre o solo e, outra, de equilíbrio, na extremidade oposta, recebe as cargas para neutralizar o peso próprio da roda. As cargas estáticas são conseguidas por meio de massas cilíndricas conferidas de chumbo, com orifício central para receber a haste guia da plataforma, possibilitando variações da carga efetiva sobre a roda de 0,1 a 50,0 kgf.

Essa pista foi idealizada e construída pelo Departamento de Engenharia Rural para realizar estudos científicos sobre semeadoras e semeadura de culturas. Embora possua três faixas de solo, a central, normalmente, não é utilizada devido à necessidade do deslocamento do carrinho para a irrigação simultânea das duas faixas laterais e pelas dificuldades que ela apresenta ao acesso.

3.1.3. Análise química e textural do solo

Para a análise química do solo, pelo método convencional, coletou-se 30 amostras simples, de 0 a 20 cm de profundidade, resultando em 6 amostras compostas, devidamente preparadas, embaladas, etiquetadas e enviadas ao laboratório, que após analisadas, apresentaram os resultados contidos na Tabela 1. Para a análise textural, as 6 amostras foram reunidas em 2, que analisadas apresentaram os resultados contidos na Tabela 2.

Tabela 1. Características químicas do solo da pista de ensaio.

Amostra	mg / 100 cc de solo					ppm	
	pH	Al+++	Ca++	Mg++	H+ + Al+++	K+	P
1	6,0	0,1	3,0	1,1	1,1	53	5
2	6,0	0,1	3,1	1,1	1,2	53	12
3	6,0	0,1	2,8	1,3	1,3	48	7
4	6,0	0,1	2,7	0,9	1,2	51	8
5	6,2	0,1	3,0	1,1	1,2	48	10
6	6,0	0,1	3,0	1,2	1,0	48	7
Média	6,03	0,1	2,9	1,1	1,2	50,2	8,2

Tabela 2. Características texturais do solo da pista de ensaio.

Amostra	Fração do solo (%)			Classe Textural
	Areia	Limo	Argila	
1	38	20	42	Argila
2	40	18	42	Argila
Média	39	19	42	Argila

3.1.4. Preparo do solo

Para atender aos objetivos propostos por este trabalho, é de fundamental importância um preparo do solo primoroso, visando boa uniformidade no tamanho e distribuição dos torrões. Assim, o preparo foi realizado com o solo apresentando 17% de umidade, mobilizando, inicialmente, até à profundidade de 20 cm, com enxada rotativa, acionada por micro-trator de rabica de 13 cv. Em seguida, foi feito um

pré-nivelamento com o uso de enxada e rastelo manuais. Posteriormente, passou-se um escarificador com dentes metálicos de 6 mm de diâmetro, retos e espaçados de 5 cm, a uma profundidade de 10 cm. O escarificador foi fixado ao carrinho, nivelado e passado 4 vezes em toda a largura da pista. Finalmente, o solo foi perfeitamente nivelado com auxílio da plaina. O nivelamento do escarificador e da plaina foi conseguido por meio de nível colocado sobre sua estrutura. A Figura 1, ilustra o aspecto do solo assim preparado.

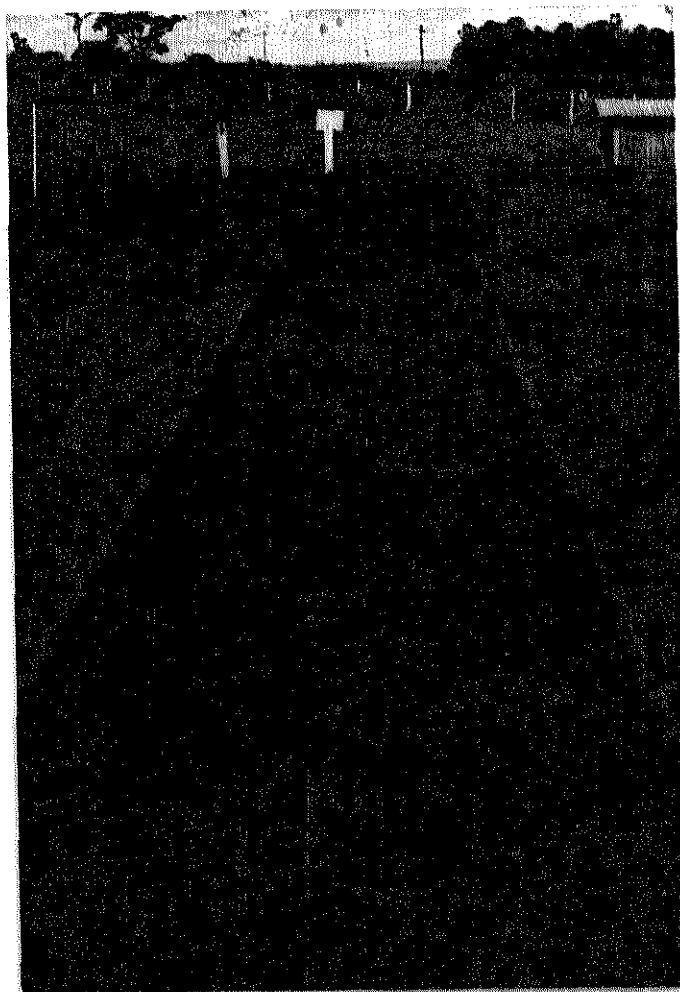


Figura 1. Aspecto geral do solo da pista de ensaio, após a mobilização, escarificação e nivelamento.

A caracterização do preparo do solo, em termos de tamanho e distribuição dos torrões, foi feita segundo metodologia proposta por GAMERO & BENEZ (1989), que consistiu da coleta de 6 amostras do solo, até a profundidade de preparo.

O solo das amostras foi secado a 105°C, durante 24 horas, em estufa com circulação de ar forçado, para eliminar a umidade e conferir resistência mecânica dos agregados ao peneiramento.

Imediatamente após a retirada da estufa, as amostras passaram por um jogo de peneiras para obtenção do peso seco de agregados por classe de tamanho, podendo assim, determinar os seguintes parâmetros:

- a) Porcentagem de agregados retidos por classe de tamanho (Wi%)

$$W_i (\%) = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \cdot 100 \quad (1)$$

- b) Módulo de finura (MF)

$$MF = \frac{\text{porcentagens acumuladas}}{100} \quad (2)$$

- c) Diâmetro médio geométrico (DMG), determinado conforme GUPTA & LARSON (1982)

$$DMG(mm) = \text{antilog} \left(\frac{\sum_{i=1}^n W_i \log \frac{d_i}{\sum_{i=1}^n W_i}} \right) \quad (3)$$

onde: Wi= peso retido em cada classe de tamanho

di= tamanho médio da classe

n = número de frações

3.1.5. Construção e instalação dos tensiômetros

Sendo necessário a medida da tensão da água no solo à pequena profundidade 7,5 cm, (profundidade de semeadura) os tensiômetros tradicionais não se adaptam bem por causa do posicionamento da cápsula em relação ao tubo de PVC, que serve como reservatório de água, pois são construídos para operarem com a cápsula e o tubo na vertical. Para este trabalho a cápsula do tensiômetro, deveria ser instalada na horizontal para representar melhor a região da semente.

Assim sendo, foram construídos tensiômetros, substituindo-se o tradicional tubo rígido de PVC, por dois tubos flexíveis de "nylon", colados na entrada da cápsula de porcelana: um deles vai até à cuba de mercúrio e o outro, tem em sua extremidade um pequeno tubo de PVC, fechado por rolha de borracha, que permite a introdução de água destilada para eliminação do ar.

Antes de serem instalados, os tensiômetros foram largamente testados e aferidos em laboratórios, expondo-se as cápsulas ao ar, certificando-se do bom funcionamento de cada exemplar. A Figura 2 ilustra um exemplar, assim construído.

Esses tensiômetros permitem a instalação das cápsulas na horizontal, possibilitando melhores respostas a pequenas profundidades.

A instalação foi feita cuidadosamente após o nivelamento; estando o solo seco, abriu-se uma pequena trincheira onde a cápsula foi colocada na horizontal, recobrida-a, em seguida, com o mesmo solo retirado da trincheira e nivelando as irregularidades com o auxílio da plaina, re-

constituindo a uniformidade da superfície do solo.

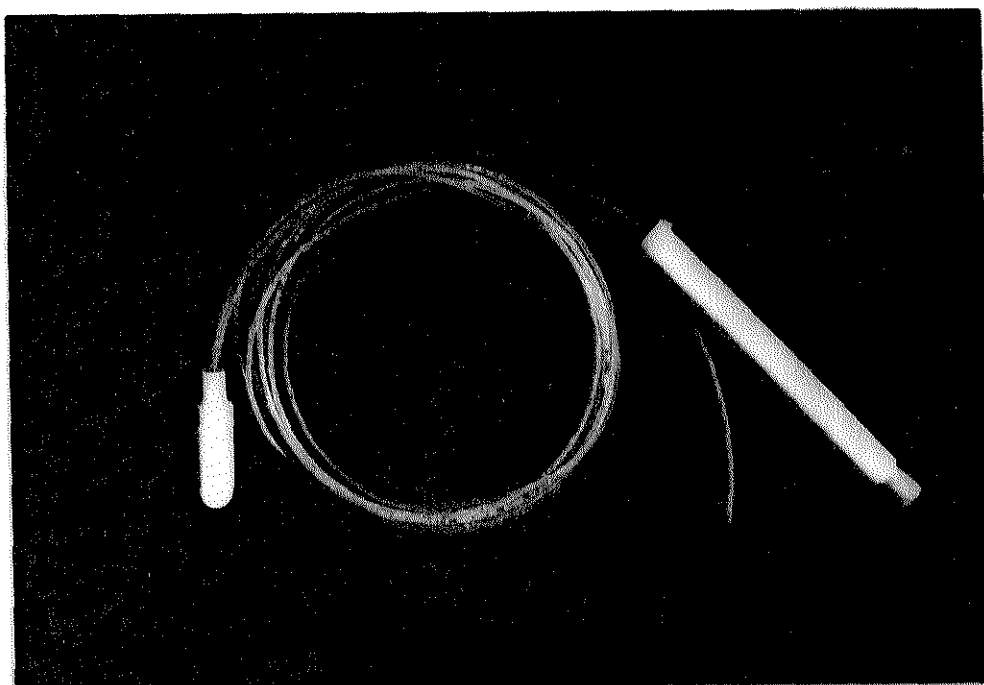


Figura 2. Detalhes construtivos dos tensiômetros.

O centro das cápsulas ficou no plano vertical, coincidente com o centro da faixa a ser compactada e a 7,5 cm de profundidade. Os tubos flexíveis se estenderam subterrâneos até o pé da estaca suporte. O tubo escorvador ficou ao nível do solo e o outro foi conduzido, por sulcos abertos na estaca de madeira, até a cuba com mercúrio. A Figura 3, ilustra os detalhes da instalação.

Após a instalação, o solo foi irrigado até a capacidade de campo e os tensiômetros escorvados.

Os valores da tensão da água do solo foram calculados pela seguinte expressão:

$$\psi_m = 0,0981 ((-12,6 \cdot L) + h) \quad (4)$$

onde:

ψ_m = tensão da água no solo (kPa)

L = leitura da coluna de mercúrio (cm)

h = diferença do nível de mercúrio da cuba
e da cápsula do tensiômetro (cm)

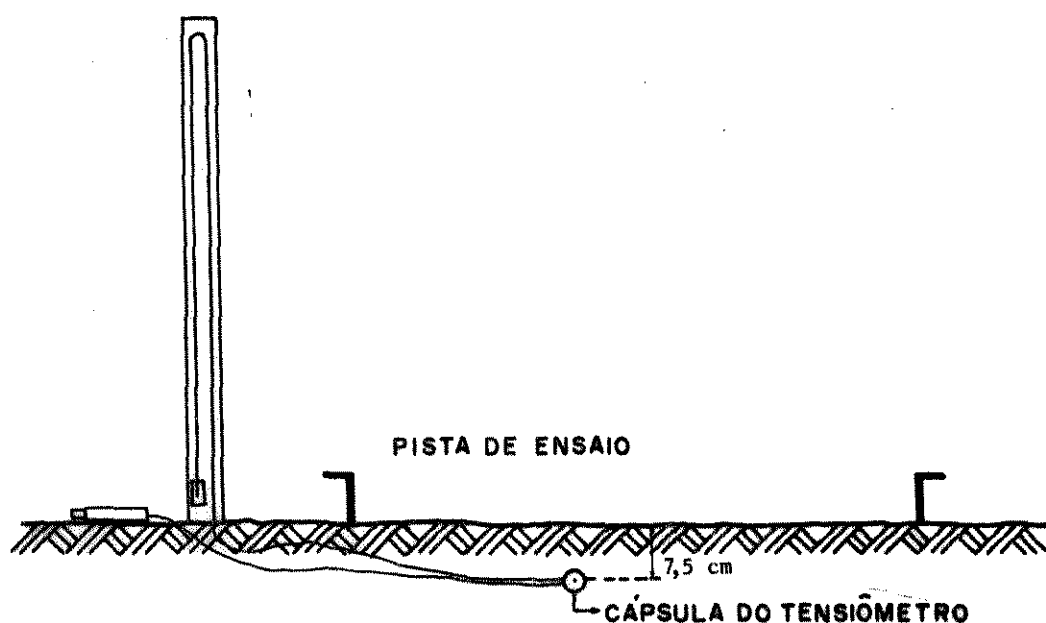


Figura 3. Detalhes da instalação dos tensiômetros

3.2. Delineamento Experimental

3.2.1. Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos, combinando-se 4 diferentes modelos de rodas compactadoras com 3 níveis de compactação impostas sobre seus eixos e uma testemunha, totalizando 13 tratamentos. A velocidade de deslocamento das rodas, nos tratamentos compactados, foi 0,370 m/s.

Os modelos de rodas utilizadas foram:

(RA)= roda metálica cilíndrica, de alumínio, com superfície lisa.

(RB)= roda metálica duplo cone, de ferro chato curvado com superfície pintada com esmalte sintético.

(RC)= roda dupla, constituída por duas rodas cilíndricas revestidas com borracha maciça, com nervura central. Seus eixos inclinados fazem as rodas acompanharem a forma de um V

(RD)= roda convexa, revestida com borracha deformável (tipo câmara de ar).

As Figuras 4 e 5, ilustram, respectivamente, as rodas A, B, C e D com suas principais medidas. Escolheu-se as rodas dos tipos B, C e D, por serem bem distintas e bastante utilizadas em semeadoras-adubadoras comerciais, sendo cedidas pelas próprias fábricas e escolhidas ao acaso na pilha do depósito. A roda A, escolhida por promover compactação uniforme em toda sua largura e ter sido utilizada em pesquisas anteriores semelhantes. Manteve-se a originalidade dos eixos das rodas e são todos do tipo pino e bucha, lubrificados com graxa de consistência 2, para múltiplas aplicações.

O nível de compactação em cada tratamento constitui de uma passagem da roda com respectiva carga, seguindo a linha de semeadura. As cargas efetivas utilizadas para compactação foram 10, 20 e 30 kgf, estabelecidas com base no trabalho de COAN *et alii* (1986).

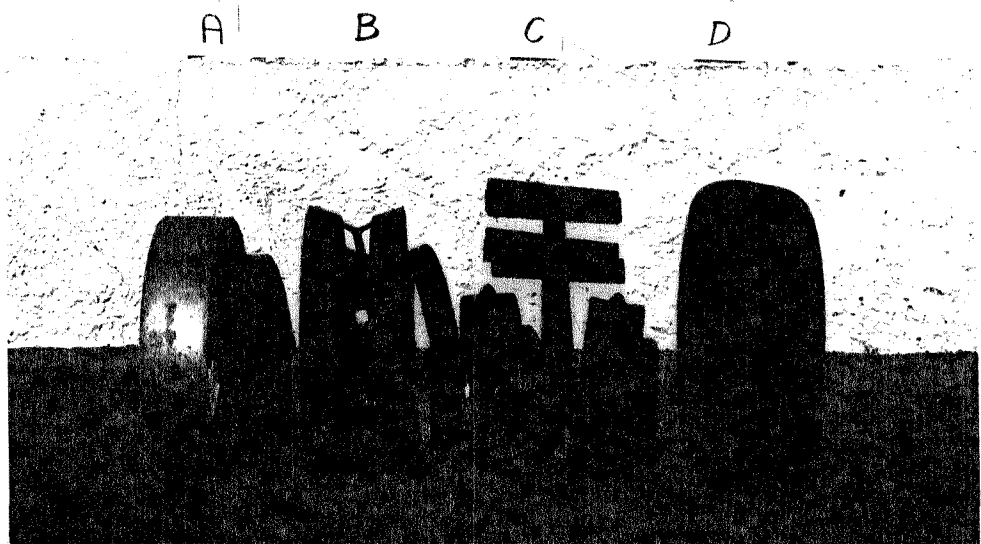


Figura 4. Vista geral das rodas compactadoras utilizadas

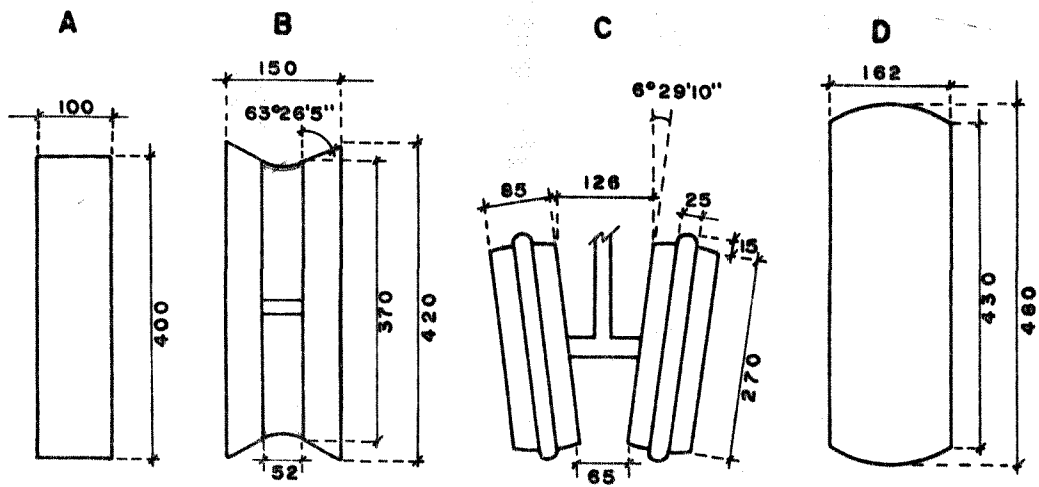


Figura 5. Medidas principais das rodas compactadoras utilizadas (mm).

Os tratamentos foram assim caracterizados:

TEST = testemunha. Sem compactação;

RA10 = roda A, com carga de 10 kgf;

RA20 = roda A, com carga de 20 kgf;

RA30 = roda A, com carga de 30 kgf;

RB10 = roda B, com carga de 10 kgf;

RB20 = roda B, com carga de 20 kgf;

RB30 = roda B, com carga de 30 kgf;

RC10 = roda C, com carga de 10 kgf;

RC20 = roda C, com carga de 20 kgf;

RC30 = roda C, com carga de 30 kgf;

RD10 = roda D, com carga de 10 kgf;

RD20 = roda D, com carga de 20 kgf;

RD30 = roda D, com carga de 30 kgf.

Para aplicação dos tratamentos procedeu-se da seguinte maneira:

- posicionou-se o carrinho na cabeceira da pista;
- fixou-se a roda ao suporte, e este à estrutura do carrinho, mantendo a linha de semeadura exatamente no plano vertical central normal à largura da roda,
- equilibrou-se a roda, através de cargas colocadas na plataforma, até o conjunto comportar-se como uma balança de dois braços;
- posicionou-se a roda no centro da interparcela imediatamente antes da parcela que deveria ser compactada;
- colocou-se a respectiva carga do tratamento, na plataforma sobre o eixo da roda, cuidadosamente, a fim de não provocar impulsos da roda sobre o solo;
- finalmente, acionou-se o carrinho no sentido de puxar a roda, parando-o exatamente na próxima interparcela;

- erguendo-se a roda compactadora, o carrinho era levado novamente à cabeceira da pista, onde o suporte era deslocado lateralmente para se compactar a segunda linha de semeadura, repetindo a mesma operação para a terceira e quarta linha da parcela;

- repetiu-se o mesmo procedimento para todos os tratamentos com as respectivas rodas e cargas.

A Figura 6, ilustra uma das pistas no instante da aplicação do tratamento RC30, o que auxilia a interpretação do que foi descrito.

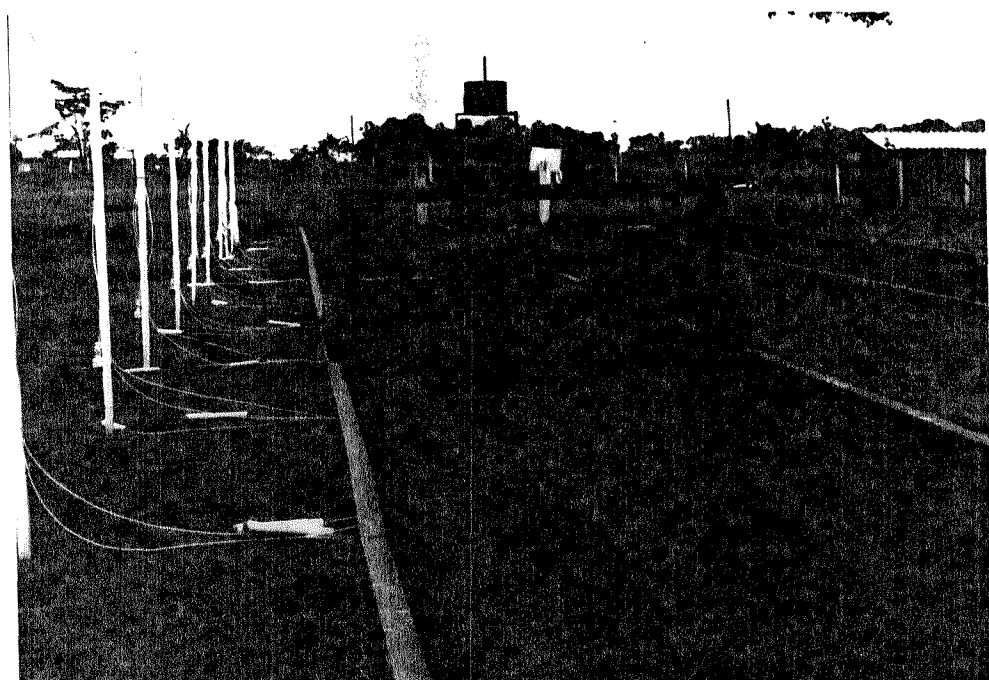


Figura 6. Vista parcial da área experimental no dia da instalação do Ensaio I.

3.2.2. Delineamento estatístico

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com fatorial 4×3 mais uma testemunha, com duas repetições.

As parcelas foram constituídas por um comprimento de 1,40 m, em toda a largura da pista, com 4 fileiras, espaçadas de 40 cm. Entre as parcelas foi estabelecido um pequeno espaço de divisão, chamado interparcela, que serviu também, de parada para as rodas compactadoras.

Apresenta-se na Figura 7, o mapa da área experimental tendo ao Norte o Bloco 1 e ao Sul o Bloco 2, com os tratamentos sorteados dentro de cada bloco. Sendo o esquema para a análise de variância o que se segue:

Esquema da Análise de Variância	
Causa de Variação	GL
Testemunha x Fatorial	1
Efeito das Rodas	3
Efeito das Cargas	2
Interação Roda x Compactação	6
(Tratamentos)	(12)
Blocos	1
Resíduo	12
Total	25

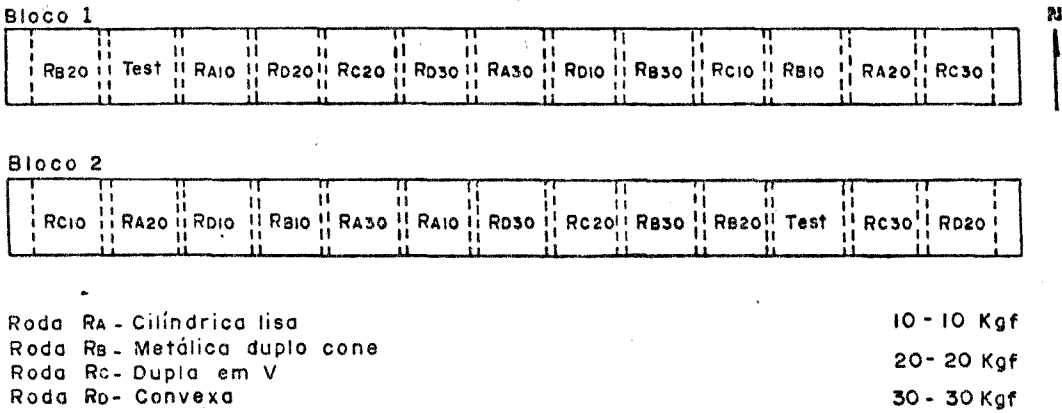


Figura 7. Mapa da área experimental

3.3. Ensaaios

Pesquisas anteriormente desenvolvidas na mesma pista de ensaio, estudando a influência da profundidade da sementeira e compactação do solo na emergência, desenvolvimento e produtividade de várias culturas, como os trabalhos de FONGELUPPI (1979), JUSTINO (1982), COAN *et alii* (1986), têm demonstrado variações expressivas no comportamento das plantas, entretanto as causas são difíceis de serem detectadas devido às interações complexas que envolvem o sistema máquina-solo-planta. Os efeitos diretos da máquina (neste caso, representada pela roda compactadora) são manifestados sobre o solo e as reações das plantas ocorrem devido a estes efeitos, caracterizando a ação indireta da máquina sobre as plantas da cultura.

Assim sendo, para melhor avaliação entre os tipos de rodas estudados é conveniente estudar seus efeitos, inicialmente, sobre o solo apenas e depois, sobre o sistema solo-planta. Isso foi realizado através de dois experimentos: o Ensaio I, sem a presença das plantas (máquina - solo) e o Ensaio II, que é a repetição do Ensaio I, com a presença das plantas (máquina-solo-planta).

3.3.1. Ensaio I

Este ensaio, com duração de 46 dias, teve como finalidade estudar os efeitos dos tipos de rodas e das diferentes cargas sobre o condicionamento físico do solo.

Nos dias 9 e 10 de março de 1989, o solo, livre de qualquer planta daninha, foi preparado, após o que retirou-se 6 amostras de solo, amostras 1, 2 e 3 no Bloco 1 e amostras 4, 5 e 6 no Bloco 2, para caracterizar o preparo

do solo em termos de tamanho de agregados, seguiu-se a metodologia descrita no item 3.1.4. O solo assim preparado apresentou a distribuição de agregados contida na Tabela 3.

Após o preparo do solo, nos dias 12 e 13 de março de 1989, foram instalados 26 tensiômetros no Bloco 1, sendo 2 tensiômetros por parcela, no meio das linhas centrais de deslocamento das rodas compactadoras.

Tabela 3. Porcentagem de Agregados Retidos por Classe de Tamanho (Wi%), MF e DMG, após o preparo do solo nos Blocos 1 e 2, Ensaio I.

Classe de Tamanho (mm)	Amostras						
	1	2	3	4	5	6	Med.
0,00 < 1,59	76,67	81,8	82,55	81,33	82,31	81,26	80,93
1,59 < 3,17	7,18	6,08	5,48	5,64	6,32	5,84	6,09
3,17 < 6,35	6,43	5,46	5,33	4,81	5,10	4,89	5,34
6,35 < 12,70	5,57	3,89	4,37	4,03	3,31	3,79	4,16
12,7 < 19,00	2,51	1,92	1,29	2,51	1,78	2,53	2,09
19,0 < 25,40	1,64	1,17	0,98	1,68	1,18	1,69	1,39
25,4 < 50,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MF							5,550
DMG (mm)							1,156

As cápsulas foram instaladas com seu eixo principal paralelo à direção de deslocamento das rodas, no plano vertical mediano das faixas de compactação e à 7,5 cm abaixo da superfície do solo. O perfeito alinhamento das cápsulas foi conseguido com auxílio de barbantes, esticados de cabeceira à cabeceira da pista, paralelos aos trilhos e distanciados de 40 cm. A profundidade de instalação foi

medida com a régua de um paquímetro. As posições dessas linhas foram mantidas durante os Ensaio 1 e 2.

Após a instalação dos tensiômetros dispensou-se a irrigação, por causa da ocorrência de chuvas, período que se aproveitou para escorvar e comprovar o bom funcionamento dos tensiômetros.

No dia 17 de março, estando o solo em condições favoráveis de umidade para a semeadura e compactação (19,09%), aplicou-se os tratamentos conforme metodologia já descrita. A experiência tem demonstrado que a passagem da roda com alta umidade (22,00%), provoca a aderência do solo à roda, tornando a compactação irregular e a faixa compactada esburacada.

Apresenta-se na Figura 8, uma vista geral do Bloco 1, imediatamente após a aplicação dos tratamentos.

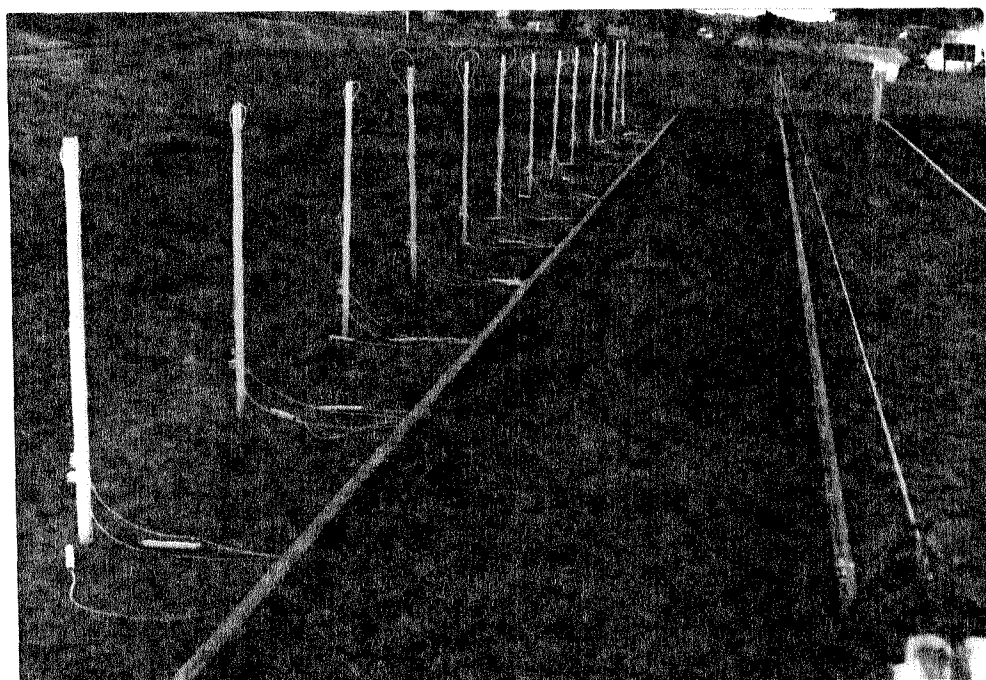


Figura 8. Vista geral do Bloco 1, após aplicação dos tratamentos, Ensaio I.

Distingue-se no Ensaio I, duas fases de observações, a primeira, no mesmo dia e antes da aplicação dos tratamentos e a segunda, após a aplicação dos tratamentos.

A primeira fase de observações serviu para a caracterização geral do estado físico do solo, pouco antes da aplicação dos tratamentos; tanto é que, com excessão da tensão da água no solo, as determinações foram feitas nas inter-parcelas e a segunda, para caracterizar o efeito dos tratamentos, sendo as medidas realizadas nas parcelas, exatamente nas duas linhas centrais de deslocamento das rodas compactadoras. Destaca-se ainda, na segunda fase, o tempo decorrido de 30 de março à 3 de abril (5 dias), designado como período de secagem do solo, durante o qual o solo foi secando diariamente, à partir de valores de umidade próxima à capacidade de campo (22,00%).

Realizaram-se as seguintes medidas: tensão da água, umidade, temperatura, densidade aparente, resistência à penetração e pressão-deformação do solo.

3.3.1.1. Tensão da água do solo

A tensão de água no solo foi feita sempre às 7:30 horas, através da leitura da coluna de mercúrio dos tensiômetros, com régua milimetrada, tanto no dia de aplicação dos tratamentos como no período de secagem. Neste período, as leituras foram diárias.

3.3.1.2. Umidade do solo

A umidade do solo foi determinada momentos antes da aplicação dos tratamentos e no período de secagem, pelo método gravimétrico padrão, a partir de amostras retiradas

de 0 à 10 cm de profundidade. No dia da aplicação dos tratamentos foram retiradas 24 amostras nas inter-parcelas, sendo 12 em cada bloco.

No período de secamento, retirou-se 2 amostras por parcela, nas linhas centrais de deslocamento das rodas compactadoras. Estas amostras foram retiradas diariamente, no mesmo horário de leitura dos tensiômetros, para levantamento das características do solo.

3.3.1.3. Temperatura do solo

A temperatura do solo foi medida durante o período de secagem, diariamente, nos horários das 7:00, 10:00, 13:00, 15:00 e 18:00 horas; a 7,5 cm de profundidade, nas linhas centrais de deslocamento das rodas compactadoras nas parcelas; utilizando-se termômetro eletrônico BRASTERMO, portátil, com sensor NiCr-Ni, com precisão de 0,1°C.

3.3.1.4. Densidade global do solo

A densidade global foi determinada em 24 de abril, 37 dias após a aplicação dos tratamentos, através de amostras retiradas nas linhas centrais de deslocamento das rodas compactadoras de todas as parcelas. Em cada parcela foram retiradas 2 amostras às profundidades de 0 a 5 cm e 2 amostras de 5 a 10 cm. Utilizou-se o método do anel volumétrico, com anéis de diâmetro e altura iguais a 5 cm.

3.3.1.5. Resistência do solo à penetração

Mediu-se a resistência à penetração momentos antes da aplicação dos tratamentos, nas entre-parcelas dos 2 blocos e posteriormente, em 26 de abril, 39 dias após a

aplicação dos tratamentos, nas linhas centrais de deslocamento das rodas compactadoras de todas as parcelas.

As medidas foram feitas no perfil de 0 a 8 cm de profundidade, com leituras das cargas aos 2, 4, 6 e 8 cm. Os pontos para as medidas foram selecionados ao acaso, sendo 12 no dia da aplicação dos tratamentos e 3 por parcela, 39 dias após. Em cada ponto pressionava-se o penetrômetro na vertical até 2 cm e fazia-se a leitura, após o que tornava-se a pressionar com cuidado a agulha até atingir 4 cm, fazendo-se nova leitura, agindo do mesmo modo nas leituras à 6 e 8 cm.

Utilizou-se um penetrômetro de mola, desenvolvido por ORTOLANI (não publicado), com capacidade de 4950 gf, com precisão de leitura de mm, correspondendo a 4 gf, com agulha de aço polido de 20 cm, graduada a cada cm e, ponta cônica, com 1 cm² de base e ângulo de cone de 30°, usando-se a seguinte fórmula para calcular a resistência à penetração:

$$RP = \frac{K \cdot L}{S} \quad (5)$$

onde:

RP = resistência à penetração (kgf/cm²)

K = constante do aparelho (kgf/mm)

L = leitura do aparelho (mm)

S = área da base do cone da agulha (cm²)

Simultaneamente às medidas de resistência à penetração foram retiradas 12 amostras de solo de 0 a 8 cm de profundidade, para a determinação da umidade do solo em cada bloco, determinada pelo método gravimétrico padrão, em relação ao peso seco.

3.3.1.6. Pressão exercida ao solo pelas rodas

Sob este título procuramos apresentar estudos realizados por vários autores, como: Bernstein, Bekker, Bernacki, etc., que permitem identificar a pressão exercida ao solo por rodas que se deslocam sobre o mesmo.

Utilizando-se dos estudos desenvolvidos por BEKKER (1956), Theory of Land Locomotion, da Física clássica e da Mecânica do solo, foi possível analisar os esforços atuantes sobre o solo quando da passagem da roda compactadora, como pode ser interpretado no diagrama de forças apresentado na Figura 9.

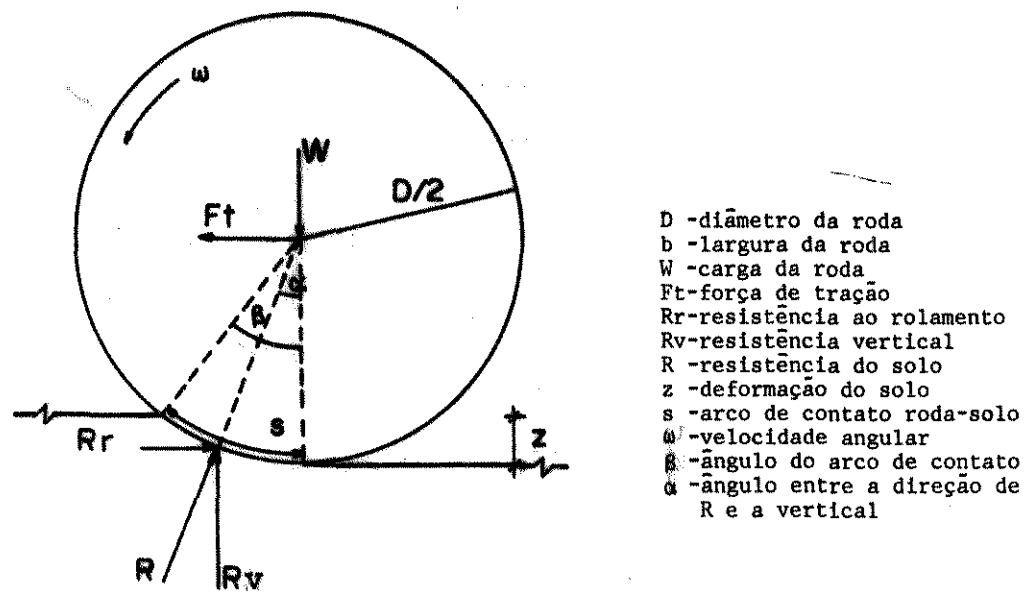


Figura 9. Diagrama de forças da roda rígida cilíndrica deslocando-se sobre superfície deformável.

O diagrama de forças da interação roda-solo assemelha-se às rodas compactadoras rígidas cilíndricas de semeadoras-adubadoras onde o conjugado é nulo. Nesse caso BARGER *et alii* (1966) afirma que em módulo a resistência ao rolamento (R_r) é igual a força de tração (F_t) e a resistência vertical (R_v) é igual a carga (W).

Pelo diagrama supõe-se, a princípio, que a pressão exercida pela roda sobre o solo depende da carga (W) e da área de contato roda-solo ($b \times s$). Porém, com a roda em movimento o processo passa a ser dinâmico, o que dificulta a determinação dessa pressão.

Em seus estudos, BEKKER (1956) relaciona a carga dinâmica exercida por uma roda rígida sobre o solo, em função do afundamento deste, através da seguinte relação aproximada:

$$W_d = \frac{b K \sqrt{D z}}{3} z^n (3 - n) \quad (6)$$

onde:

W_d = carga dinâmica da roda sobre o solo

b = largura da roda

K = coeficiente de proporcionalidade

z = deformação do solo

n = coeficiente do solo

D = diâmetro da roda

Fundamentados nos mesmos estudos, BERNACKI *et alii* (1967), apresentam as seguinte relação aproximada, que

permite calcular a pressão máxima exercida ao solo por uma roda rígida cilíndrica:

$$P_{\max} = \frac{3 Wd}{b \sqrt{D z}^{(3-n)}} \quad (7)$$

$P_{\max}$ = pressão máxima sobre o solo

Substituindo a relação 6 em 7, obtém-se a seguinte expressão:

$$P_{\max} = K.z^n \quad (8)$$

Esta é uma expressão empírica, desenvolvida por Bernstein, citada por BEKKER (1956), que relaciona a pressão exercida sobre o solo por uma roda rígida e cilíndrica com o afundamento do solo. O mesmo autor apresenta ainda o método simples e prático para determinar os coeficientes do solo K e n , usando-se uma placa rígida, plana, de área conhecida e exercendo-se sobre ela, cargas verticais conhecidas e progressivas, medindo-se as respectivas deformações (afundamentos da placa no solo) e compondo-se o diagrama pressão-deformação do solo conforme mostra a Figura 10.

Por regressão exponencial obtém-se os coeficientes K e n para um dado solo com dada umidade.

Segundo BEKKER (1956), BARGER *et alii* (1966), BERNACKI *et alii* (1967), entre outros, o diagrama Pressão-Deformação do solo, varia com o tamanho da placa utilizada, causando variação nos valores dos coeficientes.

Esta variação está relacionada com as dimensões da placa que causa deformação no solo e foi equacionada em

função da menor dimensão da área de contato das esteiras e rodas pneumáticas deformáveis. No caso de rodas rígidas a área de contato não é bem definida e muda com o afundamento do solo o que dificulta o equacionamento.

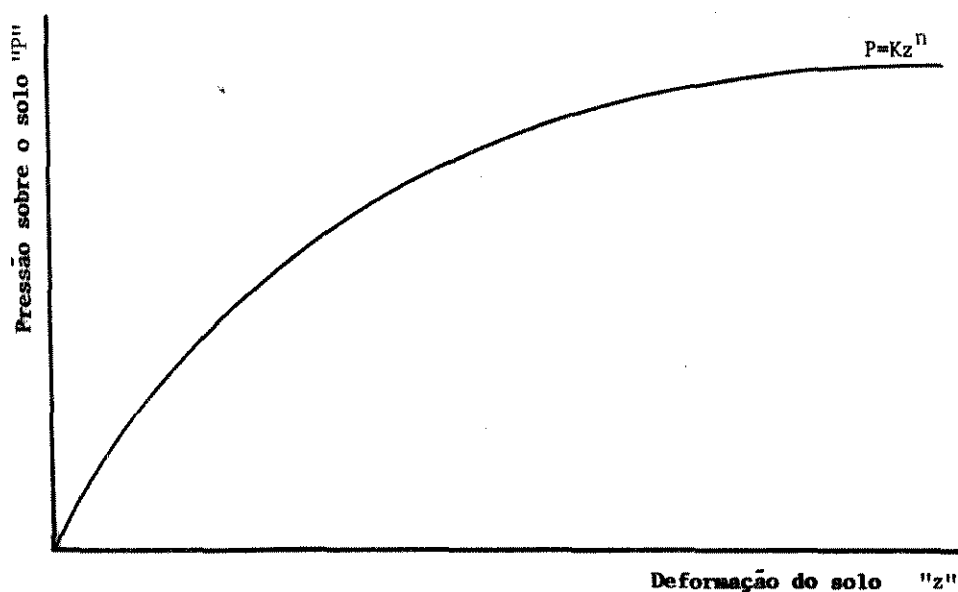


Figura 10. Diagrama pressão-deformação do solo.

Desta forma, adotou-se levantar o diagrama pressão-deformação do solo através de duas placas de diferentes tamanhos (Placa 1 e 2), com uma das dimensões respectivamente igual à largura da roda A e à largura da roda D, e a outra dimensão igual a 15 cm para ambas. Os diagramas resultantes do uso destas placas geraram dois coeficientes de proporcionalidade diferentes K_1 e K_2 , respectivamente relacionados com as rodas A e D e para o coeficiente do solo n , tomou-se a média dos valores encontrados em cada diagrama.

De acordo com a metodologia descrita, levantou-se o diagrama pressão-deformação do solo da pista no dia da aplicação dos tratamentos. Para tanto, utilizou-se duas pla-

cas diferentes, placas 1 e 2, com respectivas áreas de 150 e 240 cm² aplicando sobre elas cargas de 0 a 60 kgf. Com cada placa foram feitas 4 determinações, 2 em cada bloco.

Não determinou-se as pressões exercidas sobre o solo pelas rodas B e C, devido a forma irregular do perfil compactado por estas rodas.

3.3.2. Ensaio II

Neste ensaio, devido à presença da cultura, foi necessário fazer adubação optando-se por distribuir o adubo à lança sobre a superfície do solo seguida de incorporação. Com base na análise química do solo e no tipo de cultura a ser instalada, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), aplicou-se superfosfato simples, cloreto de potássio e sulfato de amônio, em doses correspondentes, respectivamente, 120 kg/ha de P₂O₅, 60 kg/ha de K₂O, antes do preparo do solo e 40 kg/ha de N em cobertura, 30 dias após a semeadura.

Em 8 de maio de 1989, após a aplicação do adubo, foi realizado o preparo do solo, passando-se a enxada rotativa, seguindo as mesmas operações citadas no item 3.1.4., até o nivelamento. Da mesma forma que no Ensaio I, foram retiradas 6 amostras de solo, amostras 1, 2 e 3 no Bloco 1 e amostras 4, 5 e 6 no Bloco 2, para caracterizar o preparo do solo em termos de tamanho de agregados, seguindo-se a mesma metodologia já citada, apresentando a distribuição de agregados contida na Tabela 4.

Posteriormente reinstalou-se os tensiômetros, a exemplo do Ensaio I, conforme a metodologia descrita no item 3.1.5.

Tabela 4. Porcentagem de Agregados Retidos por Classe de Tamanho (Wi%), MF e DMG, após o preparo do solo nos Blocos 1 e 2, Ensaio II.

Classe de Tamanho (mm)	Amostras						Med.
	1	2	3	4	5	6	
0,00 < 1,59	0,67	81,99	79,87	81,56	82,72	83,32	81,69
1,59 < 3,17	6,38	5,75	5,98	5,66	5,92	5,48	5,86
3,17 < 6,35	5,25	5,48	5,76	5,28	4,94	4,37	5,16
6,35 < 12,70	4,80	4,13	4,37	4,67	3,97	3,63	4,26
12,7 < 19,00	1,89	1,58	2,41	1,46	1,58	1,73	1,78
19,0 < 25,40	1,01	1,07	1,61	1,35	0,87	1,47	1,23
25,4 < 50,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MF							5,580
DMG (mm)							1,136

3.3.2.1. Cultura

Entre as culturas de inverno, optou-se pela cultura do feijoeiro com base na sua importância para o país e no trabalho de COAN *et alii* (1986), que trabalhou com a mesma cultura em estudo semelhante ao presente. A cultivar utilizada foi a Carioca, por ser de ciclo curto e permitir na região de Jaboticabal três cultivos por ano, o das águas, o da seca e o do inverno, conforme zoneamento para cultivo, proposto pela Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral- CATI, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (1981).

Do lote de sementes destinado à semeadura do ensaio foram retiradas 3 amostras de 50 sementes, submetidas a testes de germinação, com substrato de areia esteril-

lizada em germinador com temperatura constante de 25°C. A porcentagem média de germinação foi de 86%, seguindo as regras de análise de sementes editadas pelo Ministério da Agricultura em 1967. Este mesmo lote de sementes, no dia da sementeira, foi tratada com o fungicida Thiran (Rhadiuran 700) na dosagem de 150 g por 100 kg de semente.

3.3.2.2. Sementeira e aplicação dos tratamentos

Para simular a operação de uma sementeira, a aplicação dos tratamentos deve ser feita imediatamente após a sementeira. Por outro lado, para reproduzir os efeitos da compactação, verificados no Ensaio I, a aplicação dos tratamentos deve encontrar o solo na mesma umidade do ensaio anterior, além disso, antes da sementeira é necessário assegurar o bom funcionamento dos tensiômetros.

Essas três metas foram atingidas no período de 9 a 17 de maio, período que as pistas receberam irrigação e além de verificar o bom funcionamento dos tensiômetros, por suas leituras, acompanhou-se a variação da umidade do solo. No dia 17 de maio, estando o solo na umidade adequada, procedeu-se à sementeira seguida da aplicação dos tratamentos.

A sementeira foi realizada à 7,5 cm de profundidade, com base no trabalho de COAN *et alii* (1986), pois foi nessa profundidade que esses autores encontraram as melhores respostas para compactação do solo sobre as sementes, trabalhando com a roda cilíndrica, para a mesma cultura.

Para manter o perfeito alinhamento das sementes na linha central de deslocamento das rodas compactadoras, esticou-se novamente as linhas distanciadas de 40 cm, em toda extensão da pista. Mantendo-se régua perfuradas, de

10 em 10 cm junto às linhas, abriram-se as covas por meio de cilindros de madeira, com 1,4 cm de diâmetro, comprimidos contra o solo até encostar na régua, estabelecendo-se a regularidade da profundidade à 7,5 cm (Figura 11).

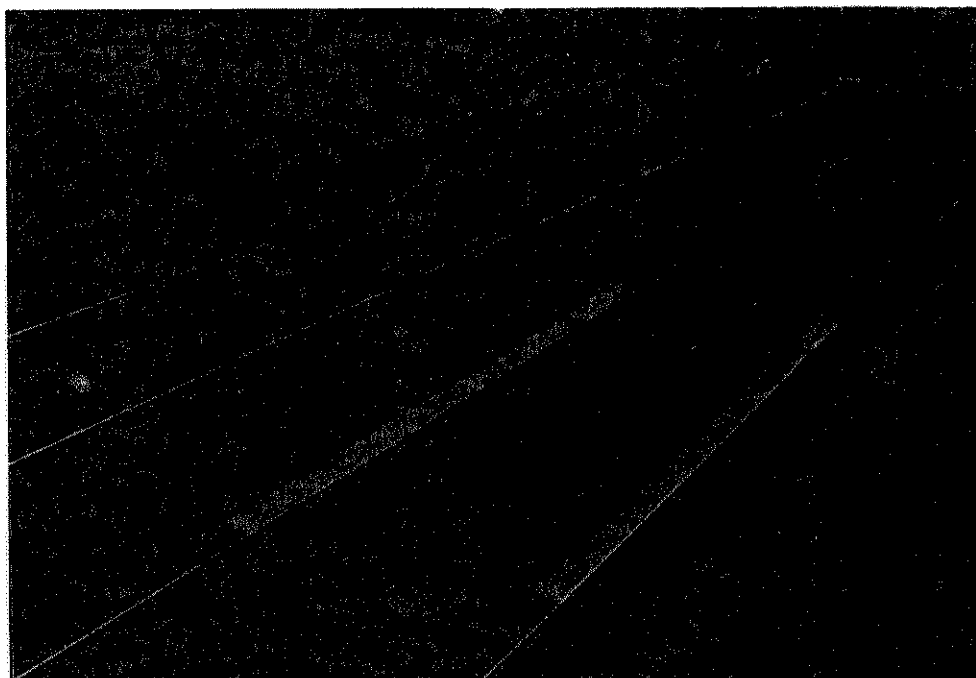


Figura 11. Processo utilizado para semeadura da cultura.

Após a abertura das covas, colocou-se 2 sementes em cada uma, enchendo-as em seguida com terra úmida penetrada, restabelecendo-se cuidadosamente, o nível do solo da pista. Utilizou-se duas sementes por cova para garantir boa população de plantas, devendo depois do desbaste ficar uma planta por cova, correspondendo à 250.000 plantas por hectare. Além disso, as plantas desbastadas devem ser analisadas para verificação dos efeitos dos tratamentos no início do desenvolvimento da cultura. Das 4 fileiras semeadas, as duas externas são bordaduras e as duas centrais úteis, conforme ilustra a Figura 12.

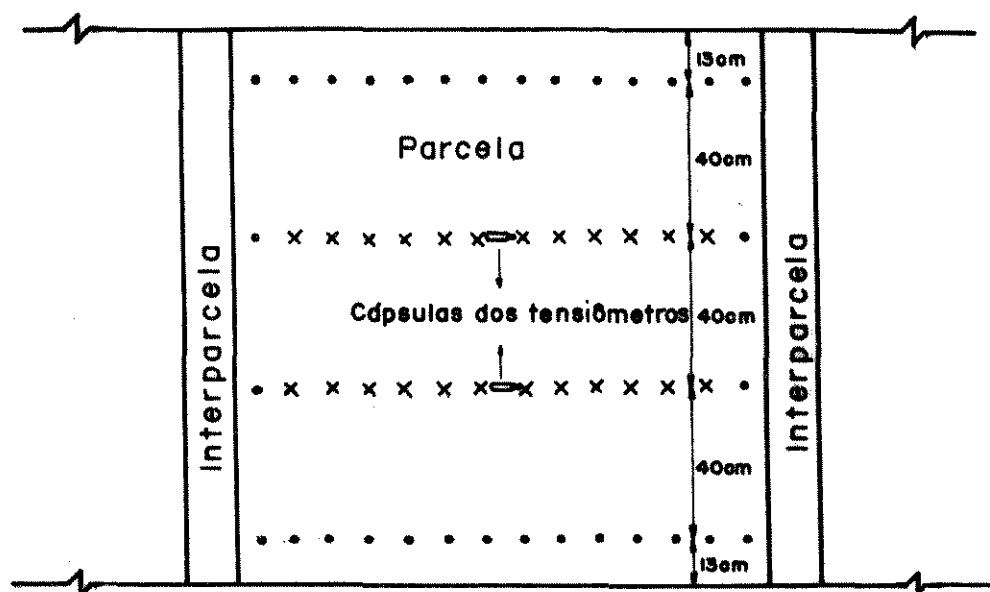


Figura 12. Croqui geral das parcelas: (x) plantas úteis; (.) plantas da bordadura.

Imediatamente após a semeadura aplicou-se os tratamentos, passando-se as rodas compactadoras, seguindo a mesma metodologia já descrita.

O Ensaio II distinguiu-se por três fases de determinações. A primeira fase, realizada momentos antes da aplicação dos tratamentos, para caracterização física do solo, cujas medidas à semelhança do Ensaio I, foram realizadas nas entre-parcelas. A segunda fase, no período da emergência das plântulas, com medidas da tensão de água e temperatura do solo e do número de plantas emergidas. A terceira fase, durante o ciclo da cultura, caracterizando-se pelas medidas da temperatura do solo e medidas relativas às plantas.

3.3.2.3. Determinações relativas ao solo

Para todas as determinações referentes ao solo foram seguidas as mesmas metodologias já descritas para o Ensaio I.

A tensão de água no solo foi medida momentos antes da aplicação dos tratamentos e, diariamente até o final da emergência das plântulas.

A umidade foi determinada apenas no dia da aplicação dos tratamentos, para confirmar a estimativa feita através da leitura dos tensiômetros.

A temperatura do solo foi medida à 7,5 cm de profundidade por geotermômetros de mercúrio marca R.FUESS, com precisão de leitura de $0,2^{\circ}\text{C}$ aferidos, instalados na região central de cada parcela, sobre a linha de semeadura e exatamente entre duas plantas. As leituras foram realizadas nos mesmos horários adotados no Ensaio I e a partir do dia da semeadura até o final do ciclo da cultura.

O diagrama pressão-deformação do solo foi determinado da mesma forma descrita no Ensaio I.

3.3.2.4. Medidas referentes à cultura

Todas as medidas referentes à cultura foram feitas nas fileiras úteis das parcelas. A marcha da emergência foi caracterizada pela contagem diária do número de plantas emergidas por parcela, a partir da semeadura, sempre no mesmo horário, até a repetição da mesma contagem por 3 dias consecutivos. Considerou-se planta emergida aquela que, pelo menos de um ângulo, poderia ser vista pelo observador. A porcentagem de emergência foi calculada em relação ao número de sementes semeadas.

Aos 29 dias após a semeadura realizou-se o desbaste, utilizando-se de uma tesoura e seccionando as plantas rente à superfície do solo sem injuriar a planta remanescente em cada cova. As covas onde nasceram apenas uma planta não sofreram desbaste. As plantas desbastadas foram contadas, acondicionadas em saquinhos identificados e levados ao laboratório para determinação da área das lâminas foliares e peso de matéria seca. As lâminas dos folíolos e folhas de cada parcela, foram separadas das plantas seccionando-as rente ao pecíolo. Para determinação da área foliar tomou-se ao acaso 20 folíolos e 20 folhas primárias, que tiveram seu comprimento e sua maior largura medidas com régua de 0,5 mm de precisão. A área foliar das lâminas medidas foi determinada multiplicando-se o comprimento pela maior largura, e por um fator de correção de 0,59 para folíolos e 0,70 para folhas primárias, segundo BENINCASA *et alii* (1976). Em seguida foram secados em estufa com circulação de ar forçado à 85°C, até peso constante, em saquinhos separados, as seguintes partes: caule + pecíolo; 20 folhas; 20 folíolos; folhas e folíolos restantes.

A estimativa da área total de lâminas foliares por parcela foi obtida através da expressão:

$$AT = \frac{A \cdot PF}{P} \quad (9)$$

onde:

A = área foliar de 20 lâminas (cm²)

PF = peso seco de todas as lâminas foliares (gf)

P = peso de matéria seca das 20 lâminas (gf)

AT = área foliar total (cm²)

Como existiam folhas primárias e folíolos, a expressão acima foi aplicada para cada caso, e a área foliar total de cada parcela foi determinada pela soma desses dois valores. O peso de matéria seca das plantas foi obtido pela soma do peso de todas as partes aéreas das plantas.

Após o desbaste das plantas remanescentes, identificou-se ao acaso 12 plantas igualmente competitivas em cada parcela, sobre as quais foram feitas observações semanais, a partir do desbaste, 14 de junho, medindo-se a altura e o número de folíolos de cada planta. A medida da altura foi feita a partir do nível do solo até a gema apical, com régua milimetrada, conforme mostra a Figura 13.

Foram realizadas 5 observações para contagem de folíolos e 7 observações para altura das plantas. Devido ao grande desenvolvimento da cultura, a contagem dos folíolos passou a causar muita interferência nas plantas, optando-se por sua interrupção em 12 de julho, ocasião em que se iniciava o florescimento. A medida das alturas prolongou-se até 26 de julho de 1989, por ocasião da frutificação.

Para a produção de grãos foram colhidas separadamente as 12 plantas identificadas e as restantes, todas pertencentes à área útil da parcela.

A produção de grãos foi analisada sobre dois enfoques: inicialmente, considerando a produção das 12 plantas identificadas e em segundo lugar, considerando a produção de todas as plantas úteis de cada parcela. A partir da produção das 12 plantas identificadas, obteve-se a produção média de grãos por planta em (g/planta) e considerando a produção de todas as plantas úteis da parcela, obteve-se a produção média em (kg/ha), refletindo o efeito

dos tratamentos numa área extensiva considerando as falhas na emergência, o que se identifica melhor com uma produção real. Os grãos tiveram os pesos corrigidos para 11% de umidade, na base seca.

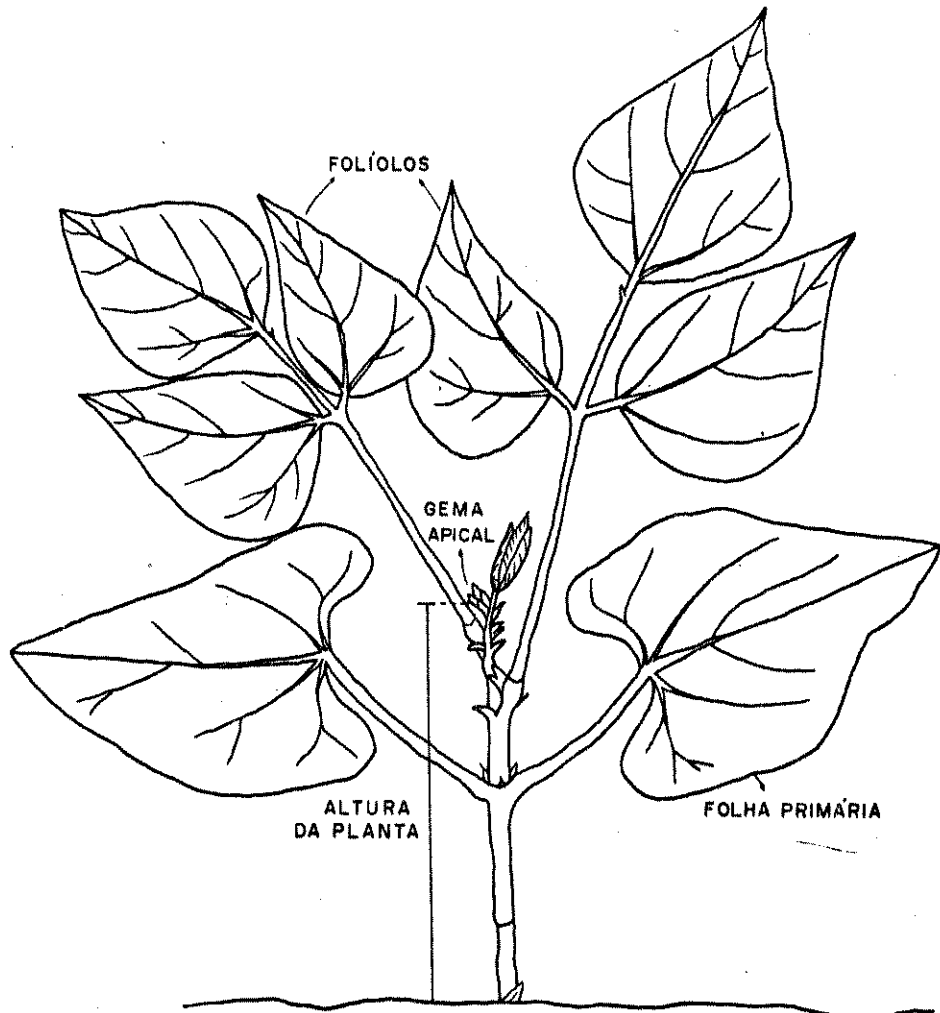


Figura 13. Croqui de uma planta de Feijoeiro mostrando as medidas realizadas.

3.3.2.5. Manejo da irrigação

Durante o período compreendido entre a semeadura e a emergência total das plantas em todos os tratamentos, a irrigação foi feita de tal forma a manter o solo adequadamente umedecido na camada de 0 a 7,5 cm de profundidade.

O controle do nível de umedecimento para garantir que a germinação e emergência das plantas fosse somente uma função dos tratamentos aplicados, foi efetuado através dos tensiômetros.

Após a emergência (16 de junho de 1989), passou-se a adotar uma frequência semanal de aplicação de água, utilizando-se para a estimativa da evapotranspiração, entre cada irrigação, da metodologia porposta por DOORENBOS & PRUITT (1977), expressa pela seguinte equação:

$$ET_m = ETo \cdot Kc \quad (10)$$

$$ET_m = ECA \cdot Kp \cdot Kc \quad (11)$$

onde:

ET_m = evapotranspiração máxima da cultura em qualquer fase de seu ciclo (mm)

ETo = evapotranspiração de referência (mm)

ECA = evaporação da água do evaporímetro tipo tanque Classe A (USWB), no período considerado (mm).

Kp = coeficiente de tanque que aplicado ao valor de ECA no período, fornece a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo)

Kc = coeficiente de cultura que aplicado ao valor de ETo do período, fornece a estimativa de ET_m .

Os valores semanais de evaporação do tanque Classe A foram obtidos de uma estação evaporimétrica instalada a 20 metros do local do ensaio, em área vegetada com grama batatais (Paspalum notatum L.), composta de um tanque Clas-

se A USWB, um pluviômetro tipo "Ville de Paris" e um anemômetro de conchas, totalizador, marca FUESS.

O valor de K_p , em função dos resultados obtidos por PAVANI (1986) para a mesma época e local do ensaio, foi considerado constante e igual a 0,75 para todo o ensaio.

Os valores de K_c adotados foram obtidos por PAVANI (1986) para o mesmo local, época do ano, cultura e sua aplicação seguiu a metodologia da linearização da curva de variação do K_c em cada período fenológico, conforme DOORENBOS & FRUITT (1977).

O método de irrigação empregado foi o de aspersão, considerando-se uma eficiência de irrigação de 90% em função das características do equipamento utilizado. Desta forma a lâmina bruta (hb) de água aplicada em cada período seguiu a seguinte expressão:

$$hb = \frac{ET_m}{E_i} \quad (12)$$

onde:

hb = lâmina bruta, em milímetros, retirada da fonte para que a lâmina líquida correspondente à ET_m fosse efetivamente incorporada do sistema solo-planta.

E_i = eficiência de irrigação igual a 0,9.

A Tabela 5 mostra o regime hídrico, durante as fases de desenvolvimento do Ensaio II, devido às irrigações realizadas e chuvas ocorridas. A Figura 14 ilustra, em primeiro plano, a área experimental por ocasião de uma das irrigações e ao fundo à esquerda o tanque Classe A e o pluviômetro.

Tabela 5. Irrigações realizadas e chuvas ocorridas durante as fases de desenvolvimento do Ensaio II.

Data	Lâmina de água (mm)		Fases do Ensaio II
	Irrigação	Chuva	
01/05		4,6	
03/05		7,9	
04/05		4,2	
05/05		9,2	
08/05			Preparo do solo
12/05	7,0		
15/05	4,0		
17/05			Semeadura e tratamentos
19/05	7,0		
22/05	7,0		
23/05			Início da emergência
25/05	7,0	0,8	
29/05	6,0		
30/05	6,0		
02/06			Fim da emergência
04/06	6,0		
07/06		24,0	
09/06		0,6	
11/06		0,4	
14/06			Desbaste
15/06	7,0		Adubação em cobertura
21/06	12,0		
24/06		2,2	
28/06		5,8	
29/06	6,0		
05/07	16,0		
12/07	30,0		Início do florescimento
19/07	32,0		Início da frutificação
26/07	33,0		
27/07		1,0	
28/07		23,9	
30/07		35,0	
31/07		0,1	
08/08	35,0		
05/08		0,5	
15/08	39,0		
21/08		5,7	
22/08		0,6	
23/08	23,0		
25/08		1,8	
27/08		0,8	
30/08	7,0		
31/08		5,0	
01/09		5,9	
05/09			Colheita



Figura 14. Aspecto geral da irrigação sendo efetuada. À esquerda, no fundo, pode-se ver o tanque Classe A e o pluviômetro

3.3.2.6. Tratos culturais

Como não houve ocorrência de plantas daninhas, não foi necessário cultivo, portanto o solo não foi abalado durante o desenvolvimento da cultura.

Para evitar a ocorrência do mosaico dourado (BGMV), doença virótica comum na região de Jaboticabal, realizou-se tratamento preventivo semanalmente, no período de 06 de junho a 07 de agosto, pulverizando com inseticida metamidofos (Tamoron BR) na dosagem de 250 ml/ha, para controle do inseto transmissor e em 14 de julho, para evitar o ataque de fungos fez-se uma pulverização com luncmil (Benlate-500) na dosagem de 500 g/ha. Para as pulverizações utilizou-se um equipamento manual com capacidade de 5 litros.

4. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados médios para as diversas determinações feitas durante o experimento. Os valores originais das determinações, se necessário, são apresentados nos apêndices. Se analisados estatisticamente, estarão acompanhados dos quadros da análise de variância do teste F e do teste de Tukey. Quando são verificadas diferenças significativas entre a Testemunha e os Fatores no teste F, esta vem comparada com as cargas no teste de Tukey, uma vez que a Testemunha identifica-se como sendo o tratamento sem compactação.

A apresentação será feita, tanto quanto possível, segundo a ordem cronológica dos acontecimentos, distintamente para os Ensaio I e II.

4.1. Resultados do Ensaio I

As Tabelas 6 e 7 apresentam, respectivamente, os valores médios da tensão da água e umidade do solo da pista, antes e no mesmo dia da aplicação dos tratamentos e as Tabelas 8 e 9 apresentam a tensão da água e umidade, após a aplicação dos tratamentos, durante o período de secagem.

Para a umidade do solo, a análise estatística foi aplicada, individualmente, em cada dia do referido período e para a discussão é apresentada apenas a análise de variância sobre o dia 02/04/89 através da Tabela 10.

A Tabela 11 apresenta os resultados médios da temperatura do solo durante o período de secagem, para diferentes horários do dia: 7:00, 10:00, 13:00, 15:00 e 18:00 horas. A análise de variância é apresentada na Tabela 12, para às 13:00 horas onde se registrou as maiores temperaturas.

As Tabelas 13 e 15 apresentam os resultados de densidade global e resistência do solo à penetração e as Tabelas 14 e 16 suas respectivas análises estatísticas.

A densidade global é apresentada para a profundidade de 0 a 5 e 5 a 10 cm e a resistência à penetração para as profundidades de 0 a 2, 2 a 4, 4 a 6 e 6 a 8 cm, sendo que a análise de variância no caso da densidade global, foi feita para a camada de 5 a 10 cm, camada que receberá as sementes, pois a semeadura será feita a 7,5 cm de profundidade e no caso da resistência à penetração, foi feita para a camada de 4 a 6 cm, camada que estará imediatamente acima das sementes, se estas camadas inferiores são afetadas pelos tratamentos, as camadas superiores serão muito mais.

Juntamente com as determinações de resistência à penetração foram retiradas amostras para a determinação da umidade, cujos resultados são apresentados no Apêndice 11.

Apresenta-se na Figura 15, os diagramas de pressão-deformação para as placas 1 (150 cm²) e 2 (240 cm²) e na Tabela 17, as deformações (z) do solo, para os tratamentos correspondentes as Rodas A e D, com as respectivas pressões exercidas na faixa de solo compactado, bem como, os coeficientes n, K₁ e K₂. Os valores de pressão-deformação que compõem esses diagramas encontram-se nos Apêndices 1 e 2.

Tabela 6. Tensão da água do solo, média dos dois tensiômetros das parcelas do Bloco 1 em 17/03/89 no Ensaio I, antes da aplicação dos tratamentos.

Parcelas	m (kPa)
TEST	- 9,57
RA10	- 9,52
RA20	- 9,69
RA30	- 9,61
RB10	- 9,66
RB20	- 9,76
RB30	- 9,73
RC10	- 9,66
RC20	- 9,73
RC30	- 9,44
RD10	- 9,51
RD20	- 9,72
RD30	- 9,76
Tensão Média	- 9,6408

Tabela 7. Umidade do solo, determinadas nas interparcelas em 17/03/89 no Ensaio I, antes da aplicação dos tratamentos.

Amostra	Umidade do Solo (%)		
	Bloco 1	Bloco 2	Média
1	17,72	19,36	18,54
2	18,24	18,96	18,60
3	18,57	19,16	18,87
4	19,37	19,94	19,65
5	18,13	19,43	18,78
6	18,89	19,57	19,23
7	18,27	20,06	19,16
8	19,28	19,81	19,55
9	20,64	18,31	19,47
10	18,23	21,01	19,62
11	18,69	19,81	19,25
12	19,45	18,97	19,21
Média	18,79	19,40	19,09

Tabela 8. Tensão da água do solo em (kPa), média dos dois tensiômetros das parcelas do Bloco 1, no período de secagem, 30/03/89 à 03/04/89, Ensaio I.

Tratam.	Data				
	30/03	31/03	01/04	02/04	03/04
TEST	-6,48	-11,41	-15,50	-23,29	-31,57
A10	-7,29	-12,36	-17,43	-31,52	-39,06
A20	-7,52	-12,96	-18,03	-30,39	-38,05
A30	-7,77	-13,16	-16,87	-28,00	-36,65
B10	-7,16	-12,35	-16,56	-27,19	-33,49
B20	-7,17	-11,99	-16,81	-25,96	-32,14
B30	-7,44	-12,51	-17,45	-25,49	-31,67
C10	-7,37	-12,44	-17,76	-30,12	-39,39
C20	-7,56	-12,63	-17,21	-29,81	-37,60
C30	-7,46	-12,04	-18,83	-28,85	-37,87
D10	-7,23	-12,42	-17,61	-30,34	-38,99
D20	-7,29	-12,49	-17,06	-29,42	-36,22
D30	-7,54	-12,73	-17,79	-28,92	-35,10

Tabela 9. Umidade média do solo (%), no período de secagem,
30/03/89 à 03/04/89, Ensaio I

Tratam.	Data				
	30/3	31/3	01/4	02/4	03/4
TEST	22,31	18,47	17,55	16,98	15,31
A10	22,81	18,87	17,08	16,66	14,50
A20	22,72	19,14	17,75	17,50	15,86
A30	22,62	19,79	18,25	17,79	16,11
B10	22,37	18,60	17,60	16,42	15,40
B20	22,55	18,94	17,79	16,69	15,31
B30	22,31	19,02	18,07	17,20	15,25
C10	22,27	18,40	17,72	16,20	15,46
C20	22,40	18,71	17,99	16,50	15,38
C30	22,49	19,62	18,16	17,42	15,49
D10	22,63	18,48	17,29	16,23	15,11
D20	22,61	18,76	17,69	16,35	15,09
D30	22,54	19,13	17,86	17,23	15,20

Tabela 10. Análise de variância da umidade do solo no dia
02/04/89, no período de secagem, Ensaio I.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
Test vs Fat	1	0,0326	0,0326	0,39	NS
Roda	3	1,8493	0,6164	7,46	**
Carga	2	4,3502	2,1751	26,33	**
Roda vs Carga	6	0,4564	0,0761	0,92	NS
(Tratamentos)	12	6,6885	0,5574	6,75	**
Bloco	1	0,0053	0,0053	0,06	NS
Resíduo	12	0,9912	0,0826		

Coef. Variação = 1,70

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=0,4928	Carga	DMS=0,831
RA	17,3167 a	30 kgf	17,4075 a
RB	16,7667 b	20 kgf	16,7575 b
RC	16,7050 b	10 kgf	16,3762 b
RD	16,6000 b		

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.
** significativo a nível de 1% de probabilidade.
NS não significativo

Tabela 11. Temperatura média do solo (°C), no período de secagem, 30/03/89 à 03/04/89.

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	22,6	26,1	34,2	33,5	32,5
RA10	22,6	26,5	34,0	33,6	32,4
RA20	22,7	26,7	33,5	33,3	32,1
RA30	22,6	26,3	32,9	33,0	31,9
RB10	22,6	26,6	33,6	33,3	32,2
RB20	22,5	25,9	33,3	33,2	32,0
RB30	22,5	26,3	33,3	33,2	32,0
RC10	22,7	26,7	33,8	33,6	32,1
RC20	22,5	26,5	33,9	33,7	32,4
RC30	22,3	26,2	33,4	33,2	32,1
RD10	22,6	26,8	33,8	33,5	32,4
RD20	22,4	26,0	33,4	33,3	32,2
RD30	22,6	26,5	33,7	33,5	32,4

Tabela 12. Análise de variância da temperatura média do solo às 13:00 hs., no período de secagem, Ensaio I

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Test vs Fat	1	0,0141	0,0141	0,08 NS
Roda	3	0,3646	0,1215	0,72 NS
Carga	2	0,8725	0,4363	2,57 NS
Roda vs Carga	6	0,8542	0,1424	0,84 NS
(Tratamentos)	12	2,1054	0,1754	1,03 NS
Bloco	1	2,7138	2,7138	15,99 **
Resíduo	12	2,0362	0,1697	

Coef. Variação = 1,23

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=0,7063	Carga	DMS=0,5490
RC	33,7167 a	10 kgf	33,8125 a
RD	33,6500 a	20 kgf	33,5250 a
RA	33,4500 a	30 kgf	33,3500 a
RB	33,4333 a		

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

** significativo a nível de 1% de probabilidade.

NS não significativo

Tabela 13. Densidade global média do solo (g/cm³), nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm, em 24/04/89.

Tratam.	Bloco I		Bloco II		Média	
	0-5	5-10	0-5	5-10	0-5	5-10
TEST	1,01	0,96	1,04	0,94	1,03	0,95
RA10	1,08	0,98	1,07	0,93	1,07	0,95
RA20	1,08	1,05	1,12	1,01	1,10	1,03
RA30	1,12	1,09	1,12	1,09	1,12	1,09
RB10	1,03	0,94	1,04	0,93	1,03	0,94
RB20	1,08	1,00	1,07	0,99	1,08	0,99
RB30	1,17	1,05	1,06	1,00	1,08	1,03
RC10	1,01	0,98	1,04	0,96	1,02	0,97
RC20	1,02	0,99	1,04	0,95	1,03	0,97
RC30	1,05	1,02	1,04	0,97	1,05	1,00
RD10	1,06	0,94	1,04	0,93	1,05	0,93
RD20	1,08	1,01	1,06	1,03	1,07	1,02
RD30	1,09	1,07	1,08	1,00	1,09	1,04

Tabela 14 - Análise de variância da densidade global média do solo na profundidade de 5 a 10 cm.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
Test vs Fat	1	0,0046	0,0046	12,83	**
Roda	3	0,0074	0,0025	6,93	**
Carga	2	0,0330	0,0165	46,36	**
Roda vs Carga	6	0,0080	0,0013	3,75	*
(Tratamentos)	12	0,0530	0,0044	12,41	**
Bloco	1	0,0051	0,0051	14,21	**
Resíduo	12	0,0043	0,0004		

Coef. Variação = 1,90

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=0,0323	Carga	DMS=0,0251
RA	1,0255 a	30 kgf	1,0380 a
RD	0,9974 ab	20 kgf	1,0052 b
RB	0,8960 b	10 kgf	0,9483 c
RC	0,9797 b	TEST.	0,9474 c

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

** significativo a nível de 1% de probabilidade.

* significativo a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 15. Resistência do solo à penetração (kgf/cm2), nas diferentes profundidades em 26/04/89, Ensaio I.

Tratamento	Profundidade (cm)			
	0-2	2-4	4-6	6-8
TEST.	1,14	1,28	1,65	2,95
RA10	2,75	2,75	2,75	3,08
RA20	3,78	4,05	4,05	4,09
RA30	4,21	4,39	4,39	4,39
RB10	1,48	1,73	1,89	2,94
RB20	1,86	2,51	3,08	3,80
RB30	2,40	3,56	3,87	4,39
RC10	1,29	1,62	1,75	1,95
RC20	1,45	1,67	1,82	2,22
RC30	1,22	2,11	2,47	3,52
RD10	2,24	2,35	2,35	2,44
RD20	3,20	3,23	3,25	4,05
RD30	3,19	3,59	3,88	4,35

Tabela 16. Análise de variância da resistência do solo à penetração, na profundidade de 4 a 6 cm.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Test vs Fat	1	2,2894	2,2894	18,16 **
Roda	3	9,1593	3,0531	24,21 **
Carga	2	8,6914	4,3457	34,47 **
Roda vs Carga	6	1,2623	0,2104	1,67 NS
(Tratamentos)	12	21,4023	1,7835	14,14 **
Bloco	1	0,1449	0,1449	1,15 NS
Resíduo	12	1,5131	0,1261	

Coef. Variação = 12,34

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=0,6089	Carga	DMS=0,4733
RA	3,7295 a	30 kgf	3,6519 a
RD	3,1583 ab	20 kgf	3,0489 b
RB	2,9465 b	10 kgf	2,1855 c
RC	2,0140 c	TEST.	1,8485 c

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

** significativo a nível de 1% de probabilidade.

NS não significativo.

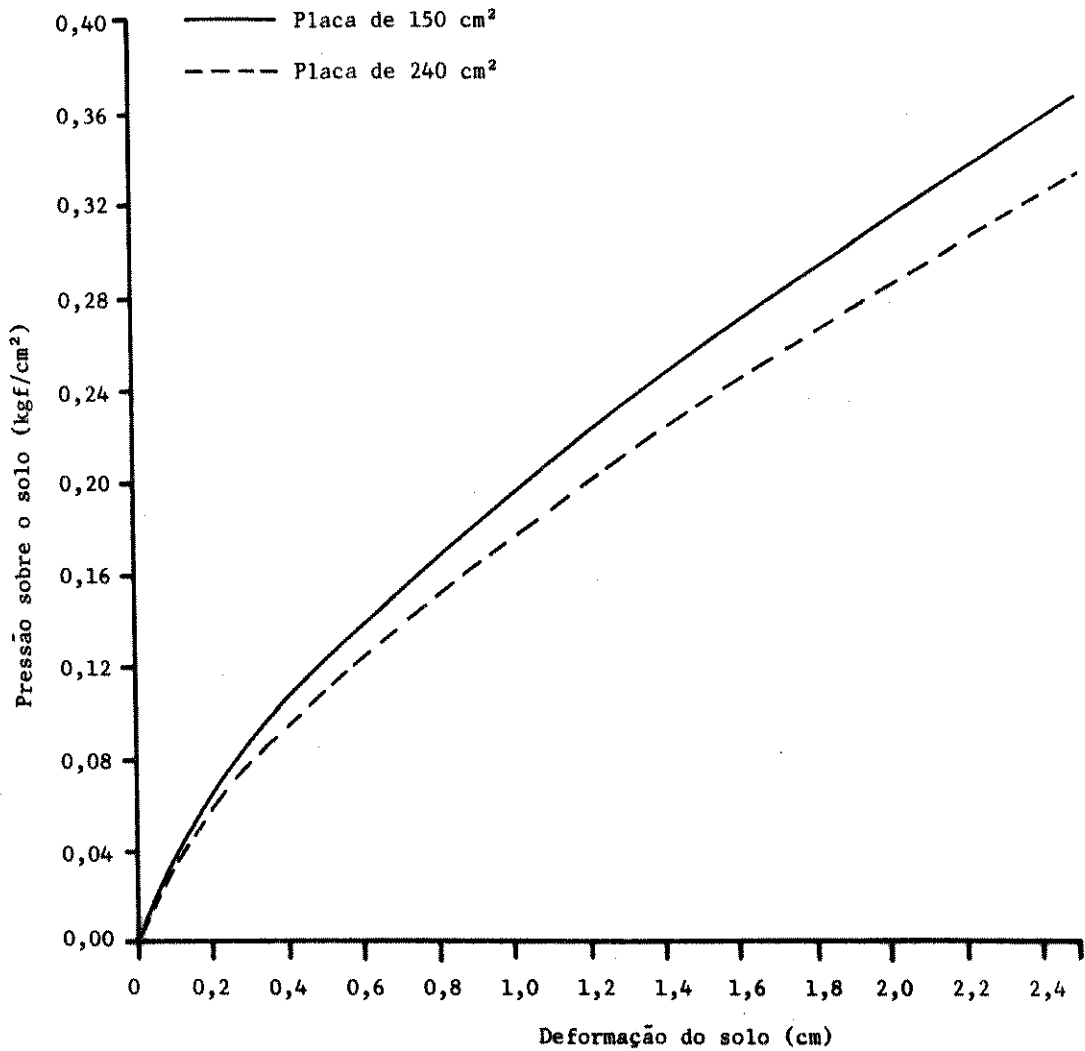


Figura 15. Diagramas pressão-deformação do solo determinado em 17/03/89 no Ensaio 1.

Tabela 17. Deformações e pressões aplicadas ao solo pelas Rodas A e D, com cargas de 10, 20 e 30 kgf em 17/03/89, Ensaio I.

Tratam.	Deformação do Solo "z" (cm)			Pressão kgf/cm2
	Bloco 1	Bloco 2	Média	
TEST.	0,00	0,00	0,00	0,0000
RA10	0,50	0,60	0,55	0,1302
RA20	1,40	1,25	1,33	0,2380
RA30	1,60	1,60	1,60	0,2709
RD10	0,50	0,30	0,40	0,0948
RD20	1,15	0,95	1,00	0,1777
RD30	1,40	1,20	1,30	0,2127
Coefficientes	n= 0,685711 K1= 0,196242 K2= 0,177707			

4.2. Resultados do Ensaio II.

As Tabelas 18 e 19 apresentam, respectivamente, os resultados da tensão da água e umidade do solo da pista, antes e no mesmo dia da aplicação dos tratamentos.

A Figura 16, contém os diagramas de pressão-deformação para as placas 1 (150 cm²) e 2 (240 cm²) e na Tabela 20, as deformações (z) do solo, para os tratamentos correspondentes as Rodas A e D, com as respectivas pressões exercidas na faixa de solo compactado, bem como, os coeficientes n, K1 e K2. Os valores de pressão-deformação que compõem estes diagramas encontram-se nos Apêndices 3 e 4.

A Tabela 21 mostra os resultados da tensão da água do solo após a aplicação dos tratamentos e a Tabela 22 apresenta os resultados médios da temperatura do solo durante o mesmo período, para diferentes horários do dia: 7:00; 10:00; 13:00; 15:00 e 18:00 horas. A Tabela 23 mostra o resultado médio da temperatura do solo durante o desenvolvimento da cultura.

A Tabela 24 apresenta os resultados médios, entre os Blocos 1 e 2, da porcentagem total de plântulas emergidas em 02/06/89, e a Tabela 25 apresenta sua análise de variância.

A Tabela 26 mostra os valores médios, de matéria seca das partes das plantas desbastadas em 14/06/89 e, a Tabela 27, a análise de variância da matéria seca total. Ainda considerando as plantas desbastadas, a Tabela 28 mostra seu estado de desenvolvimento em relação ao número médio de folhas, área foliar média e altura média das plantas e as Tabelas 29, 30 e 31, suas respectivas análises

de variância.

Quanto às plantas remanescentes, as Tabelas 32 e 34 mostram, respectivamente, o número de folhas e altura de plantas, durante seu período de desenvolvimento e as Tabelas 33 e 35, suas respectivas análises de variância.

Finalmente a Tabela 36 apresenta os resultados de produção média de grãos por planta e por área, para cada tratamento, cujas análises de variância são apresentadas nas Tabelas 37 e 38.

Tabela 18. Tensão da água do solo, média dos dois tensiômetros das parcelas do Bloco 1 em 17/05/89 no Ensaio II, antes da aplicação dos tratamentos.

Parcelas	m (kPa)
TEST.	- 9,16
RA10	- 9,61
RA20	- 9,66
RA30	- 9,59
RB10	- 9,48
RB20	- 9,53
RB30	- 9,38
RC10	- 9,43
RC20	- 9,21
RC30	- 9,32
RD10	- 9,53
RD20	- 9,09
RD30	- 9,56
Tensão Média	- 9,43

Tabela 19. Umidade do solo, determinadas nas interparcelas, em 17/05/89 no Ensaio II, antes da aplicação dos tratamentos.

Amostra	Umidade do Solo (%)		
	Bloco 1	Bloco 2	Média
1	19,80	19,94	19,87
2	19,57	21,11	20,34
3	18,14	20,08	19,11
4	18,89	18,23	18,56
5	19,85	20,08	19,96
6	19,28	19,85	19,56
7	19,76	18,01	18,88
8	19,95	20,12	20,03
9	20,37	21,17	20,77
10	19,21	21,65	20,43
11	18,79	21,53	20,16
12	18,98	20,26	19,62
Média	19,38	20,17	19,77

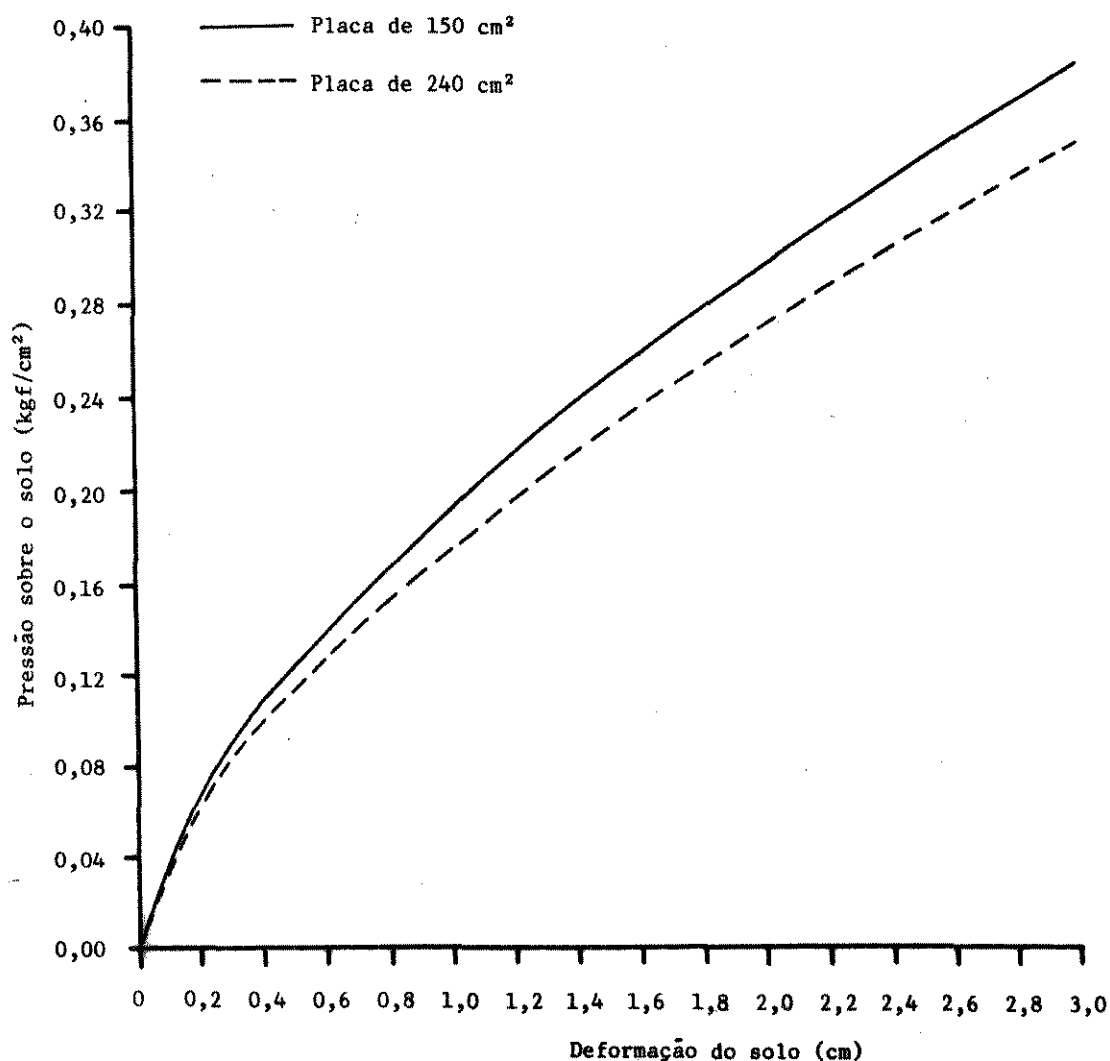


Figura 16. Diagramas pressão-deformação do solo determinado em 17/05/89 no Ensaio II.

Tabela 20. Deformações e pressões aplicadas ao solo pelas Rodas A e D, com cargas de 10, 20 e 30 kgf, em 17/05/89, Ensaio II.

Tratam.	Deformação do Solo "z" (cm)			Pressão kgf/cm ²
	Bloco 1	Bloco 2	Média	
TEST.	0,00	0,00	0,00	0,0000
RA10	0,95	1,05	1,00	0,1916
RA20	1,75	1,85	1,80	0,2776
RA30	2,50	2,10	2,30	0,3240
RD10	0,70	0,80	0,75	0,1460
RD20	1,30	1,45	1,38	0,2140
RD30	1,80	1,70	1,60	0,2355
Coeficientes	n= 0,630768 K1= 0,191584 K2= 0,175051			

Tabela 21. Tensão da água do solo em (kPa), média dos dois tensiômetros das parcelas do Bloco 1, durante o período de emergência, 17/05/89 à 01/06/89, Ensaio II. (I) = lâmina d'água aplicada em irrigação.

Tratam.	Data											
	17/05	18/05	19/05	22/05	23/05	24/05	25/05	26/05	29/05	30/05	31/05	01/06
TEST	-8,70	-13,03	-16,74	-14,88	-12,41	-14,88	-11,17	-8,08	-17,11	-17,97	-19,95	-15,13
RA10	-9,27	-14,21	-19,16	-14,21	-11,74	-16,07	-11,74	-8,65	-17,,8	-16,69	-20,39	-14,21
RA20	-10,00	-14,94	-19,27	-16,18	-12,84	-16,79	-11,85	-9,75	-20,26	-18,65	-21,12	-16,18
RA30	-10,07	-15,02	-20,58	-16,87	-13,78	-17,49	-11,93	-9,46	-20,58	-18,11	-20,58	-15,88
RB10	-9,39	-14,33	-18,04	-14,95	-13,10	-18,66	-13,10	-9,76	-18,04	-19,89	-21,75	-15,32
RB20	-9,89	-14,83	-20,39	-15,45	-13,60	-18,54	-14,83	-9,64	-18,54	-19,16	-21,01	-15,20
RB30	-10,04	-14,98	-21,16	-15,60	-13,13	-17,45	-14,98	-9,79	-19,06	-19,92	-22,40	-15,35
RC10	-9,10	-14,05	-16,52	-14,67	-12,19	-17,14	-12,81	-8,49	-16,52	-17,14	-20,23	-16,52
RC20	-9,79	-14,12	-19,06	-15,97	-13,87	-15,97	-12,26	-8,93	-17,82	-16,59	-24,01	-14,12
RC30	-10,18	-16,36	-20,07	-16,98	-13,64	-18,84	-12,04	-9,56	-20,07	-24,40	-25,02	-17,60
RD10	-9,33	-13,66	-17,98	-15,51	-12,42	-16,13	-13,04	-8,71	-17,73	-17,36	-19,22	-15,02
RD20	-9,59	-13,92	-18,25	-15,77	-12,44	-17,01	-12,68	-8,98	-18,25	-17,63	-18,86	-14,29
RD30	-9,76	-14,71	-19,03	-16,56	-12,85	-17,80	-13,47	-9,51	-19,65	-17,80	-20,27	-14,83
(I)			7,00	7,00			7,00		6,00	6,00		

Tabela 22. Temperatura média do solo ($^{\circ}\text{C}$), no período de emergência, 17/05/89 a 02/06/89, Ensaio II.

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	13,0	17,1	23,1	24,9	22,6
RA10	13,3	16,9	22,6	24,3	22,4
RA20	13,8	17,3	22,5	24,0	22,2
RA30	13,9	17,2	22,0	23,4	22,1
RB10	13,1	17,2	22,9	24,4	22,2
RB20	13,5	17,3	23,0	24,6	22,6
RB30	13,6	17,4	22,7	24,2	22,3
RC10	13,1	17,3	23,1	24,9	22,2
RC20	13,1	17,8	23,1	24,8	22,7
RC30	13,2	17,8	23,3	24,9	22,5
RD10	13,4	17,2	22,7	24,4	22,5
RD20	13,3	17,1	22,3	23,9	22,4
RD30	13,6	17,3	22,5	24,1	22,3

Tabela 23. Temperatura média do solo ($^{\circ}\text{C}$), durante o desenvolvimento da cultura, período de 14/06/89 a 31/08/89, Ensaio II.

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	14,4	15,8	20,2	21,5	20,2
RA10	14,5	15,7	19,7	20,8	20,1
RA20	14,5	15,6	19,5	20,8	20,0
RA30	14,6	15,4	18,7	19,9	19,4
RB10	14,4	15,6	19,9	21,3	20,3
RB20	14,0	15,4	19,6	21,1	20,0
RB30	14,3	15,5	19,5	20,9	19,8
RC10	14,1	15,5	19,6	20,8	19,9
RC20	14,3	15,7	20,2	21,4	20,2
RC30	13,9	15,6	20,9	22,3	20,7
RD10	14,4	15,4	19,5	21,0	20,1
RD20	14,8	15,8	19,4	20,5	20,0
RD30	14,5	15,7	19,3	20,4	19,7

Tabela 24. Porcentagem de emergência total das plântulas,
em 02/06/89, Ensaio II.

Tratamentos	Porcentagem de Emergência		
	Bloco 1	Bloco 2	Média
TEST	75,00	78,57	76,79
RA10	75,00	58,93	66,96
RA20	66,07	62,50	64,29
RA30	71,43	57,14	64,29
RB10	78,57	73,21	75,89
RB20	64,29	69,64	66,96
RB30	66,07	62,50	64,29
RC10	75,00	73,21	74,10
RC20	69,64	69,64	69,64
RC30	66,07	62,50	64,29
RD10	69,64	71,43	70,54
RD20	67,86	71,43	69,64
RD30	69,64	62,50	66,07

Tabela 25. Análise de variância da porcentagem de emergência total das plântulas, em 02/06/89, Ensaio II.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Test vs Fat	1	139,9362	139,9362	6,57 *
Roda	3	68,4388	22,8129	1,07 NS
Carga	2	206,3795	103,1897	4,84 *
Roda vs Carga	6	69,8553	11,6425	0,55 NS
(Tratamentos)	12	484,6097	40,3841	1,89 NS
Bloco	1	64,9064	64,9064	3,05 NS
Resíduo	12	255,7468	21,3122	

Coef. Variação = 6,72

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=7,9157	Carga	DMS=6,1533
RC	69,3433 a	TEST.	76,7850 a
RB	69,0467 a	10 kgf	71,8725 ab
RD	68,7483 a	20 kgf	67,6325 bc
RA	65,1767 a	30 kgf	64,7312 c

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

* significativo a nível de 5% de probabilidade.

NS não significativo.

Tabela 26. Matéria seca média das plantas desbastadas em 14/06/89 (g/planta), Ensaio II.

Tratam.	Matéria seca				
	Folhas	Folículos	Colmo	Caule	Total
TEST	0,20	0,36	0,09	0,08	0,74
RA10	0,18	0,30	0,06	0,07	0,61
RA20	0,13	0,25	0,06	0,06	0,50
RA30	0,12	0,23	0,05	0,05	0,46
RB10	0,15	0,29	0,07	0,05	0,57
RB20	0,14	0,24	0,05	0,06	0,48
RB30	0,12	0,22	0,05	0,06	0,45
RC10	0,19	0,36	0,09	0,09	0,73
RC20	0,15	0,28	0,07	0,07	0,58
RC30	0,12	0,20	0,05	0,05	0,42
RD10	0,18	0,29	0,05	0,07	0,59
RD20	0,15	0,23	0,06	0,06	0,50
RD30	0,15	0,26	0,06	0,07	0,54

Tabela 27. Análise de variância da matéria seca total das plantas desbastadas em 14/06/89.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
Test vs Fat	1	0,0746	0,0746	19,33	**
Roda	3	0,0189	0,0063	1,63	NS
Carga	2	0,1021	0,0511	13,22	**
Roda vs Carga	6	0,0375	0,0062	1,62	NS
(Tratamentos)	12	0,2332	0,0194	5,03	**
Bloco	1	0,1054	0,1054	27,30	**
Resíduo	12	0,0463	0,0039		

Coef. Variação = 11,27

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=0,1065	Carga	DMS=0,0828
RC	0,5755 a	TEST.	0,7371 a
RD	0,5450 a	10 kgf	0,6244 b
RA	0,5253 a	20 kgf	0,5149 c
RB	0,4986 a	30 kgf	0,4689 c

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

** significativo a nível de 1% de probabilidade.

NS não significativo.

Tabela 28. Medidas relativas ao desenvolvimento médio das plantas desbastadas em 14/06/89, Ensaio II.

Tratam.	Desenvolvimento da Planta		
	Nº Folíolos	Área Fol.(cm ²)	Alt. Plan.(cm)
TEST	7,77	151,45	6,02
RA10	7,12	129,95	5,90
RA20	7,09	126,55	5,31
RA30	6,93	109,82	4,95
RB10	7,27	138,32	5,89
RB20	6,94	108,68	5,26
RB30	6,92	110,16	5,32
RC10	8,00	165,40	5,99
RC20	7,59	141,55	5,64
RC30	7,26	104,06	5,17
RD10	7,40	146,84	5,75
RD20	7,39	119,25	5,26
RD30	7,59	122,01	5,30

Tabela 29. Análise de variância do número médio de folíolos das plantas desbastadas em 14/06/89, Ensaio II.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
Test vs Fat	1	0,4246	0,4246	19,37	**
Roda	3	1,5063	0,5021	22,91	**
Carga	2	0,2965	0,1482	6,76	*
Roda vs Carga	6	0,4857	0,0809	3,69	*
(Tratamentos)	12	2,7131	0,2261	10,31	**
Bloco	1	0,0776	0,0776	3,54	NS
Resíduo	12	0,2630	0,0219		

Coef. Variação = 2,02

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=0,2539	Carga	DMS=0,1973
RC	7,6167 a	TEST	7,7750 a
RD	7,4633 a	10 kgf	7,4475 b
RB	7,0533 b	20 kgf	7,2537 bc
RA	7,0483 b	30 kgf	7,1850 c

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

** significativo a nível de 1% de probabilidade.

* significativo a nível de 5% de probabilidade.

NS não significativo.

Tabela 30. Análise de variância da área foliar média das plantas desbastadas em 14/06/89, Ensaio II.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
Test vs Fat	1	1114,5708	1114,5708	8,39	*
Roda	3	1156,5998	385,5333	2,90	NS
Carga	2	4619,0029	2309,5015	17,38	**
Roda vs Carga	6	1709,2249	284,8708	2,14	NS
(Tratamentos)	12	8599,3984	716,6165	5,39	**
Bloco	1	7574,9832	7574,9832	57,01	**
Resíduo	12	1594,5820	132,8818		

Coef. Variação = 8,95

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=19,7654	Carga	DMS=15,3649
RC	137,0067 a	TEST	151,4550 a
RD	129,3683 a	10 kgf	145,1287 a
RA	122,1083 a	20 kgf	124,0100 b
RB	119,0533 a	30 kgf	111,5137 b

Tabela 31. Análise de variância da altura média das plantas desbastadas em 14/06/89, Ensaio II.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
Test vs Fat	1	0,6210	0,6210	5,00	*
Roda	3	0,4686	0,1562	1,26	NS
Carga	2	1,3698	0,6849	5,52	*
Roda vs Carga	6	0,3131	0,0522	0,42	NS
(Tratamentos)	12	2,7726	0,2311	1,86	NS
Bloco	1	0,0611	0,0611	0,49	NS
Resíduo	12	1,4895	1,1241		

Coef. Variação = 6,42

Teste de Tukey para as Médias de Rodas e Cargas

Roda	DMS=0,6041	Carga	DMS=0,4696
RC	5,6030 a	TEST	6,0200 a
RB	5,4950 a	10 kgf	5,7612 ab
RD	5,4417 a	20 kgf	5,3700 bc
RA	5,2200 a	30 kgf	5,1887 c

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

** significativo a nível de 1% de probabilidade.

* significativo a nível de 5% de probabilidade.

NS não significativo.

Tabela 32. Número médio de folíolos das plantas remanescentes, a partir de 14/06/89, Ensaio II.

Tratamento	Data				
	14/06	21/06	28/06	05/07	12/07
TEST.	8,50	11,40	14,17	18,42	24,05
RA10	8,25	10,38	13,96	17,88	24,33
RA20	8,13	10,63	14,00	17,92	24,04
RA30	8,13	9,88	13,04	17,21	23,00
RB10	8,25	10,75	12,75	18,00	23,00
RB20	8,00	10,25	12,58	15,75	21,05
RB30	7,88	10,00	13,13	18,63	23,42
RC10	8,63	10,50	14,67	19,13	25,09
RC20	8,13	10,13	13,04	16,96	23,00
RC30	8,00	10,25	12,29	16,46	21,38
RD10	8,13	10,50	13,83	19,21	24,38
RD20	8,13	9,75	11,21	14,08	18,59
RD30	8,25	10,63	13,63	17,04	24,17

Tabela 33. Análise de variância do número médio de folíolos das plantas em 12/07/89, Ensaio II.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Test vs Fat	1	2,2102	2,2102	0,79 NS
Roda	3	7,7345	2,5782	0,92 NS
Carga	2	25,5956	12,7978	4,55 *
Roda vs Carga	6	39,7807	6,6302	2,36 NS
(Tratamentos)	12	75,3210	6,2768	2,23 NS
Bloco	1	0,0002	0,0002	0,00 NS
Resíduo	12	33,7687	2,8141	

Coef. Variação = 7,28

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=2,8763	Carga	DMS=2,2360
RA	23,7883 a	10 kgf	24,1962 a
RC	23,1533 a	30 kgf	22,9887 ab
RB	22,4850 a	20 kgf	21,6675 b
RD	22,3767 a		

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

* significativo a nível de 5% de probabilidade.

NS não significativo.

Tabelao 34. Altura média (cm) das plantas remanescentes, a partir de 14/06/89, Ensaio II.

Trat.	Data						
	14/06	21/06	28/06	05/07	12/07	19/07	26/07
TEST.	7,31	8,92	10,85	15,08	17,65	22,63	29,25
RA10	6,54	7,96	10,48	14,34	17,23	21,65	28,29
RA20	6,48	7,92	10,19	13,27	15,79	20,08	26,55
RA30	5,83	7,31	9,63	13,38	16,12	20,50	27,46
RB10	6,50	8,15	10,67	13,73	16,29	19,80	24,55
RB20	6,38	7,83	9,77	12,67	15,11	19,16	24,79
RB30	6,48	7,96	10,25	13,73	16,55	19,92	26,15
RC10	6,83	8,20	10,96	14,33	17,46	21,55	28,71
RC20	6,54	7,94	10,19	13,21	16,13	20,00	25,46
RC30	6,25	9,38	10,08	12,42	14,59	17,25	21,96
RD10	6,67	8,10	10,56	15,00	17,61	21,59	28,04
RD20	6,00	7,17	8,94	11,33	13,59	16,56	20,59
RD30	6,40	7,65	10,08	14,06	16,86	21,54	29,50

Tabela 35. Análise de variância da altura média das plantas remanescentes em 26/07/89, Ensaio II.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Test vs Fat	1	19,4101	19,4101	2,81 NS
Roda	3	18,8689	6,2896	0,91 NS
Carga	2	38,1137	19,0569	2,76 NS
Roda vs Carga	6	104,9631	17,0424	2,54 NS
(Tratamentos)	12	181,3558	15,1130	2,19 NS
Bloco	1	17,0424	17,0424	2,47 NS
Resíduo	12	82,7870	6,8989	

Coef. Variação = 10,01

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=4,5036	Carga	DMS=3,5010
RA	27,4317 a	10 kgf	27,3962 a
RD	26,0417 a	30 kgf	26,2675 a
RC	25,3750 a	20 kgf	24,3437 a
RB	25,1617 a		

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

NS não significativo.

Tabela 36. Produção média de grãos, em g/planta, considerando as 12 plantas identificadas e, em kg/ha, considerando a produção por área, Ensaio II.

Tratam.	Prod. Méd.(g/pl)			Prod./Área (kg/ha)		
	Bloc.1	Bloc.2	Méd.	Bloc.1	Bloc.2	Méd.
TEST.	8,21	8,07	8,14	1538,61	1585,70	1562,15
RA10	8,65	10,67	9,66	1582,22	1531,28	1556,75
RA20	7,63	11,92	9,77	1330,11	1832,59	1581,35
RA30	9,08	11,35	10,22	1621,57	1621,53	1621,55
RB10	7,95	9,02	8,48	1561,30	1650,19	1605,75
RB20	8,83	8,13	8,48	1419,33	1416,30	1417,82
RB30	8,91	9,31	9,11	1471,71	1454,69	1463,20
RC10	9,18	12,10	10,64	1670,72	2084,38	1877,55
RC20	8,08	8,98	8,53	1452,52	1612,04	1532,28
RC30	7,72	7,78	7,75	1272,52	1252,34	1262,43
RD10	7,15	9,31	8,23	1244,68	1662,23	1453,45
RD20	7,04	7,69	7,36	1192,86	1372,53	1283,69
RD30	9,03	9,56	9,30	1496,62	1504,61	1500,61

Tabela 37. Análise de variância da produção média de grãos por planta, Ensaio II.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Test vs Fat	1	1,2482	1,2482	1,28 NS
Roda	3	8,1835	2,7278	2,80 NS
Carga	2	2,2419	1,1210	1,15 NS
Roda vs Carga	6	11,3187	1,8864	1,94 NS
(Tratamentos)	12	22,9923	1,9160	1,97 NS
Bloco	1	10,3814	10,3814	10,67 **
Resíduo	12	11,6799	0,9733	

Coef. Variação = 11,09

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=1,6916	Carga	DMS=1,3150
RA	9,8833 a	10 kgf	9,2526 a
RC	8,9741 a	30 kgf	9,0929 a
RB	8,6918 a	20 kgf	8,5393 a
RD	8,2972 a		

Tabela 38. Análise de variância da produção média de grãos por área.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Test vs Fat	1	4454,1260	4454,1260	0,24 NS
Roda	3	106610,7637	35566,9212	1,94 NS
Carga	2	146362,2643	73181,1321	3,99 *
Roda vs Carga	6	328715,4821	54785,9137	2,99 NS
(Tratamentos)	12	586142,6361	48845,2197	2,66 NS
Bloco	1	114266,7250	114266,7250	6,23 *
Resíduo	12	219956,1385	18329,6782	

Coef. Variação = 8,93

Teste de Tukey para as Médias das Rodas e Cargas

Roda	DMS=232,1406	Carga	DMS=180,4570
RA	1586,5500 a	10 kgf	1623,3750 a
RC	1557,4200 a	30 kgf	1461,9487 a
RB	1495,5867 a	20 kgf	1453,7850 a
RD	1412,5883 a		

As médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si.

** significativo a nível de 1% de probabilidade.

* significativo a nível de 5% de probabilidade.

NS não significativo.

5. DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidos os parâmetros físicos do solo determinados nos Ensaio I e II e também as medidas de desenvolvimento das plantas, realizadas durante Ensaio II.

Vários parâmetros físicos do solo foram determinados, a fim de servirem como indicadores das mudanças físicas do meio-ambiente do solo, provocadas pelos tratamentos, evidenciando a relação máquina-solo.

Com relação às plantas, uma série de medidas foram feitas durante o Ensaio II, para caracterizar desenvolvimento perante os tratamentos, procurando assim evidenciar a relação máquina-solo-planta.

Procurar-se-á, dentro do possível, colocar os assuntos em discussão, segundo a ordem cronológica dos acontecimentos.

5.1. Determinações Relativas ao Solo

Vários parâmetros físicos do solo foram determinados, principalmente, durante o Ensaio I, porém alguns tiveram suas determinações repetidas no Ensaio II e serão discutidos conjuntamente neste item.

As Tabelas 6 e 7 revelaram a tensão da água e umidade do solo no dia da aplicação dos tratamentos, por ocasião do Ensaio I. Os resultados mostraram que não há um comportamento característico entre os tratamentos, antes de se aplicar os tratamentos. Após a aplicação dos tratamentos, a tensão da água e a umidade foram determinadas diariamente durante o período de secagem do solo, conforme resultados médios apresentados pelas Tabelas 8 e 9.

Nota-se no início do referido período, quando o solo estava bem úmido, que os tratamentos que receberam maior carga de compactação, apresentaram um discreto aumento de tensão. Este comportamento se reverteu a medida que o solo foi secando, tornando-se bastante nítido no final do período, quando se verificou menor tensão da água do solo nos tratamentos que receberam maior carga de compactação.

Os resultados da análise de variância da umidade do solo, em 02/04/89, apresentados pela Tabela 10, mostraram que houve diferenças significativas entre as rodas e cargas de compactação.

O teste de Tukey para as médias das rodas e cargas, mostrou que a Roda A diferiu significativamente das demais, apresentando maior média de umidade, 17.32%, e que a carga de 30 kgf com umidade média de 17.41% também diferiu significativamente das cargas de 20 e 10 kgf, que apresentaram respectivamente umidade médias de 16.76% e 16.38%.

Os resultados mostraram, que os tratamentos que receberam maior carga de compactação, apresentaram no final do período de secagem maior teor de umidade.

Analisando as Figuras 17 à 20, pode-se observar o comportamento hídrico do solo para cada tratamento, através das curvas características do solo, definidas a partir da tensão e umidade registradas no Bloco 1, durante o período de secagem, conforme mostram os Apêndices 5 e 6. As curvas características do solo em cada tratamento, comparam as rodas para as três cargas de compactação em relação a testemunha. Pode-se notar que para uma dada tensão a umidade foi maior nos tratamentos que receberam maior carga de compactação e ainda, para uma mesma umidade, o tratamento mais compactado apresentou maior tensão da água.

Quanto à relação entre o potencial da água e a umidade do solo, REICHARDT (1985) cita que, para cada amostra homogênea do solo o potencial da água tem um valor característico de umidade, que pode ser apresentado pela curva característica do solo. Considerando ainda o potencial da água do solo, o mesmo autor relata, que este é resultado do efeito combinado de dois mecanismos: capilaridade e adsorção, que são interações entre a água e as partículas sólidas, isto é, matriz do solo. Estes mecanismos atraem e fixam a água do solo.

Segundo a explicação de KLAR (1984), as forças adsorptivas são mais intensas que as forças capilares. Assim, sob baixas tensões, ou seja em elevados potenciais de água, as forças capilares predominam evidenciando a influência da textura e estrutura. À medida que a tensão aumenta, o potencial decresce e passa a ser mais influenciado

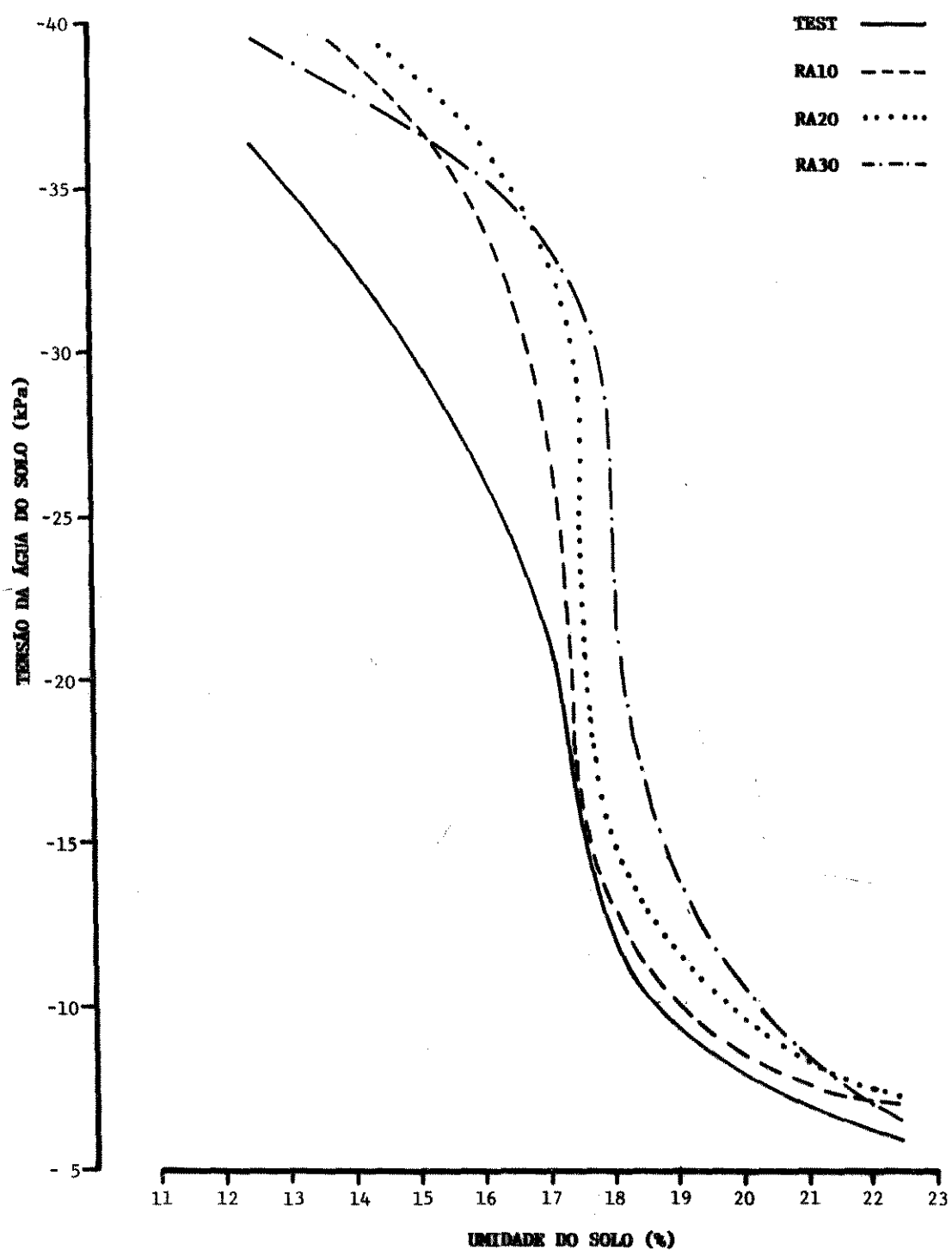


Figura 17. Curvas características do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda A com diferentes cargas e na Testemunha.

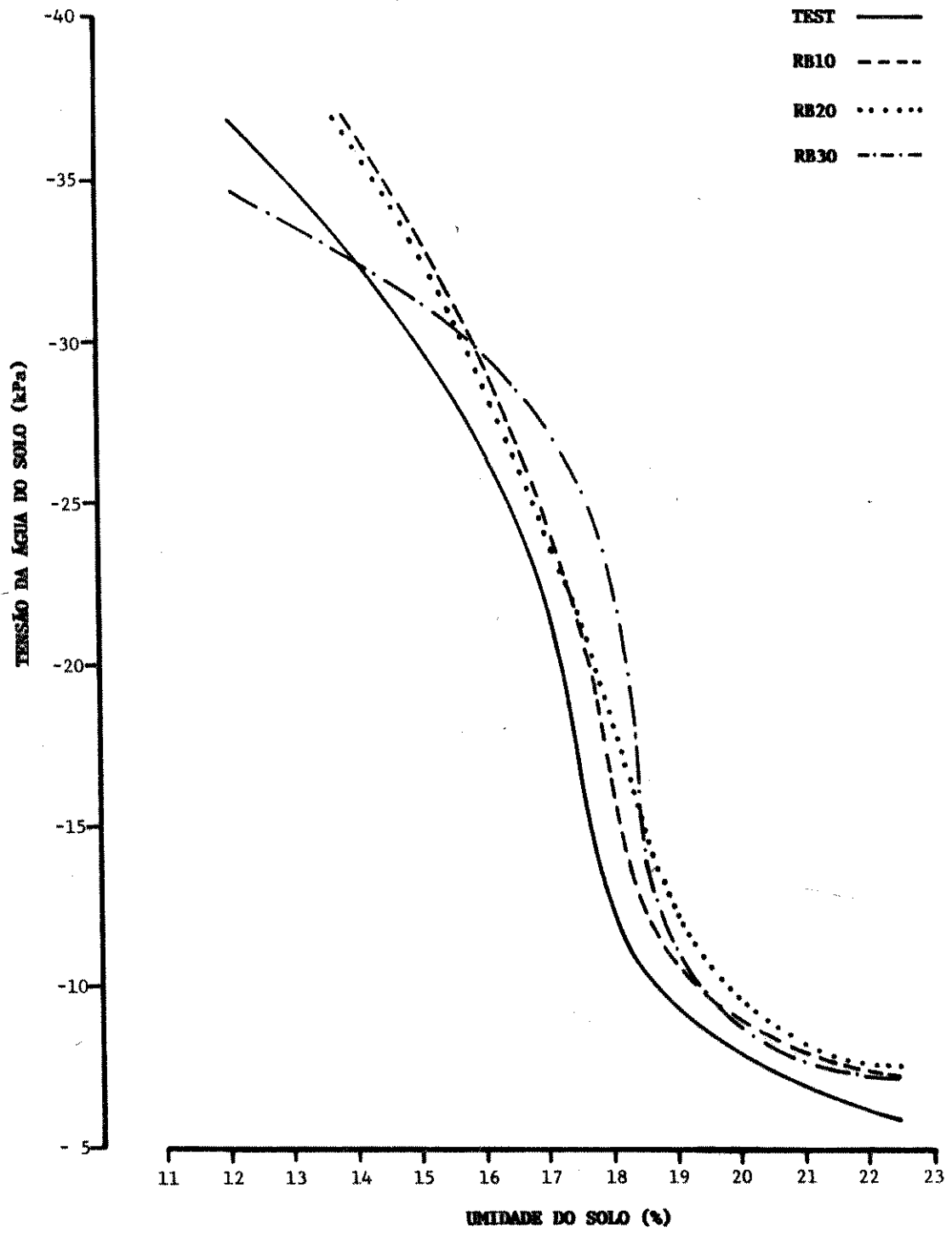


Figura 18. Curvas características do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda B com diferentes cargas e na Testemunha.

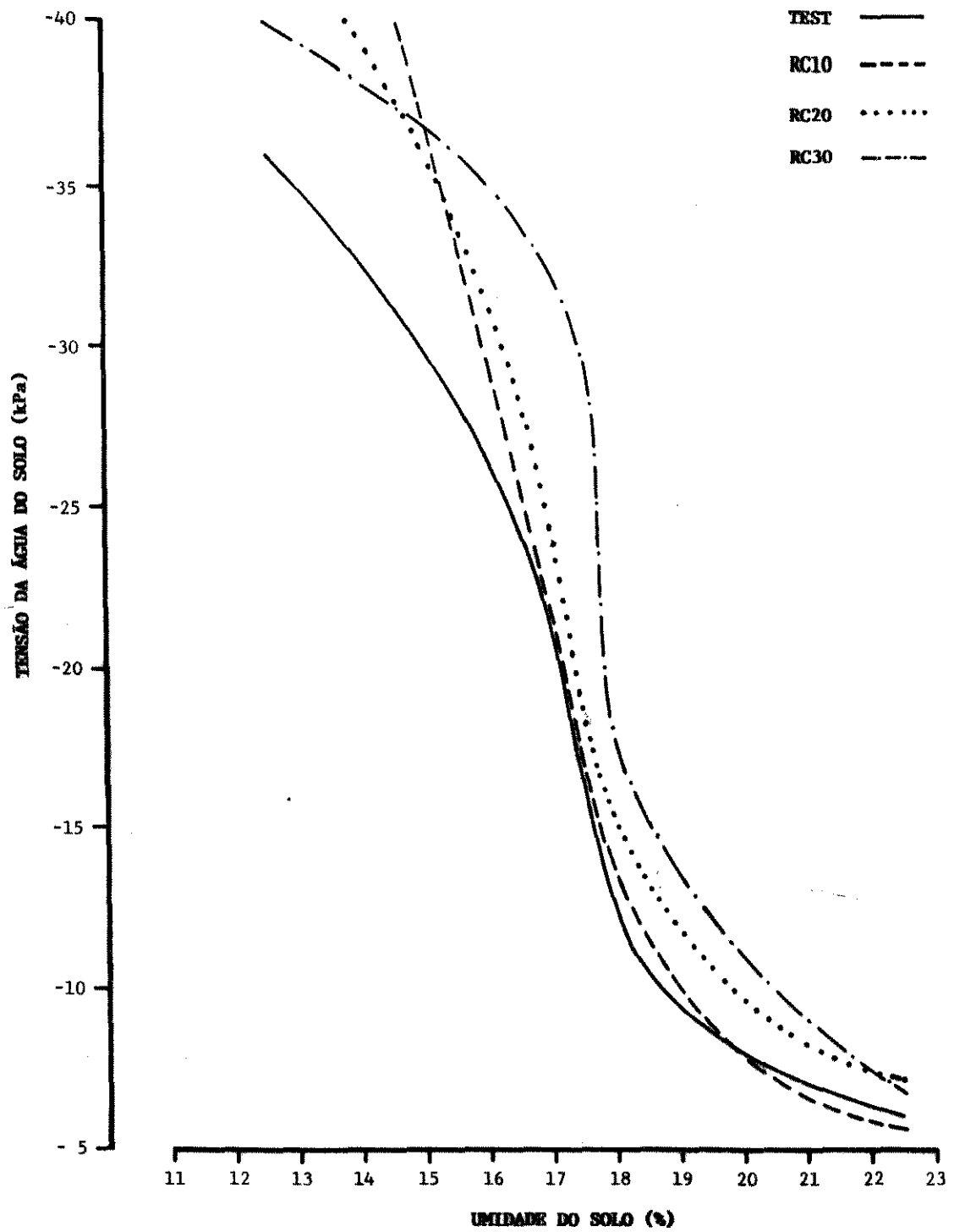


Figura 19. Curvas características do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda C com diferentes cargas e na Testemunha.

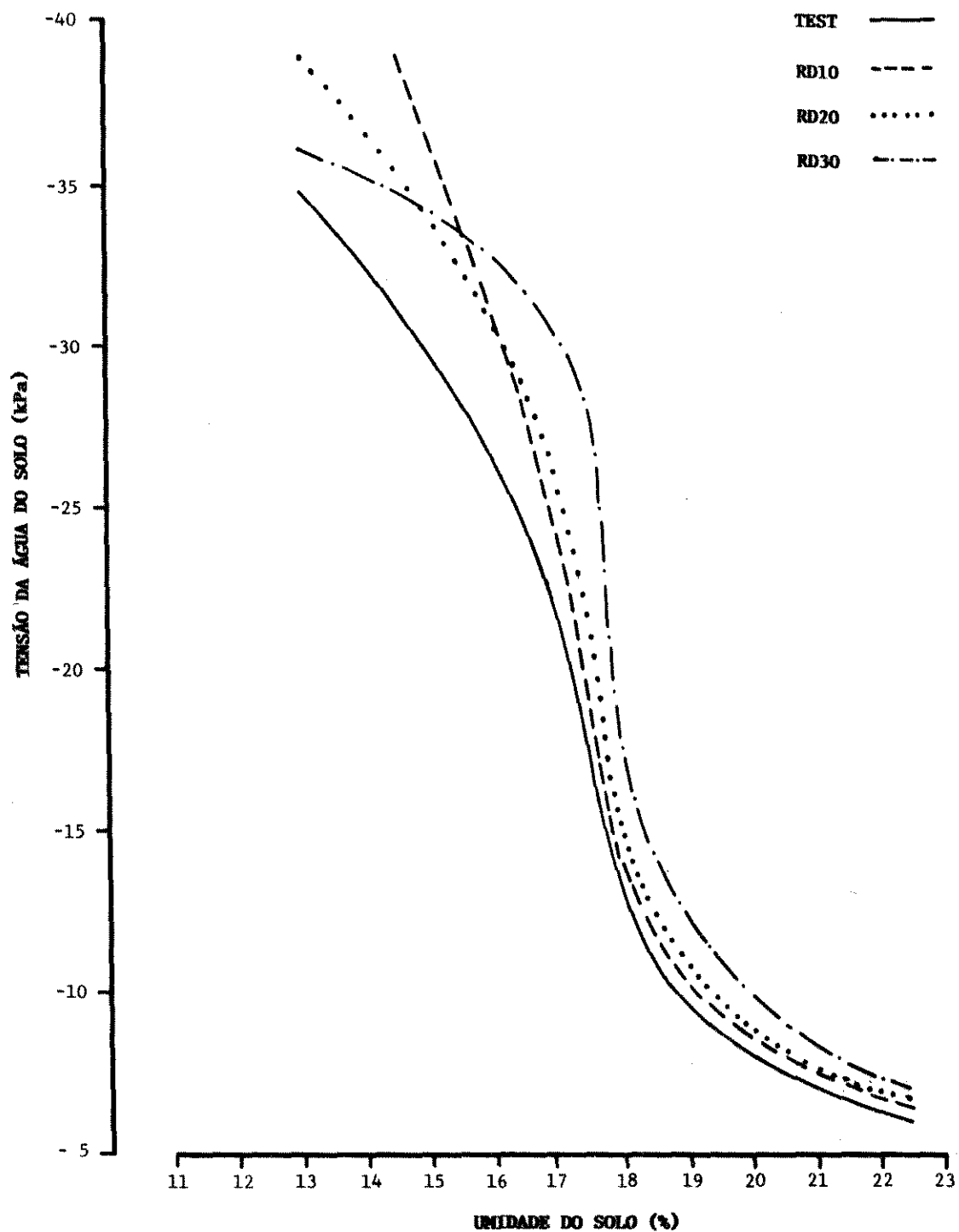


Figura 20. Curvas características do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda D com diferentes cargas e na Testemunha.

pelas forças adsorptivas, que dependem menos da estrutura. O mesmo autor cita ainda, que os solos compactados tem sua porosidade afetada com influência direta na tensão capilar o que leva solos compactados e não compactados apresentarem curvas diferentes em altos potenciais de água. Em outras palavras, solos compactados apresentam um maior teor de umidade sob dada tensão e justamente isto pode ser verificado nas curvas características do solo, para cada roda com cargas e compactação diferentes.

A princípio parece lógico entender que solos mais compactados devam registrar maiores valores de retenção da água, porém os tratamentos mais compactados, apresentaram-se mais úmidos no final do período de secagem, o que justifica os menores valores de tensão.

Dois fatores físicos podem justificar o comportamento da umidade do solo frente a compactação: a evaporação e a condutividade hídrica. O primeiro trata da forma como a água pode sair da camada superficial do solo e o segundo trata da facilidade com que a água das camadas inferiores podem migrar para as camadas superiores.

Em solos não compactados a água se encontra retida sob menores tensões sendo mais susceptíveis ao processo de evaporação na camada superficial. Por outro lado, a condutividade é menor, dificultando a migração de água das camadas inferiores.

Em solos compactados ocorre o contrário, a água retida sob maior tensão retarda a evaporação e a condutividade sendo maior, facilita a migração da água. Esta teoria se confirmou nos tratamentos com diferentes compactações, explicando o comportamento hídrico apresentado.

Os resultados da tensão da água do solo observados no período de 9 a 17/05/89, serviram para indicar o momento de se fazer a semeadura e aplicar os tratamentos no Ensaio II, para se repetir o mesmo estado de umidade em que se aplicou os tratamentos no Ensaio I.

Nota-se que a tensão média da água do solo no dia da aplicação dos tratamentos no Ensaio I, era de $-9,64$ kPa (Tabela 6) e a umidade média de $19,09\%$ (Tabela 7). A reprodução dessa umidade para o Ensaio II, foi conseguida pelo acompanhamento da variação da tensão média da água no solo, que no dia 17/05/89, foi de $-9,43$ kPa (Tabela 18), correspondendo a uma umidade média determinada de $19,77\%$ (Tabela 19). Esses resultados comprovam a validade de se acompanhar a umidade através de tensiômetros, para reprodução de valores desejados, com base na curva característica do solo, desde que a geometria do sistema não varie, conforme relata REICHARDT (1985).

O Tabela 21 mostrou os valores da tensão da água do solo durante o período de emergência no Ensaio II. O comportamento apresentado é idêntico a fase inicial do período de secagem do Ensaio I, o que é justificável, pois no período de emergência o solo foi mantido com teores elevados de umidade e não há, ainda, interferência apreciável da cultura.

Com base nas curvas características do solo levantada no Ensaio I e nos maiores e menores valores da tensão, registrados no período de emergência, pode-se estimar que a umidade variou entre 17% e 20% .

Retomando o período de secagem onde a umidade do solo manteve-se em teores mais elevados nos tratamentos que

receberam maior intensidade de compactação, por terem retardados o processo de evaporação, é de se esperar um comportamento térmico diferenciado em função dos tratamentos.

A Tabela 11 apresentou os resultados da temperatura do solo durante o período de secagem. A análise estatística da temperatura para o horário das 15:00 horas, que pode ser vista na Tabela 12, não identificou diferenças significativas entre os tratamentos, porém verifica-se para as médias das cargas, um ligeiro decréscimo da temperatura com o acréscimo da carga de compactação.

As Figuras 21 a 24 ajudam a visualizar o comportamento térmico do solo para cada tratamento, durante o período de secagem no Ensaio I e pode-se observar, principalmente nos horários de 13:00 e 15:00 horas, valores de temperatura menores para os tratamentos que receberam maior carga de compactação. O mesmo comportamento foi verificado por STEFANUTTI *et al* (1980), que cita em seu trabalho, existir uma relação inversa entre a temperatura do solo e a carga de compactação.

Este comportamento foi mais nítido para a Roda A onde se verificou uma diferença instantânea de temperatura de aproximadamente 1°C , entre os tratamentos que receberam maior e menor carga de compactação e menos nítido para as outras rodas, principalmente para a Roda C.

O comportamento térmico do solo pode ser facilmente compreendido, quando se analisa suas propriedades térmicas como: calor específico e condutividade e ainda, fatores físicos que alteram estas propriedades. A primeira propriedade se refere ao solo como reservatório de calor e a segunda como transmissor de calor. Quanto aos fatores

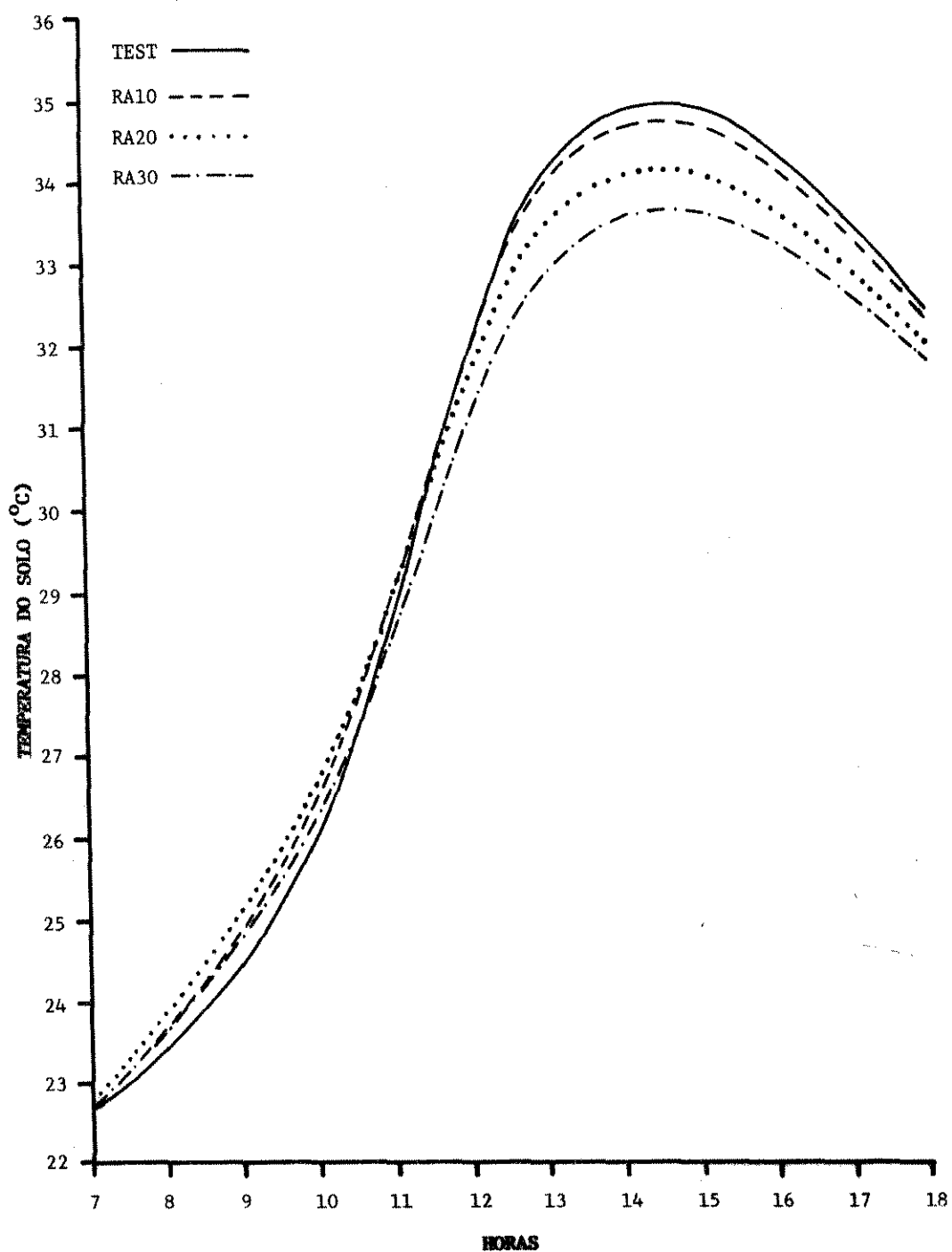


Figura 21. Evolução da temperatura do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda A com diferentes cargas e na Testemunha.

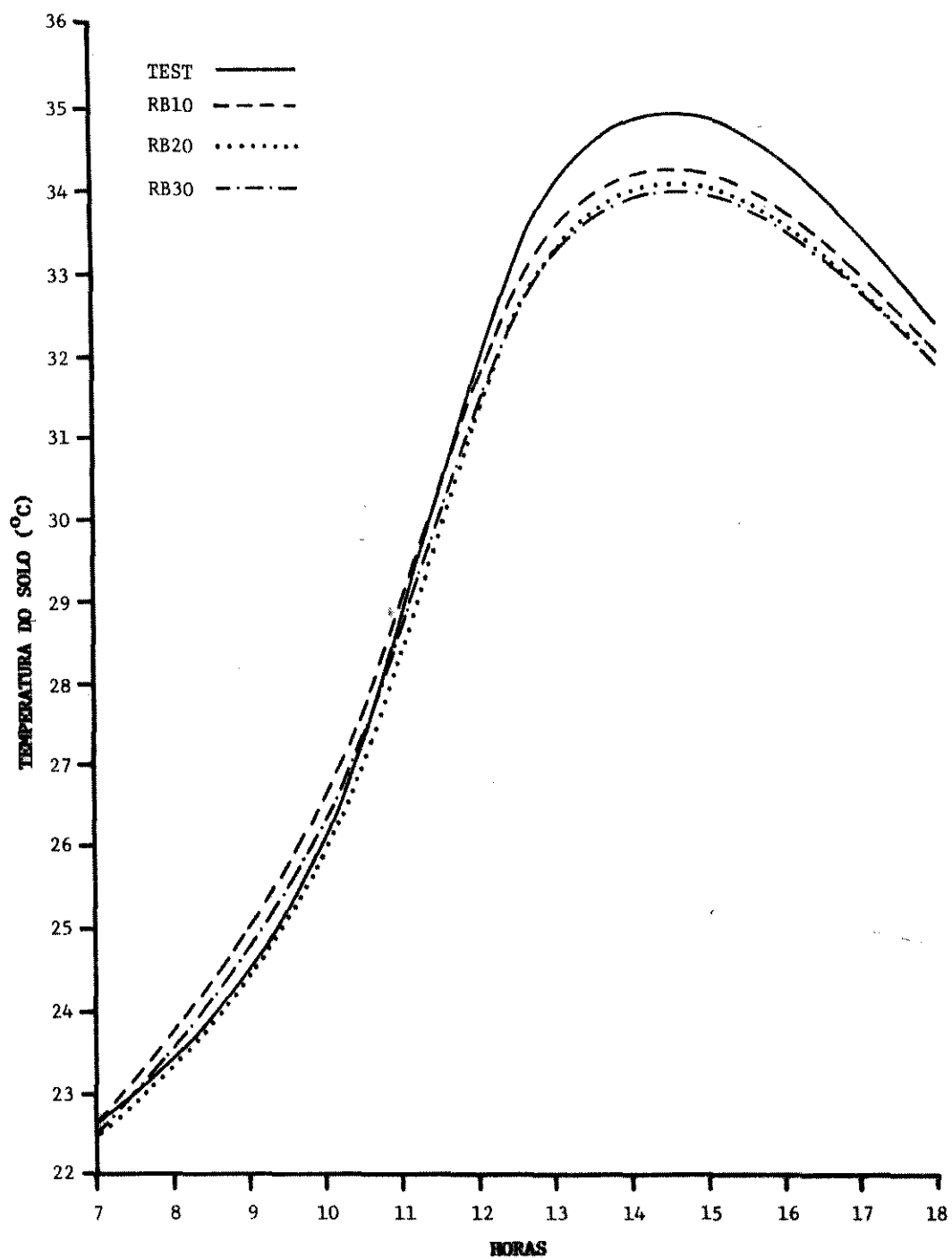


Figura 22. Evolução da temperatura do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda B com diferentes cargas e na Testemunha

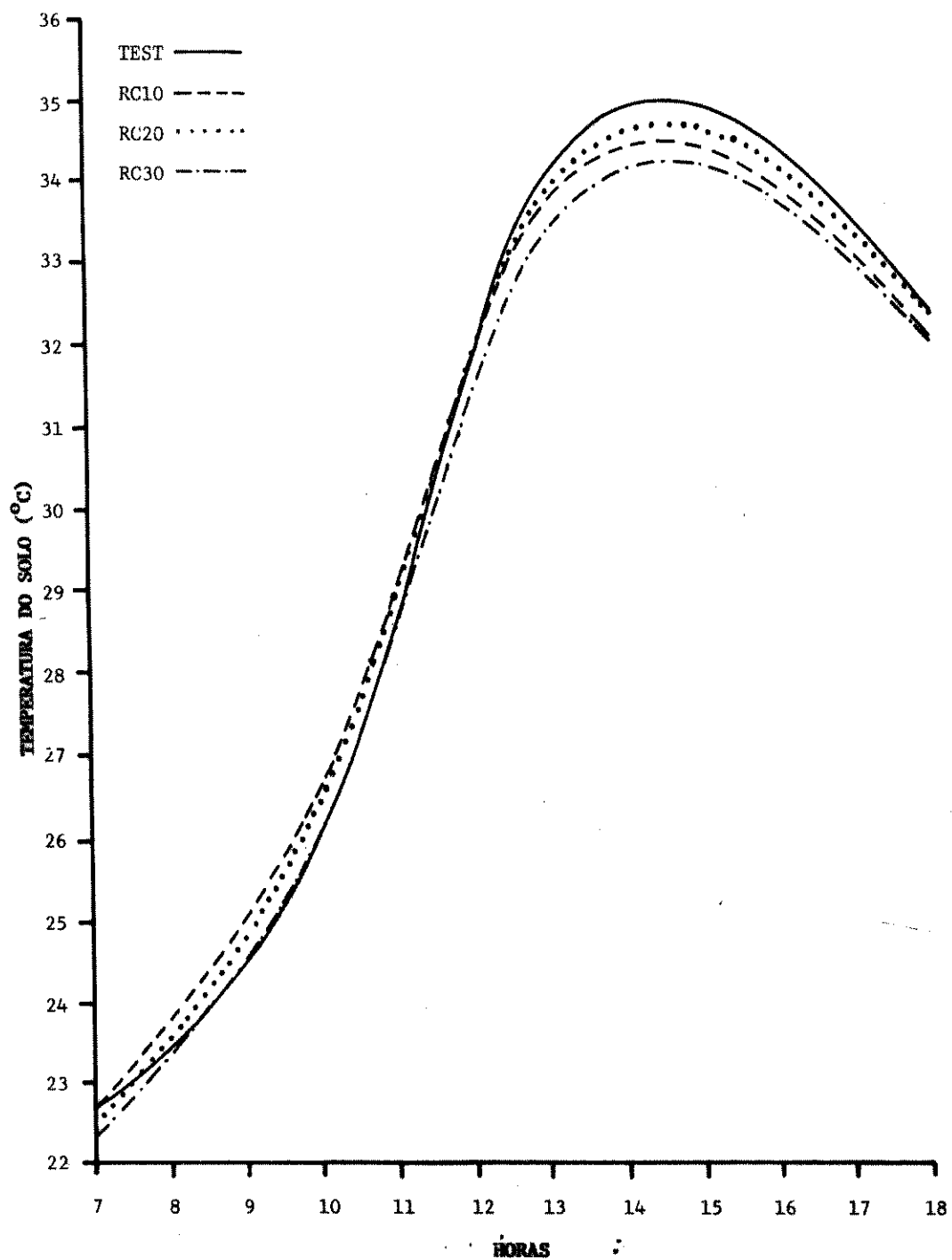


Figura 23. Evolução da temperatura do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda C com diferentes cargas e na testemunha.

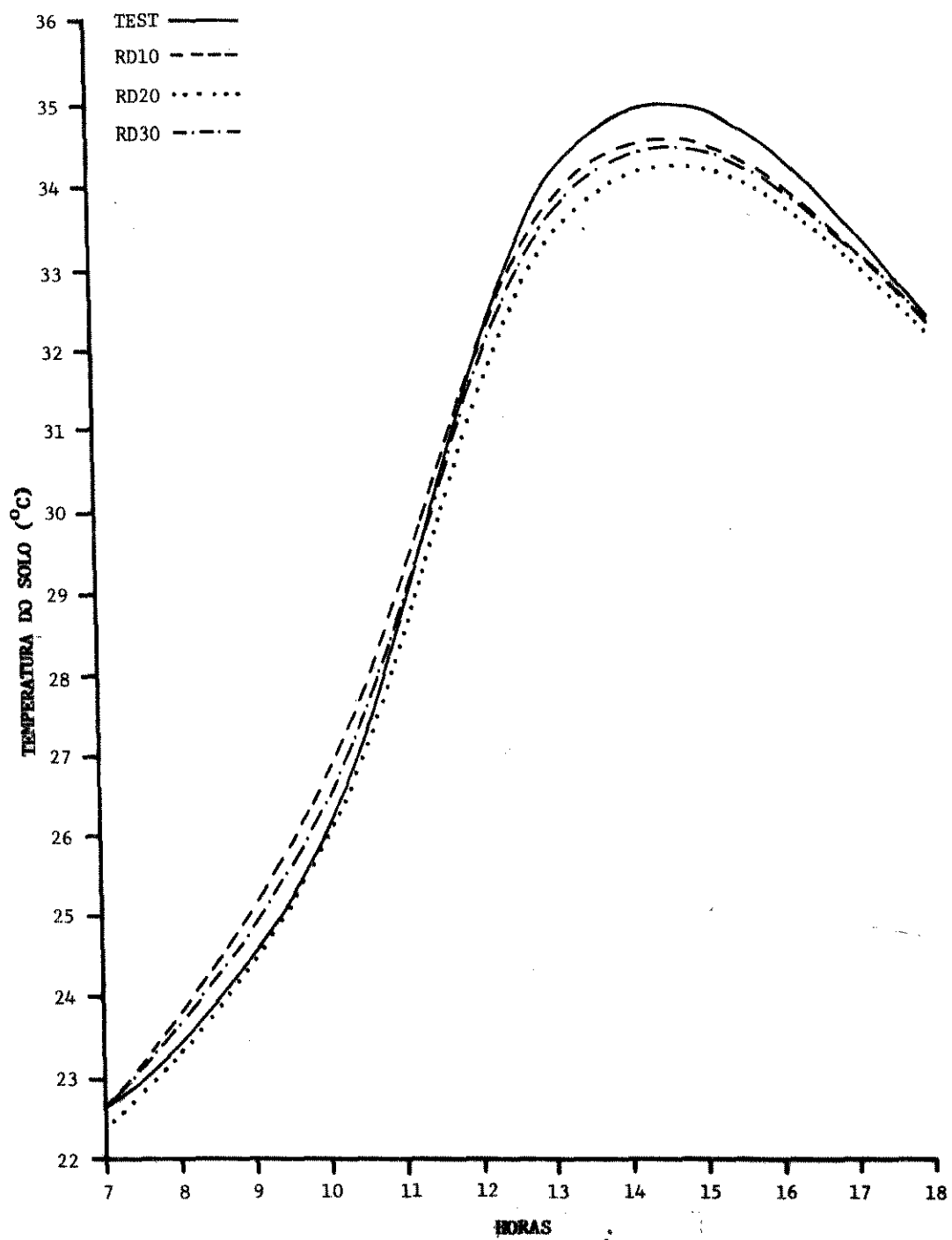


Figura 24. Evolução da temperatura do solo durante o período de secagem, nos tratamentos que receberam a Roda D com diferentes cargas e na Testemunha.

físicos, REICHARDT (1985), cita dentre outros, a umidade e a densidade global.

O calor específico dos solos minerais difere muito pouco e como a umidade varia, o calor específico passa a ser uma função do teor de umidade.

Quanto a umidade, CRUCIANI (1980), relata que em solos saturados, a grande capacidade calorífica do sistema produz pequenos acréscimos de temperatura, apesar da absorção efetiva de calor. Além disso, com o processo de evaporação, mais calor é consumido em um solo úmido do que em um solo seco.

Por sua vez REICHARDT (1985), cita que a condutividade térmica do solo, além de depender principalmente da umidade, é função também da densidade global, que é afetada diretamente pela compactação. A densidade global, através da porosidade total, define a fração líquida e gasosa do solo e a condutividade térmica da água é maior que a condutividade térmica do ar o que justifica sua influência na temperatura do solo.

A Tabela 9 já discutida no item anterior, mostrou que os tratamentos mais compactados retiveram durante o período de secagem do solo, maior teor de umidade, aumentando seu calor específico e retardando seu aquecimento.

A Tabela 22 mostrou a evolução da temperatura horária do solo para cada tratamento, durante o período de emergência no Ensaio II. Pode-se observar que o comportamento térmico neste período foi similar ao observado durante o período de secagem no Ensaio I, notando que as diferenças instantâneas de temperatura, foram mais nítidas também para a Roda A e praticamente inexistentes para a Roda C.

A Tabela 23 retratou a temperatura média do solo durante o período de desenvolvimento da cultura e as Figuras 25 a 28 refletem seu comportamento térmico, que se mostrou semelhante ao do período de secagem do Ensaio I e dos períodos de emergência do Ensaio II, com exceção da Roda C que teve um comportamento nitidamente diferente das demais Rodas, registrando uma temperatura maior para os tratamentos que receberam maior carga de compactação.

Como a umidade do solo não foi determinada durante o desenvolvimento da cultura, fica difícil relacionar o comportamento térmico, distinto, da Roda C, com o calor específico do solo, além do que, este comportamento pode ter ocorrido devido a interação solo-planta, pois durante o Ensaio I, onde a planta não estava presente, ele não se verificou.

Durante o desenvolvimento da cultura os resultados da temperatura do solo foram separados em três diferentes períodos a saber: período de 19 a 30/06/89, após o desbaste e antes da floração; período de 12 a 21/07/89, durante a floração e período de 01 a 10/08/89, durante a frutificação, a fim de detectar possíveis mudanças no comportamento térmico do solo, o que não se verificou, conforme pode ser visto nos resultados apresentados pelos Apêndices 15, 16 e 17.

Pelos resultados, até então analisados, o comportamento hídrico e térmico do solo nos tratamentos, se alteraram principalmente em função das cargas, o que reflete diferentes estados de compactação do mesmos.

COOPER e NICHOLS (1959), definem o estado de compactação de um solo, como sendo incremento da densidade

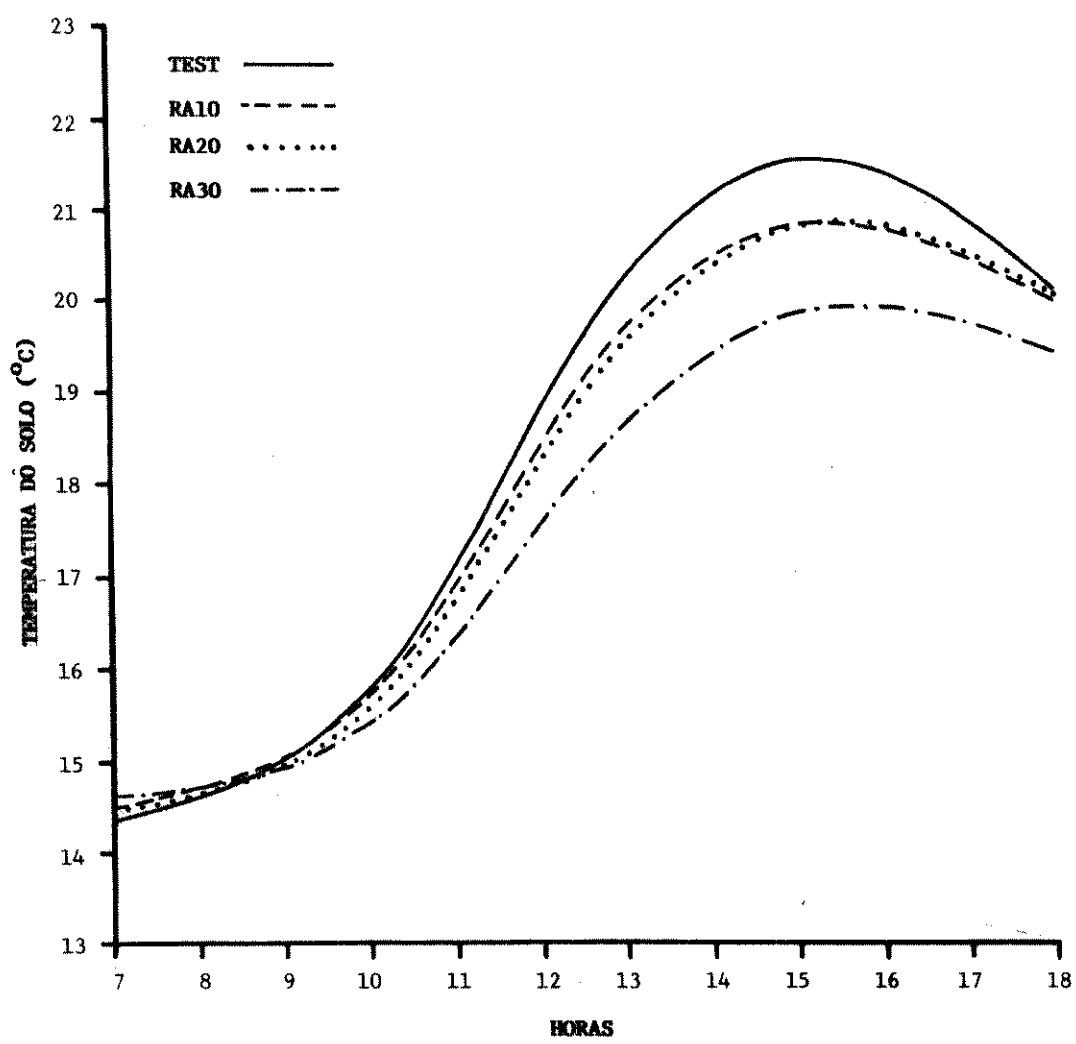


Figura 25. Evolução da temperatura do solo durante o período de desenvolvimento da cultura, nos tratamentos que receberam a Roda A com diferentes cargas e na Testemunha.

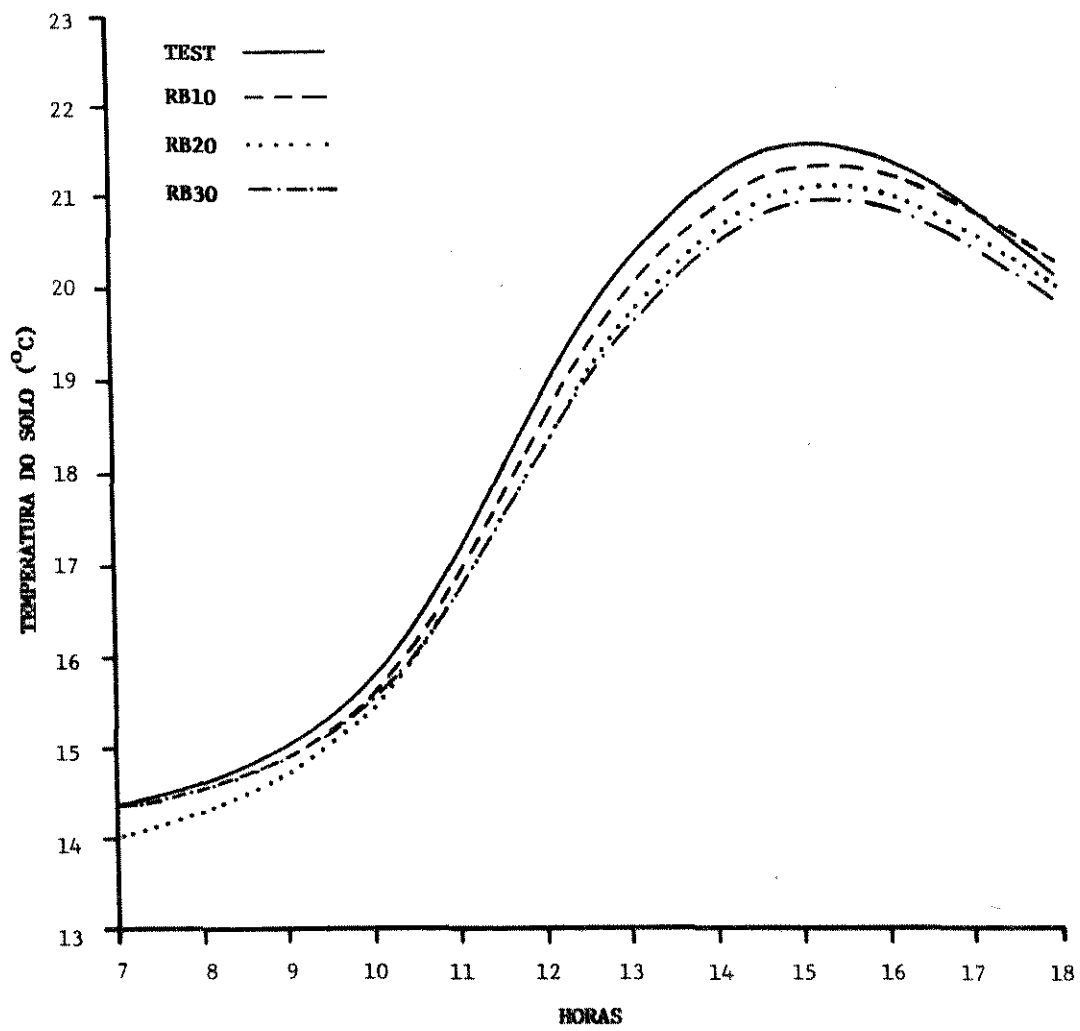


Figura 26. Evolução da temperatura do solo durante o período de desenvolvimento da cultura, nos tratamentos que receberam a Roda B com diferentes cargas e na Testemunha.

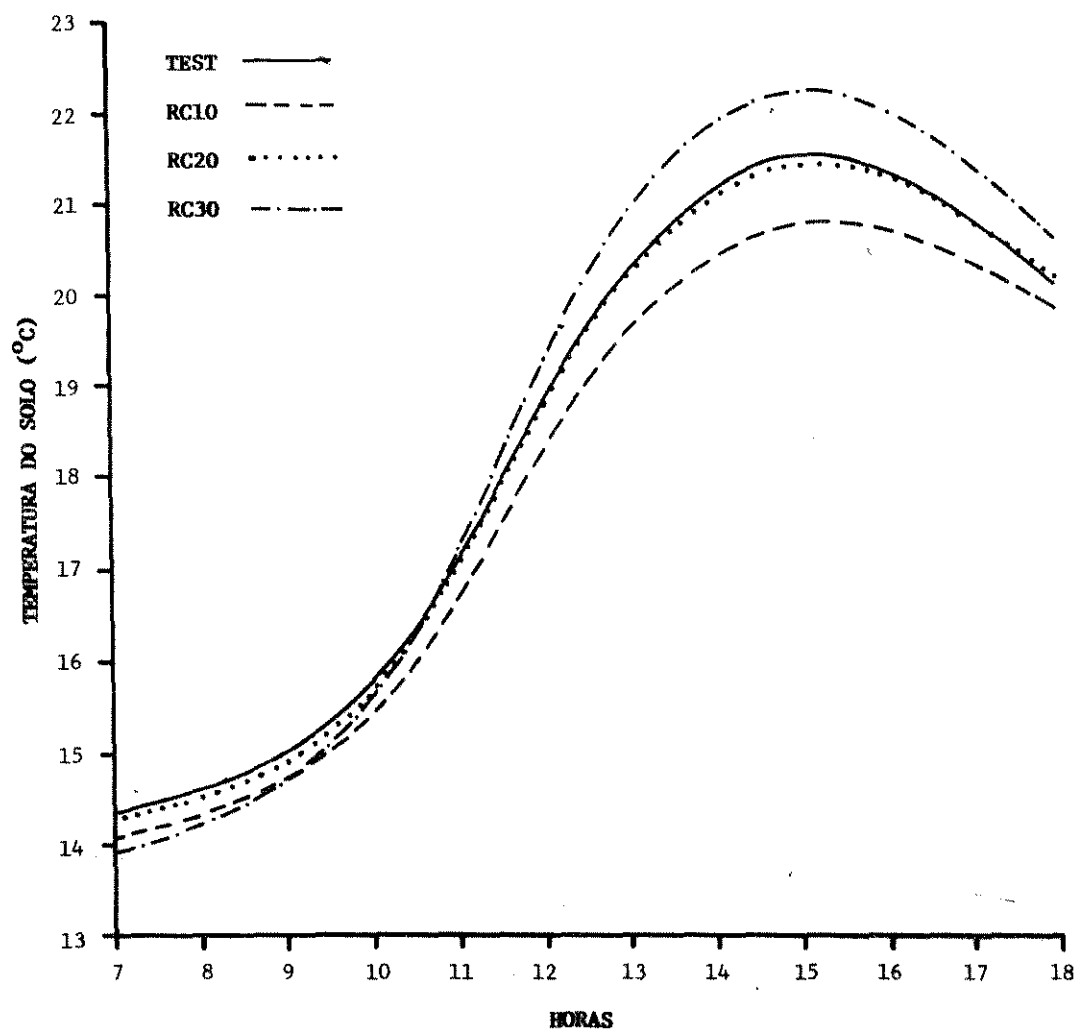


Figura 27. Evolução da temperatura do solo durante o período de desenvolvimento da cultura, nos tratamentos que receberam a Roda C com diferentes cargas e na Testemunha.

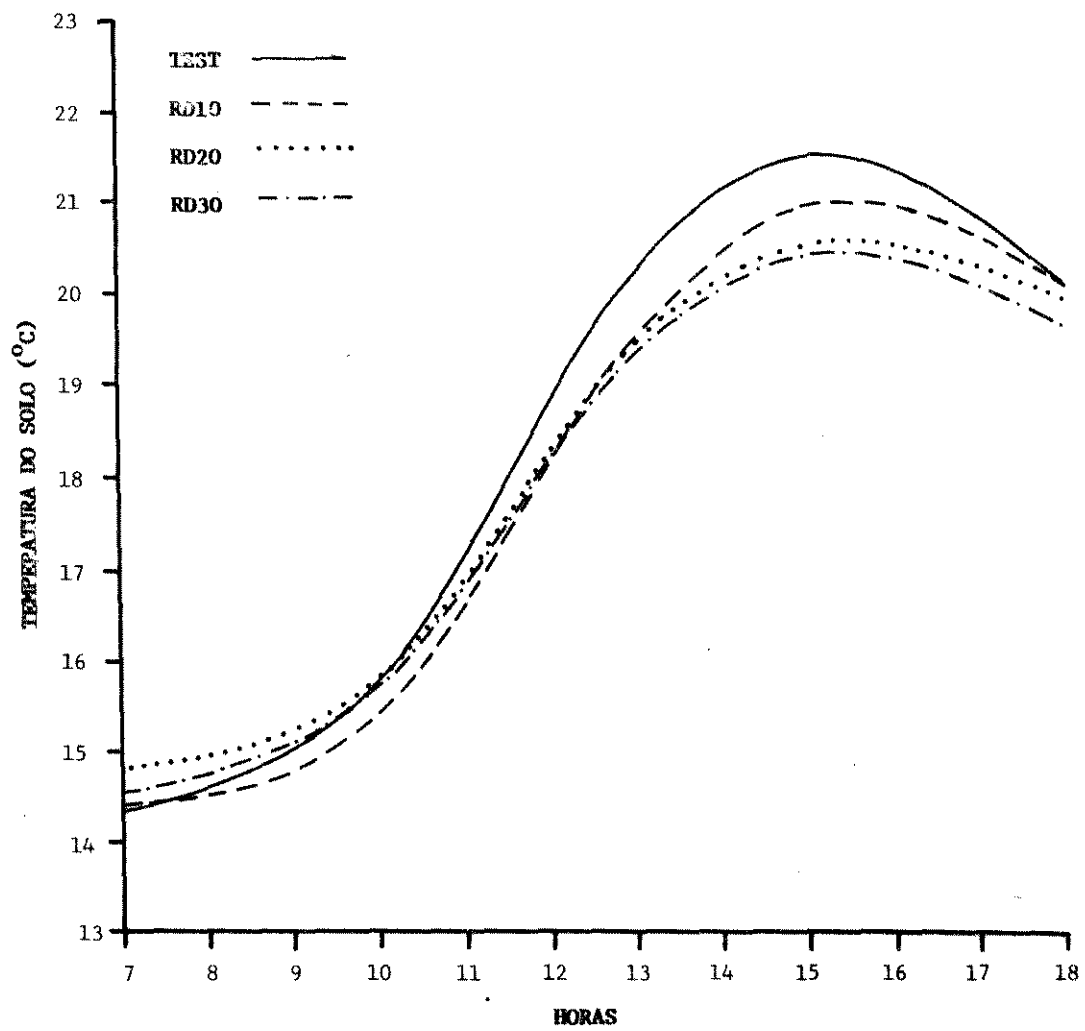


Figura 28. Evolução da temperatura do solo durante o período de desenvolvimento da cultura, nos tratamentos que receberam a Roda D com diferentes cargas e na Testemunha.

global por redução dos espaços porosos. Como indicador do estado de compactação, a densidade global foi determinada no Ensaio I em todos os tratamentos para as profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm, conforme os resultados apresentados na Tabela 13.

Segundo KIEHL (1979), a amplitude da densidade global de solos argilosos, varia de 1,00 a 1,25 g/cm³. No caso do solo da pista de ensaio, que é um solo argiloso, os resultados revelaram, para a testemunha que não recebeu carga de compactação, densidade global em torno de 1,03 e 0,95 g/cm³, respectivamente para as profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm, o que nos leva a entender que o solo se encontrava bem solto, ou seja, bem mobilizado. Para tratamentos que receberam maior carga de compactação, como o RA10, a densidade global máxima foi em torno de 1,12 e 1,09 g/cm³, respectivamente para as profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm, mostrando que a compactação aplicada pelas rodas é bastante discreta.

A Tabela 14 mostrou a análise estatística da densidade global para a profundidade de 5 a 10 cm. Os resultados revelaram diferenças significativas entre rodas e cargas, diferenças estas que foram verificadas também para a profundidade de 0 a 5 cm. O teste de Tukey das médias, revelou para a Roda A, densidade global média de 1,03 g/cm³ diferindo significativamente das Rodas B e C, que apresentaram respectivamente médias de 0,99 e 0,98 g/cm³. O mesmo teste mostrou que a carga de 30 kgf apresentou maior densidade global média, 1,04 g/cm³, seguida das cargas de 20 kgf e 10 kgf, com respectivas médias de 1,01 e 0,95 g/cm³.

Pelos resultados apresentados, verifica-se que a Roda A independente da carga, foi a que mais compactou o solo e a Roda C a que menos compactou o solo e, como já era esperado, a densidade global apresentou uma relação direta com a carga de compactação.

A influência do tipo de rodas e cargas nos níveis de compactação do solo, que pôde ser detectada pela densidade global, apresentando inclusive diferenças significativas, foi igualmente confirmado ao se analisar os resultados de resistência à penetração apresentados na Tabela 15. Os resultados mostraram um aumento da resistência à penetração com o aumento da carga de compactação.

A Tabela 16 mostrou a análise estatística da resistência à penetração para a profundidade de 4 a 6 cm, revelando diferenças significativas entre rodas, cargas e testemunha. Estas diferenças significativas foram verificadas também nas outras camadas do solo, principalmente nas camadas superiores.

O teste de Tukey para a média das rodas mostrou diferenças significativas entre as Rodas A, B e C, sendo que a Roda A apresentou média superior de 3,73 kgf/cm², seguida das Rodas D e B, indicando a Roda C com menor média, 2,01 kgf/cm².

Para as cargas, o teste de Tukey mostrou que estas, diferem significativamente entre si, colocando a maior média de resistência à penetração, 3,65 kgf/cm², para a carga de 30 kgf, seguida da carga de 20 kgf, com 3,05 kgf/cm² e a menor, 2,19 kgf/cm², para a carga de 10 kgf, que ainda é um valor maior que o apresentado pela testemunha, 1,85 kgf/cm².

Os resultados de resistência à penetração demonstraram que a Roda A aplica maior compactação ao solo e a Roda C menor e ainda, uma relação direta entre a resistência à penetração e a carga de compactação, resultados já revelados pela análise da densidade global.

As análises estatísticas da densidade global e resistência à penetração, não revelaram diferenças significativas entre as Rodas A e D, porém colocam a Roda A como a que mais compactou o solo, seguida da Roda D. Este resultado é reafirmado ao se verificar a Tabela 17, que revelou a pressão aplicada ao solo por estas rodas. Pode-se ver que a Roda A aplicou maior pressão sobre o solo que a Roda D e que para ambas, a pressão foi maior à medida que se aumentou a carga de compactação.

Tanto a densidade global quanto a resistência à penetração, serviram como indicadores para mostrar que a compactação do solo sobre a linha de semeadura, muda de roda para roda e com a intensidade da carga e decorrente desta, ocorreram também mudanças no comportamento hídrico e térmico do solo.

Muito ainda poderia ser discutido sobre estes resultados físicos do solo, porém o mais importante, no caso, seria comprovar a exemplo de vários outros autores citados na revisão bibliográfica, que a compactação da superfície do solo na linha de semeadura altera a umidade, a temperatura, a resistência mecânica e por conseguinte deve alterar também o comportamento das plantas.

5.2. Medidas Relativas às Plantas

Uma série de medidas com relação às plantas, foram levantadas ao decorrer do Ensaio II, para se avaliar o desenvolvimento das mesmas. Estas medidas são discutidas neste item, segundo a ordem natural do desenvolvimento das plantas.

O ato da semeadura realizado no Ensaio II em 17/05/89, encontrou o solo em condições adequadas de umidade, com valor médio de 19,77%, conforme mostrou a Tabela 19, já discutido fisicamente no item anterior. Imediatamente após a semeadura, foram aplicados os tratamentos e a Tabela 20 mostrou os resultados da pressão específica, inferida ao solo pelas Rodas A e D, que semelhantemente ao Ensaio I apresentam uma relação direta com a carga de compactação.

Durante o período de emergência houve um acompanhamento diário da tensão da água e temperatura do solo, conforme mostraram as Tabelas 21 e 22, também já discutidas fisicamente. Pelos resultados da tensão da água do solo neste período, pode-se verificar que a umidade, fator primordial para a germinação, manteve-se em torno de 17,50%, sendo suficiente para promover uma boa germinação. Doneen & McGillivray (1943), citados por POPINIGIS (1977), mostraram que em solo franco-arenoso com umidade entre 12% e 18%, a emergência do feijoeiro esteve em torno de 90% e para umidades menores que 12% a emergência decresceu.

Quanto ao regime térmico do solo, a Tabela 22 registrou durante o período de emergência temperatura mínima em torno de 13,0°C para as 7:00 horas e temperatura máxima

em torno de $24,0^{\circ}\text{C}$ para as 15:00 horas. É preciso considerar que estes valores são médios, havendo dias que a temperatura do solo às 7:00 horas esteve em torno de $10,0^{\circ}\text{C}$.

Estas temperaturas são consideradas baixas para o feijoeiro, retardando a germinação e a emergência das plântulas. SINGH & MACKE (1966), estudaram o crescimento e nutrição do feijoeiro à diferentes temperaturas do solo, notando que o melhor crescimento deu-se entre $24,0$ e $30,0^{\circ}\text{C}$.

O atraso da emergência pode ser verificada ao se analisar as Figuras 29 a 32, que refletem os valores da velocidade de emergência das plântulas do feijoeiro, contidos nos Apêndices 18 e 19. Observa-se com exceção da testemunha e do tratamento RC10, que as primeiras plântulas emergiram efetivamente 7 dias após a semeadura, em 24/05/89, estendendo-se por mais 10 dias, até 02/06/89.

Pode-se observar nitidamente, para qualquer roda, que os tratamentos com menor carga de compactação tiveram uma emergência mais rápida, sendo superados somente pela testemunha que não recebeu compactação.

Retomando o comportamento térmico do solo neste período, nota-se uma correlação entre os tratamentos que apresentaram maior temperatura média do solo e os tratamentos com maior velocidade de emergência. A diferença de temperatura entre os tratamentos é pequena, mas pode ter afetado a velocidade de emergência.

Outro fator que com certeza contribuiu para que a testemunha e os tratamentos com cargas de 10 kgf tivessem maior velocidade de emergência, foi a menor resistência mecânica destes tratamentos, conforme mostrou os resultados de resistência à penetração.

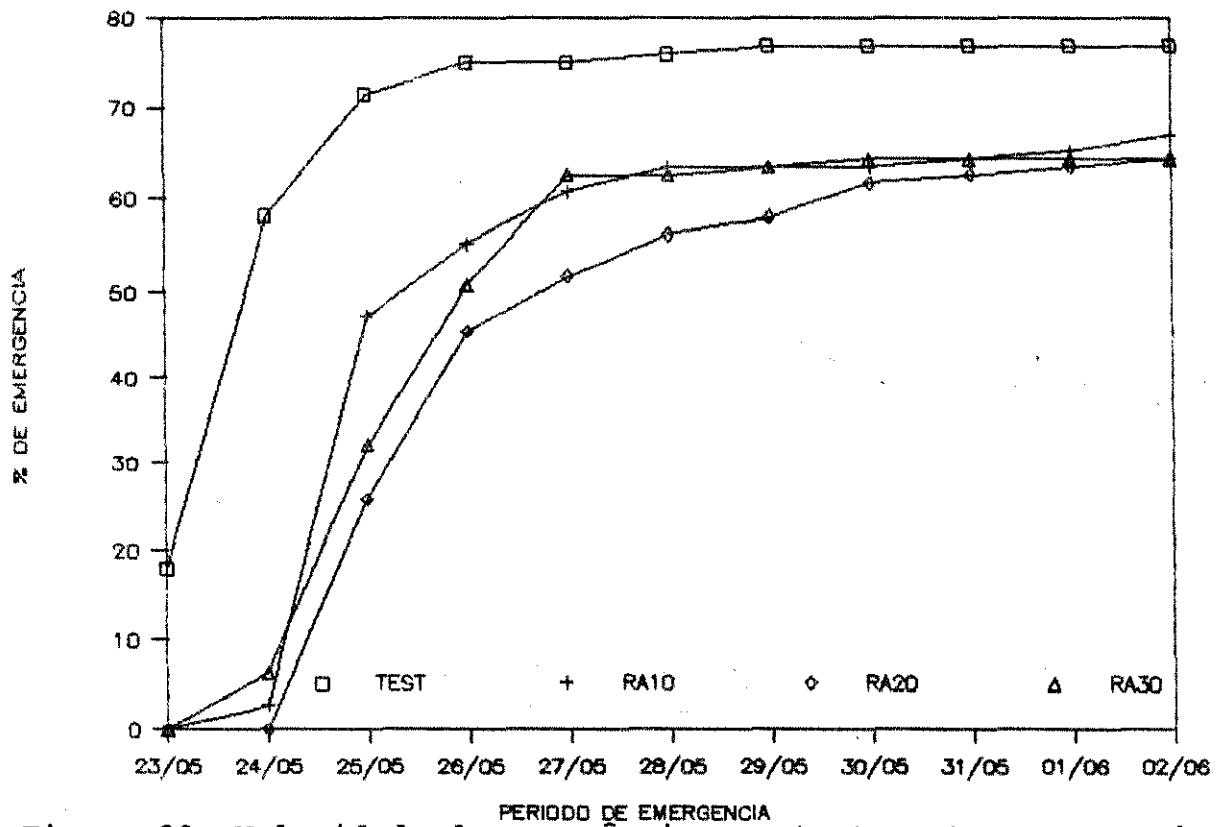


Figura 29. Velocidade de emergência nos tratamentos que receberam a Roda A com diferentes cargas e na Testemunha.

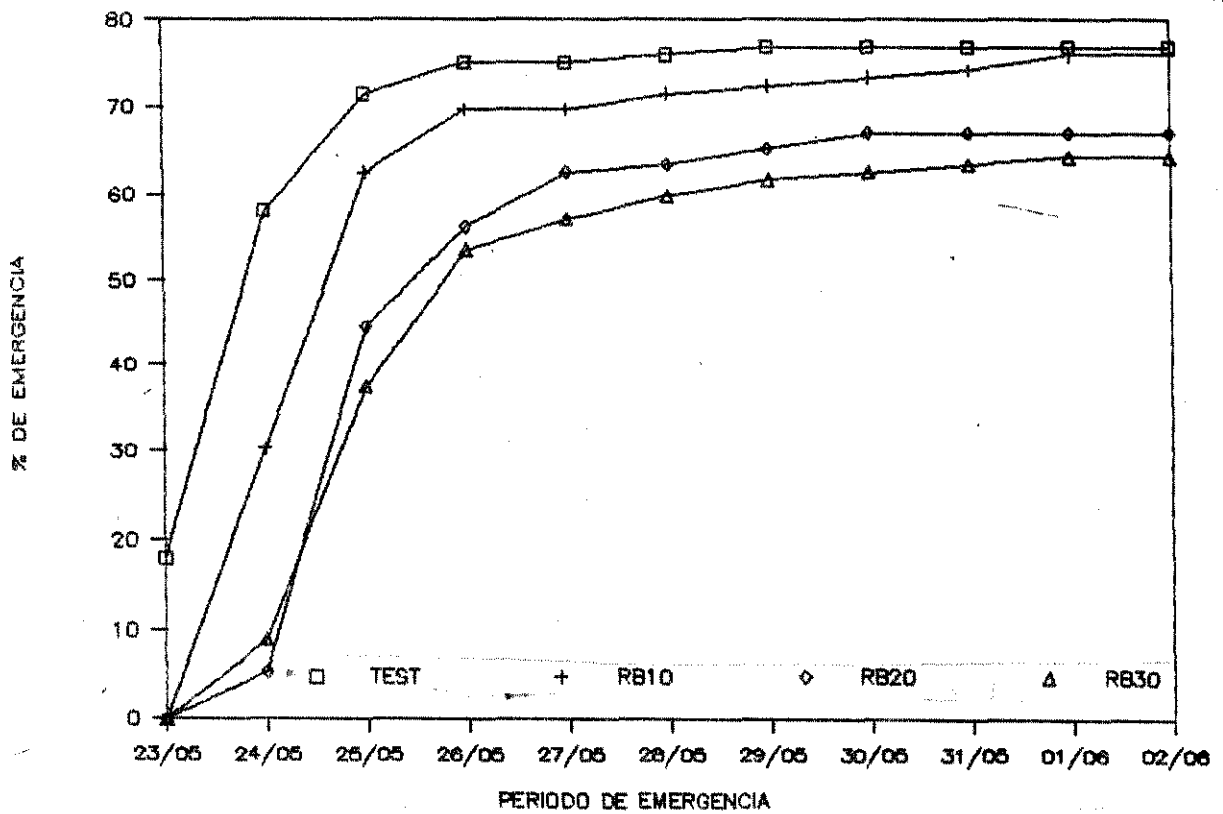


Figura 30. Velocidade de emergência nos tratamentos que receberam a Roda B com diferentes cargas e na Testemunha.

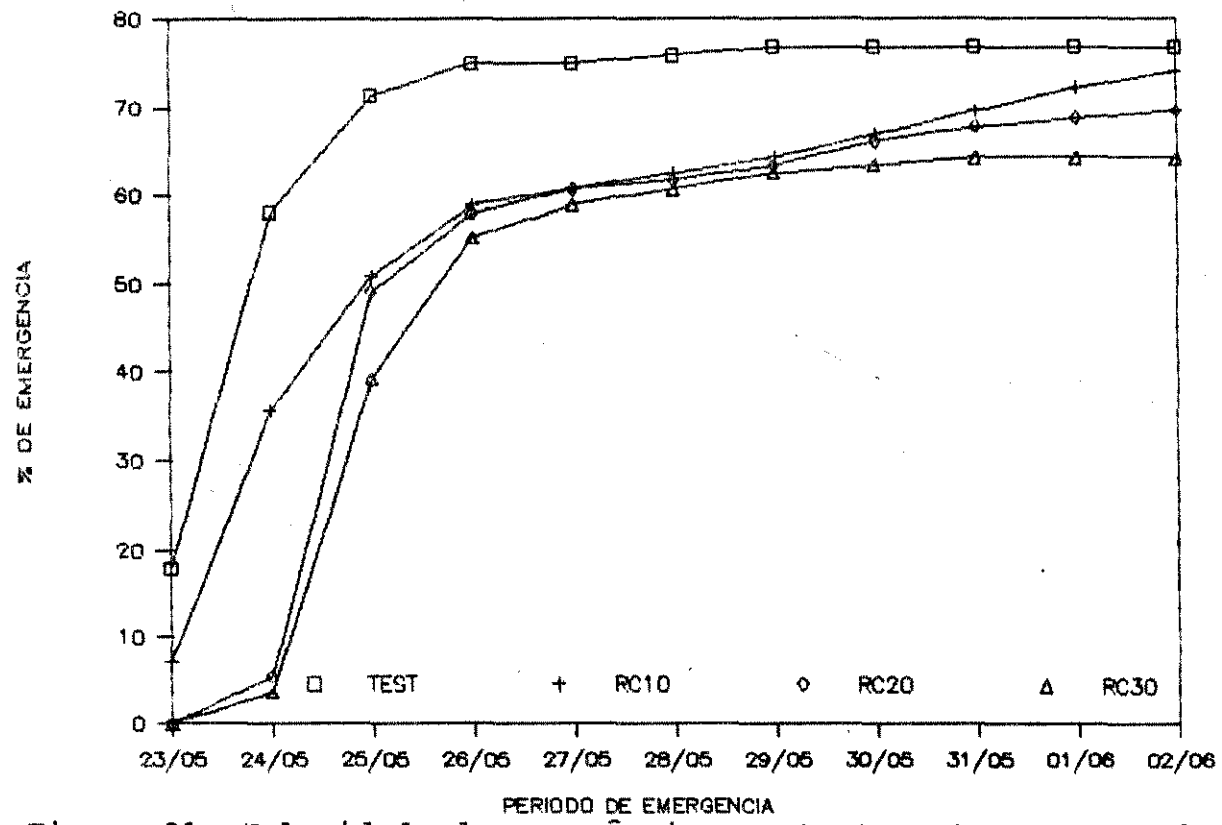


Figura 31. Velocidade de emergência nos tratamentos que receberam a Roda C com diferentes cargas e na Testemunha.

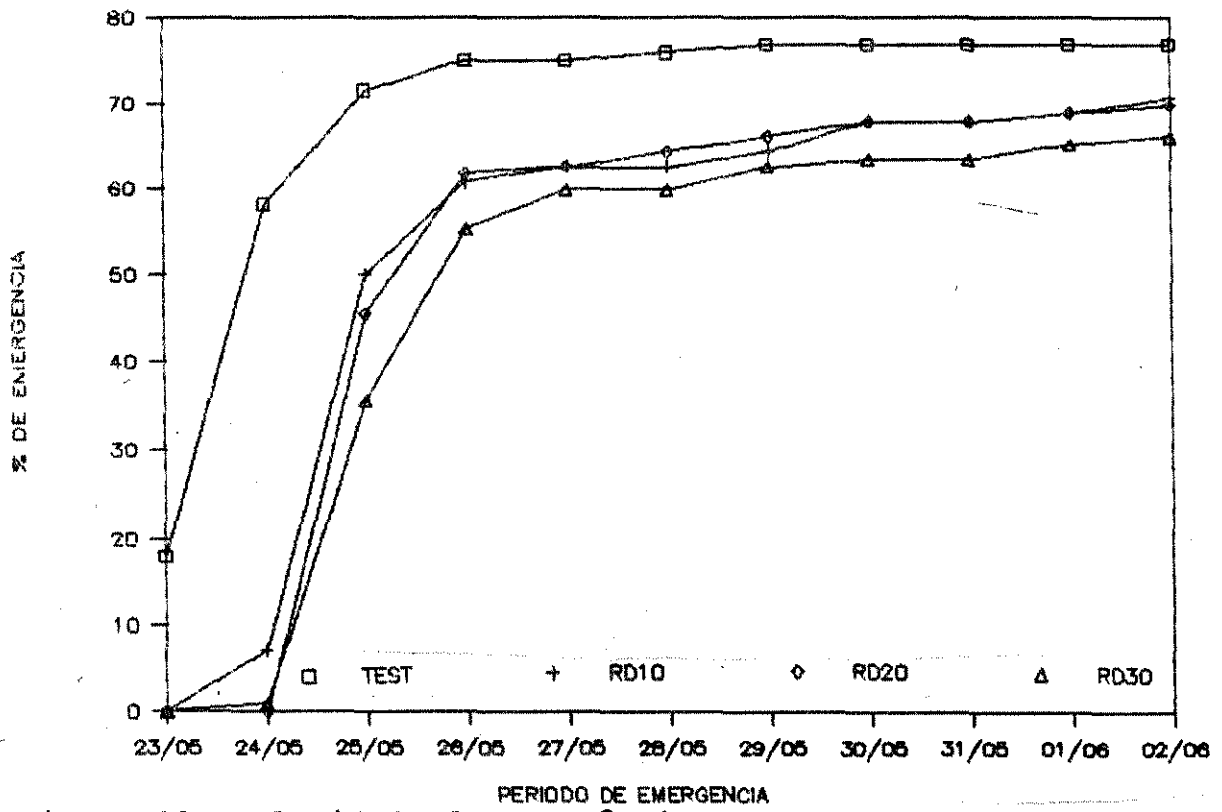


Figura 32. Velocidade de emergência nos tratamentos que receberam a Roda D com diferentes cargas e na Testemunha.

A Tabela 24 mostrou os resultados de emergência total em 02/06/89 e a Tabela 25 sua análise estatística, que apresentou diferenças significativas entre as cargas e testemunha. A testemunha apresentou média de emergência total de 76,79%, seguida dos tratamentos que receberam cargas de compactação de 10, 20 e 30 kgf, com respectivas emergências médias de 71,43%, 67,63% e 64,73%, evidenciando uma relação inversa entre a carga de compactação e a emergência total. Resultado semelhante foi verificado por COAN *et alii* (1986), em trabalho similar, com roda compactadora cilíndrica, variando a profundidade de semeadura e a carga de compactação.

As Tabelas 26 e 28, mostraram as medidas relativas ao desenvolvimento das plantas desbastadas em 14/06/89 e as Tabelas 27, 29, 30 e 31, suas análises estatísticas, revelando que o peso de matéria seca, altura das plantas e área foliar diferiram significativamente entre as cargas e testemunha e o número médio de folíolos, diferiu significativamente entre rodas, cargas e testemunha.

Sobre todas as medidas feitas, o teste de Tukey mostrou que a testemunha, tratamento que não recebeu compactação, apresentou as plantas mais desenvolvidas e a medida que se aumentou a carga de compactação para 10, 20 e 30 kgf, as plantas se apresentaram menos desenvolvidas, mostrando claramente uma relação inversa entre as cargas de compactação e o desenvolvimento inicial das plantas aos 28 dias após a semeadura.

Quanto ao número médio de folíolos, que apresentou diferenças significativas entre as rodas, o teste de Tukey para as médias das rodas e cargas, revelou que as

plantas se desenvolveram mais, perante a Roda C e que o desenvolvimento das plantas decresceu, a medida que se aplicou, respectivamente as Rodas D, B e A.

Como já foi visto, a Roda C aplicou menor compactação ao solo e a Roda A, maior compactação ao solo, reafirmando a relação inversa entre intensidade de compactação e o desenvolvimento das plantas.

Estes resultados estão de acordo com os relatos de KIEHL (1979), onde o autor cita que quanto mais elevada for a densidade aparente, maior será sua compactação, menor será sua estruturação e porosidade total e por consequência maiores serão as restrições ao crescimento da planta.

As Tabelas 32 a 35 mostraram as medidas relativas ao desenvolvimento das plantas, semanalmente após o desbaste, e suas análises estatísticas. Considerando o número médio de folíolos em 12/07/89, houve um resultado significativo do desenvolvimento das plantas perante as cargas de compactação. O teste de Tukey demonstrou que os tratamentos que receberam carga de compactação de 10 kgf, apresentaram plantas mais desenvolvidas, seguido dos tratamentos que receberam carga de 30 kgf, colocando os tratamentos com carga de 20 kgf, apresentando plantas menos desenvolvidas.

Ao se analisar a altura média das plantas em 26/07/89, não se verificou diferenças significativas entre os tratamentos, porém, as médias das cargas revelou uma tendência de plantas menos desenvolvidas nos tratamentos que receberam carga de compactação de 20 kgf. Fato estranho se verificou nesta inversão em torno das cargas de 20 e 30 kgf, quanto ao desenvolvimento das plantas, não encontrando respaldo perante as determinações físicas do solo.

Finalmente as Tabelas 36 a 38, mostraram os resultados de produção média por planta e produção por área, com suas análises estatísticas. Pode-se ver que não houve diferenças significativas quando se analisou a produção média das plantas, porém em termos médios, a produção foi maior para a Roda A, seguida das produções decrescentes das Rodas C, B e D e quanto a carga de compactação, a produção foi maior para 10 kgf.

Estes resultados não são estatisticamente consistentes para se fazer uma análise adequada, porém a princípio, parece que em termos de produção as plantas respondem favoravelmente à compactação, uma vez que se verificou que a Roda A aplicou maior compactação ao solo. Por outro lado, os tratamentos que receberam a Roda C, que compactou menos o solo, também apresentaram uma produção média satisfatória, o que pode ter ocorrido devido ao melhor desenvolvimento das plantas, verificado nestes tratamentos.

Analisando individualmente cada roda, nota-se que as Rodas A, B e D apresentaram maior produção com carga de compactação de 30 kgf, com exceção da Roda C, que registrou maior produção com carga de 10 kgf, sendo a maior produção média das plantas dentre os tratamentos. Parece haver uma interação entre a produção e o comportamento térmico do solo, pois nos tratamentos com as Rodas A, B e D, a temperatura do solo decresceu, quando se aumentou a carga de compactação e somente para o tratamento com a Roda C, a temperatura do solo cresceu quando se aumentou a carga de compactação, apresentando para a carga de 10 kgf, um dos menores valores de temperatura observados dentre os tratamentos.

Quanto a produção por área a análise estatística pelo teste F, apresentou diferenças significativas para as cargas de compactação, porém essa significância não se verificou no teste de Tukey para as médias das cargas.

Em termos médios, as Rodas A e C apresentaram maiores e semelhantes produções por área, destacando-se o tratamento RC10, com a maior produção dentre todos.

Da forma como foi calculada a produção por área, existem dois fatores que contribuem para a maior produção registrada no tratamento RC10, primeiro a produção média por planta que foi maior neste tratamento e segundo a taxa de emergência que também foi alta quando comparada com os outros tratamentos.

5.3. Considerações Gerais

Como revelaram os resultados das determinações físicas do solo feitas no Ensaio I, a intensidade de compactação aplicada ao solo pelas rodas compactadoras, bem como a geometria e forma destas rodas, causam variações no meio ambiente físico do solo. Estas variações, na maioria dos casos, são pequenas e difíceis de serem detectadas, mas definem a relação máquina-solo.

A dificuldade de medir as variações do meio ambiente físico do solo, se verifica principalmente pela ausência de sensores adequados às camadas superficiais do solo onde os fenômenos físicos são bastante dinâmicos.

Maior se tornam as limitações quando se pensa em um sensor que nos permita definir a relação máquina-solo-planta. Neste caso, adotou-se como sensor a própria plan-

ta, através das medidas de seu desenvolvimento.

Mesmo estando sujeito ao meio ambiente biológico e químico do solo, a planta, no caso o feijoeiro, se mostrou sensível às pequenas variações físicas do solo causadas pelas rodas compactadoras, possibilitando inclusive, inferências sobre a importância e o projeto destas rodas.

Primeiramente, considerando a planta em seu estágio inicial, germinação da semente e emergência da plântula, a compactação aplicada ao solo por qualquer roda compactadora foi desfavorável, principalmente por rodas que compactam o plano vertical acima da linha de semeadura. Este fato se reveste de lógica, pois a compactação aumenta a resistência mecânica do solo e a plântula tem que consumir mais energia para emergir.

Ainda, considerando a emergência, é desejável que ela ocorra o mais rápido possível, pois enquanto dentro do solo, a plântula está consumindo somente suas reservas energéticas e ainda está mais susceptível aos fatores patológicos.

Os resultados de velocidade de emergência e emergência total mostraram que o tratamento que não recebeu compactação, a testemunha, teve uma emergência maior e mais rápida, seguida por tratamentos levemente compactados por rodas que não compactam o plano vertical acima da linha de semeadura.

Ao analisar o desenvolvimento inicial das plantas, verifica-se que este é menor nos tratamentos mais compactados, porém este menor desenvolvimento parece ser consequência do atraso na emergência e não da compactação, podendo-se, contudo, supor que a planta após esta fase

inicial, responde favoravelmente à compactação, pois as plantas menos desenvolvidas dos tratamentos mais compactados, aos poucos se recuperaram, igualando-se no final do período de desenvolvimento, às plantas inicialmente mais desenvolvidas dos tratamentos menos compactados.

Outro fato que realça o efeito favorável da compactação é a produção das plantas, pois os resultados mostraram que os tratamentos com a Roda A apresentaram, em média, maior produção por planta e sabe-se que esta roda foi a que mais compactou o solo.

Surge aqui uma incongruência, antes da emergência a compactação se mostrou desfavorável ao desenvolvimento da plântula e após a emergência favorável ao desenvolvimento da mesma.

Estes fatos nos leva a uma única suposição, os benefícios da compactação são percebidos pelo sistema radicular das plantas. Assim a compactação deve atingir exclusivamente a região das raízes, não precisando compactar as sementes, o que dificulta a emergência.

O fato da compactação melhorar a área de contato entre a semente e o solo, pode não ser assim tão importante, pois é possível que este contato aconteça simplesmente com o inchamento inicial da semente e as limitações, da germinação e emergência, passam a ser do preparo do solo, da temperatura e da disponibilidade de água.

Concordantemente com este pensamento, STOUT et alli (1961) conclui em seus experimentos, que pressões aplicadas ao nível da semente melhoram a emergência das plantas e HILLEL (1970), cita que o processo de extração de água pela raiz depende da capacidade do solo de reter água,

do número de raízes existentes por unidade de volume de solo, da condutividade hidráulica do solo, do regime térmico do solo, etc.

Como já foi visto, a compactação aumentou a condutividade hídrica do solo, permitindo maior afluxo de água para a raiz e este deve ser o benefício sentido pela planta.

Embora o sistema adotado de abertura das covas, para se processar a semeadura, provoque uma certa compactação no fundo da cova, fato este que segundo STOUT *et alii* (1961) seria benéfico as plantas, admite-se no presente estudo que a interferência, se houve, foi pequena, considerando a diminuta região compactada, além do que, sendo o fenômeno idêntico para todas as parcelas, não mascarou os efeitos dos tratamentos.

KLAR (1984), relaciona ainda, a temperatura e a aeração como fatores que afetam a absorção da água pelas raízes, citando que cada cultura apresenta uma temperatura do solo ótima para seu desenvolvimento, fora da qual há decréscimo na área de absorção das raízes com conseqüente diminuição no crescimento da planta. A compactação altera o comportamento térmico do solo e pode restringir a aeração provocando prejuízo no crescimento da planta, o que importa em se conhecer a intensidade de compactação adequada a cada cultura em determinada profundidade de semeadura e solo.

Em termos de velocidade de emergência e emergência total destacam-se os tratamentos com as rodas C e B, rodas que praticamente não compactaram o plano vertical acima da linha de semeadura. Esta mesma roda C com carga de compactação de 10 kgf, apresentou maior produção dentre todos os tratamentos, destacando-se como o tratamento mais

adequado à cultura do feijoeiro, nas condições em que se realizou o experimento.

Perante o exposto, as seguintes considerações devem nortear o projeto de rodas compactadoras:

- A pressão aplicada ao solo por uma roda compactadora, depende da sua geometria, forma e tamanho; da carga vertical sobre esta roda; de sua velocidade de deslocamento e ainda, da umidade, da textura, da estrutura e do estado de mobilização do solo.

- A roda não deve compactar o plano vertical acima da linha de semeadura.

- A compactação aplicada ao solo deve atingir exclusivamente a região do sistema radicular da planta.

- A intensidade de compactação deve ser adequada à cultura, à profundidade de semeadura e ao tipo de solo.

- Deve ser estudada e definida a relação adequada entre a profundidade de semeadura e a largura da faixa acima da linha de semeadura, que não deve receber compactação.

- Deve ser estudada e definida a relação adequada entre a profundidade de semeadura e a largura da faixa de solo a ser compactada, lateralmente à linha de semeadura.

E ainda, as seguintes sugestões podem ser consideradas ao se repetirem estudos semelhantes:

- Utilizar processos de abertura das covas para a semeadura, que não promovam prévia compactação.

- Verificar a influência dinâmica da compactação, adotando diferentes velocidades de deslocamento das rodas.

- Desenvolver experimentos em condições de campo, utilizando semeadoras-adubadoras comerciais e, diferentes preparos de solo.

6. CONCLUSÕES

Perante as condições em que se desenvolveram os ensaios, e dos tipos de rodas utilizadas, a análise dos resultados obtidos levaram às seguintes conclusões:

- A compactação do solo por rodas compactadoras de semeadoras-adubadoras, altera o comportamento hídrico do solo na região da semeadura. Após 4 dias sem irrigação, o tratamento mais compactado apresentou maior umidade que os demais tratamentos menos compactados, ou sem compactação. À medida que se aplicou as cargas de 10, 20 e 30 kgf, a umidade do solo aumentou respectivamente de 1,07%, 1,45% e 2,10% em relação ao tratamento que não recebeu compactação.

- A pressão aplicada ao solo pelas rodas compactadoras estudadas, elevou a densidade global e a resistência à penetração no plano vertical da linha de semeadura.

- A velocidade de emergência e emergência total das plantas de feijoeiro, foram afetadas pelas cargas de compactação. A medida que se aumentou as cargas de compactação de 10, 20 e 30 kgf, as plântulas tiveram sua emergência retardada e diminuída, para todas as rodas estudadas.

- A matéria seca, o número de folíolos, a área foliar e altura de plantas do feijoeiro, apresentaram diferenças significativas em relação às cargas de compactação, aos 28 dias após a semeadura, de forma que, os tratamentos menos compactados apresentaram plantas mais desenvolvidas.

- Aos 56 dias após a semeadura, as plantas de feijoeiro ainda apresentaram decréscimo significativo do número de folíolos nos tratamentos mais compactados, porém com relação à altura das plantas, as diferenças não foram significativas, mostrando uma tendência de se igualarem às plantas mais desenvolvidas dos tratamentos menos compactados.

- O tratamento com roda dupla revestida de borracha maciça e carga de compactação de 10 kgf (RC10), apresentou a maior produção por planta e por área, respectivamente 10,64 g/pl e 1877,55 kg/ha, destacando-se como o tratamento mais adequado à cultura do feijoeiro, para as condições do experimento.

- Pequenas diferenças na pressão específica das rodas compactadoras sobre o solo, ocasionaram variações no comportamento das plantas, demonstrando as dificuldades da aplicação adequada destas rodas, através dos modelos comerciais de semeadoras-adubadoras, devido às limitações que apresentam nos mecanismos de regulação da pressão da roda sobre o solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOABA, F.O. Effects of time on compaction of soils by rollers. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 12(3):302-04, 1969.
- ALOISI, R.R. & DEMATTE, J.L.I. Levantamento dos solos da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal. Científica, Jaboticabal, SP, 2(2):123-36, 1974.
- BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 247 p.
- BARGER, E.L.; LILJADAHN, J.B.; CARLETON, W.N. ; E.G. McKIBREN. Teoria da tração. In: _____ Tratores e seus motores. Rio de Janeiro, USAID, 1966. cap.13, p. 206-31.
- BARNES, K.K.; CARLETON, W.W.; TAYLOR, H.M.; THROCKMORTON, R.I.; VANDEN BERG, G.E. Compaction of Agriculture Soils. St. Joseph, MI, ASAE, 1971. 471 p.
- BATEMAN, H.P. Effects of field machine compaction on soil physical properties and crop response. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 6:19-25, 1963.
- BECKER, C.F. Soil compaction pressures under rolling press wheels. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 2(1):63-4, 1959.
- BEKKER, M.G. The mechanics of a wheel. In: _____ Theory of land locomotion. The University of Michigan Press, 1956. cap 6 p.187-231.

- BENINCASA, M.M.P.; BENINCASA, M.; LATANZE, R.J.; JUNQUETTI, M.T.G. Método não destrutivo para estimativa da área foliar de Phaseolus vulgaris L. (Feijoeiro). Científica, Jaboticabal, SP, 4 (1):43-8, 1976.
- BERNACKI, H.; HAMAN, J. ; KANAFOJSKI, Cz. Tractive elements of agricultural machines. In: Agricultural machines theory and construction. PWRIL, WARSZAWA, 1967. v.1, cap 5, p.70-84.
- BOWEN, H. D. Measurement of edaphic factors for determining planter specifications. trans. ASAE, St. Joseph, MI, 2 (5):725-35, 1966.
- COAN, O.; ORTOLANI, A.F. ; PELLICER, C.A.P. Influência da profundidade de semeadura e compactação do solo sobre a semente na emergência, desenvolvimento inicial e produtividade do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 15, São Paulo Anais, Botucatu, SP, S.B.E.A., 1986, p.76-83.
- CHOUDHARY, M.A. ; BAKER, C.J. Physical effects os direct drilling equipment on undisturbed soils. N.Z. J. Agric. Res., New Zealand. 24:189-95, 1981.
- COOPER, A.W. & NICHOLS, M.L. Some observations on soil compactions tests. Agric. Eng., St. Joseph, MI, 40 (5): 254 -67, 1959.
- CRUCIANI, D.E. A drenagem na agricultura. São Paulo, Nobel, 1980. 333 p.

DOORENBOS, J. & FRUITT, W.O. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma, FOA, 1977. 194p. (Estudio FAO: Riego y Drenaje ,24).

DREW, L.O.; GARNER, T.H. ; DICKSON, D.G. Seedling thrust versus soil strength. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 14 (2):315-18, 1971.

GAMERO, C.A. & BENEZ, S.H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4, Jundiaí, SP, 1990. Anais, Campinas, SP, Fundação Cargill, 1990.

HAUSER, V.L. Water injection in grass seeder furrows, Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 22(5):1247-1253, 1986.

HILLEL, D. Solo e água - fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre, U.F.R.G.S., 1970. 231 p.

HUMMEL, J.W.; GRAY, L.E.; NAVE, W.R. Soybean emergence from field seedbed environments. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 24 (4):872-78, 1981.

JOHNSON, W.J. & BUCHELE, W.F. Influence of soil granule size and compaction on rate of soil drying and emergence of corn. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 4(2):170-74, 1961.

JUSTINO, A. Influência da profundidade de semeadura e compactação sobre o solo, na emergência e desenvolvimento inicial do amendoim (arachis hipogaea L.): variedade tatu. Jaboticabal, 1982. 81p. (Trabalho de graduação F.C.A.V.J.)

- KIEHL, E.J. Manual de edafologia. São Paulo, Ceres, 1979. 262 p.
- KLAR, A.E. A água no sistema solo-planta-atmosfera. São Paulo, Nobel, 1984. 408 p.
- OHU, J.O.; RAGHAVAN, G.S.V.; MCKYES, E. Peatmoss effect on the physical and hydraulic characteristics of compacted soils, Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 28(2):420-424, 1985.
- PAVANI, L.C. Evapotranspiração e produtividade de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Goiãno Precoce) sob três níveis de potencial da água do solo. Piracicaba, 1986. 171 p. (Dissertação de mestrado E.S.A.L.Q)
- PHILIPS, R.E. & KIRKMAN, D. Mechanical impedance and corn seedling root growth. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, Wis 26(4):319-22, 1962.
- PONGELUPPI, J.B. Influência da profundidade de semeadura e compressão do solo, na emergência e desenvolvimento inicial do algodão (*Gossypium hirsutum*, L.), variedade IAC-1Z. Jaboticabal, 1979. 53 p. (Trabalho de graduação F.C.A.V.J.)
- POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília, AGIPLAN, 1977. p. 39-74.
- REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 4 ed., Campinas, SP, Fundação Cargill, 1985. 466 p.

- RICHARDS, S.J.; HAGAN, R.N. ; McCALLA, T.M. Soil physical conditions and plant growth. In: _____ Agronomy 11 soil physical conditions and plant growth. New York Academic Press, 1952. p. 303-480.
- SINGH, J.N. & MACKIE, H.J. Effects of soil temperatures on growth, fruiting and mineral composition of snap beans. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, MI, 98:378-383, 1966.
- STEFANUTTI, R.; ORTOLANI, A.F. & COAN, O. Desenvolvimento de uma pista de ensaio e carrinho com rodas compactadoras para estudos relacionados com emergência de plântulas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 10, Campinas, 1980. Anais. Campinas, FEAGRI, 1980, v.2, p.190-203.
- STOUT, B.A.; BUCHELE, W.F. ; SNYDER, F.W. Effect of soil compaction on seedling emergence under simulated field conditions. Agric. Eng., St. Joseph, MI, 42:68-71, 1961.
- TROUSE Jr., A.C. Soil conditions as they affect plant establishment, root development, and yield. In: BARNES, K.K. et alli. Compaction of agricultural soils. St. Joseph, MI, ASAE, 1971. cap. 6, p. 225-75.
- WALKER, J.H. One degree increments in soil temperature effect maize seedling behaviour. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, Wis. 33:729-736, 1969.

ABSTRACT

The drill press planters wheels usually compact the soil. This compaction modifies its environment and consequently the plant development.

An experiment was carried out to verify the influence of four different types of press wheels over some soil physical parameters and the development of bean plants. It was used three levels of compaction which were adjusted during the planting process.

Two tests were used: in the first one, with no plants on, it was determined the humidity, temperature, bulk density, and the resistance of soil penetration. In the second one, it was identified the emergency speed, total emergency, foliar area, number of leaves, dry matter, height of plants and grain yields.

The type of press wheel as well as the compaction loads used modified the soil hydric behaviour, in a such way that the treatments more compacted showed lower water loss speed around the seed, making this region more humid.

The seed speed emergency and total emergency decreased with the compaction loads and were damaged by the press wheel on vertical compaction plane above sowing line.

The results support that there are differences between types of press wheels and the compaction loads which affected soil physical condition, as well as the development of plants and grain yield.

Apêndice 1. Valores médios de pressão-deformação do solo,
para os Blocos 1 e 2, com placa de 150 cm² e
cargas de 0 a 60 kgf, em 17/03/89, Ensaio I.

Carga kgf	Pressão kgf/cm ²	Deformação do solo "z" (cm)		
		Bloco 1	Bloco 2	Média
0	0,0000	0,00	0,00	0,00
5	0,0333	0,06	0,09	0,07
10	0,0667	0,12	0,25	0,18
15	0,1000	0,26	0,45	0,35
20	0,1333	0,51	0,71	0,61
25	0,1667	0,84	0,97	0,90
30	0,2000	1,17	1,22	1,19
35	0,2323	1,38	1,36	1,37
40	0,2667	1,62	1,63	1,62
45	0,3000	1,85	1,87	1,86
50	0,3333	2,12	2,02	2,07
55	0,3667	2,33	2,15	2,24
60	0,4000	2,52	2,37	2,44
Coeficientes		K= 0,1962424		n= 0,6843965

Apêndice 2. Valores médios de pressão-deformação do solo,
para os Blocos 1 e 2, com placa de 240 cm² e
cargas de 0 a 60 kgf, em 17/03/89, Ensaio I.

Carga kgf	Pressão kgf/cm ²	Deformação do solo "z" (cm)		
		Bloco 1	Bloco 2	Média
0	0,0000	0,00	0,00	0,00
5	0,0208	0,04	0,04	0,04
10	0,0417	0,10	0,14	0,12
15	0,0625	0,20	0,24	0,22
20	0,0833	0,30	0,38	0,34
25	0,1042	0,46	0,56	0,51
30	0,1250	0,56	0,69	0,62
35	0,1458	0,77	0,85	0,81
40	0,1667	0,81	1,01	0,91
45	0,1875	0,98	1,05	1,02
50	0,2083	1,05	1,13	1,09
55	0,2292	1,31	1,49	1,40
60	0,2500	1,59	1,78	1,69
Coeficientes		K= 0,1777071		n= 0,6870274

Apêndice 3. Valores médios de pressão-deformação do solo,
para os Blocos 1 e 2, com placa de 150 cm² e
cargas de 0 a 60 kgf, em 17/03/89, Ensaio II.

Carga kgf	Pressão kgf/cm ²	Deformação do solo "z" (cm)		
		Bloco 1	Bloco 2	Média
0	0,0000	0,00	0,00	0,00
5	0,0333	0,06	0,07	0,06
10	0,0667	0,19	0,19	0,19
15	0,1000	0,37	0,40	0,39
20	0,1333	0,56	0,59	0,58
25	0,1667	0,80	0,84	0,82
30	0,2000	1,03	1,14	1,08
35	0,2323	0,35	1,41	1,38
40	0,2667	1,66	1,71	1,69
45	0,3000	1,94	2,19	2,06
50	0,3333	2,48	2,41	2,45
55	0,3667	2,89	2,79	2,84
60	0,4000	3,05	2,93	2,99
Coeficientes		K= 0,1915842		n= 0,6334698

Apêndice 4. Valores médios de pressão-deformação do solo,
para os Blocos 1 e 2, com placa de 240 cm² e
cargas de 0 a 60 kgf, em 17/03/89, Ensaio II.

Carga kgf	Pressão kgf/cm ²	Deformação do solo "z" (cm)		
		Bloco 1	Bloco 2	Média
0	0,0000	0,00	0,00	0,00
5	0,0208	0,03	0,04	0,03
10	0,0417	0,08	0,10	0,09
15	0,0625	0,17	0,21	0,19
20	0,0833	0,30	0,34	0,32
25	0,1042	0,52	0,51	0,51
30	0,1250	0,60	0,59	0,60
35	0,1458	0,69	0,80	0,74
40	0,1667	0,82	1,01	0,91
45	0,1875	1,14	1,16	1,15
50	0,2083	1,31	1,32	1,31
55	0,2292	1,41	1,51	1,46
60	0,2500	1,55	1,71	1,63
Coeficientes		K= 0,1750507		n= 0,6280663

Apêndice 5. Tensão da água do solo em (kPa), média dos dois
tensiômetros das parcelas do Bloco 1, no período
de secagem, 30/03/89 à 03/04/89, Ensaio I.

Tratam.	Data				
	30/03	31/03	01/04	02/04	03/04
TEST	-6,48	-11,42	-15,50	-23,29	-31,57
RA10	-7,29	-12,36	-17,43	-31,52	-39,06
RA20	-7,52	-12,96	-18,03	-30,39	-38,05
RA30	-7,73	-13,16	-16,87	-28,00	-36,65
RB10	-7,16	-12,35	-16,56	-27,19	-33,49
RB20	-7,17	-11,99	-16,81	-25,96	-32,14
RB30	-7,44	-12,51	-17,45	-25,49	-31,67
RC10	-7,37	-12,44	-17,76	-30,12	-39,39
RC20	-7,56	-12,63	-17,21	-29,81	-37,60
RC30	-7,46	-12,04	-18,83	-28,85	-37,87
RD10	-7,23	-12,42	-17,61	-30,34	-38,99
RD20	-7,29	-12,49	-17,06	-29,42	-36,22
RD30	-7,54	-12,73	-17,79	-28,92	-35,10

Apêndice 6. Umidade do solo (%), no Bloco I, média no período de secagem, 30/03/89 a 03/04/89, Ensaio I

Tratamento	Data				
	30/3	31/3	1/4	2/4	3/4
TEST	21,61	18,16	17,52	16,82	14,43
RA10	21,65	18,20	16,45	1,56	13,98
RA20	21,64	18,55	17,71	17,47	15,24
RA30	21,43	19,67	18,33	18,04	15,24
RB10	22,14	18,42	17,94	16,42	14,91
RB20	22,14	19,10	18,00	16,64	14,47
RB30	21,45	18,76	18,41	17,54	14,51
RC10	22,22	18,00	17,45	15,92	14,73
RC20	21,70	18,42	17,57	16,28	14,64
RC30	21,69	19,67	17,87	17,76	14,23
RD10	21,36	18,18	17,50	16,14	14,73
RD20	21,12	18,30	17,77	16,34	14,64
RD30	21,82	19,00	17,95	17,40	14,25

Apêndice 7. Umidade do solo (%), no Bloco 2, média no período de secagem, 30/03/89 a 03/04/89, Ensaio I

Tratamento	Data				
	30/3	31/3	1/4	2/4	3/4
TEST	23,00	18,77	17,58	17,14	16,18
RA10	23,96	19,53	17,70	16,76	15,02
RA20	23,79	19,72	17,78	17,53	16,47
RA30	23,80	19,91	18,16	17,54	16,98
RB10	22,60	18,77	17,25	16,42	15,89
RB20	22,96	18,78	17,58	16,73	16,15
RB30	23,16	19,28	17,72	16,85	15,99
RC10	22,31	18,80	17,99	16,48	16,18
RC20	23,09	19,00	18,41	16,71	16,12
RC30	23,28	19,57	18,44	17,08	16,74
RD10	23,89	18,78	17,07	16,31	15,49
RD20	24,09	19,22	17,61	16,36	15,54
RD30	23,25	19,25	17,76	17,05	16,14

Apêndice 8. Temperatura do solo ($^{\circ}$ C) no Bloco 1, no período de secagem, 30/03/89 à 03/04/89, Ensaio I.

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	22,74	25,48	33,98	33,34	32,58
RA10	22,50	25,94	33,76	33,82	32,82
RA20	22,60	26,36	33,34	33,56	32,58
RA30	22,56	25,90	32,76	33,16	32,36
RB10	22,62	26,12	33,12	33,44	32,58
RB20	22,56	25,12	32,40	33,00	31,90
RB30	22,44	26,04	32,90	33,22	32,30
RC10	22,48	26,10	33,36	33,72	32,90
RC20	22,48	25,94	33,52	33,78	32,86
RC30	22,30	26,16	33,40	33,50	32,44
RD10	22,40	26,22	33,50	33,62	32,98
RD20	22,54	25,92	33,60	33,66	32,80
RD30	22,48	26,02	33,48	33,64	32,88

Apêndice 9. Temperatura do solo ($^{\circ}$ C) no Bloco 2, no período de secagem, 30/03/89 a 03/04/89, no Ensaio I.

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	22,54	26,68	34,34	33,74	32,38
RA10	22,74	27,08	34,24	33,44	31,92
RA20	22,88	27,06	33,60	33,10	31,58
RA30	22,74	26,68	33,04	32,80	31,42
RB10	22,68	27,10	34,06	33,22	31,76
RB20	22,42	26,74	34,28	33,42	32,10
RB30	22,58	26,62	33,76	33,16	31,84
RC10	22,84	27,26	34,22	33,54	31,38
RC20	22,46	27,04	34,32	33,70	31,96
RC30	22,34	26,14	33,48	32,98	31,74
RD10	22,80	27,32	34,20	33,40	31,80
RD20	22,26	26,06	33,24	32,90	31,70
RD30	22,82	26,92	33,90	33,32	31,96

Apêndice 10. Resistência à penetração (kgf/cm²), no Bloco 1, em 26/04/89, Ensaio I.

Tratamentos	Profundidade (cm)			
	0-2	2-4	4-6	6-8
TEST	1,01	1,18	1,86	3,23
RA10	2,60	2,60	2,60	3,26
RA20	3,50	3,84	3,84	3,84
RA30	4,03	4,39	4,39	4,39
RB10	1,08	1,57	1,91	3,64
RB20	1,52	2,71	3,84	4,39
RB30	2,18	3,76	4,06	4,39
RC10	0,67	1,52	1,79	2,16
RC20	1,16	1,60	1,85	2,51
RC30	0,99	2,46	2,75	3,70
RD10	2,13	2,35	2,35	2,46
RD20	3,07	3,07	3,07	3,89
RD30	3,04	3,51	4,06	4,39

Apêndice 11. Resistência à penetração (kgf/cm²), no Bloco 2 em 26/04/89, Ensaio I.

Tratamentos	Profundidade (cm)			
	0-2	2-4	4-6	6-8
TEST	1,27	1,38	1,84	2,68
RA10	2,90	2,90	2,90	2,90
RA20	4,06	4,25	4,25	4,34
RA30	4,39	4,39	4,39	4,39
RB10	1,88	1,88	1,88	2,04
RB20	2,21	2,32	2,32	3,20
RB30	2,62	3,37	3,67	4,39
RC10	1,71	1,71	1,71	1,71
RC20	1,74	1,74	1,79	1,93
RC30	1,44	1,77	2,18	3,34
RD10	2,35	2,35	2,35	2,43
RD20	3,34	3,40	3,42	4,20
RD30	3,34	3,67	3,70	4,31

Apêndice 12. Umidade do solo no perfil de 0 à 10 cm, nos Blocos 1 e 2, junto com a resistência à penetração, em 26/04/89, no Ensaio I.

Tratamentos	Umidade do solo (%)		
	Bloco 1	Bloco 2	Média
TEST	17,50	17,74	17,62
RA10	17,54	18,74	18,14
RA20	18,61	17,99	18,30
RA30	17,73	18,61	18,17
RB10	18,34	17,94	18,14
RB20	18,74	18,45	18,59
RB30	18,02	18,30	18,16
RC10	17,32	18,41	17,86
RC20	17,68	17,76	17,72
RC30	18,25	17,49	17,87
RD10	17,88	18,43	18,15
RD20	17,61	18,26	17,93
RD30	17,73	17,81	17,77
Média	17,92	18,15	18,03

Apêndice 13. Temperatura do solo (°C) do Bloco 1, no período de emergência, 17/05/89 à 02/06/89. Ensaio II

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	12,93	16,72	22,54	24,42	22,48
RA10	13,08	16,34	21,93	23,73	22,31
RA20	13,65	16,90	22,13	23,80	22,18
RA30	13,92	16,93	21,72	23,08	22,14
RB10	12,89	16,92	22,61	24,05	22,08
RB20	13,39	16,86	22,68	24,35	22,44
RB30	13,37	17,07	22,20	23,82	22,17
RC10	12,74	17,01	22,73	24,58	22,39
RC20	12,98	16,95	22,61	24,31	22,64
RC30	13,32	17,81	23,46	24,90	22,50
RD10	13,26	16,93	22,29	24,07	22,49
RD20	13,18	16,64	21,91	23,40	22,17
RD30	13,52	16,84	21,93	23,65	22,20

Apêndice 14. Temperatura do solo (C) do Bloco 2, no período de emergência, 17/05/89 à 02/06/89. Ensaio II

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	13,14	17,53	23,63	25,39	22,77
RA10	13,47	17,54	23,18	24,82	22,49
RA20	13,87	17,61	22,88	24,23	22,25
RA30	13,93	17,38	22,33	23,79	22,06
RB10	13,29	17,44	23,13	24,83	22,28
RB20	13,55	17,73	23,39	24,78	22,70
RB30	13,85	17,70	23,18	24,60	22,48
RC10	13,39	17,65	23,43	25,19	22,03
RC20	13,29	17,82	23,62	25,28	22,66
RC30	13,15	17,68	23,18	24,82	22,44
RD10	13,48	17,51	23,02	24,76	22,50
RD20	13,46	17,58	22,68	24,42	22,53
RD30	13,75	17,80	23,03	24,61	22,48

Apêndice 15. Temperatura do solo (C), média dos Blocos 1 e 2, no período de 19/06/89 à 30/06/89. após o desbaste e antes da floração, no Ensaio II.

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	14,90	16,67	21,72	23,68	22,08
RA10	15,21	16,77	21,23	22,86	21,99
RA20	15,01	16,63	21,30	22,99	21,80
RA30	15,12	16,52	20,30	21,69	21,14
RB10	14,99	16,70	21,95	23,68	22,23
RB20	14,65	16,64	21,36	22,97	21,77
RB30	14,86	16,57	21,14	22,71	21,50
RC10	14,72	16,52	21,42	23,01	21,83
RC20	14,84	16,86	22,12	23,67	22,18
RC30	14,38	16,66	22,32	23,97	22,22
RD10	14,99	16,64	21,23	23,04	22,00
RD20	15,83	17,23	20,80	21,93	21,22
RD30	14,97	16,78	21,02	22,45	21,38

Apêndice 16. Temperatura do solo (°C), média dos Blocos 1 e 2, no período de 12/07/89 à 21/07/89, durante a floração, no Ensaio II.

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	12,84	14,32	19,41	20,44	18,65
RA10	13,24	14,31	18,41	19,63	18,71
RA20	12,72	13,78	18,53	19,93	18,90
RA30	12,88	13,57	17,55	18,81	18,27
RB10	12,58	13,82	18,88	20,31	19,04
RB20	12,29	13,60	18,54	20,08	18,76
RB30	12,59	13,80	18,47	20,03	18,63
RC10	12,39	13,81	18,68	19,88	18,72
RC20	12,48	13,72	19,01	20,61	19,16
RC30	12,01	13,84	20,37	21,71	19,66
RD10	12,69	13,52	18,31	19,84	18,89
RD20	13,23	14,07	18,33	19,43	18,76
RD30	12,67	14,05	18,37	19,36	18,49

Apêndice 17. Temperatura do solo (°C), média dos Blocos 1 e 2, no período de 01/08/89 à 10/08/89, durante a frutificação, Ensaio II.

Tratamento	Horário				
	7:00	10:00	13:00	15:00	18:00
TEST	15,29	16,34	19,59	20,52	19,76
RA10	15,66	16,41	18,79	19,74	19,49
RA20	15,66	16,39	18,81	19,79	19,31
RA30	15,83	16,22	18,15	19,06	18,83
RB10	15,47	16,27	18,96	19,86	19,50
RB20	15,10	16,08	19,03	20,12	19,45
RB30	15,56	16,24	18,96	20,03	19,38
RC10	15,14	16,02	18,66	19,49	19,09
RC20	15,57	16,49	19,42	20,05	19,34
RC30	15,08	16,40	20,03	21,08	20,09
RD10	15,56	16,14	18,92	20,06	19,54
RD20	15,68	16,43	19,20	20,25	19,92
RD30	15,68	16,34	18,58	19,52	19,10

Apêndice 18. Velocidade de emergência (%), no Bloco I, no período de 23/05/89 à 04/06/89, no Ensaio II.

Tratam.	Data													
	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05	01/06	02/06	03/06	04/06	
TEST	8,93	55,36	73,21	73,21	73,21	73,21	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	
RA10	0,00	3,57	53,57	62,50	66,07	69,64	69,64	69,64	69,64	71,43	75,00	75,00	75,00	
RA20	0,00	0,00	44,64	62,50	64,29	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	
RA30	0,00	12,50	48,21	60,71	71,43	71,43	73,21	73,21	73,21	71,43	71,43	71,43	71,43	
RB10	0,00	17,86	64,29	71,43	71,43	73,21	75,00	76,79	76,79	78,57	78,57	78,57	78,57	
RB20	0,00	5,36	48,21	55,36	58,93	60,71	62,50	64,29	64,29	64,29	64,29	64,29	64,29	
RB30	0,00	12,50	44,64	64,29	64,29	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	
RC10	0,00	25,00	35,71	48,21	51,79	55,36	57,14	62,50	66,07	71,43	75,00	75,00	75,00	
RC20	0,00	1,79	42,86	53,57	58,93	58,93	60,71	64,29	66,07	67,86	69,64	69,64	69,64	
RC30	0,00	7,14	44,64	60,71	60,71	62,50	64,29	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	66,07	
RD10	0,00	1,79	41,07	53,57	55,36	55,36	58,93	64,29	64,29	66,07	69,64	69,64	69,64	
RD20	0,00	0,00	41,07	58,93	58,93	60,71	64,29	66,07	66,07	67,86	67,86	67,86	67,86	
RD30	0,00	1,79	46,43	57,14	62,50	62,50	66,07	67,86	66,07	67,86	69,64	69,64	69,64	

Apêndice 19. Velocidade de emergência (%), no Bloco 2, no período de 23/05/89 a 04/06/89, no
Ensaio II.

Tratam.	Data													
	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05	01/06	02/06	03/06	04/06	
TEST	26,79	60,71	69,64	76,79	76,79	78,57	78,57	78,57	78,57	78,57	78,57	78,57	78,57	
RA10	0,00	1,79	41,07	48,21	55,36	57,14	57,14	57,14	58,93	58,93	58,93	58,93	58,93	
RA20	0,00	0,00	7,14	28,57	39,29	46,43	50,00	57,14	58,93	60,71	62,50	62,50	62,50	
RA30	0,00	0,00	16,07	41,07	53,57	53,57	53,57	55,36	55,36	57,14	57,14	57,14	57,14	
RB10	0,00	42,86	60,71	67,86	67,86	69,64	69,64	69,64	71,43	73,21	73,21	73,21	73,21	
RB20	0,00	5,36	41,07	57,14	66,07	66,07	67,86	69,64	69,64	69,64	69,64	69,64	69,64	
RB30	0,00	5,36	30,36	42,06	50,00	53,57	57,14	58,93	60,71	62,50	62,50	62,50	62,50	
RC10	14,29	46,43	66,07	69,64	69,64	69,64	71,43	71,43	73,21	73,21	73,21	73,21	73,21	
RC20	0,00	8,93	55,36	62,50	62,50	64,29	66,07	67,86	69,64	69,64	69,64	69,64	69,64	
RC30	0,00	0,00	33,93	50,00	57,14	58,93	60,71	60,71	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	
RD10	0,00	12,50	58,93	67,86	69,64	69,64	69,64	71,43	71,43	71,43	71,43	71,43	71,43	
RD20	0,00	0,00	50,00	64,29	66,07	67,86	67,86	69,64	69,64	69,64	71,43	71,43	71,43	
RD30	0,00	0,00	25,00	53,57	57,14	57,14	58,93	58,93	60,71	62,50	62,50	62,50	62,50	

Apêndice 20. Matéria seca das plantas desbastadas do Bloco 1, em 14/06/89, no Ensaio II.

Tratam.	Matéria Seca (g/Planta)				
	Folha	Folículos	Colmo	Caule	Total
TEST	0,22	0,41	0,09	0,08	0,80
RA10	0,19	0,40	0,07	0,08	0,74
RA20	0,15	0,29	0,07	0,07	0,58
RA30	0,14	0,32	0,06	0,07	0,59
RB10	0,15	0,34	0,07	0,03	0,59
RB20	0,15	0,28	0,07	0,06	0,56
RB30	0,13	0,24	0,04	0,06	0,46
RC10	0,20	0,42	0,09	0,10	0,81
RC20	0,16	0,32	0,07	0,08	0,63
RC30	0,12	0,19	0,05	0,05	0,41
RD10	0,19	0,35	0,08	0,08	0,70
RD20	0,16	0,24	0,05	0,06	0,51
RD30	0,17	0,30	0,07	0,07	0,61

Apêndice 21. Matéria seca das plantas desbastadas do Bloco 2, em 14/06/89, no Ensaio II.

Tratam.	Matéria Seca (g/Planta)				
	Folha	Folículos	Colmo	Caule	Total
TEST	0,18	0,32	0,08	0,09	0,67
RA10	0,17	0,20	0,06	0,05	0,48
RA20	0,11	0,21	0,05	0,04	0,42
RA30	0,10	0,15	0,04	0,04	0,34
RB10	0,15	0,25	0,07	0,07	0,54
RB20	0,12	0,19	0,03	0,07	0,40
RB30	0,12	0,20	0,05	0,05	0,43
RC10	0,19	0,30	0,08	0,08	0,65
RC20	0,15	0,24	0,07	0,06	0,52
RC30	0,13	0,20	0,06	0,05	0,44
RD10	0,18	0,23	0,02	0,06	0,49
RD20	0,14	0,23	0,06	0,06	0,49
RD30	0,14	0,23	0,05	0,06	0,48

Apêndice 22. Medidas médias relativas ao desenvolvimento
das desbastadas no Bloco 1 em 14/06/89, Ens.II

Tratam.	Desenvolvimento da planta		
	N Foliolos	Área Fol. (cm ²)	Alt. plan.(cm)
TEST	7,81	155,53	5,97
RA10	7,24	153,72	7,24
RA20	7,26	158,29	5,77
RA30	7,00	133,75	5,44
RB10	7,21	158,77	5,87
RB20	7,10	125,28	5,50
RB30	7,00	124,39	5,10
RC10	8,00	192,39	5,97
RC20	7,39	163,77	5,46
RC30	7,25	109,69	4,89
RD10	7,57	169,97	5,75
RD20	6,31	112,77	4,78
RD30	7,79	147,90	5,30

Apêndice 23. Medidas médias relativas ao desenvolvimento
das desbastadas no Bloco 2 em 14/06/89, Ens.II

Tratam.	Desenvolvimento da planta		
	N Foliolos	Área Fol. (cm ²)	Alt. plan.(cm)
TEST	7,73	147,38	6,07
RA10	6,40	95,56	5,09
RA20	7,62	91,62	4,85
RA30	6,87	75,15	4,46
RB10	7,33	117,87	5,92
RB20	6,60	85,85	4,65
RB30	6,90	95,94	5,55
RC10	8,00	138,42	6,02
RC20	7,79	119,33	5,82
RC30	7,27	98,44	5,46
RD10	6,77	123,71	5,32
RD20	7,56	109,06	4,73
RD30	7,50	105,98	5,31

Apêndice 24. Número médio de folíolos das plantas remanescentes do bloco 1, em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura, no Ensaio II.

Tratamentos	Data				
	14/06	21/06	28/06	05/07	12/07
TEST.	8,50	12,25	13,41	17,91	23,67
RA10	8,25	9,75	13,75	17,50	23,83
RA20	8,25	10,25	14,33	17,92	23,33
RA30	8,25	9,50	13,92	18,17	23,83
RB10	8,50	11,00	13,75	19,00	24,33
RB20	8,00	9,50	12,58	14,33	19,42
RB30	8,25	9,75	12,75	19,83	25,08
RC10	8,50	10,25	13,50	18,17	24,17
RC20	8,00	9,75	12,75	15,50	21,67
RC30	8,00	9,75	12,00	17,41	23,17
RD10	8,25	10,50	13,75	18,91	23,08
RD20	8,25	9,00	11,25	14,33	19,17
RD30	8,50	10,25	13,92	17,16	24,67

Apêndice 25. Número médio de folíolos das plantas remanescentes do bloco 2, em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura, no Ensaio II.

Tratamentos	Data				
	14/06	21/06	28/06	05/07	12/07
TEST.	8,50	10,55	14,92	18,92	24,42
RA10	8,25	11,00	14,16	18,92	24,42
RA20	8,00	11,00	13,67	17,92	24,75
RA30	8,00	10,25	12,16	16,25	22,16
RB10	8,00	10,50	11,75	17,00	21,66
RB20	8,00	11,00	12,58	17,17	22,67
RB30	7,50	10,25	13,50	17,42	21,75
RC10	8,75	10,75	15,83	20,08	26,00
RC20	8,25	10,50	13,33	18,42	24,33
RC30	8,00	10,75	12,58	15,50	19,58
RD10	8,00	10,50	13,91	19,50	25,67
RD20	8,00	10,50	11,17	13,82	18,00
RD30	8,00	11,00	13,33	16,92	23,67

Apêndice 26. Altura média das plantas remanescentes do Bloco 1, em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura, no Ensaio II.

Tratamentos	Data						
	14/06	21/06	28/06	05/07	12/07	19/07	26/07
TEST.	7,29	9,08	11,62	15,83	19,37	24,75	31,66
RA10	6,79	8,42	11,04	14,92	18,21	23,72	31,33
RA20	6,83	8,50	11,17	13,66	16,08	20,33	25,67
RA30	6,12	7,96	10,58	14,83	17,58	22,58	30,25
RB10	6,87	8,67	11,33	14,25	16,83	20,42	25,17
RB20	5,92	7,54	9,54	12,33	14,29	18,48	24,75
RB30	6,58	8,21	10,66	14,50	17,67	20,75	27,22
RC10	6,33	7,70	10,62	14,04	16,33	20,42	26,25
RC20	6,33	7,87	10,29	13,50	16,08	20,08	26,08
RC30	6,21	8,17	10,58	12,92	15,25	18,08	23,17
RD10	6,62	8,08	10,45	14,92	16,54	20,17	25,58
RD20	5,83	7,21	9,04	12,08	14,42	17,92	22,50
RD30	6,62	8,08	10,66	14,87	18,29	23,66	32,17

Apêndice 27. Altura média das plantas remanescentes do Bloco 2, em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura, no Ensaio II.

Tratamentos	Data						
	14/06	21/06	28/06	05/07	12/07	19/07	26/07
TEST.	7,33	8,75	10,08	14,33	15,92	20,50	26,83
RA10	6,29	7,50	9,92	13,75	16,25	19,58	25,25
RA20	6,12	7,33	9,21	12,87	15,50	19,83	27,42
RA30	5,54	6,66	8,67	11,92	14,66	18,41	24,67
RB10	6,12	7,62	10,00	13,21	15,75	19,17	23,92
RB20	6,83	8,12	10,00	13,00	15,92	19,83	24,83
RB30	6,37	7,71	9,83	12,96	15,42	19,08	25,08
RC10	7,33	8,70	11,29	14,62	18,58	22,67	31,17
RC20	6,75	8,00	10,08	12,92	16,17	19,92	24,83
RC30	6,29	10,58	9,58	11,91	13,92	16,42	20,75
RD10	6,72	8,12	10,67	15,08	18,67	23,00	30,50
RD20	6,17	7,12	8,83	10,57	12,75	15,20	18,67
RD30	6,17	7,21	9,50	13,25	15,42	19,41	26,83