UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRICOLA

INFLUENCIA DA VELOCIDADE TANGENCIAL DOS DISCOS DE DISTRIBUIÇÃO E DOS CONDUTORES DE SEMENTES DE SOJA NA PRECISÃO DE SEMEADURA.

POR

MARIA CRISTINA CAVALHEIRO TOURINO

Orientador:

Prof.Dr.LUIZ ANTONIO DANIEL

Dissertação apresentada em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola: Area de concentração: Máquinas Agrícolas.

Campinas, Brasil
Outubro de 1993

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRICOLA

INFLUENCIA DA VELOCIDADE TANGENCIAL DOS DISCOS DE DISTRIBUIÇAO E DOS CONDUTORES DE SEMENTES DE SOJA NA PRECISAO DE SEMEADURA.

MARIA CRISTINA CAVALHEIRO TOURINO

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da dissertação de Mestrado defendida por Maria Cristina Cavalheiro Tourino e aprovada pela Comissão Julgadora em 14 de outubro de 1993. Campinas, 04 de o

Campinas, 14 de outubro de 1993.

Prof.Dr. LUIZ ANTONIO DANIEL (Presidente)
UNICAMP - FEAGRI - DAS

Prof.Dr. CLAUDIO SVERZUT
UNICAMP - FEAGRI - DMA

Profa.Dra. DORIS GROTH
UNICAMP - FEAGRI - DPPPA

Aos meus pais

LAURO e GENY

por seu amor, dedicação e exemplo, que me permitiram trilhar um caminho de honestidade e retidão profissional, o meu eterno respeito e gratidão.

Ao meu esposo ***ELY***

pelo incansável apoio e incentivo,

DEDICO

Aos meus filhos ***ELI e MELISSA***

pelas alegrias, amor e compreensão,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. LUIZ ANTONIO DANIEL, que além de orientar, soube sempre ser um bom amigo;

Ao Professor Dr. CLAUDIO SVERZUT, pela coorientação no desenvolvimento deste trabalho;

Ao Professor PAULO SERGIO GRAZIANO MAGALHAES, pelas valiosas sugestões;

Ao Ex-Centro Nacional de Engenharia Agrícola - CENEA - pela oportunidade;

A EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - pela doação das sementes utilizadas nesta pesquisa;

Aos funcionários do Ex-CENEA, Nelson Emílio, João Batista, Antônio Carlos e Paulo Lourenço, pelo pronto auxílio na execução de adaptações e coleta de dados desta pesquisa;

A técnica do LAS/FEAGRI/UNICAMP, Rosa Helena pela amizade e auxilio na coleta de dados de germinação de sementes desta pesquisa;

A Indústria de Máquinas Agrícolas BALDAN S.A. pelo empréstimo das semeadoras utilizadas neste trabalho;

Aos Professores do Departamento de Engenharia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela liberação na fase final de desenvolvimento deste trabalho;

Ao professor Dr. Nilson Salvador, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela confiança, amizade e incentivo;

Agradeço ainda a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram com este trabalho e não foram citados nominalmente.

SUMARIO

	Página
PAGINA DE ROSTO.....	i
COMISSÃO JULGADORA.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	v
SUMARIO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
RESUMO.....	xvi
1.INTRODUÇÃO.....	01
2.OBJETIVOS.....	04
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	05
3.1. Importância do espaçamento das sementes.....	05
3.2. Fatores que afetam a uniformidade de distribuição de sementes.....	10
3.2.1. Fatores relacionados com a dosagem de sementes.....	10
3.2.2. Fatores relacionados com a velocidade tangencial dos dosadores.....	17

Página

3.2.3. Fatores relacionados com a altura de sementes no reservatório..... 21
3.2.4. Fatores relacionados com a altura de queda das sementes..... 25
3.3. Danos mecânicos às sementes causados pelos dosadores..... 31
3.4. Métodos de avaliação das semeadoras em laboratório..... 35
4. MATERIAL E MÉTODOS..... 39
4.1. Material..... 39
4.1.1. Semeadoras..... 39
4.1.2. Sementes..... 44
4.1.3. Material e equipamentos de medição..... 45
4.1.4. Características técnicas da bancada de ensaios..... 46
4.2.Métodos..... 47
4.2.1. Local..... 47
4.2.2. Planejamento experimental..... 47
4.2.2.1. Avaliação da uniformidade de espaçamentos na distribuição de sementes de soja..... 48
4.2.2.2. Avaliação dos danos mecânicos às sementes... 54
4.2.2.3. Avaliação da uniformidade de espaçamentos na distribuição de sementes de soja para o dosador de disco horizontal, com tubo condutor de sementes modificado..... 56

Página

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 67
5.1. Avaliação da uniformidade de espaçamento na distribuição de sementes de soja..... 67
5.1.1. Efeito do tipo de mecanismo dosador..... 70
5.1.2. Efeito da velocidade do disco..... 70
5.1.3. Efeito da altura de queda das sementes..... 71
5.1.4. Interação tipo de mecanismo dosador e velocidade do disco..... 73
5.1.5. Interação tipo de mecanismo dosador e altura de queda de sementes..... 74
5.1.6. Interação velocidade do disco e altura de queda de sementes..... 76
5.2. Avaliação dos danos mecânicos às sementes..... 78
5.2.1. Efeito do tipo de mecanismo dosador..... 80
5.2.1.1. Sementes quebradas..... 80
5.2.1.2. Germinação..... 81
5.2.2. Efeito da velocidade do disco..... 81
5.2.2.1. Sementes quebradas..... 81
5.2.2.2. Germinação..... 82
5.3. Avaliação da uniformidade de espaçamento na distribuição de sementes de soja para o dosador de disco horizontal, com tubo condutor de sementes modificado..... 83

Página

5.3.1. Efeito do tubo condutor..... 84

5.3.2. Efeito da altura de queda..... 85

5.3.3. Interação tubo .condutor e altura de queda de sementes..... 87

6. CONCLUSÕES..... 90

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... 92

8. ABSTRACT..... 97

APENDICE 1..... 99

APENDICE 2..... 107

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Vista lateral da semeadora S1..... 40

Figura 2. Sistema dosador da semeadora S1..... 41

Figura 3. Vista lateral da semeadora S2..... 43

Figura 4. Sistema dosador da semeadora S2..... 43

Figura 5. Discos utilizados nas semeadoras S1 e S2... 44

Figura 6. Semeadora S1 na bancada, posicionada para altura 400 mm..... 51

Figura 7. Semeadora S1 na bancada, posicionada para altura 200 mm..... 52

Figura 8. Semeadora S2 na bancada, posicionada para altura 400 mm..... 53

Figura 9. Semeadora S2, na bancada, posicionada para altura 200 mm..... 53

Figura 10. Composição da velocidade resultante da semente, no instante imediatamente anterior ao início do movimento de queda livre..... 57

Pagina

Figura 11.Curvatura do tubo condutor para Va = 4,0 km/h e α = 180°..... 62

Figura 12.Curvatura do tubo condutor para Va = 4,0 km/h e α = 0°..... 63

Figura 13.Curvatura do tubo condutor para α = 180° e para as quatro v_{td} utilizadas..... 65

Figura 14.Efeito da interação tipo de mecanismo dosador e altura de queda..... 75

Figura 15.Efeito da interação velocidade do disco e altura de queda de sementes..... 77

Figura 16.Efeito da interação tubo condutor e altura de queda de sementes..... 88

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Características técnicas dos mecanismos dosadores de sementes das semeadoras S1 e S2..... 42

Tabela 2. Características físicas das sementes utilizadas..... 45

Tabela 3. Características técnicas do sistema de transmissão das semeadoras utilizadas..... 50

Tabela 4. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas e médias dos coeficientes de variação obtidos na bancada de testes..... 68

Tabela 5. Valores de F e dos coeficientes de variação obtidos nas análises de variância dos dados de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas... 69

Tabela 6. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas e coeficiente de variação para os fatores analisados..... 69

Página

Tabela 7. Análise de variância para os desdobramentos dos dados de espaçamentos Normais para as interações significativas..... 72

Tabela 8. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficientes de variação para a interação tipo de mecanismo dosador e velocidades dos discos (DxV)..... 74

Tabela 9. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficientes de variação para a interação tipo de mecanismo dosador e altura de queda de sementes (DxH)..... 75

Tabela 10. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficientes de variação para a interação velocidades do disco e altura queda das sementes (VxH)..... 77

Tabela 11. Médias de sementes quebradas (SQ) e germinação obtidas nos teste em laboratório, em porcentagem e transformados em X = arc sen [√(P/100)] e índice de danos... 79

Tabela 12. Valores de F e dos coeficientes de variação obtidos nas análises de variância dos dados transformados em arc sen [√(P/100)] para danos físicos (sementes quebradas) e danos fisiológicos (germinação)..... 79

Página

Tabela 13. Médias de sementes quebradas e germinação, em porcentagem e transformados para os fatores analisados..... 81

Tabela 14. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas e médias dos coeficientes de variação, obtidos na bancada de testes..... 84

Tabela 15. Valores de F e dos coeficientes de variação obtidos nas análises de variância dos dados de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas para avaliação da modificação do tubo condutor..... 85

Tabela 16. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas e médias dos coeficientes de variação, para os fatores analisados..... 86

Tabela 17. Análise de variância para desdobramentos dos dados de espaçamentos Normais para as interações significativas..... 86

Tabela 18. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficientes de variação para a interação tubo condutor e altura de queda de sementes (TxH)..... 88

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido em três fases. Na primeira fase foram analisados, com dois tipos de mecanismos dosadores de discos, horizontal e inclinado, com os tubos condutores de sementes originais, as influências da velocidade tangencial dos discos e da altura de queda de sementes sobre a uniformidade de espaçamento longitudinal entre sementes de soja. As velocidades tangenciais foram 0,190; 0,252; 0,310 e 0,386 m/s e as alturas de queda foram 200, 300 e 400 mm. O delineamento experimental foi parcelas sub-subdivididas com seis repetições. A análise de variância dos resultados de porcentagem de espaçamentos Aceitáveis indicou diferenças significativas entre todos os tratamentos e interações. A maior uniformidade de espaçamentos foi obtida com o mecanismo dosador de disco horizontal com a velocidade 0,190 m/s na altura de queda de 200 mm.

Na segunda fase do trabalho foram analisados com os dois tipos de mecanismos dosadores, com os condutores de sementes originais, na altura de queda 200 mm, as influências

das velocidades tangenciais dos discos sobre os danos causados às sementes de soja. As velocidades tangenciais foram as mesmas da primeira fase. Foram realizadas avaliações de danos físicos e danos fisiológicos para todos os tratamentos, mais uma testemunha. O delineamento experimental foi de parcelas subdivididas com três repetições. A análise de variância dos resultados indicou diferença significativa entre os tratamentos para danos físicos. Os danos físicos causados às sementes foram aumentados com o aumento da velocidade tangencial dos discos. O mecanismo dosador de disco inclinado quebrou menos sementes que o de disco horizontal.

Na terceira fase do trabalho foi dimensionado e construido um tubo condutor tipo trajetória, para a máquina com mecanismo dosador de disco horizontal, para a velocidade tangencial dos discos de 0.190 m/s. Foram, então analisadas as influências da modificação do tubo condutor de sementes em três alturas de queda, sobre a uniformidade de espaçamento longitudinal entre sementes de soja. Os tubos condutores foram tubo condutor original e tubo condutor modificado. As alturas de queda foram as mesmas da primeira fase. O delineamento experimental foi parcelas subdivididas com seis repetições. A análise de variância dos resultados indicou diferença significativa para os tratamentos e interações. O tubo condutor dimensionado de acordo com a trajetória da semente proporcionou um aumento significativo da uniformidade

de espaçamentos em relação ao tubo condutor original. A altura de queda exerceu pouca ou nenhuma influência sobre a uniformidade de espaçamentos, com o tubo condutor tipo trajetória.

1. INTRODUÇÃO

A semente entregue a uma célula ou furo de um disco é submetida, antes de sua liberação, à forças que lhe comunicam uma trajetória posterior regularmente definida até sua colocação no fundo do sulco. Entre os fatores que influem nesta ação se destacam os relacionados com a velocidade tangencial das células dos discos, velocidade de avanço da semeadora, localização do ponto onde a semente inicia o movimento de queda livre e altura deste ponto (geralmente o fundo do reservatório, em semeadoras que utilizam mecanismos dosadores de discos horizontais) até o fundo do sulco.

A célula ou furo do disco deve tomar dentro de uma determinada quantidade de sementes do reservatório uma única semente por vez e, somente essa deve ser entregue pelo mecanismo dosador para ser colocada no sulco. Da precisão desta operação, que é fundamental, dependerá o surgimento de falhas ou preenchimentos múltiplos dos furos. A ocorrência de falhas (ausência de sementes nos furos), ou entrega de mais de uma semente por furo, se traduzirá em uma distribuição irregular de sementes que poderá acarretar

perdas em produtividade da cultura pela exploração incorreta do solo.

O preenchimento dos furos dos discos dosadores depende diretamente do tempo de contato entre estes e as sementes do reservatório. Em velocidades muito altas há um menor tempo para enchimento desses furos e em consequência o número de sementes distribuídas poderá ser menor. As velocidades mais altas também não permitem a correta liberação das sementes para o tubo condutor, o que poderá provocar o aparecimento de falhas de liberação.

Em velocidades muito baixas ocorre o inverso, e conseqüentemente o preenchimento das células ou furos poderá ser aumentado provocando o aparecimento de duplos.

Segundo BARMINGTON (1948), que trabalhou com semente de beterraba açucareira em semeadoras de discos horizontais e inclinados, para velocidades do disco muito baixas, em torno de 0.051 m/s, as sementes são apanhadas pelas células proporcionalmente ao volume das mesmas. Isto, segundo o autor, evidencia uma sensível relação entre tamanho da semente e tamanho da célula.

Para que a semeadura seja corretamente efetuada, o que pressupõe-se sementes uniformemente distribuídas no solo, é desejável que a liberação destas sementes seja realizada o mais próximo possível do local onde serão depositadas, ou seja, o sulco. O uso de condutores muito longos possibilita a ocorrência de alterações na trajetória

das sementes, devido ao retardamento das mesmas provocado por ricochetes.

Segundo BAINER (1963), semeando à 4.83 km/h com espaçamento entre sementes na linha de 38 mm, a semente que sofrer um retardamento de 1/35 segundos será alcançada pela próxima semente. Segundo o autor os tubos condutores de sementes, de fitas de aço flexíveis não são adequados para a semeadura de precisão, por favorecerem o retardamento das sementes devido aos ressaltos dentro do tubo.

Quanto menores forem as influências sobre a semente nesse processo, maiores serão as possibilidades de se obter uma boa precisão na semeadura.

É desejável, portanto, que os tubos condutores sejam dimensionados de forma a acompanhar a trajetória das sementes sem que estas repiquem em suas paredes, adquirindo novos direcionamentos que poderão retardá-las. Na prática, outros fatores como irregularidades do terreno, poderão alterar a relação semente/tubo condutor. Para que esse efeito seja minimizado é desejável, também, que estes tubos condutores sejam dimensionados com o menor comprimento possível.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivos:

a) Verificar a influência da velocidade tangencial dos discos e da altura de queda das sementes, em dois tipos de dosadores, sobre a uniformidade de espaçamentos na distribuição longitudinal de sementes de soja;

b) Verificar a influência da velocidade tangencial dos discos, em dois tipos de dosadores, sobre os danos mecânicos à semente de soja;

c) Verificar a influência da altura de queda, a partir da alteração do tubo condutor de sementes, sobre a uniformidade de distribuição de sementes de soja.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1. Importância do espaçamento das sementes

Estudos realizados em diferentes regiões tem demonstrado que a cultura da soja suporta uma ampla variação na densidade de semeadura sem que o rendimento seja afetado significativamente (BASTIDAS et al. (1973), VAL et al. (1971), HICKS et al. (1969), REMUSSI et al. (1971)).

QUEIROZ (1975), pesquisou os efeitos da época de semeadura e população sobre o rendimento e outras características agronômicas de quatro cultivares de soja. Na pesquisa, o autor utilizou os cultivares IAS-2, DAVIS, BRAGG e HARDEE, cinco densidades de semeadura (6, 18, 30, 42 e 54 plantas/metro linear) para cada cultivar e semeou em duas épocas diferentes (24 de outubro e 20 de dezembro de 1973). Segundo o autor, as quatro cultivares suportaram grande variação de população sem variar apreciavelmente o rendimento bruto, entretanto, a mortalidade de plantas cresceu com o aumento da população, aumentando o desvio da população final em relação a inicial, que foi ausente até a população de 30 plantas/metro quadrado. O autor cita também que as maiores modificações nas características morfológicas das plantas

foram devidas às diferentes populações. O número de legumes, número de sementes e o rendimento por planta diminuiram, enquanto que a altura da planta aumentou, com o aumento da população. O acamamento de plantas nos estádios iniciais tornou a produção mais dependente das ramificações e também aumentou com o aumento da população.

Resultados semelhantes foram encontrados por ROSOLEM et al. (1983), que estudou os efeitos de densidade de semeadura, na cultura de soja, entre outros fatores, utilizando sementes do cultivar UFV-1. O autor conduziu a pesquisa com dois experimentos, sendo que no primeiro experimento variou a densidade na linha de 10, 20, 30 e 40 sementes por metro linear. No segundo experimento, estudou cinco densidades de semeadura (8, 16, 24, 32 e 40 plantas/metro). Os resultados obtidos pelo autor no primeiro experimento demonstraram que ocorreu uma menor produção de grãos por planta, em função da menor produção de vagens, a medida que a densidade foi aumentada, entretanto, para o cultivar utilizado, o maior número de plantas conseguiu compensar a menor produção por planta. Segundo o autor a percentagem de sobrevivência das plantas foi diminuida quando aumentou o número inicial de plantas. No segundo experimento, independentemente da época de semeadura, observou um decréscimo na produção de grãos por planta à medida que aumentou a densidade de plantas na linha, como no primeiro experimento. Neste caso, segundo o autor, a maior população

não foi suficiente para compensar a menor produção por planta, resultando em queda na produtividade. Baseando-se nos resultados obtidos, ROSOLEM et al.(1983) consideraram que a técnica de aumentar a quantidade de sementes por metro na linha, em semeaduras tardias de soja, não se mostrou prática ou econômicamente viável.

Os autores citados trabalharam considerando densidade populacional global, pois tanto QUEIROZ (1975) como ROSOLEM et al. (1983), semearam uma densidade maior que a desejada e após a germinação realizaram o desbaste para atingir as densidades desejadas. Na prática, a desuniformidade de distribuição de sementes na linha para uma mesma densidade populacional gera zonas de maior concentração de plantas e portanto de maior densidade localizada. Como a densidade populacional global se mantém, existirão zonas em que a concentração de plantas será menor. Tendo-se em vista os resultados encontrados por QUEIROZ (1975) e ROSOLEM et al. (1983), é possível inferir que poderão ocorrer prejuízos oriundos da desuniformidade de distribuição de sementes no solo, na produtividade da cultura e na operacionalidade da colheita mecanizada.

Alguns pesquisadores como Johnson e Harris, Nave et al. apud BUTIERRES (1980), realizaram experimentos que envolviam a densidade populacional de plantas. Eles consideraram que a semeadura foi uma das fases criticas na produção de soja, sendo os fatores mais importantes, a

distância entre linhas, quantidade de sementes, profundidade de semeadura e o espaçamento na linha. Estas pesquisas, ainda comprovaram três efeitos prejudiciais com a irregularidade de semeadura: maior necessidade de cultivo, possibilidade de acamamento prejudicando a colheita mecanizada, menor número de plantas vigorosas e como consequência a redução de produtividade.

WIGGANS (1939) pesquisou, durante quatro anos, a influência da variação do espaçamento entre plantas nas linhas (de 1/2" a 6") e do espaçamento entre linhas (de 8" a 32") sobre a produtividade da cultura de soja. O autor concluiu que: a planta de soja possue uma grande amplitude de resposta para ajustar-se à espaçamentos maiores; cada variedade possui um número de plantas ideal, por unidade de área, sob o qual a produtividade da cultura atinge seu valor máximo e, uma distribuição mais uniforme das plantas proporciona maior produtividade da cultura.

EWEN et al. (1981), estudaram os efeitos da uniformidade de espaçamentos nas linhas de soja, para as variedades Williams e Elf, e os efeitos das distâncias entre linhas, durante três anos efetuando a semeadura nos meses de junho de 76, 77 e 78. Os tratamentos testaram quatro tipos de espaçamentos entre sementes nas linhas e três espaçamentos entre linhas (20, 41 e 81 cm). Suas conclusões, ao contrário de WIGGANS (1939), foram que a uniformidade de espaçamentos na linha, em semeadura tardia de soja, não foi um fator

significativo na determinação da sua produtividade. Também obtiveram evidências de que na semeadura tardia de soja as maiores produtividades são obtidas em linhas estreitas (20 cm). Segundo os pesquisadores a soja pode, portanto, ser semeada com máquinas cujo mecanismo dosador seja composto por rotor acanalado, sem prejuizo na produtividade da cultura.

WANJURA (1979), estudou a influência da uniformidade de espaçamento na semeadura de algodão sobre a produtividade. Três procedimentos foram utilizados para avaliar diferentes níveis de uniformidades de espaçamentos na linha: (a) um número maior que o desejado de sementes foi distribuido, por um sistema de dosagem mecânico de duas linhas e após a germinação foi realizado desbaste manual; (b) sementes foram distribuidas no solo em um stand normal (número de sementes por metro igual ao desejado), com um sistema de dosagem mecânico de duas linhas; (c) sementes foram distribuidas no solo em um stand normal (da mesma forma que o anterior), com um sistema pneumático. A tendência geral em quatro anos de pesquisa em campo irrigado foi de aumentar a produtividade com o aumento da uniformidade de espaçamento no plantio. Maiores produtividades foram obtidas por tratamentos para valores de coeficiênte de variabilidade, para espaçamentos de plantio, menores que 70%.

Segundo Wilkes e Hobgood, apud BUTIERRES (1980) os rendimentos em diferentes linhas de uma cultura, podem variar em tôrno da média com uma amplitude de até 100%. A variação

no rendimento foi atribuida à irregularidade de emergência e população de plantas ao longo das linhas.

DELAFOSSE (1986a) relata que a distribuição longitudinal de sementes no sulco de semeadura possue uma influência direta sobre o rendimento da cultura, seja pela competitividade entre plantas por água, nutrientes, luz ou espaço vital. Estudos realizados mostram que a falta de uniformidade entre plantas pode determinar perdas de 15% ou mais na cultura do milho; 35% ou mais na de girassol e 10% ou mais na de soja.

3.2. Fatores que afetam a uniformidade de distribuição de sementes.

Entre os fatores que podem influir na uniformidade de distribuição de sementes destacam-se a precisão na dosagem, a velocidade tangencial dos dosadores, o nível de sementes no reservatório e a altura de queda das sementes (altura desde o ponto onde as mesmas são liberadas até o fundo do sulco).

3.2.1. Fatores relacionados com a dosagem de sementes

Todas as semeadoras empregando mecanismos de dosagem de discos horizontais, verticais ou inclinados são capazes de dosar uniformemente as sementes, BAINER (1947). Para isso é essencial que os furos dos discos se adaptem às sementes a serem dosadas. Para sementes de beterraba

açucareira, com as quais trabalhou, o autor recomenda que o diâmetro dos discos seja 1/64" mais largo que o diâmetro máximo da semente para garantir a liberação adequada. Com relação a espessura do furo, o autor recomenda que deverá aproximar-se à menor dimensão da semente encontrada dentro da amplitude de variação da semente a ser utilizada, para reduzir a porcentagem de preenchimentos múltiplos. BAINER recomenda ainda, uma conicidade do furo com um ângulo de 12^{o} para garantir o livre movimento da semente de um lado a outro do furo. A velocidade do disco também afeta o preenchimento dos furos. BAINER (1947), empregando sementes de beterraba açucareira, classificada segundo a dimensão, em uma semeadora de disco vertical, obteve uma relação entre número de sementes e número de furos de 101% (alguns furos com mais de uma semente) com uma velocidade tangencial de 0,168 m/s. Ao dobrar esta velocidade essa relação foi reduzida para 76%.

BJERKAN (1947), observou que quando as sementes variavam em tamanho, havia uma tendência do mecanismo dosador de selecionar primeiramente as sementes menores, resultando em uma irregularidade na razão de plantio. Segundo o autor, esse problema pode ser evitado através da classificação das sementes em um tamanho uniforme e utilização de um disco de sementes que combine com o tamanho das sementes classificadas.

Segundo BARMINGTON (1948), existe uma relação sensível entre tamanho das sementes e tamanho dos furos em

velocidades mais baixas. Nestas velocidades, os dosadores apanham uma quantidade de sementes diretamente proporcional ao volume dos furos. Para sementes de beterraba açucareira, com formas mais uniformes e esféricas, o autor sugere que sejam utilizados discos nos quais as dimensões dos furos em profundidade e diâmetro sejam aproximadamente iguais. Discordando de BAINER (1947) o autor conclui que o diâmetro do furo 1/64" maior do que o maior tamanho da semente é mais folgado do que o necessário, especialmente quando a amplitude de variação de tamanho das sementes contém alta porcentagem de sementes de tamanhos menores. Ele recomenda que o tamanho do furo do disco seja tão pequeno quanto possível para acomodar a maior semente encontrada dentro da amplitude de variação da semente a ser utilizada.

BARMINGTON (1948) e CHHINNAN et al. (1975) verificaram, nos experimentos que realizaram, que uma das causas da falta de precisão na dosagem de sementes foi a irregularidade dos furos devido à problemas de manufatura. Problemas de preenchimento incorreto dos furos por defeitos de manufatura foram também identificados por WANJURA e HUDSPETH (1968). Os autores, trabalhando com semeadoras de disco horizontal e sementes de algodão, verificaram efeito do fundo do reservatório sobre dosagem, o qual foi causado pelas irregularidades das paredes internas, que modificavam a área de exposição dos furos dos discos às sementes.

ROTH e PORTERFIELD (1960), relataram que o processo

de enchimento dos furos dos discos é afetado, além de outros fatores, pela tolerância dada às dimensões dos mesmos, pois em experimentos realizados verificaram que a medida que aumentava-se a tolerância dos furos, aumentava-se o valor da velocidade tangencial do disco na qual se obtinha 100% de preenchimento desses furos (preenchimento dos furos (%) = 100 x número de sementes/número de furos passando no ponto de liberação) . Os pesquisadores obtiveram um índice de 100% de preenchimento dos furos dos discos nas velocidades tangenciais do dosador de até 0,65 m/s, com o emprego de uma tolerância dos furos 40% maior que o diâmetro das esferas de plástico usadas no experimento. Observaram que a precisão de dosagem foi mais afetada pela troca de velocidades do que pelo aumento da tolerância das dimenções dos furos.

BAINER et al. (1963), estudou os efeitos do tamanho das sementes sobre o preenchimento dos furos com uma semeadora de disco horizontal tendo um diâmetro de furo 11/64". Os tamanhos das sementes de beterraba açucareira utilizados variaram entre 7/64 e 8/64", 8/64 e 9/64" e 9/64 e 10/64", para os quais, o autor obteve relações percentuais entre número de sementes e número de furos de cerca de 140%, 100% e 90%, respectivamente, o que evidencia o aumento do preenchimento dos furos à medida que aumenta a tolerância dada aos mesmos. Em todos os testes realizados, segundo o autor, essa relação, para uma dada combinação de tamanho de sementes e tamanho dos furos, decresceu com o aumento da

velocidade tangencial dos furos do disco. Assim, o melhor desempenho para uma dada combinação pode ser obtida somente dentro de um pequeno intervalo de variação da velocidade do disco.

De acordo com KHAN e McCOLLY (1971), a velocidade resultante da semente (Vsr) ao preencher um furo de um disco dosador horizontal é composta pela velocidade devida à aceleração da gravidade (Vsv), pela velocidade de atrito entre a semente e o disco (Vsh) e pela velocidade de impacto da semente com as paredes ou bordas dos furos (Vsi). Assim, Vsr = Vsv + Vsh + Vsi. A velocidade relativa semente/furo (Vs/c) é então o vetor soma da velocidade resultante da semente (Vsr) e a velocidade do furo (Vc). Então, Vs/c = Vsr + Vc. Esta velocidade relativa semente/furo pode ser decomposta em componentes vertical (Vs/c,v) e horizontal (Vs/c,h). O preenchimento ideal dos furos, ocorrerá, segundo os autores, quando a componente vertical for máxima, pois a mesma estará na direção do movimento da semente no momento do preenchimento do furo.

KEPNER et al. (1978), afirmam que a tolerância que deve ser dada ao diâmetro dos furos deve ser de apenas 10% maior do que a maior dimensão da semente encontrada dentro amplitude de variação das sementes utilizadas, enquanto que a espessura do furo deverá ser igual ao diâmetro médio ou espessura média da semente. Os autores afirmam ainda que a distância de exposição das sementes em relação aos furos em

conjunto com a velocidade dos discos influem no processo de enchimento dos mesmos.

Estudando a influência do fator semeadora sobre a uniformidade de distribuição de sementes de soja, BUTIERRES (1980), verificou uma diferença significativa entre as três semeadoras comparadas. A semeadora que apresentou maior uniformidade de distribuição foi a que possuia mecanismo dosador tipo disco horizontal de furos redondos (Ø = 10,5 mm, espessura = 9,4 mm) com semente de diâmetro igual a 7,5 mm dando uma relação entre a semente e o furo de 40%, seguida pela semeadora que possuia mecanismo tipo cilindro canelado de material plástico. A semeadora que apresentou menor uniformidade de distribuição foi a que possuia mecanismo tipo disco horizontal com furos oblongos (Ø = 16,4 x 11,2 mm, espessura = 4,0 mm). O autor, observou que para todas as semeadoras houve uma redução no coeficiente de variação ao aumentar-se o tamanho das sementes de 5,5 para 7,5 mm. Em função destes resultados, recomenda a redução dos furos dos discos distribuidores de sementes para dimensões apenas superiores às das sementes de soja que vem sendo utilizadas.

COSTA et al. (1984), estudaram, em três mecanismos dosadores - distribuidores de sementes de discos horizontais, os efeitos da velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h) sobre os danos mecânicos, taxa de descarga e regularidade de distribuição de sementes de milho. Segundo os autores a taxa de descarga apresentou uma redução de cerca de 10% entre a

menor e a maior velocidade para dois dos mecanismos. Resultados que segundo os autores, confirmam parcialmente a colocação de BAINER et al.(1947), de que a diminuição do tempo de exposição dos furos, com o aumento das velocidades tangenciais dos discos poderia afetar a taxa de descarga.

DELAFOSSE (1986a), recomenda que a tolerância dada às dimensões dos furos seja de pouco mais de 2 milímetros entre semente e furo.

TOURINO et al. (1988), realizaram em laboratório, experimentos variando o número e tamanho dos furos dos discos, em uma semeadora de discos dosadores horizontais e, em função do tamanho dos furos, o número de sementes por furo. Os autores utilizaram discos com as seguintes especificações: um disco com 48 furos redondos com diâmetro 8,8 mm e espessura 4,4 mm, dimensionado para liberar uma semente por vez; um disco com 24 furos oblongos, com dimensões de 14,8 x 8,0 mm e espessura 4,4 mm, dimensionado para liberar duas sementes por furo e um disco com 16 furos oblongos, com dimensões de 18,4 x 8,6 mm e espessura 4,4 mm, dimensionado para liberar as sementes três a três. Os trabalhos foram conduzidos com sementes de soja da variedade IAC-8 com diâmetro médio de sementes igual a 7,2 mm. Desse trabalho os autores concluíram que o disco dimensionado para liberar as sementes uma a uma, devido à tolerância dada entre tamanho dos furos e tamanho das sementes, proporcionou maior uniformidade de distribuição de sementes, resultados que

estão de acordo com os encontrados por BUTIERRES (1980) e parcialmente de acordo com os resultados encontrados por BAINER (1947) e BARMINGTON (1948).

3.2.2. Fatores relacionados com a velocidade tangencial dos dosadores

BJERKAN (1947), relata que em operações com semeadoras observou algumas vezes, irregularidades na razão de distribuição de sementes. Estas, foram delineadas, entre outros motivos pelo aumento da velocidade do disco. Segundo o autor esse aumento da velocidade produz uma redução na porcentagem de preenchimento dos furos e portanto, também na razão de distribuição de sementes. O autor afirma, também, que se as sementes são grandes em relação ao tamanho dos furos do disco, pode se esperar uma variação maior, na razão de distribuição de sementes, com a variação da velocidade.

Segundo BAINER (1947), certos tipos de problemas são comuns para todos os tipos de semeadoras. Primeiro a semente deve ter tempo suficiente para entrar no furo. Nos sistemas de dosagem tipo disco horizontal a porcentagem de furos expostos às sementes é maior do que no sistema tipo disco vertical. Da mesma forma, com disco horizontal as paredes dos furos são sempre verticais, enquanto que nas semeadoras de disco vertical, isso acontece somente em uma posição, ou seja, quando os furos alcançam o topo do disco.

BARMINGTON (1948), pesquisou em oito semeadoras

comerciais, sendo quatro do tipo disco horizontal e quatro do tipo disco vertical, o efeito da velocidade tangencial dos discos em relação ao preenchimento dos furos. Os diâmetros dos furos foram escolhidos com um tamanho regular pouco maior que a maior semente utilizada. As velocidades variaram entre 0,058 e 0,914 m/s. Segundo o autor a maioria das semeadoras testadas mostrou uma tendência à danos mecânicos mínimos na velocidade onde a relação percentual entre número de sementes e número de furos passando no ponto de liberação foi de 100 ou um pouco menos. Em velocidades muito baixas aumentaram os danos mecânicos às sementes e essa relação cresceu para 115% ou mais. Quando a velocidade foi aumentada a relação foi reduzida e os danos mecânicos às sementes cresceram rapidamente. Para as semeadoras do tipo disco horizontal o preenchimento aproximado de 100% foi obtido na faixa de 0,102 a 0,305 m/s e para as do tipo disco vertical na faixa de 0,102 à 0,406 m/s, variando entre semeadoras.

AUTRY e SCHROEDER (1953), trabalhando com sementes de algodão deslintadas e uma semeadora convencional com disco tipo horizontal, para semeadura em grupos (três a cinco sementes por furo), afirmaram que o uso de uma relação entre velocidade de deslocamento da semeadora e velocidade tangencial do disco de 8:1, baseada em uma velocidade do disco de 0,19 m/s permite obter uma alta precisão de preenchimento do furo e mínima dispersão dos grupos. Segundo o autor que utilizou este conjunto de condições durante os

seus testes e uma variação de velocidades de deslocamento de 3,2 a 7,2 km/h, a variação da velocidade afetou a uniformidade de distribuição. Em velocidades mais altas a dispersão dos grupos foi maior. O autor obteve menor dispersão na velocidade de deslocamento de 4,83 km/h e velocidade tangencial do disco inferior a 0,15 m/s.

WANJURA e HUDSPETH (1968), que trabalharam com semeadoras do tipo disco horizontal e sementes de algodão, concluíram que a maior uniformidade na razão de distribuição ocorreu com velocidades tangenciais do disco menores do que 0,12 m/s.

Segundo BERNACKI et al. (1972), o aumento da velocidade do disco leva à um preenchimento deficiente dos furos e conseqüentemente à uma redução da uniformidade de deposição destas sementes no solo. Este fato foi também comprovado por MOREIRA et al. (1978), que trabalhou com três semeadoras de tração motomecanizada e três semeadoras de tração animal. Segundo o autor o fator velocidade causou uma maior influência nas máquinas de tração motomecanizada com relação às de tração animal. O autor afirma ainda que a minimização dos efeitos da velocidade trará como conseqüência o melhoramento do desempenho da máquina.

Segundo DELAFOSSE (1986a), resultados de ensaios de uniformidade de distribuição sobre a linha, com várias máquinas semeadoras de sementes graúdas e diferentes espécies e variedades de sementes, tem mostrado, em linhas gerais, uma

relação inversa entre a velocidade de avanço das máquinas (velocidades tangenciais dos dosadores) e a uniformidade de distribuição de sementes. Ao aumentar-se as velocidades aumentam os requerimentos à que são submetidos os dosadores. Isto provoca o surgimento de falhas funcionais pois torna difícil tanto o preenchimento correto dos furos como a liberação das sementes. O autor cita que para certos tipos de sementes e de dosadores as velocidades tangenciais máximas são da ordem de 0,29 m/s de acordo com a recomendação da Organização de Alimentos e Agricultura das Nações Unidas-FAO e 0,315 m/s recomendações de KHAN e McCOLLY (1971). CHHINNAN et al. (1975), concluíram que em velocidades de avanço de 4.83 km/h, para a semeadora utilizada, as sementes são distribuídas em menor quantidade pelo mecanismo distribuidor diminuindo o número de quedas duplas ou então aumentando o número de falhas na distribuição. TOURINO et al. (1988), encontraram resultados semelhantes com relação à obtenção de duplos.

Esses resultados, porém não foram confirmados por BUTIERRES (1980), em experimentos realizados. Segundo o autor, as médias dos coeficientes de variação para as velocidades utilizadas (3,39; 4,24; 4,75; 5,94 e 8,31 Km/h) não diferiram entre si exceto na velocidade mais baixa. Houve uma tendência a diminuir o coeficiente de variação com o aumento da velocidade.

GAZZOLA (1988), projetou uma unidade dosadora, para

soja, que emprega um sistema de correia de borracha e uma escova giratória com função de eliminar o excesso de sementes, destituída de ejetor de sementes. No sistema projetado, a velocidade tangencial do dosador possue sentido oposto à velocidade de avanço da semeadora no ponto de liberação da semente e possue um modulo igual à 40% da velocidade de avanço da semeadora. O protótipo foi avaliado em laboratório, estudando, entre outros fatores, o efeito da velocidade de deslocamento, concluiu GAZZOLA que para as velocidades de avanço consideradas 2,7; 3,5 e 4,0 km/h (respectivamente dos furos 0,30; 0,41 e 0,46 m/s) não houve diferença significativa a um nível de 1%, sobre a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes.

3.2.3. Fatores relacionados com a altura de sementes no reservatório

Nos testes que realizou com oito semeadoras, sendo quatro do tipo disco horizontal e quatro do tipo disco vertical, BARMINGTON (1948), variou os níveis de sementes dentro dos reservatórios mantendo-os em 1,2,3,4 e 5". O autor concluiu que com o uso de somente uma polegada de sementes no reservatório, o aumento da velocidade do disco provoca uma queda acentuada na porcentagem de preenchimento dos furos. Duas polegadas de sementes, nas semeadoras de discos horizontais cobriram aproximadamente metade do disco em operação normal e deram igual e algumas vezes melhor

preenchimento dos furos que quantidades maiores de sementes. Segundo o autor, a quantidade de sementes de uma polegada poderá oferecer um bom preenchimento dos furos desde que mantida espalhada sobre pelo menos metade do disco.

WOOTEN et al. (1972), pesquisaram em laboratório, entre outros fatores, a quantidade de sementes de algodão distribuida em relação a altura de sementes no reservatório, utilizando um mecanismo dosador tipo disco horizontal. Segundo os autores ocorreu uma redução na quantidade de sementes da ordem de 16% quando a altura de sementes foi reduzida para 50% da altura total, e de 34% quando a altura de sementes foi reduzida para 20% da altura total.

MOREIRA et al. (1978), avaliaram em laboratório, a uniformidade de distribuição e a danificação mecânica de sementes de amendoim efetuadas pelos mecanismos dosadores do tipo disco horizontal, de três semeadoras de tração motomecanizada e três semeadoras de tração animal. Na pesquisa, os autores consideraram variações nas rotações dos discos, tamanho de peneira das sementes e altura das sementes no reservatório. Os autores, ao contrário de WOOTEN et al. (1972), concluíram que as quantidades de sementes nos reservatórios de 80%, 40% e 20% do seu volume, não influenciaram significativamente no desempenho das semeadoras.

Resultados semelhantes aos encontrados por BARMINGTON (1948), foram obtidos por BUTIERRES (1980), que

trabalhou com duas semeadoras do tipo disco horizontal e uma do tipo rotor acanalado e com dois níveis de sementes de soja no reservatório, cheio e 4 cm acima do mecanismo de distribuição (aproximadamente 1 1/2"). Segundo o autor, nas alturas baixas, ou seja, 4 cm, as semeadoras de discos horizontais aumentaram a uniformidade de espaçamento entre sementes. Fato inverso ocorreu com a semeadora de rotor acanalado que ao diminuir a altura de sementes no reservatório diminuiu a uniformidade de distribuição de sementes. O autor relata que os resultados obtidos são explicados pela redução do número de sementes distribuídas. A menor altura reduziu o número de quedas múltiplas, uniformizando a distribuição de sementes em relação à maior altura.

Os resultados encontrados por DELAFOSSE et al. (1986b), são semelhantes aos encontrados por BUTIERRES (1980). DELAFOSSE et al. (1986b) trabalhou com três tipos de semeadoras, sendo a primeira do tipo disco alveolado em reservatório de fundo plano, a segunda do tipo disco alveolado em reservatório de fundo inclinado e a terceira do tipo disco alveolado colocado em um receptáculo especial fora do reservatório, com três níveis de sementes no reservatório, cheio, 50% da capacidade e 12,5% (1/8) da capacidade e com dois tipos de sementes, soja e milho. Os autores analisaram ainda, neste trabalho, a presença de movimentos parasitas da semente (rotação, etc) e a presença de fenômenos de

segregação de sementes no reservatório e suas relações com o nível das mesmas e influência sobre a qualidade de semeadura. As conclusões dos autores foram que, com excessão do sistema de fundo plano com sementes de soja, os diferentes sistemas utilizados manifestaram maiores graus de precisão de semeadura com níveis médios a baixos de sementes no reservatório. Os resultados obtidos pelos autores relacionados com movimentos parasitas (rotação, etc) e segregação de sementes permitiram-lhes determinar que estes fenômenos estão relacionados com a quantidade de sementes nos reservatórios, manifestando-se nitidamente com menores níveis.

GAZZOLA (1988), analisou a influência do nível de sementes no reservatório sobre a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes, considerando como variáveis os níveis de 1/1 (reservatório cheio) e 1/4 da altura total do reservatório, em uma semeadora com mecanismo dosador do tipo correia, projetada por ele. Concluiu o autor, que não houve diferença significativa à nível de 1% entre os níveis considerados de sementes no reservatório, sobre a uniformidade de distribuicão de sementes. Estes resultados estão de acôrdo com os encontrados por MOREIRA et al. (1978), porém podem ter sido influenciados pelo fato de que o reservatório de sementes era independente do dosador.

3.2.4. Fatores relacionados com a altura de queda de Sementes.

O dosador é submetido à um movimento que é resultante das relações de transmissão utilizadas na semeadora. À este movimento, denominamos velocidade tangencial dos discos. A semente ao ser alojada nos furos dos discos passa a ser regida também por este movimento.

Segundo BAINER (1947), a semente liberada pelo furo do disco tem uma componente de velocidade igual à velocidade do disco no centro desse furo e a trajetória seguida pela semente é completamente variável, devido as irregularidades que ocorrem na operação de semeadura. O autor sugere que, ao invés de fitas espirais largas sejam utilizados tubos polidos de pequeno diâmetro para confinar a trajetória da semente à um espaço igual ao diâmetro do tubo. Em testes com uma semeadora de disco horizontal, o autor conseguiu reduzir o coeficiente de dispersão de 1,19 para 0,25, utilizando, na primeira verificação, um tubo de fita espiral de comprimento 32" e na segunda verificação, um tubo telescópico composto de duas seções sendo a primeira, de comprimento 15" por 1/2" de diâmetro e a segunda, de comprimento de 17" por 1/2" (diâmetro superior interno) e 5/8" (diâmetro inferior interno), somando um comprimento total de 32". Um terceiro teste foi realizado com um tubo polido simples de 15" de comprimento e 1/2" de diâmetro obtendo ainda uma redução do coeficiente de dispersão para 0,12. Segundo o autor, a

redução do coeficiente de dispersão para os tubos polidos indicam uma significativa superioridade destes tubos na distribuição de sementes.

AUTRY e SCHROEDER (1953), não concordam com BAINER (1947) com relação aos tubos condutores de sementes. Segundo os autores, que realizaram testes com uma semeadora convencional do tipo disco horizontal, para semeadura em grupos de sementes de algodão deslintado, os tubos condutores devem seguir a trajetória da semente. Nos testes que realizaram, os autores observaram que quando os grupos de sementes caíam completamente em queda livre, apresentavam-se surpreendentemente mais compactos. Portanto um tubo que não alterasse a trajetória das sementes, poderia proporcionar uma distribuição mais uniforme destas sementes. Segundo os autores quando as sementes são ejetadas dos furos têm um movimento relativo ao chão em três planos. No plano Y, o movimento é causado pela ação da gravidade, no plano X, pela velocidade tangencial do disco e no plano Z, pela velocidade de avanço da semeadora. Com relação ao tubo, o movimento é somente nos planos X e Y porque o tubo se move no plano Z à mesma velocidade da semente. Os autores afirmam que a trajetória seguida pelas sementes é aproximadamente igual à uma parábola e portanto sujerem que os tubos condutores sejam desenhados de forma a conduzirem as sementes através de um caminho que se aproxime à uma parábola. Segundo os autores, os tubos devem obedecer à alguns graus de variação para

compensar as variações da velocidade do disco ou de uma velocidade inicial transmitida à semente pelo ejetor.

BAINER et al. (1963), recomenda que o tubo condutor de sementes seja de pequeno diâmetro (1/2" a 3/4"), liso, reto e de preferência com descarregamento final próximo do fundo do sulco.

O comprimento dos tubos não foi fator determinante sobre o espalhamento das sementes, para os comprimentos utilizados de 12 e 24", segundo WANJURA e HUDSPETH (1968), entretanto, tubos de diâmetro 3/4" com angulação de 30 graus para trás deram maior uniformidade na distribuição de sementes do que tubos com diâmetro de 1 1/4" e outras angulações como 0^{o} e 30^{o} para a frente. Da mesma forma, o espalhamento lateral da semente foi menor com o tubo de 3/4". estes resultados são semelhantes, com relação ao diâmetro do tubo condutor, aos encontrados por BAINER et al. (1963).

Para BERNACKI et al. (1972), o espalhamento da semente caindo livremente depende da altura de queda e é aumentada com o aumento da altura. Esta afirmação é discordante da de AUTRY e SCHROEDER (1953) que diz que o tempo entre sementes quando elas caem dos furos é o mesmo independentemente da distância de queda e desta forma o espalhamento não é afetado pela altura do reservatório. Entretanto, os autores afirmam que o espalhamento das sementes quando atingem o sulco é função da energia cinética de cada semente ($1/2\ MV^2$) e este efeito pode ser eliminado

por um método mecânico de refreamento da semente ou por abaixamento do reservatório para uma altura de 457 mm ou menos. Para BERNACKI et al. (1972), a queda livre da semente pode ser assegurada pelo alargamento do tubo condutor no sentido de cima para baixo, segundo o seu comprimento. Segundo os autores, em tubos assim desenhados a maior parte das sementes (60 a 80%) caem livremente sem tocar nas paredes dos mesmos. Outro requisito, é que as paredes do tubo condutor devem ser lisas, afirmação que concorda com os autores já citados. Os autores afirmam, ainda, que desvios excessivos dos tubos com relação à vertical aumentam a irregularidade de distribuição de sementes e citam que, segundo dados de pesquisadores Soviéticos, o maior valor admissível do ângulo de desvio do tubo de sementes não podem exceder 15 graus.

Segundo CHHINNAN et al. (1975), a interação semente-tubo condutor, por originar muitas variações na trajetória da semente durante a queda para o sulco, acaba afetando a uniformidade de distribuição das mesmas.

KEPNER et al. (1978), relatam que o transporte das sementes desde o ponto de liberação até o fundo do sulco deve ser realizado de forma a manter as distâncias entre sementes efetuadas pelo mecanismo dosador. Sobre isto, BAINER (1963) relata que o retardamento de uma semente dosada, em um intervalo de tempo curto (depende da velocidade tangencial do mecanismo dosador), fará com que esta semente seja alcançada

pela próxima semente, resultando em uma deposição irregular das mesmas no sulco.

WILSON (1980), estudou os efeitos dos erros de liberação sobre a localização da semente no solo, com mecanismos dosadores do tipo disco vertical e correia. Com relação aos mecanismos dosadores do tipo disco vertical, o autor afirma que a altura do ponto de liberação tem um efeito muito pequeno na uniformidade de distribuição de sementes, entretanto, para que se obtenha uma velocidade de impacto tão baixa quanto desejada, o mecanismo deve ser mantido tão próximo do chão quanto possível. Segundo o autor, esta redução na altura do ponto de liberação favorece a redução das variações que ocorrem durante o transporte da semente até o sulco.

BUTIERRES (1980), recomenda que sejam avaliados os efeitos da altura de queda das sementes em relação ao solo, assim como formato, inclinação e comprimento dos tubos condutores, sobre a uniformidade de distribuição de sementes.

Segundo DELAFOSSE (1986a), referindo-se à mecanismos dosadores de discos horizontais, a velocidade da semente ao ser liberada do furo é um produto do regime sob o qual o dosador está submetido. Esta velocidade, como comenta o autor, pode somar-se à velocidade de avanço da semeadora ou subtrair-se dela, de acordo com o sentido do movimento do dosador no ponto onde ocorre o despreendimento da semente em relação ao sentido de movimento da semeadora. Segundo o autor

os sistemas de descarga lateral com o tubo condutor orientado para trás facilitam a trajetória normal de queda das sementes, evitando rebotes. Estes rebotes influirão posteriormente na uniformidade de distribuição da semente, pela tendência da mesma à espalhar-se. Par DELAFOSSE (1986a) deve-se procurar que a semente desprenda-se à uma distância mínima do fundo do sulco. Segundo ele a velocidade final no momento de impacto com o solo é "Vf = Vi + at" onde "Vi" é a velocidade inicial da semente quando do seu desprendimento do furo ou a velocidade tangencial desse furo em m/s, "a" é a aceleração da gravidade e "t" o tempo de queda livre da semente, que é influenciado pela altura de queda, velocidade inicial da semente, etc. Para o autor tanto "Vi" quanto "t" deveriam ser mínimos e para que isto ocorra é necessário fazer com que a semente se desprenda à uma mínima distância do fundo do sulco.

TOURINO et al. (1988), analisaram o efeito da altura de queda de sementes em uma semeadora de tração animal, com sistema dosador tipo disco horizontal e ponto de liberação das sementes localizado à 0^{o} com o sentido de deslocamento da semeadora. No trabalho, os autores utilizaram tubos condutores de material plástico liso, com diâmetro de 25,4 mm e dois comprimentos, 286 e 404 mm, que corresponderam às alturas de queda das sementes. Segundo os autores, a uniformidade de distribuição de sementes foi maior com o tubo de menor comprimento e portanto com a menor altura de queda.

3.3. Danos mecânicos às sementes causados pelos dosadores

Os danos mecânicos às sementes podem ser provocados, entre outros fatores, pela regulagem inadequada dos dispositivos limitadores de fluxo e ejetores de sementes, localizados próximo aos pontos de liberação das mesmas.

BAINER (1947), comenta que o limitador de sementes, em semeadoras de disco vertical, pode cortar uma segunda semente que entrar no furo. Esta ação, segundo o autor, usualmente destrói essa semente, mas garante que apenas uma semente inteira seja carregada pelo furo. Entretanto, afirma que enquanto esta ação é recomendada, por um lado, apresenta a desvantagem de moer uma pequena quantidade de sementes destruindo a germinação dessa porção. Essa quantidade de sementes quebradas permanece no reservatório e introduz a probabilidade de interferência no preenchimento de sementes inteiras nos furos. O autor comenta também que a descarga positiva de sementes do disco por um ejetor de estádios adequados, representa uma parte importante na uniformidade de distribuição de sementes.

Em seus experimentos, com discos horizontais e verticais, BARMINGTON (1948), verificou que o índice de danos mecânicos eram muito reduzidos nas velocidades onde se obtinha 100% de preenchimento dos furos. Nas velocidades mais altas e mais baixas os danos aumentavam.

GRECO et al. (1968), realizaram experimentos com uma semeadora, verificando entre outros fatores a porcentagem

de danos mecânicos às sementes. A semeadora, foi montada em suportes e acionada manualmente por meio de uma manivela que foi adaptada à roda. Durante o experimento a velocidade angular da roda foi mantida constante e igual à 65 rpm, que correspondia à uma velocidade de avanço da semeadora de 6,1 km/h. Os experimentos foram conduzidos com algodão, amendoim, soja milho e arroz. Os resultados obtidos pelos autores indicaram quedas no poder germinativo de 8,5% para as sementes de amendoim, 7,5% para o arroz, 2,1% para o milho e 0,9% para a soja, não observando nenhuma redução no poder germinativo do algodão.

MOREIRA et al. (1978), também concluiram, em experimentos realizados com sementes de amendoim, que a velocidade de avanço foi o parâmetro que mais influiu no desempenho das semeadoras, provocando aumento dos danos mecânicos às sementes à medida que foi aumentada. Os autores verificaram que o principal ponto de cizalhamento das sementes, ocorreu na interface base do reservatório x lado inferior do disco, devido à insuficiência de tempo para o desprendimento da semente do disco, ficando a mesma presa entre a borda do orifício da base e o furo do disco.

RAZERA (1979), estudou em três semeadoras comerciais do tipo discos horizontais, o efeito de danos mecânicos causadas por essas às sementes de soja. Concluiu, o autor, que todas as semeadoras testadas, indistintamente, causaram danos mecânicos às sementes de soja, sendo a

velocidade de avanço o fator que mais influiu na intensidade dos danos mecânicas causadas pelas máquinas. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por MOREIRA et al. (1978).

DELAFOSSE et al. (1980), afirma com base em resultados de ensaios efetuados com semeadoras que, tanto a incorreta seleção dos discos de semeadura em relação ao tamanho e forma das sementes a serem utilizadas, como também a regulagem incorreta dos limitadores de fluxo e ejetores de sementes são os fatores que mais influenciam as características de uma semeadura. Tal influência ocorre geralmente na forma de irregularidades nos espaçamentos sobre a linha e/ou danos causados às sementes. Os autores, realizaram estudos para determinar a regulagem ótima dos mecanismos destinados à limitação de fluxo e ejeção de sementes, de dois sistemas utilizados em semeadoras de discos horizontais, sendo: um composto por gatilhos metálicos e utilizados com sementes de tegumento duro tais como milho, e outro, onde os componentes metálicos são substituídos por defletores de cerdas ou plástico. Esses últimos são utilizados geralmente em semeadura de soja. No caso dos gatilhos metálicos os limites considerados ideais pelos autores foram gatilhos limitadores de fluxo e escova limitadora expulsora regulados com uma distância de 1 a 1,5 mm entre a borda inferior do limitador e a superfície do disco; gatilho ejetor com uma penetração no alvéolo até a metade ou um quarto da profundidade desse. Segundo os

autores, a desconsideração de um regulagem correta dos sistemas mecânicos leva à um aumento dos danos mecânicos às sementes, variação na dosagem prevista de semeadura e conseqüentemente irregularidade de distribuição de sementes na linha.

BUTIERRES (1980), não observou efeitos estatisticamente significativos da velocidade sobre o aumento dos danos mecânicos às sementes de soja. Estes resultados foram obtidos também por COSTA et al. (1984), quando trabalhando com sementes de milho, porém são contrários aos resultados encontrados por MOREIRA et al. (1978) e por RAZERA (1979).

BALASTREIRE (1987), afirma que nas semeadoras de mecanismos dosadores puramente mecânicos, se não houver uma classificação das sementes dentro de limites aceitáveis e uma seleção adequada do elemento dosador, as sementes graúdas para um dado tamanho de furo, irão permanecer no reservatório ou ficarão expostas nos furos, sendo lesadas quando o disco passar sob o limitador.

BOLLER et al. (1991), estudando os efeitos de três semeadoras motomecanizadas, sendo uma de rotor acanalado com ranhuras retas, uma de disco horizontal e outra de copo dosador, em semeadura de soja, operadas com duas velocidades de avanço, 6 e 9 km/h, concluíram que a porcentagem de sementes quebradas e o vigor das sementes de soja são influenciados pela velocidade de avanço, pelo tipo de

dosadores e pelas suas opções de ajustes.

3.4. Métodos de avaliação para semeadoras em laboratório

Existem muitas formas de avaliar o desempenho de uma semeadora, entretanto, para uma avaliação padronizada, em laboratório, são utilizadas bancadas de ensaio. Apesar de existirem algumas variações entre estas bancadas o princípio de funcionamento é quase sempre o mesmo. Trata-se de uma inversão da prática onde ao invés da máquina se deslocar sobre o solo, este movimento é simulado pelo deslocamento, sob a máquina, de uma correia coberta com graxa, óleo ou areia de praia, para fixar as sementes que são liberadas pelos dosadores. Os comprimentos das correias são também variáveis de 2 a 25 m.

BAINER (1947), realizou em laboratório experimentos comparando diferentes semeadoras, na uniformidade de distribuição de sementes. Os testes comparativos foram efetuados, mediante um banco de provas constituído de uma correia de 2,5 m de comprimento, coberta por uma camada de graxa, situada abaixo do mecanismo distribuidor da semeadora em teste, para reter as sementes nos pontos de impacto. A correia era acionada por um motor elétrico em sincronismo com o órgão distribuidor das semeadoras, permitindo variar as velocidades, nos valores semelhantes àqueles encontrados em campo.

BUREMA et al. (1980), desenvolveram no Instituto de

Engenharia Agrícola, Holanda, um sistema no qual uma unidade da semeadora é montada sobre uma estrutura e é acionada por um motor elétrico com velocidade variável. A correia de desloca próximo ao chão e é guiada de uma extremidade à outra por uma calha de 25 m de comprimento. Essa correia é pulverizada com uma fina camada de óleo na qual as sementes caem e ficam aderidas. Durante o recolhimento da correia, em velocidade baixa, as sementes passam por uma foto-célula e são detectadas por ela, gerando impulsos que são transformados, por um processo eletrônico, em espaçamentos e analisados.

CODEMA (1982), recomenda um sistema de medição composto por uma correia coberta de graxa com 300 mm de largura e 2500 mm de comprimento, colocada sob a linha correspondente ao dosador escolhido. São coletados em cada repetição um total de 250 dados de espaçamentos após as sementes aderirem à correia com graxa.

Segundo a Norma ISO/DIS 7255/1 - Sowing equipment - Methods of test - Part 1: single seed drills (precision drills) - esses métodos estáticos podem ser utilizados, tanto quanto outros métodos de medição tais como óticos ou acústicos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, padronizou, através do Projeto de Norma 12:02.06-004 - Semeadora de Precisão - Ensaio de Laboratório - Método de Ensaio - as formas de coleta de dados em bancadas para

avaliação da distribuição longitudinal de semeadoras de precisão. O projeto prevê que os testes sejam realizados de forma estática pela colocação da semeadora sobre uma correia transportadora. As sementes são depositadas sobre a correia com material adesivo ou outro dispositivo qualquer capaz de coletar e fixar as sementes. Cada repetição, em um mínimo de três, deverá conter o número de espaçamentos correspondente à 250 sementes no mínimo. Segundo essa Norma a análise dos dados deve ser realizada como segue: os diferentes intervalos entre sementes (xi) são distribuídos em classes de freqüência, cujos limites são definidos pelas extremidades de segmentos de reta iguais, de medida correspondente à 1/10 do intervalo nominal entre sementes, tomado como referência (0,1 Xref), considerando-se:

Duplos: $0,0\ Xref \leq xi \leq 0,5\ Xref$

Falhas: $xi \geq 1,5\ Xref$

Normais : $0,5\ Xref \leq xi < 1,5\ Xref$

Se N for o número total de ocorrências, o número de sementes com intervalos normais (N1), designando-se as falhas com o termo No e os duplos com o termo N2, pode ser expresso do seguinte modo:

$$N1 = N - (No+N2)$$

lembrando que :

No = somatório das freqüências correspondentes na faixa $\geq 1,5\ Xref$,

N2 = somatório das freqüências correspondentes na

faixa 0 à 0,5 Xref.

O coeficiente de variação e o Desvio Padrão são calculados utilizando-se as fórmulas usuais de cálculo destes parâmetros.

A bancada para análise da distribuição longitudinal de sementes utilizada neste trabalho, possue características semelhantes à holandesa, porém com um comprimento de correia de 20 m. Destes 20 m somente são aproveitados, como medida de segurança, os 10 m centrais, evitando-se com isso as zonas de aceleração e desaceleração do sistema.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

4.1.1. Semeadoras

Na fase inicial deste trabalho foram selecionadas duas semeadoras com dois tipos distintos de mecanismos dosadores.

A primeira semeadora S1 (Fig.1) utiliza como mecanismo dosador discos perfurados inclinados e defletores de borracha para auxiliar na liberação das sementes para o tubo condutor (Figs. 2 e 5 e Tab. 1). Os discos, com 6 mm de espessura, possuem duas fileiras de furos redondos , com uma conicidade de 9.5^{o}, localizados na borda dos mesmos e foram projetados para liberar as sementes uma a uma. Cada fileira de furos contém 43 furos de diâmetro igual a 10 mm. No alinhamento central dos furos das duas fileiras se estende uma ranhura usinada que reduz, nestes pontos, a profundidade dos furos para 5 mm. O diâmetro do círculo médio entre as duas fileiras de furos é de 182 mm. O reservatório de sementes é construido de forma que somente a parte inferior

do disco se encontre mergulhada na massa de sementes. Com a rotação do disco inclinado os furos vão sendo preenchidos pelas sementes, as quais são elevadas até a parte superior, fora da massa, onde ao encontrarem a abertura de saída são liberadas pela ação ou não dos defletores de borracha e caem, praticamente por gravidade, pelo tubo condutor, de material plástico liso, com prolongamento de borracha de diâmetro interno 23,5 mm, até um funil de chapa metálica, cuja extremidade inferior (orifício de saída) situa-se à uma altura de 85 mm do plano de apoio do sulcador no solo. A

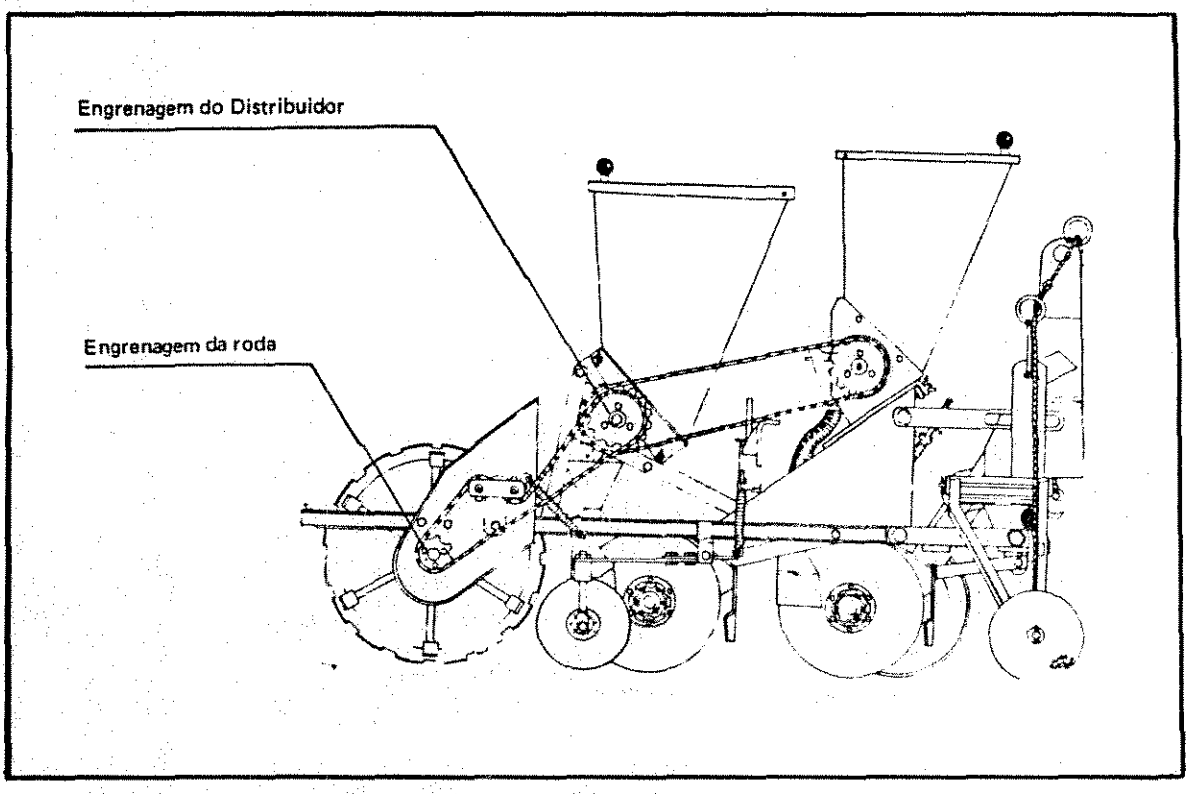

Figura 1. Vista lateral da semeadora S1.

inclinação do tubo em relação à vertical é nos primeiros 70 mm de 26.5° para trás e a partir daí de 13.5° para frente. O acionamento do dosador é realizado pelas rodas metálicas de compactação da semeadora e a variação na dosagem de sementes é obtida através do intercâmbio das engrenagens localizadas nestas e no eixo dos dosadores.

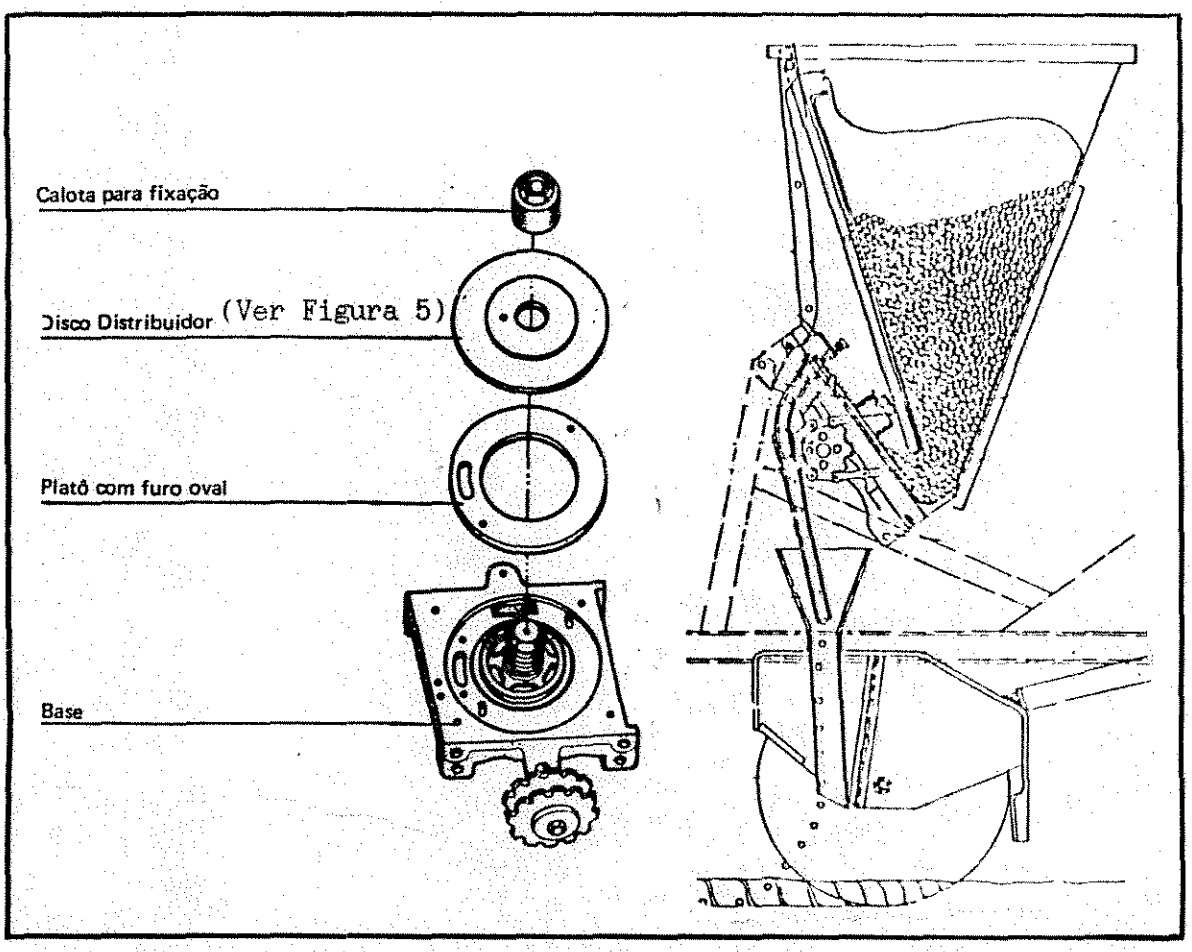

Figura 2. Sistema dosador da semeadora S1.

A segunda semeadora S2 (Fig. 3), utiliza como mecanismo dosador discos perfurados horizontais (Figs. 4 e 5 e Tab. 1). Os discos, com 6 mm de espessura, possuem duas

fileiras de furos redondos localizados na borda dos mesmos e foram projetados para liberar as sementes uma a uma. Cada fileira de furos contém 38 furos de diâmetro igual a 10 mm. O diâmetro do círculo médio entre as duas fileiras de furos é de 160 mm. Os discos são fixados no fundo do reservatório, o qual possue um defletor para aliviar a pressão sobre o disco. O dispositivo de corte de fluxo posicionado próximo ao orifício de descarga, remove as sementes excedentes nos furos, deixando-os com apenas uma, que é impulsionada para dentro do tubo condutor composto por uma bica de borracha rígida e lisa, com prolongamento de material plástico liso de diâmetro interno igual a 34 mm, pela ação da gravidade ou de igual a 34 mm, pela ação da gravidade ou de um ejetor mecânico tipo estrela. Para a realização de todos os testes, foi retirado este ejetor, em função da alteração realizada no

Tabela 1. Características técnicas dos mecanismos dosadores de sementes das semeadoras S1 e S2.

Semeadora	Inclinação do disco c/horiz. (°)	Dimensões dos discos D1	D2	Dm	Do	E (mm)	Furos/disco p/fil.	total	D (mm)
S1	53	193	170	182	10	6	43	86	490
S2	0	170	150	160	10	6	38	76	490

D1 - Diâmetro do círculo correspondente ao centro dos furos externos do disco;
D2 - Diâmetro do círculo correspondente ao centro dos furos internos do disco;
Dm - Diâmetro do círculo médio entre as fileiras de furos;
Do - Diâmetro dos furos do disco;
E - espessura dos discos;
D - Diâmetro da roda de acionamento do mecanismo dosador.

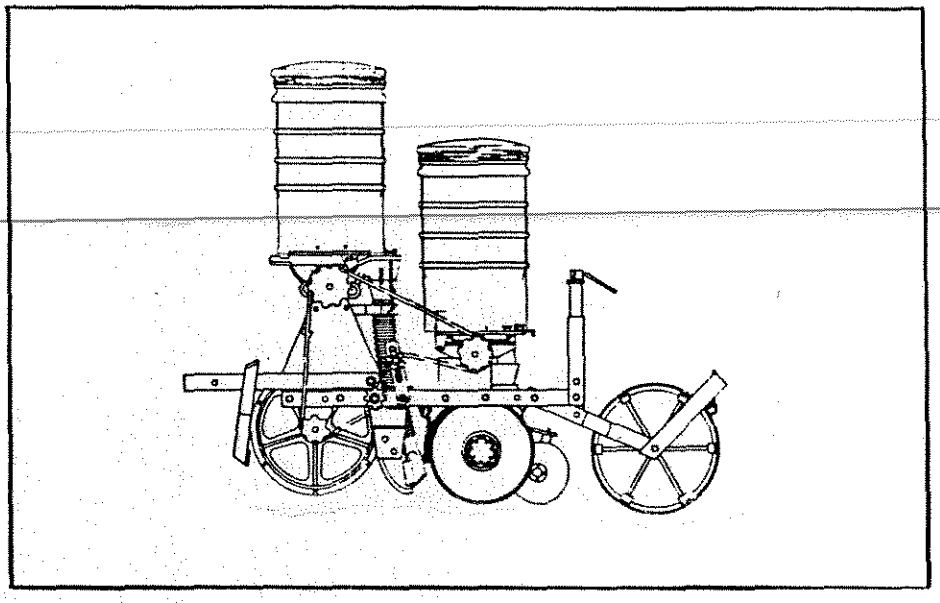

Figura 3. Vista lateral da semeadora S2.

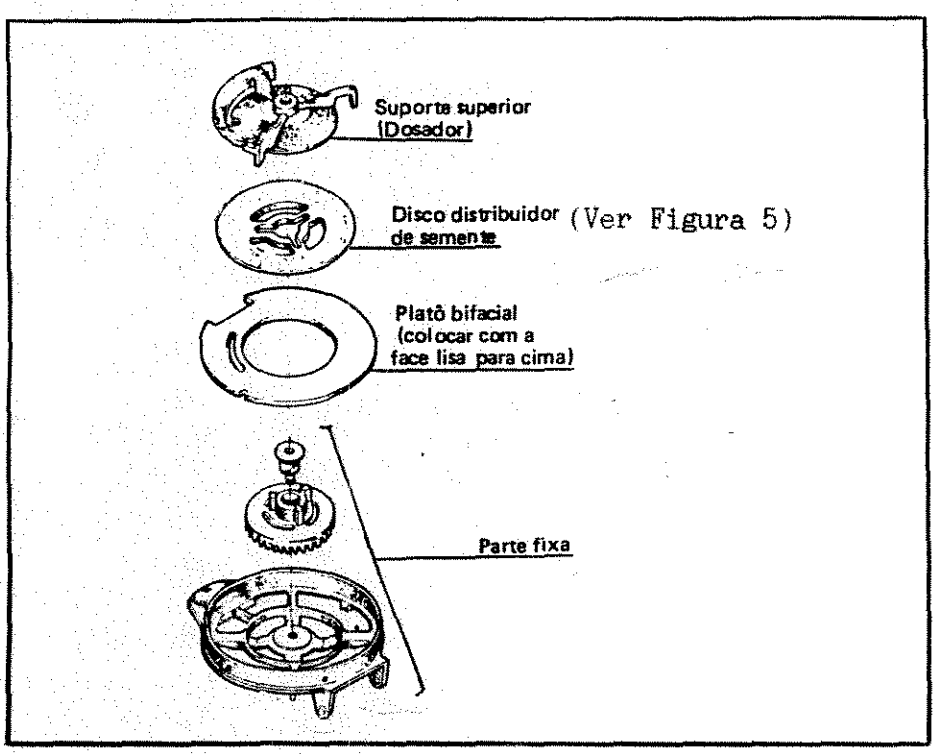

Figura 4. Sistema dosador da semeadora S2.

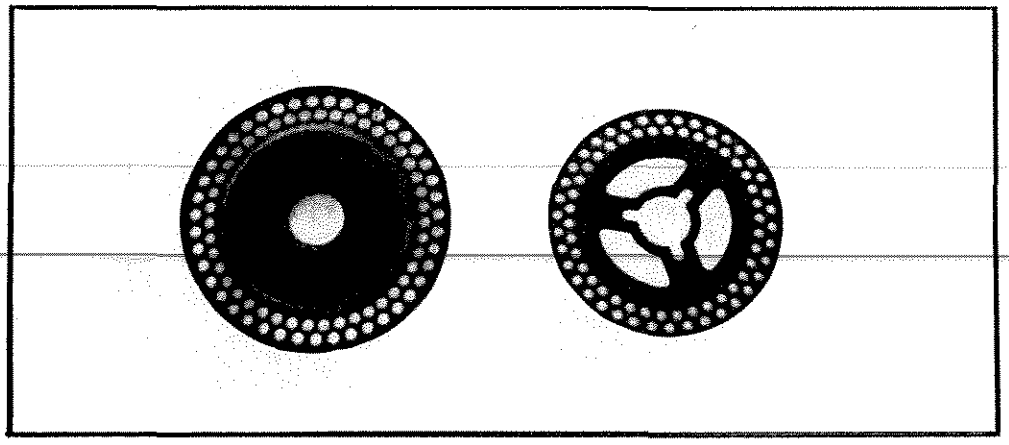

Figura 5. Discos utilizados nas semeadoras S1 (esquerda) e S2 (direita).

disco de soja, que inicialmente possuía somente uma fileira de furos. A extremidade inferior do tubo condutor fica à 40 mm do plano de apoio do sulcador no solo. A inclinação do tubo é de 10 graus para trás. O acionamento do dosador é realizado por uma roda de tração auxiliar metálica e a variação do número de sementes por metro é obtida com a troca das engrenagens localizadas no eixo da roda de tração auxiliar e no eixo do dosador.

4.1.2. Sementes

Foram utilizadas, neste trabalho, sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merril) dos cultivares BR-16 e BR-37, sem tratamento fitossanitário ou inoculantes, produzidas no ano agrícola de 91/92.

O cultivar BR-37 foi utilizado por não dispormos mais do cultivar BR-16 na época da realização da segunda fase

deste trabalho. Entretanto, foram tomadas precauções para que as sementes mantivessem o mesmo padrão das sementes do cultivar BR-16. Os dois cultivares foram classificados manualmente com peneiras do tamanho 16. Após a classificação, estas sementes foram escolhidas uma à uma em bandejas, retirando-se todas as impurezas, sementes quebradas, trincadas, doentes e menores que 6 mm.

Após estes procedimentos, para cada um dos cultivares, foi escolhida aleatoriamente uma amostra de 500 sementes. Estas sementes foram medidas com um paquímetro marca Mitutoyo, segundo a sua maior dimensão. Os resultados encontram-se na Tab.2.

Tabela 2. Características físicas das sementes utilizadas.

Cultivar	Dmin (mm)	Dmax (mm)	Dmed (mm)	Desvio Padrão	No.sementes no intervalo de 6.5 à 8.0 mm
BR-16	6.3	8.4	7.3	0.4	481
BR-37	6.5	8.2	7.3	0.3	496

Dmin - Menor diâmetro observado na amostra;
Dmax - Maior diâmetro observado na amostra;
Dmed - Média dos valores observados.

4.1.3. Material e equipamentos de medição

O material e equipamentos utilizados para a realização das medições foram:

- Bancada de ensaios de distribuição longitudinal de sementes;
- Trena;
- Régua T;

- Paquímetro da marca Mitutoyo;
- Balança eletrônica PC-8000, com precisão de 0.01g;
- Bandejas de material plástico de 500 x 500 mm;
- Germinador de sementes, papel filtro, etc.

4.1.4. Características técnicas da bancada de ensaios.

A bancada para análise da distribuição longitudinal de sementes utilizada, consta, essencialmente, de uma estrutura móvel para montagem e fixação das unidades de semeadura, uma estrutura suporte para a unidade de acionamento e comando de velocidade, composta por um motor elétrico, um variador de velocidades, uma caixa de câmbio, um rolo e um cabo de aço de 7.9 mm (5/16") de espessura, um aplicador de óleo, uma bomba para circulação de óleo, uma correia com 20 metros de comprimento e 120 mm de largura, uma calha guia para a correia e um motor elétrico para recolhimento da mesma, TOURINO e KLINGENSTEINER (1983).

O princípio de funcionamento é uma inversão da prática onde a semeadora se desloca sobre o solo. A semeadora permanece fixa na bancada e o deslocamento é simulado pelo deslocamento da correia, que com velocidade constante é tracionada sob a mesma. O mecanismo dosador é acionado pelo motor elétrico e variador de velocidades, enquanto que a correia é acionada pelo mesmo motor que ligado por correntes à uma caixa de câmbio movimenta o rolo.

O mecanismo dosador é acionado antes da correia para que o mesmo atinja um regime de trabalho constante, antes da mesma se movimentar. No momento em que a correia começa a se movimentar sobre a calha, uma camada fina de óleo é pulverizada sobre ela para evitar que a semente repique e/ou se desloque da posição em que caiu. A unidade de acionamento é desligada, automaticamente, por um interruptor, quando os 20 metros previstos foram semeados. Com a correia parada procede-se então à medição e o registro dos dados.

4.2. Métodos

4.2.1. Local

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Semeadoras e Plantadoras da Divisão de Ensaios de Máquinas do Centro Nacional de Engenharia Agrícola - CENEA/MA (hoje extinto), localizado no município de Iperó, estado de São Paulo.

4.2.2. Planejamento experimental

O trabalho foi desenvolvido em três fases. Na primeira fase foi avaliado a eficiência dos dois sistemas dosadores com relação à uniformidade de espaçamento na distribuição de sementes de soja, na segunda fase foi avaliado o desempenho dos dois sistemas dosadores em relação aos danos mecânicos às sementes de soja. Na terceira fase, foram realizadas alterações no tubo condutor da unidade

dosadora da semeadora S2 e a partir daí novos dados, com relação à uniformidade de espaçamentos na distribuição de sementes foram coletados.

4.2.2.1. Avaliação da uniformidade de espaçamentos na distribuição de sementes de soja

Nesta fase, uma unidade de semeadura de cada máquina foi colocada na bancada de ensaios, onde foi analisada, em função das variações da velocidade tangencial dos dosadores e variações das alturas de queda das sementes, a uniformidade de espaçamentos na distribuição de sementes de soja. As unidades foram reguladas de tal forma que ambas mantiveram a mesma velocidade tangencial dos dosadores para um mesmo número de sementes por metro, e uma determinada velocidade de avanço. Para que isto fosse conseguido, o disco da semeadora S2 foi dimensionado como especificado no item 4.1.1.

Os tratamentos foram formados considerando-se os dois tipos de mecanismos dosadores, quatro velocidades e três alturas de queda de sementes.

As velocidades de avanço das semeadoras selecionadas foram de 4.0; 5.3; 6.5 e 8.1 Km/h, que com as relações de transmissão escolhidas 0.462 para a máquina S1 e 0.524 para a máquina S2, imprimem aos discos nos pontos situados sobre o círculo médio entre as duas fileiras de furos, as velocidades tangenciais de 0.190; 0.252; 0.310 e 0.386 m/s, respectivamente (Tab. 3.). Estas velocidades tangenciais

foram escolhidas por estarem dentro da faixa de velocidades utilizadas pela maioria das semeadoras que se encontram no mercado nacional.

Para o cálculo das velocidades tangenciais dos dosadores, no círculo médio entre as fileiras de furos, e o número de sementes por metro, foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$V_{td} = \frac{V_a\ (m/s) \times R_t \times D_m\ (m)}{D\ (m)} \qquad (5.1)$$

onde:

V_{td} - velocidade tangencial dos dosadores [m/s];

V_a - velocidade de avanço da semeadora [m/s];

R_t - relação de transmissão;

D_m - diâmetro do círculo médio entre as fileiras de furos do disco [m];

D - diâmetro da roda de acionamento dos dosadores[m].

$$No.\ sem/m = \frac{No.\ de\ furos \times R_t}{p(D)} \qquad (5.2)$$

p(D) - perímetro da roda de acionamento [m].

As alturas de queda de sementes foram selecionadas levando em consideração as limitações das semeadoras analisadas.

A primeira altura selecionada foi de 200 mm, devido à posição inclinada do disco da semeadora S1, a qual impossibilitava o uso de alturas de queda menores do que essa. As segunda e terceira alturas foram selecionadas observando-se intervalos regulares de 100 mm entre elas e foram de 300 e 400 mm.

Tabela 3. Características técnicas do sistema de transmissão das semeadoras utilizadas.

Semeadora	No.furos disco	dentes/engren. cor/pin	dentes/engren. tra/dos	R_t	sem/metro	V_a (m/s)	V_{td} (m/s)
S1	86	18/36	12/13	0.462	25.8	4.0 5.3 6.5 8.1	0.190 0.252 0.309 0.385
S2	76	15/33	15/13	0.524	25.9	4.0 5.3 6.5 8.1	0.190 0.252 0.310 0.386

Estas alturas foram determinadas considerando-se a distância vertical entre o ponto onde a semente é liberada, para então iniciar o seu movimento de queda livre, e o nível da correia com óleo. Para a realização destes testes foram construidos suportes para cada uma das unidades de forma a manter a condição de nivelamento original das mesmas. Foram retirados os sulcadores e todos os acessórios, permanecendo somente os tubos condutores com sua orientação original, que para obtenção das alturas desejadas foram sendo cortados a cada 100 mm, partindo da altura 400 mm (Figs. 6, 7, 8 e 9)

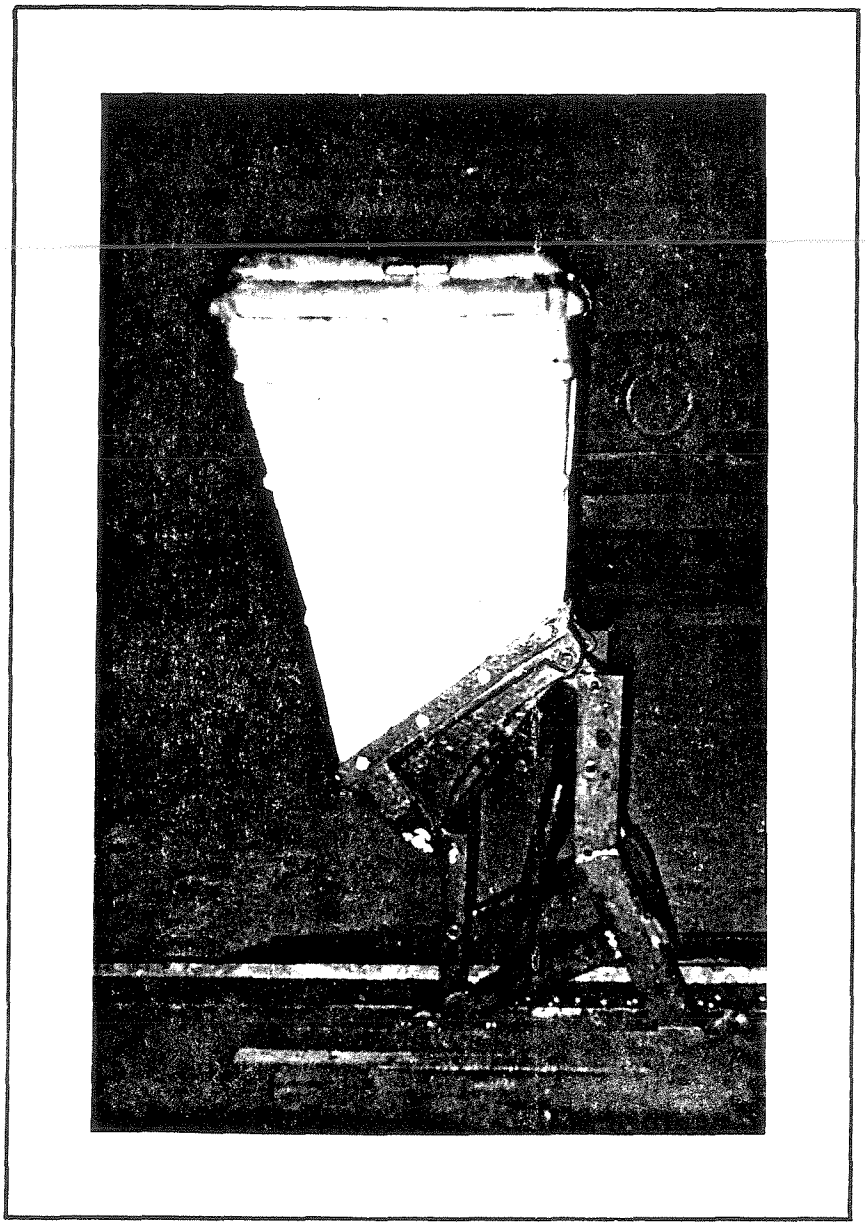

Figura 6. Semeadora S1 na bancada, posicionada para altura 400 mm.

O nível de sementes dentro do reservatório foi mantido constante e igual à 1/2 da sua altura total.

O delineamento estatístico utilizado foi o de parcelas sub-subdivididas, considerando-se como tratamento

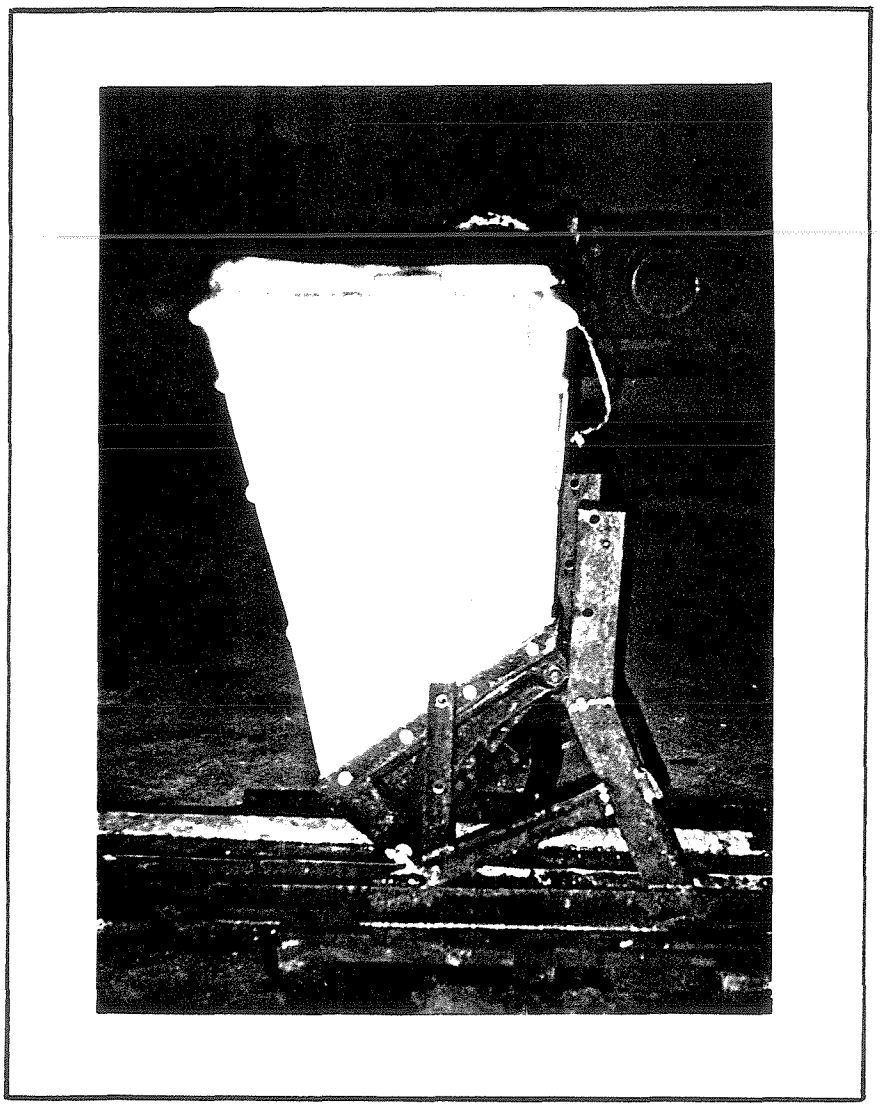

Figura 7. Semeadora S1 na bancada, posicionada para altura 200 mm.

principal o fator (A) tipo de mecanismo dosador de sementes. O fator secundário (B) ou sub-parcela de A foi relacionado com a variação da velocidade do disco dosador. O fator C, variação da altura de queda das sementes foi considerado como uma sub-subparcela de B. Para todos os tratamentos foram

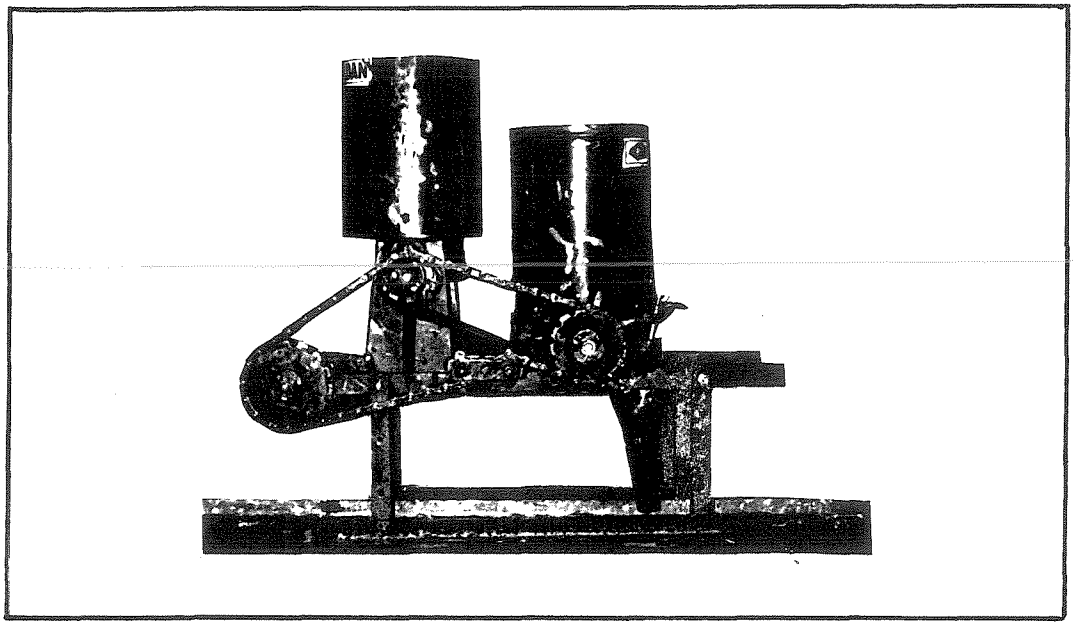

Figura 8. Semeadora S2 na bancada, posicionada para altura 400 mm.

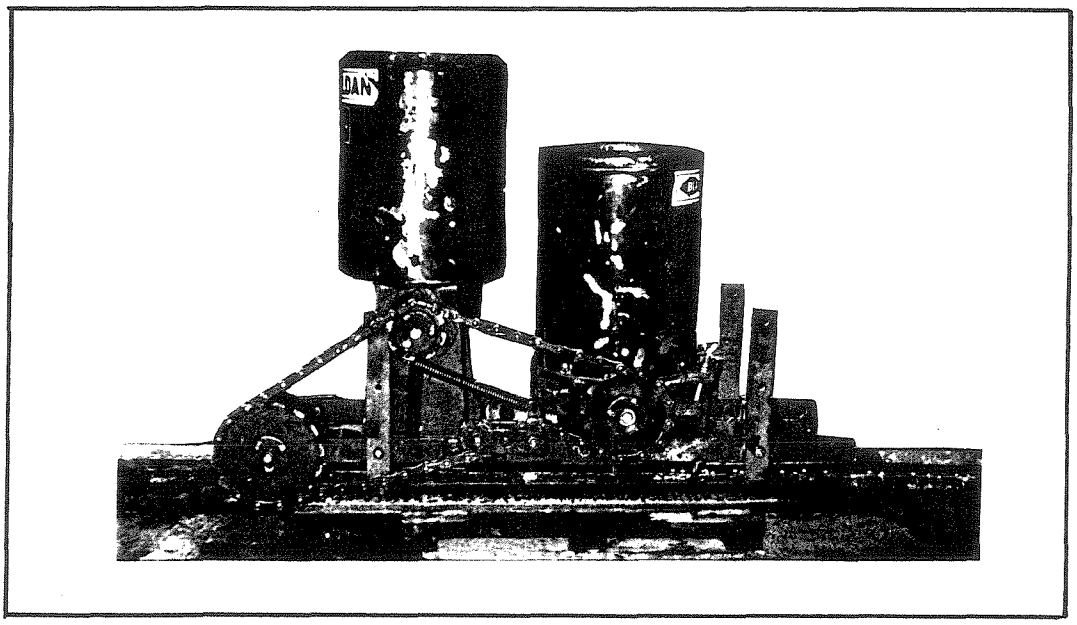

Figura 9. Semeadora S2 na bancada, posicionada para altura 200 mm.

realizadas seis repetições. Em cada repetição foram coletados dados referentes à espaçamentos entre 251 sementes, para análise da uniformidade de espaçamentos.

O processamento dos dados obtidos na bancada de testes foi realizado segundo a metodologia proposta pelo projeto de Norma ABNT - 12:02.06-004 - Semeadoras de Precisão - Ensaio de Laboratório - Método de Ensaio, item 5.2.. A análise foi realizada considerando-se porcentagem de Espaçamentos Normais, Duplos, Falhas e Coeficiente de Variação.

O processamento estatístico dos dados foi realizado segundo CAMPOS (1984).

4.2.2.2. Avaliação dos danos mecânicos às sementes.

A avaliação foi realizada para os dois tipos de mecanismos dosadores citados em 4.1.1. e com as quatro velocidades mencionadas em 4.2.2.1.. O nível de sementes no reservatório foi mantido constante e igual a 1/2 altura.

Para cada tratamento foram realizadas três repetições, com coleta de amostras, de no mínimo 100 gramas de sementes, em sacos plásticos, no final do tubo condutor em sua posição mais curta.

Para o tratamento testemunha foram analisadas três amostras de 100 gramas que não passaram através do mecanismo dosador das semeadoras.

Para todas as amostras foram realizadas avaliações

de danos físicos e danos fisiológicos.

A análise de danos físicos foi realizada calculando-se o percentual de sementes quebradas em relação ao peso das amostras de 100 gramas de cada repetição, em cada tratamento. Após a separação das sementes quebradas e inteiras, dessas foram extraídas 100 sementes (puras) para análise de danos fisiológicos (germinação). Os testes de germinação foram efetuados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1980), com três repetições de 100 sementes cada uma. A análise de germinação se processou no Laboratório de Análise de Sementes da FEAGRI/UNICAMP, em um germinador regulado à temperatura constante de 25º e em substrato de papel toalha especial, sob a forma de rolo. A avaliação das plântulas foi realizada no oitavo dia após a instalação dos testes e os resultados foram expressos em porcentagem. A avaliação do índice de danos mecânicos foi realizada considerando-se a diferença entre os tratamentos testemunha e os demais tratamentos.

Os índices obtidos nas análises das sementes quebradas e germinação foram transformados em arc sen [√(P/100)], onde P é dado em porcentagem (SNEDECOR, 1945 e GOMES,1984).

O delineamento estatístico utilizado nesta fase do experimento foi, tanto para análise de danos físicos (quebras das sementes) quanto para análise de danos fisiológicos (germinação), o de parcelas subdivididas, considerando-se

como tratamento principal o fator (A) tipo de mecanismo dosador de sementes. O fator B ou subparcela de A foi relacionado com a variação da velocidade do disco dosador.

4.2.2.3. Avaliação da uniformidade de espaçamentos na distribuição de sementes de soja para o dosador tipo disco horizontal, com tubo condutor de sementes modificado.

Nesta fase do trabalho foram desenvolvidas equações para identificação da velocidade inicial da semente, no ponto onde a mesma começa seu movimento de queda livre, para semeadora em movimento e parada, para o dosador tipo disco horizontal. Para o dimensionamento do tubo condutor, o referencial considerado, tanto pode ser o chão como a semeadora, entretanto, para a realização desse trabalho e melhor entendimento da velocidade resultante da semente, optou-se por utilizar o referencial chão.

Quando as sementes são ejetadas do furo possuem um movimento em relação ao referencial chão, em três planos distintos. No plano "x" o movimento é causado pelo deslocamento da semeadora, no plano "z" pela velocidade tangencial do disco e no plano "y" pela ação da gravidade. Considerando-se a composição do movimento no instante imediatamente anterior ao início do movimento de queda livre, observa-se que o mesmo ocorrerá em dois planos somente.. Estes dois planos podem ainda confundir-se, dependendo do

ângulo que a tangente ao círculo, no ponto de liberação da semente, faz com a direção do deslocamento da semeadora (0^{o} ou 180^{o}). Na semeadora com mecanismo dosador tipo disco horizontal, utilizada nesse trabalho, as direções das componentes do movimento são as mostradas na Fig. 10. A tangente ao círculo no ponto onde a semente é liberada do disco faz, com a direção do deslocamento da semeadora, um ângulo $\alpha = 125^{o}$.

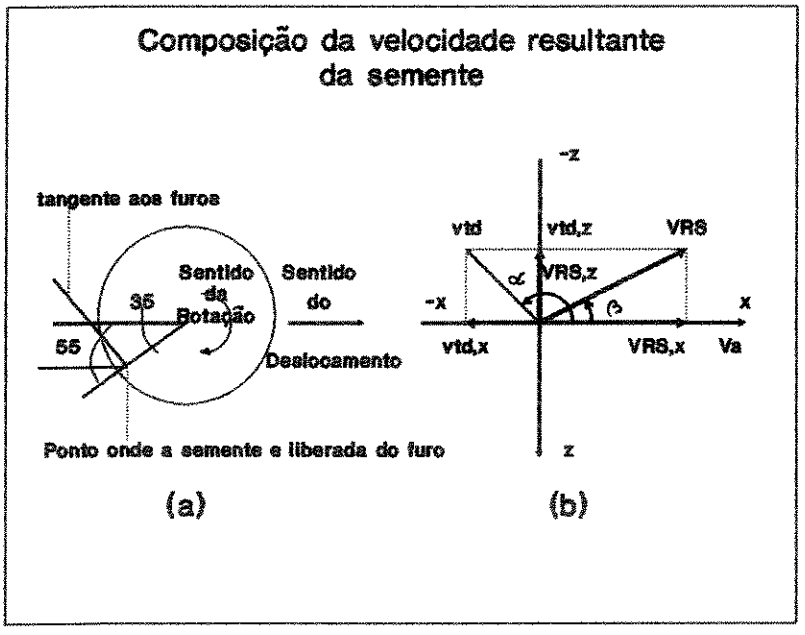

Figura 10. Composição da velocidade resultante da semente no instante imediatamente anterior ao início do movimento de queda livre.

O modulo do vetor velocidade resultante da semente (V_{RS}), no instante imediatamente anterior ao início do movimento de queda livre, em relação ao referencial chão é:

$$V_{RS} = \sqrt{[(V_{RS,x})^2 + (V_{RS,z})^2]} \qquad (5.3)$$

onde,

$$V_{RS,x} = V_{a,x} + V_{td,x}; \qquad (5.3\ a)$$

$$V_{RS,z} = V_{a,z} + V_{td,z} \qquad (5.3\ b)$$

---

sendo,

$V_{a,x}$ - componente do vetor velocidade da semeadora segundo o eixo ox;
$V_{a,z}$ - componente do vetor velocidade da semeadora segundo o eixo oz;
$V_{td,x}$ - componente do vetor velocidade tangencial do disco segundo o eixo ox;
$V_{td,z}$ - componente do vetor velocidade tangencial do disco segundo o eixo oz;
$V_{RS,x}$ - componente do vetor velocidade resultante da semente, segundo o eixo ox;
$V_{RS,z}$ - componente do vetor velocidade resultante da semente, segundo o eixo oz;

como,

$$V_{a,x} = V_a; \qquad V_{a,z} = 0;$$

$$V_{td,x} = V_{td} \cos \alpha \quad e, \quad V_{td,z} = V_{td} \operatorname{sen} \alpha$$

obtém-se,

$$V_{RS} = \sqrt{[(V_a + V_{td} \cos \alpha)^2 + (V_{td} \operatorname{sen} \alpha)^2]}$$

$$V_{RS} = \sqrt{[V_a^2 + 2V_a V_{td} \cos \alpha + V_{td}^2(\cos^2 \alpha + \operatorname{sen}^2 \alpha)]}$$

considerando-se,

$$\cos^2 \alpha + \operatorname{sen}^2 \alpha = 1 \quad e,$$

$$V_{td} = \frac{V_a \times R_t \times D_m}{D} \qquad \text{da Eq. 5.1 (pag 54)}$$

vem,

$$V_{RS} = \sqrt{[V_a^2 \left(1 + \frac{2R_t \times D_m}{D} \cos \alpha + \frac{R_t^2 \times D_m^2}{D}\right)]}$$

fazendo-se,

$$a = \frac{R_t \times D_m}{D}$$

obtém-se,

$$V_{RS} = V_a \sqrt{(1 + 2a \cos \alpha + a^2)} \qquad (5.4)$$

onde:

V_a - Velocidade de avanço da Semeadora;
a - constante característica da semeadora (relação V_{td}/V_a).

O ângulo que a direção de V_{RS} faz com o eixo xx, é,

$$\tan \beta = \frac{V_{RS,z}}{V_{RS,x}}$$

$$\tan \beta = \frac{V_{a,z} + V_{td,z}}{V_{a,x} + V_{td,x}}$$

como,

$$V_{a,z} = 0; \quad V_{a,x} = V_a;$$

$$V_{td,z} = V_{td} \text{ sen } \alpha; \quad V_{td,x} = V_{td} \cos \alpha$$

vem,

$$\tan \beta = \frac{V_{td} \text{ sen } \alpha}{V_a + V_{td} \cos \alpha}$$

$$\beta = \text{arc tan} \frac{V_{td} \text{ sen } \alpha}{V_a + V_{td} \cos \alpha} \quad (5.5)$$

As Eqs. 5.4 e 5.5 obtidas nos fornecem o modulo e a direção da velocidade resultante da semente, no instante imediatamente anterior ao início do movimento de queda livre, em relação ao referencial chão. Essa velocidade resultante da semente é importante, pois dela dependerá a velocidade final da semente ao atingir o sulco e o seu rolamento dentro do mesmo, devido a intensidade do impacto.

A partir das Eqs. 5.4 e 5.5, obteve-se as trajetórias das sementes para máquina em movimento. Os valores das coordenadas da trajetória das sementes foram encontrados em função das equações da física para queda dos corpos, com velocidade horizontal inicial diferente de zero. De uma forma simplificada, poderão ser encontrados como segue:

$$X = V_{RS} \times t \quad (5.6)$$

$$Y = Vot + 1/2\ gt^2 \quad (5.7)$$

onde:

V_{RS} - velocidade resultante da semente,[m/s];

Vo - velocidade vertical inicial da semente, [m/s];

t - intervalo de tempo considerado, [s].

Como o ejetor de sementes foi retirado, conforme mencionado em 5.1.1. (mesmo na presença do ejetor, a maior

parte das sementes, caem sem serem ejetadas por ele) consideramos, $V_o = 0$;

Então,

$$Y = 1/2\ gt^2 \qquad (5.8)$$

Fazendo, pela Equação 5.6,

$$t = \frac{X}{V_{RS}}$$

E substituindo em 5.8,

$$Y = 1/2 \times 9{,}8\ (X / V_{RS})^2$$

$$X^2 = (V_{RS}^2/4{,}9)Y$$

Considerando-se,

$$V_{RS}^2/4{,}9 = 2P$$

Obtém-se,

$$X^2 = 2P*Y \qquad (5.9)$$

A Eq. 5.9 é a da fórmula geral da parábola e portanto, a trajetória seguida pela semente aproxima-se de uma parábola. As Figs. 11 e 12 mostram as trajetórias obtidas, considerando a semeadora em movimento, para a velocidade de 4.0 km/h e ângulos α de 180^o e 0^o. Pelas Figs. 11 e 12 verifica-se que, para o dimensionamento do tubo

condutor, como foi escolhido o referencial chão, deve ser levado em consideração o deslocamento da semeadora. Considerando-se $\alpha = 180^{o}$ (semente sendo lançada em sentido oposto ao do deslocamento da semeadora), em qualquer instante a distância horizontal entre o tubo condutor e o alinhamento do ponto de liberação da semente (Xcond) é igual à diferença entre o deslocamento da semeadora (Xmaq) em relação à esse alinhamento e o deslocamento da semente, em relação à esse alinhamento (Xsem), no instante considerado. O tubo condutor

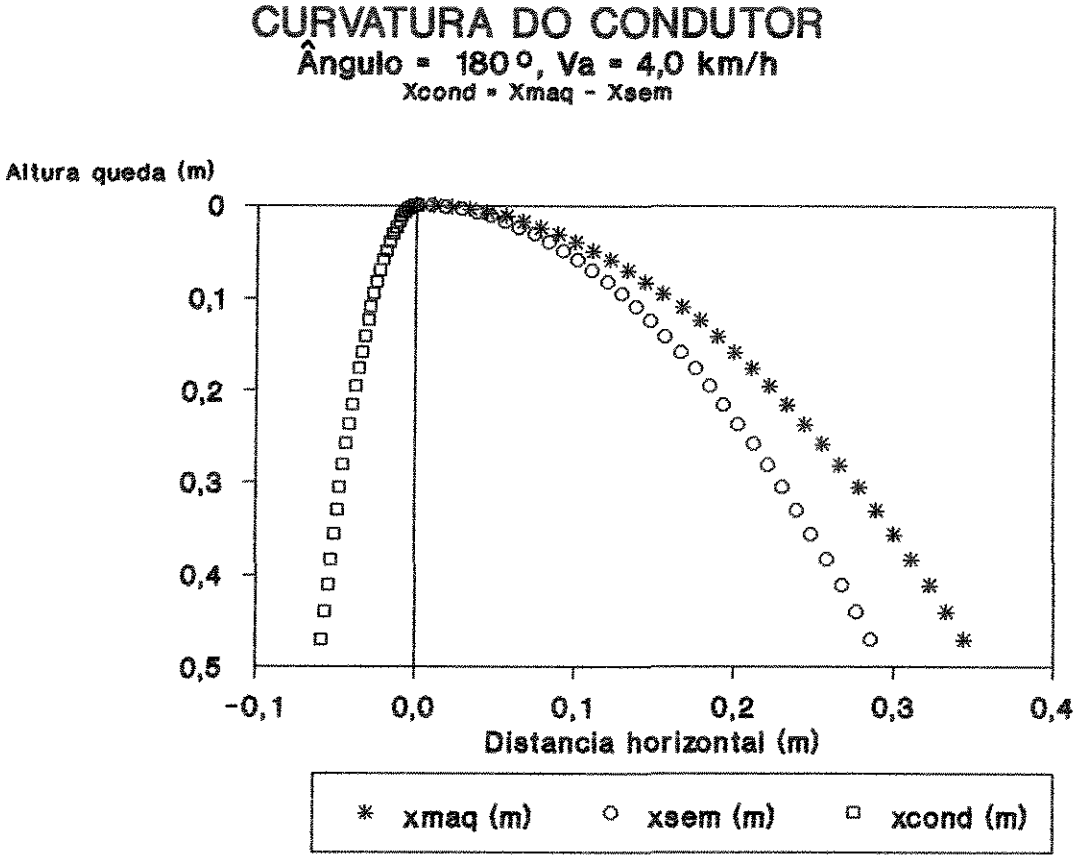

Figura 11. Curvatura do tubo condutor para Va = 4,0 km/h e $\alpha = 180^{o}$.

nesse caso fica posicionado com a curvatura para trás em relação à semeadora (Fig. 11).

Considerando $\alpha = 0^{o}$ (Fig. 12), ou seja semente sendo lançada no mesmo sentido do deslocamento da semeadora, ocorre o inverso, ou seja, do deslocamento da semente (Xsem) subtrai-se o deslocamento da semeadora (Xmaq), para obter-se a distância horizontal do tubo condutor (Xcond), em relação ao alinhamento do ponto de liberação da semente, em um dado instante. Neste caso o tubo condutor fica

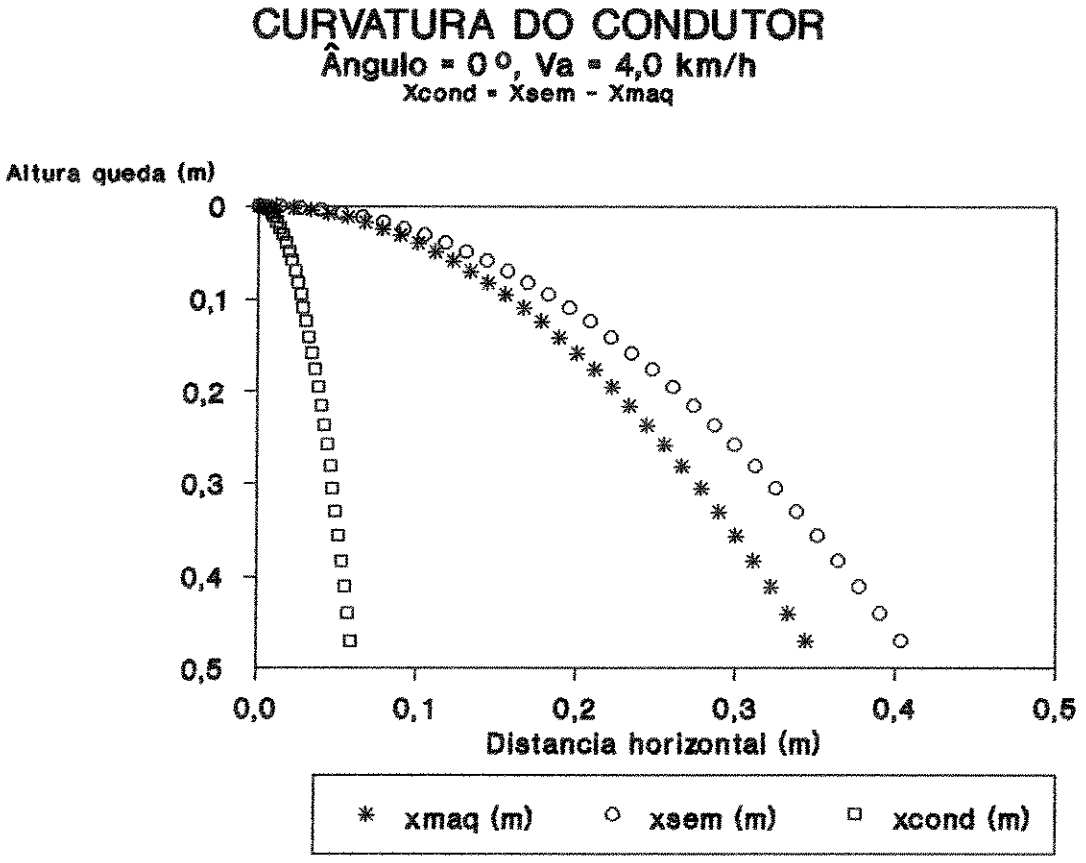

Figura 12. Curvatura do tubo condutor para Va = 4.0 km/h e $\alpha = 0^{o}$.

posicionado com a curvatura para frente em relação à semeadora, porém com a mesma curvatura do caso anterior.

As curvaturas para os tubos condutores, mostradas nas Figs. 11 e 12, foram encontradas pelas diferenças entre os valores dos deslocamentos da semeadora (Xmaq) e dos deslocamentos da semente (Xsem). Se considerarmos que a semente, dentro do reservatório, se move em relação ao chão com a mesma velocidade do tubo condutor, veremos que essas diferenças encontradas originam-se somente da velocidade tangencial do disco dosador, no sentido contrário ao deslocamento da semeadora ($\alpha = 180^{o}$), no mesmo sentido do deslocamento da semeadora ($\alpha = 0^{o}$) ou outro sentido intermediário, dependendo do ângulo α. Para fins de dimensionamento do tubo condutor podemos, portanto, desconsiderar essa parcela da velocidade que é comum à ambos, semente e tubo condutor, e fazer, pelas Eqs. 5.3 a e 5.3 b, $V_{a,x} = 0$ e $V_{a,z} = 0$. Em função disto, o modulo da velocidade resultante da semente, na Eq. 5.3 passa a ser:

$$V_{RS} = [\sqrt{(v_{td,x}^{2} + v_{td,z}^{2})}] \qquad (5.10)$$

Com a finalidade de facilitar a avaliação da semeadora na bancada de testes a mesma foi girada, no sentido anti-horário, em 55^{o} (Fig. 14), tornando, portanto, o ângulo $\alpha = 180^{o}$ e com isto obteve-se,

$$V_{RS} = v_{td} \qquad (5.11)$$

Pela Equação 5.9, considerando a Eq. 5.11 e, portanto $2P = v_{td}^2/4,9$, obteve-se as coordenadas para o dimensionamento do tubo condutor utilizado neste trabalho. Na Fig. 13, X_{vtd} = 0,190 m/s, mostra a trajetória seguida pela semente e, portanto, a curvatura do tubo condutor dimensionado, para esse trabalho. Pela Fig. 13, podemos observar que o tubo condutor deverá possuir uma conformação limitada pela menor e pela maior parábolas desenvolvidas pela semente, de acordo com as vtd utilizadas.

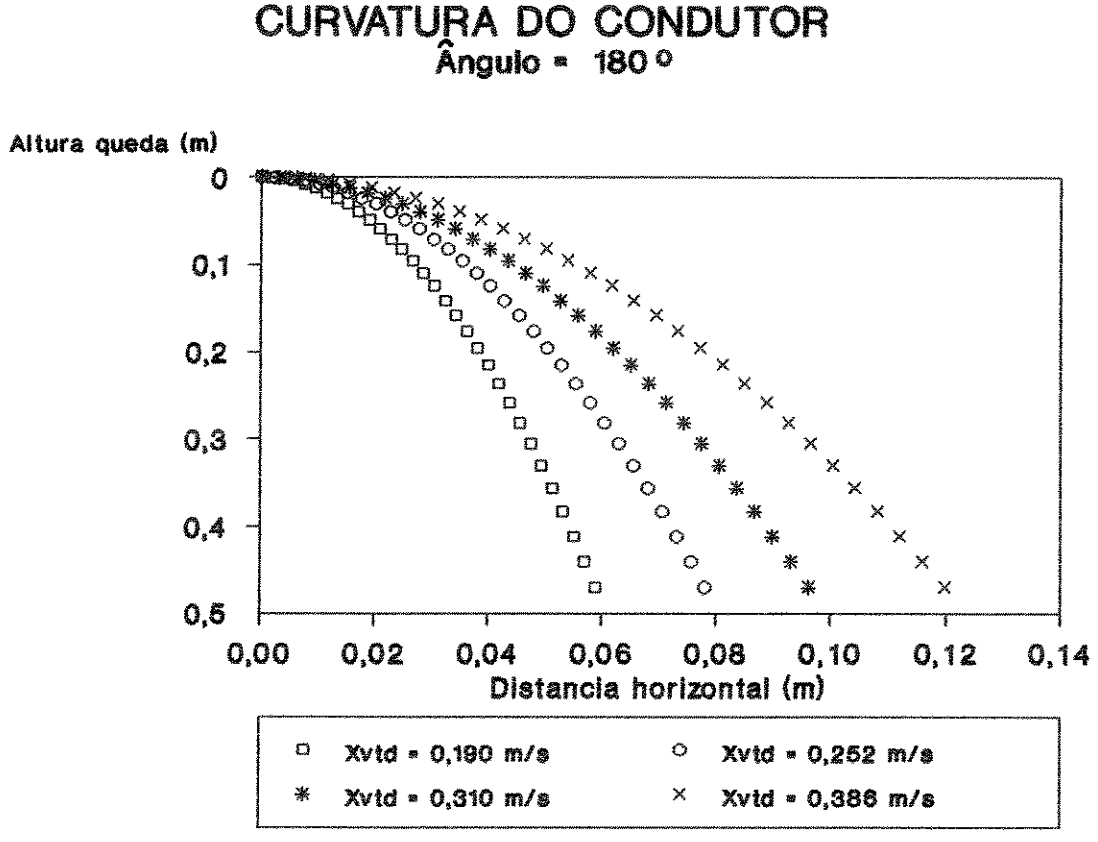

Figura 13. Curvatura do tubo condutor para $\alpha = 180^0$ e para as quatro v_{td} utilizadas.

O diâmetro do tubo condutor dimensionado foi 25.4 mm e o material foi plástico liso e moldável. Com este tubo reprojetado foram, então coletados novos dados com relação à uniformidade de espaçamentos na distribuição de sementes de soja.

Estes dados foram então analisados comparando-os com os dados obtidos com o tubo original. O delineamento estatístico utilizado foi o de parcelas subdivididas, com seis repetições, considerando como tratamento principal o fator (A) tubo condutor de sementes. O fator secundário (B), ou subparcela de A foi relacionado com a altura de queda das sementes. Esses fatores foram dois tipos de tubos condutores, três alturas de queda de sementes - 200 mm, 300 mm e 400 mm - e uma velocidade tangencial dos dosadores - 0,190 m/s. O processamento estatístico dos dados foi realizado segundo CAMPOS (1984).

As Figs. de 1 à 6 do APÊNDICE 2 mostram as curvaturas do tubo condutor, para as velocidades de 5,3; 6,5 e 8,1 km/h, para os ângulos $\alpha = 0^{o}$ e $\alpha = 180^{o}$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação da uniformidade de espaçamento na distribuição de sementes de soja.

As médias das seis repetições referentes à espaçamentos Normais, Duplos, Falhas e coeficiêntes de variação, obtidos na bancada de testes, e que são indicadores da uniformidade de distribuição de sementes, são apresentados na Tab. 4. As Tabs. 1, 2, 3 e 4 do APENDICE 1 apresentam os valores destes parâmetros para cada uma das repetições realizadas.

Com os valores das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos, Falhas e coeficiênte de variação de cada tratamento realizou-se a análise de variância. Os valores de F obtidos nessa análise são apresentados na Tab. 5. Para os fatores significativos foi realizada a comparação das médias pelo teste de Tukey, considerando espaçamentos Normais, Duplos, Falhas e coeficiênte de variação. Os resultados são apresentados na Tab. 6 e analisados nos ítens 5.1.1.; 5.1.2. e 5.1.3.. Para as interações significativas a análise foi aprofundada, com os dados de espaçamentos Normais. A análise de variância, para esses desdobramentos é apresentada na

Tab. 5. Nas Tabs. de 8 a 10 são apresentados as médias obtidas nas interações que são analisadas nos itens 5.1.4.; 5.1.5. e 5.1.6..

Tabela 4. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas e médias dos coeficiêntes de variação obtidos na bancada de testes.

Tipo de mecanismo dosador	Velocidade do disco (m/s)	Altura de Queda (mm)	Espaçamentos Normais (%)	Duplos (%)	Falhas (%)	Coef. variação (%)
Disco Inclinado	0.190	200	53.1	27.4	19.5	65.4
		300	46.6	33.9	19.5	79.8
		400	40.2	38.8	21.0	89.0
	0.252	200	50.4	29.3	20.3	72.7
		300	42.7	38.5	20.2	94.2
		400	37.7	41.2	21.1	96.9
	0.310	200	47.5	30.3	22.1	72.8
		300	42.5	36.0	21.5	89.1
		400	38.9	39.1	22.1	95.7
	0.386	200	48.6	30.1	21.2	74.2
		300	44.8	33.3	21.9	81.3
		400	38.9	39.4	21.7	96.8
Disco Horizontal	0.190	200	62.5	21.4	16.1	57.6
		300	50.2	27.6	22.2	73.6
		400	41.0	35.1	23.9	85.5
	0.252	200	40.1	36.8	23.1	81.7
		300	37.9	36.9	25.2	91.7
		400	38.8	39.1	22.1	95.1
	0.310	200	44.3	34.7	21.0	86.9
		300	38.7	36.3	25.0	94.9
		400	37.6	38.3	24.1	99.1
	0.386	200	42.4	35.5	22.1	87.3
		300	41.3	36.4	22.3	93.1
		400	39.7	38.1	22.3	97.3

Tabela 5. Valores de F e dos coeficiêntes de variação obtidos nas análises de variância dos dados de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas.

Causas de variação	Normais	Duplos	Falhas
Repetição	0.31 ns	0.52 ns	0.60 ns
Dosador (D)	6.95 *	0.03 ns	38.11 **
Velocidade (V)	45.30 **	42.60 **	15.53 **
Alt.queda (H)	137.16 **	134.22 **	18.78 **
DxV	14.89 **	17.37 **	4.79 **
DxH	3.73 *	13.74 **	13.58 **
VxH	10.36 **	5.64 **	6.58 **
DxVxH	6.97 **	4.23 **	6.03 **
Coeficiênte de variação	6.49	6.84	6.71

ns - não significativo
* - significativo ao nivel de 5% de probabilidade
** - significativo ao nivel de 1% de probabilidade

Tabela 6. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos, Falhas e coeficiênte de variação para os fatores analisados.(*)

Fator	Espaçamentos Aceitáveis (%)	Duplos (%)	Falhados (%)	Coeficiênte de Variação (%)
Tipo de Mecanismo Dosador (D)				
Disco Inclinado (DI)	44.3 A a	34.8 A	21.0 B	84.0 A
Disco Horizontal (DH)	42.9 B a	34.7 A	22.5 A	87.0 A
Velocidade do Disco (V)				
0.190 m/s (V1)	48.9 A a	30.7 B	20.4 B	75.2 B
0.252 m/s (V2)	41.3 B b	37.0 A	22.0 A	88.7 A
0.310 m/s (V3)	41.6 B b	35.8 A	22.6 A	89.7 A
0.386 m/s (V4)	42.6 B b	35.5 A	21.9 A	88.3 A
Altura de Queda das Sementes (H)				
200 mm (H1)	48.6 A a	30.7 C	20.7 B	74.8 C
300 mm (H2)	43.1 B b	34.9 B	22.2 A	87.2 B
400 mm (H3)	39.1 C c	38.6 A	22.3 A	94.4 A

(*) Médias com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas ao nivel de 5% de probabilidade. Letras minúsculas ao nivel de 1% de probabilidade.

5.1.1. Efeito do tipo de mecanismo dosador

Pela Tab. 6, analisando-se o fator tipo de mecanismo dosador, observa-se que a semeadora S1, com mecanismo dosador projetado para uma posição inclinada do disco, apresentou maior uniformidade de distribuição de sementes de soja, à nível de 5% de probabilidade, embora ainda com uma porcentagem de espaçamentos Normais baixa (<50%).

A superioridade da semeadora S1 sobre a semeadora S2 foi evidenciada ainda pela menor porcentagem de Falhas, embora a redução do coeficiênte de variação não tenha sido significativa. A porcentagem de Duplos manteve-se constante para os dois tipos de mecanismos dosadores analisados.

A maior uniformidade de distribuição da Semeadora S1 pode ter sido influenciada pela conicidade dos furos do disco desta semeadora (9.5^{o}), que proporciona um movimento das sementes mais livre através deles.

5.1.2. Efeito da velocidade do disco

As médias de Espaçamentos Normais e coeficiêntes de variação, para as velocidades mais altas, V2 à V4 (Tab. 6), não diferiram entre si. A menor velocidade, 0.190 m/s, apresentou maior uniformidade de distribuição, com redução nas porcentagens de Duplos e Falhas. Estes resultados estão de acôrdo com os resultados encontrados por BAINER (1947), que obteve o melhor índice de preenchimento dos furos com uma velocidade tangencial do disco de 0.17 m/s, e por AUTRY e

SCHROEDER (1953), que obtiveram menor espalhamento de sementes, utilizando uma relação entre a velocidade de avanço da semeadora e a velocidade tangencial do disco de 8:1, com esta em tôrno de 0.19 m/s.

5.1.3. Efeito da altura de queda das sementes

A uniformidade de distribuição de sementes foi significativamente afetada pela altura de queda de sementes (Tab. 6). A maior uniformidade de distribuição de sementes foi verificada com a menor altura de queda (H1 = 200 mm). Houve uma tendência a piorar a distribuição com o aumento da altura de queda. Isto pode ter ocorrido em função do maior tempo de contato entre as sementes e o tubo condutor.

BERNACKI et al. (1972), afirmam que a amplitude do espalhamento da semente caindo livremente depende da altura de queda e é aumentada com o aumento da mesma. Isto, de fato, pode ocorrer devido à interação semente-tubo condutor (ricochetes da semente dentro do tubo condutor) que é maior quanto maior a altura.

Para AUTRY e SCHROEDER (1953), o tempo entre sementes, quando elas caem dos furos é o mesmo independentemente da altura de queda e, desta forma, o espalhamento das sementes não é afetado pela altura do reservatório. Estas duas afirmações, à princípio parecem contraditórias mas, se considerarmos a interferência ou não do tubo condutor de sementes as duas afirmações poderão ser

verdadeiras. Com base nos resultados encontrados nesta primeira fase do trabalho e nestas suposições foi desenvolvida a terceira fase deste trabalho (item 5.3).

Tabela 7. Análise de variância para os desdobramentos dos dados de espaçamentos Normais para as interações significativas.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Velocid. d. DI	3	139.03	46.34	4.50 *
Velocid. d. DH	3	1718.63	572.88	55.68 **
Resíduo	30	308.63	10.28	
Dosador d. V1	1	190.44	190.44	18.21 **
Dosador d. V2	1	196.00	196.00	18.74 **
Dosador d. V3	1	68.34	68.34	6.53 *
Dosador d. V4	1	81.00	81.00	7.75 **
Resíduo	31	324.20	10.46	
Altura d. DI	2	1448.67	724.34	90.45 **
Altura d. DH	2	807.89	403.95	50.44 **
Resíduo	80	640.66	8.01	
Dosador d. H1	1	79.05	79.05	8.79 **
Dosador d. H2	1	55.47	55.47	6.17 *
Dosador d. H3	1	1.47	1.47	0.16 ns
Resíduo	27	242.73	8.99	
Altura d. V1	2	1773.07	886.54	110.71 **
Altura d. V2	2	313.63	156.82	19.58 **
Altura d. V3	2	374.14	187.07	23.36 **
Altura d. V4	2	273.15	136.58	17.05 **
Resíduo	80	640.66	8.01	
Velocid. d. H1	3	1342.31	447.44	51.03 **
Velocid. d. H2	3	508.20	169.40	19.32 **
Velocid. d. H3	3	45.51	15.47	1.73 ns
Resíduo	103	903.10	8.77	

ns - não significativo
* - significativo ao nível de 5% de probabilidade
** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

5.1.4. Interação tipo de mecanismo dosador e velocidade do disco

A análise de variância mostrou um valor de F altamente significativo para a interação tipo de mecanismo dosador e velocidade do disco. As médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficiênte de variação, para a interação são apresentados na Tab. 8. Pelos valores apresentados nesta tabela observa-se que a superioridade da semeadora S1 (disco dosador em posição inclinada) não foi confirmada dentro da velocidade mais baixa dos discos. Isto pode ter ocorrido pelos seguintes motivos: 1) nesta velocidade, o tempo de exposição das células às sementes, para a semeadora S2 pode ter sido suficiente, para superar a não existência de conicidade dos furos dos discos dosador; 2) a semeadora S2 possue uma bica de borracha, que se afunila gradualmente e permite que, na velocidade V1, nos primeiros milímetros, a semente siga sua trajetória normal.

Dentro da velocidade V2 a média de DI foi superior à de DH, o mesmo ocorrendo para as velocidades V3 e V4. Embora o teste de F tenha sido significativo para velocidade dentro de DI e DH (Tab. 7), pelo teste de Tukey observou-se que houve uma redução da porcentagem de espaçamentos Normais e aumento do coeficiente de variação, com o aumento da velocidade do disco, somente de V1 para as demais velocidades. Entre as velocidades V2, V3 e V4 não houve diferença significativa. Entretanto, na velocidade mais alta

(V4), os dois tipos de mecanismos dosadores apresentaram, apesar de não serem significativas, porcentagens de espaçamentos aceitáveis maiores que nas velocidades V2 e V3.

Tabela 8. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais (N) e coeficiêntes de variação (C.V.) para a interação tipo de mecanismo dosador e velocidades dos discos (D x V).(*)

	Tipo de mecanismo dosador			
	Inclinado (DI)		Horizontal (DH)	
Velocidades (V)	N (%)	C.V.(%)	N (%)	C.V.(%)
0.190 m/s (V1)	46.6 A b	78.1	51.2 A a	72.2
0.252 m/s (V2)	43.6 AB a	87.9	38.9 B b	89.5
0.310 m/s (V3)	43.0 B a	85.9	40.2 B b	93.6
0.386 m/s (V4)	44.1 AB a	84.1	41.1 B b	92.6

(*) Médias com a mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;
Letras maiúsculas comparam médias nas colunas;
Letras minúsculas comparam médias nas linhas.

5.1.5. Interação tipo de mecanismo dosador e altura de queda de sementes

A interação tipo de mecanismo dosador e altura de queda de sementes foi significativa à nível de 5% de probabilidade, pelo valor de F resultante da análise de variância (Tab. 5). As médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficiêntes de variação para a interação são apresentados na Tab. 9 e Fig. 14. Pelas Tabs. 7 e 9 e Fig. 14, observa-se que, para os dois tipos de mecanismos dosadores, foi significativa a variação na altura de queda de sementes, sobre a porcentagem de espaçamentos

Tabela 9. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficiêntes de variação para a interação tipo de mecanismo dosador e altura de queda de sementes (D x H).(*)

Altura de queda(H)	Tipo de mecanismo dosador: Inclinado (DI) N (%)	Inclinado (DI) C.V.(%)	Horizontal (DH) N (%)	Horizontal (DH) C.V.(%)
200 mm (H1)	49.9 A a	71.2	47.3 A b	78.4
300 mm (H2)	44.2 B a	86.1	42.0 B b	88.3
400 mm (H3)	38.9 C a	94.6	39.3 C a	94.2

(*) Médias com a mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nivel de 5% de probabilidade;
Letras maiúsculas comparam médias nas colunas;
Letras minúsculas comparam médias nas linhas.

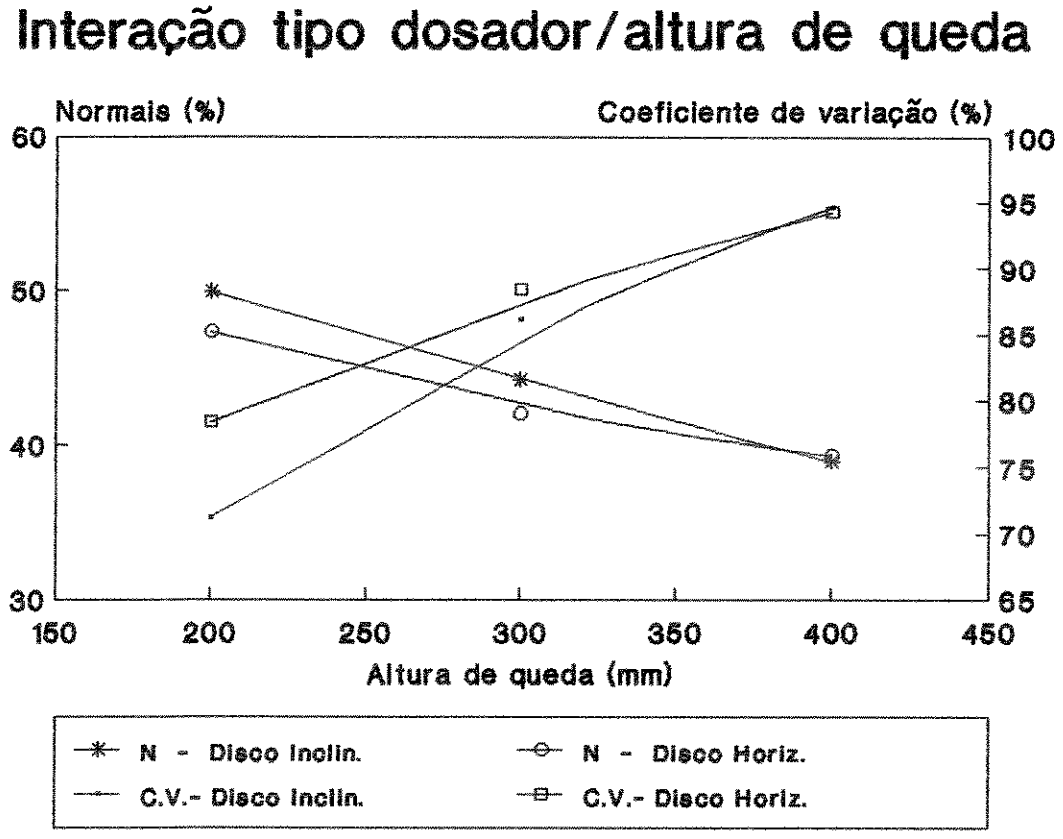

Figura 14. Efeito da interação tipo de mecanismo dosador e altura de queda.

Normais. O coeficiênte de variação aumentou à medida em que foi aumentada a altura de queda das sementes, evidenciando uma redução no padrão de uniformidade de distribuição dos dois sistemas. As Tabs. 7 e 9 Fig. 14 mostram também, maior uniformidade de distribuição do mecanismo dosador em posição inclinada sobre o mecanismo dosador em posição horizontal nas alturas de 200 mm (H1) e 300 mm (H2), não sendo, entretanto, significativa esta diferença na altura de 400 mm (H3).

5.1.6. Interação velocidade do disco e altura de queda de sementes

A Tab. 5 mostra, pelos valores de F, um efeito altamente significativo da interação velocidade do disco e altura de queda das sementes. Analisando-se esta interação pelos desdobramentos realizados (Tabs. 7 e 10 e Fig. 15), constatou-se mais uma vez a influência da altura de queda para todas as velocidades utilizadas, sendo que a maior uniformidade de distribuição para todas as velocidades foi encontrada na menor altura de queda. Pela Fig. 15, observa-se que houve uma tendência à aumentar o coeficiênte de variação, com o aumento da altura de queda, para todas as velocidades, sendo que para a velocidade de 0.190 m/s, os valôres destes coeficiêntes estiveram destacadamente mais baixos que os demais. O melhor padrão de uniformidade para os dosadores utilizados foi encontrado na menor altura de queda com a menor velocidade. No desdobramento das velocidades dentro das

Tabela 10. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficiente de variação para a interação velocidades do disco e altura de queda de sementes (V x H).(*)

Velocidades (V)	Altura de Queda das Sementes 200 mm (H1) N (%)	C.V.(%)	300 mm (H2) N (%)	C.V.(%)	400 mm (H3) N (%)	C.V.(%)
0.190 m/s (V1)	57.8 A a	61.5	48.4 A b	76.7	40.6 A c	87.3
0.252 m/s (V2)	45.3 B a	77.2	40.3 B b	93.0	38.2 A c	96.0
0.310 m/s (V3)	45.9 B a	79.8	40.6 B b	92.0	38.2 A c	97.4
0.386 m/s (V4)	45.5 B a	80.7	43.0 B b	87.2	39.3 A c	97.0

(*) Médias com a mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;
Letras maiúsculas comparam médias nas colunas;
Letras minúsculas comparam médias nas linhas.

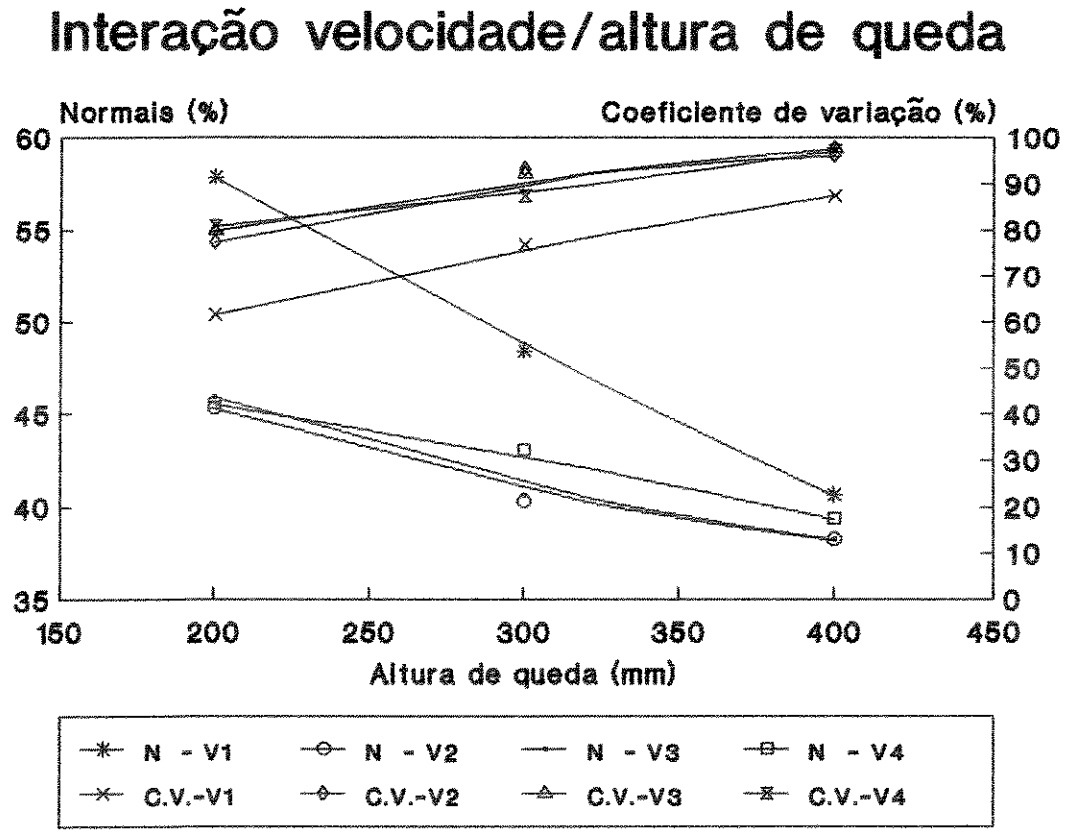

Figura 15. Efeito da interação velocidade do disco e altura de queda de sementes.

alturas de queda (Tabs. 7 e 10) observou-se que para as alturas H1 e H2, a velocidade V1 apresentou médias de espaçamentos Normais superiores as velocidades V2, V3 e V4. Estas, entretanto, não diferiram entre si. Dentro da altura H3 as diferenças entre as médias obtidas para todas as velocidades não foram significativas. Ao mudar-se o nível de velocidade, de V1 (0.190 m/s) para V2 (0.252 m/s), dentro da altura de queda H1, houve uma redução maior da porcentagem de espaçamentos Normais (12.5%), do que ao mudar-se o nivel de altura de queda de H1 (200 mm) para H2 (300 mm)(9.5%) dentro da velocidade V1. Isto mostra que a uniformidade de distribuição para os tipos de dosadores utilizados, foi inicialmente mais afetada pela variação da velocidade do que pela variação da altura de queda.

5.2. Avaliação dos danos mecânicos às sementes.

As médias das três repetições referentes à sementes quebradas e germinação, em porcentagem e transformadas, obtidas nos testes em laboratório, são apresentadas na Tab. 11. Na Tab. 5 do APENDICE 1 são apresentados os valores das porcentagens de sementes quebradas e germinação de cada repetição realizada.

Com os valores das porcentagens de sementes quebradas e germinação transformados para arc sen [√(P/100)], de cada tratamento, realizou-se a análise de variância. Os valores de F obtidos nessa análise são apresentados na

Tab. 12. Pela análise de variância realizada observou-se que não houve interação significativa entre os fatores tipo de mecanismo dosador e velocidades do disco para danos físicos (sementes quebradas) e danos fisiológicos (germinação).

Tabela 11. Médias de sementes quebradas (SQ) e germinação (G) obtidas nos testes em laboratório, em porcentagem e transformados em X = arc sen [√(P/100)] e índice de danos.

Tipo de mecanismo dosador	Velocidade do disco	Sementes quebradas		Índice danos físicos	Germinação		Índice danos fisiológ.
		(%)	(x)	(%)	(%)	(x)	(%)
Disco Inclinado	0.190	3.8	11.3	1.6	86.7	68.7	3.3
	0.252	3.9	11.4	1.7	87.7	69.6	2.3
	0.310	4.5	12.2	2.3	77.3	61.7	12.7
	0.386	4.6	12.4	2.4	83.7	66.8	6.3
Disco Horizontal	0.190	6.2	14.3	4.0	87.0	68.9	3.0
	0.252	7.2	15.6	5.0	90.7	72.9	-0.7
	0.310	8.2	16.6	6.0	80.3	64.1	9.7
	0.386	8.2	16.6	6.0	73.3	59.1	16.7
Testemunha		2.2	8.5	-	90.0	71.7	-

Tabela 12. Valores de F e dos coeficientes de variação obtidos nas análises de variância dos dados transformados em arc sen [√(P/100)] para danos físicos (sementes quebradas) e danos fisiológicos (germinação).

Causas de variação	Sementes quebradas	Germinação
Repetição	0.68 ns	7.34 ns
Dosador (D)	259.74 **	0.38 ns
Velocidade (V)	6.20 **	3.36 ns
D x V	0.89 ns	1.18 ns
Coeficiente de variação	5.75	8.50

5.2.1. Efeito do tipo de mecanismo dosador

5.2.1.1. Sementes quebradas

O valor de F encontrado através da análise de variância, com os valores de "x" para sementes quebradas, mostrou significância do fator tipo de mecanismo dosador. Pelo índice de danos físicos encontrados (Tab. 11) e pelo teste de Tukey, realizado com as médias (Tab. 13), constatou-se que o tipo de mecanismo dosador com disco horizontal quebrou significativamente mais sementes que o tipo de mecanismo dosador tipo disco inclinado. Isto já era esperado, uma vez que, no tipo de dosador com disco inclinado as sementes não sofrem a ação da massa de sementes do reservatório no momento em que preenchem os furos do disco, pois esta operação ocorre em uma seção externa e independente do reservatório principal.

Segundo MOREIRA et al. (1978) o ponto crítico para o cizalhamento das sementes em semeadoras de discos horizontais ocorre na interface base do reservatório x lado inferior do disco, devido à insuficiência de tempo para o desprendimento da semente do disco. No tipo de mecanismo dosador com disco horizontal utilizado, este problema pode ter sido agravado pela não existência de conicidade dos furos do disco, que reduziu a área do lado inferior destes furos, aumentando as possibilidades de danos às sementes.

5.2.1.2. Germinação

Pelas Tabs. 12 e 13 observa-se que a variação do tipo de mecanismo dosador não teve efeito significativo para a germinação das sementes. Os dois sistemas, entretanto, provocaram redução no poder germinativo das mesmas sendo que, para o sistema de disco inclinado, o índice de danos foi menor.

Tabela 13. Médias de sementes quebradas e germinação, em porcentagem e transformados, para os fatores analisados. (*)

Fator	Sementes Quebradas (%)	Sementes Quebradas (x)	Indice Danos Físicos (%)	Germinação (%)	Germinação (x)	Indice Danos Fisiol. (%)
Tipo de Mecanismo Dosador (D)						
Disco Inclinado (DI)	4.2	11.8 B	1.2	83.8	66.7 A	6.2
Disco Horizontal (DH)	7.5	15.8 A	5.3	82.8	66.3 A	7.2
Velocidade do Disco (V)						
0.190 m/s (V1)	5.0	12.8 B	2.8	86.8	68.8 A	3.2
0.252 m/s (V2)	5.6	13.5 AB	3.4	89.2	71.2 A	0.8
0.310 m/s (V3)	6.4	14.4 A	4.2	78.8	62.9 A	11.2
0.386 m/s (V4)	6.4	14.5 A	4.2	78.5	62.9 A	11.5

(*) Médias com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. x = arc sen [√(P/100)], onde P são valores em porcentagem.

5.2.2. Efeito da velocidade do disco

5.2.2.1. Sementes quebradas

A porcentagem de sementes quebradas foi afetada significativamente pela variação da velocidade do disco

(Tabs. 12 e 13). Pela Tab. 13, observa-se uma tendência à aumentar a quantidade de sementes quebradas com o aumento da velocidade. Embora a diferença entre os efeitos das velocidades V1 e V2 não seja significativa, a velocidade V1 provocou menos quebras que a velocidade V2. A velocidade V1 provocou significativamente menos quebras nas sementes, do que as velocidades V3 e V4. Não houve diferença significativa entre os efeitos das velocidades V2, V3 e V4, embora a velocidade V2 tenha provocado menos danos às sementes que as demais. A velocidade V1 (0.190 m/s) foi a que proporcionou maior uniformidade de distribuição de sementes com o menor índice de quebras de sementes. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por BARMINGTON (1948), que verificou que o índice de danos mecânicos era muito reduzido nas velocidades onde obtinha 100 % de preenchimento dos furos. Para as semeadoras do tipo disco horizontal o preenchimento aproximado de 100 % foi obtido, pelo autor, na faixa de velocidades do disco de 0.102 m/s à 0.305 m/s.

5.2.2.2. Germinação

O fator velocidade, segundo os valores de F (Tab. 12) obtidos na análise de variância e a análise das médias (Tab. 13), não foi significativo para nenhum contraste entre duas médias de germinação. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por BUTIERRES (1980) e COSTA et al. (1984), porém diferem dos resultados encontrados

por MOREIRA et al. (1978) e por RAZERA (1979). Embora as diferenças entre as médias de germinação não sejam significativas à nível de 5% de probabilidade, observa-se uma tendência à danos fisiológicos mínimos com a velocidade V2, para os dois tipos de mecanismos dosadores. Os testes de germinação realizados podem não ter sido suficientes para detectar totalmente o nível de danos mecânicos às sementes. Recomenda-se em função disso, em trabalhos futuros, a realização de testes de tretrazólio.

5.3. Avaliação da uniformidade de espaçamentos na distribuição de sementes de soja, para o dosador tipo disco horizontal, com tubo condutor de sementes modificado.

As médias das seis repetições referentes à espaçamentos Normais, Duplos, Falhas e coeficiente de variação, obtidos na bancada de testes são apresentados na Tab. 14. Nas Tabs. de 6 a 9 do APÊNDICE 1 são apresentados os valores destes parâmetros para cada uma das repetições realizadas.

Com os valores das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas e coeficientes de variação de cada tratamento realizou-se a análise de variância. Os valores de F nessa análise são apresentados na Tab. 15. Para os fatores significativos foi realizada a comparação das médias pelo teste de Tukey, considerando espaçamentos Normais, Duplos,

Falhas e coeficiente de variação. Os resultados são apresentados na Tab. 16 e analisados nos ítens 5.3.1. e 5.3.1.. Para a interação tubo condutor e altura de queda de sementes, que foi significativa, foram realizados desdobramentos com os dados de espaçamentos Normais. A análise de variância, para esses desdobramentos é apresentada na Tab. 17. Na Tab. 18 são apresentadas as médias obtidas nas interações que são analisadas no ítem 5.3.3..

Tabela 14. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas e médias dos coeficientes de variação, obtidos na bancada de testes.

Tubo condutor	Altura de queda (mm)	Espaçamentos Normais (%)	Duplos (%)	Falhas (%)	Coef. variação (%)
Original	200	62.5	21.4	16.1	57.5
	300	50.2	27.6	22.2	73.6
	400	41.0	35.1	23.9	85.5
Modificado	200	64.1	21.0	14.9	53.9
	300	59.3	25.1	15.6	59.1
	400	60.7	24.1	15.2	58.2

5.3.1. Efeito do tubo condutor

Os valores de F encontrados através da análise de variância (Tab. 15) mostraram influência significativa do redimencionamento do tubo condutor. Pela comparação entre as médias, realizada através do teste de Tukey (Tab. 16), observa-se que a utilização do tubo condutor tipo trajetória proporcionou um aumento na porcentagem de espaçamentos considerados Normais de 10,2 % e uma redução no coeficiente

de variação de 15.1 %.

As porcentagens de Duplos e Falhas também foram sensivelmente reduzidas. Isto sugere que a utilização de um tubo condutor dimensionado segundo a trajetória da semente, que, como já comentado no ítem 4.2.2.3., aproxima-se da forma de uma parábola, pode proporcionar uma maior uniformidade de distribuição de sementes. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por AUTRY e SCHROEDER (1953), que obtiveram maior compactação de grupos de sementes de algodão deslintado ao utilizarem tubos condutores do tipo trajetória.

Tabela 15. Valores de F e dos coeficientes de variação obtidos nas análises de variância dos dados de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas para avaliação da modificação do tubo condutor.

Causas de variação	Normais	Duplos	Falhas
Repetição	0.45 ns	0.31 ns	0.66 ns
Tubo Condutor (T)	32.36 **	11.56 *	72.82 **
Altura de queda (H)	72.01 **	54.82 **	18.21 **
T x H	37.16 **	24.20 **	14.16 **
Coeficiente de variação	4.60	7.68	9.84

5.3.2. Efeito da altura de queda

Pelos valores de F obtidos na análise de variância (Tab. 15) e teste de Tukey (Tab. 16), realizados com os valores de espaçamentos Normais, Duplos, Falhas e coeficiente de variação, observou-se influência significativa da variação da altura de queda sobre a uniformidade de distribuição das

sementes. Isto pode ter ocorrido por influência da interação entre os fatores B (altura de queda) e A (tubo condutor).

Tabela 16. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais, Duplos e Falhas e médias dos coeficientes de variação para os fatores analisados.(*)

Fator	Espaçamentos Normais (%)	Duplos (%)	Falhas (%)	Coeficiente de variação (%)
Tubo condutor (T)				
Original (TO)	51.2 B	28.0 A	20.8 A	72.2 A
Modificado (TM)	61.4 A	23.4 B	15.2 B	57.1 B
Altura de queda das sementes (H)				
200 mm (H1)	63.3 A	21.2 C	15.5 B	55.7 C
300 mm (H2)	54.8 B	26.3 B	18.9 A	66.4 B
400 mm (H3)	50.9 C	29.6 A	19.6 A	71.8 A

(*) Médias com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 17. Análise de variância para os desdobramentos dos dados de espaçamentos Normais para as interações significativas.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Altura d. TO	2	1391.86	695.93	103.87 **
Altura d. TM	2	70.95	35.48	5.29 *
Resíduo	20	133.99	6.70	
Condutor d. H1	1	7.68	7.68	0.55 ns
Condutor d. H2	1	250.26	250.26	17.84 **
Condutor d. H3	1	1168.22	1168.22	83.27 **
Resíduo	10	140.29	14.03	

ns - não significativo
* - significativo ao nível de 5% de probabilidade
** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

5.3.3. Interação tubo condutor e altura de queda de sementes.

A Tab. 18 mostra a superioridade do tubo condutor modificado sobre o tubo condutor original. Na altura de queda de 200 mm não houve diferença significativa entre os dois tubos condutores (Tabs. 17 e 18). Isto pode ser explicado, porque a semeadora S2 possuía, na forma original, uma bica de borracha que se afunilava gradativamente e permitia, na altura de 200 mm, para a velocidade de 0,190 m/s, que a semente seguisse sua trajetória normal. A Tab. 18 mostra que dentro das alturas de queda de 300 e 400 mm o tubo condutor modificado proporcionou uma distribuição mais uniforme das sementes que o tubo condutor original. Dentro do fator tubo condutor verificou-se que para o tubo condutor original a uniformidade de distribuição foi reduzida com o aumento da altura de queda, enquanto que para o tubo condutor modificado houve pouca ou nenhuma influência da altura de queda na uniformidade de distribuição de sementes. É possível, portanto, inferir que o tempo entre sementes, para o tubo condutor original, foi alterado pela interação semente/tubo condutor.

Durante os testes, com o tubo condutor modificado, observou-se que as sementes seguiram sua trajetória normal sem repicar nas paredes do mesmo, sugerindo que a não interação entre as sementes e o tubo condutor pode conduzir à uma maior uniformidade de distribuição de sementes. Estes resultados indicam, desta forma, que a uniformidade de

Tabela 18. Médias das porcentagens de espaçamentos Normais e coeficientes de variação para a interação tubo condutor e altura de queda de sementes (TxH). (*)

	Tubo condutor			
	Original (TO)		Modificado (TM)	
	N (%)	C.V.(%)	N (%)	C.V.(%)
Altura de queda (H)				
200 mm (H1)	62.5 A a	57.5 C a	64.1 A a	53.9 B a
300 mm (H2)	50.2 B b	73.6 B a	59.3 B a	59.1 A b
400 mm (H3)	41.0 C b	85.5 A a	60.7 AB a	58.2 AB b

(*) Médias com a mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;
Letras maiúsculas comparam médias nas colunas;
Letras minúsculas comparam médias nas linhas.

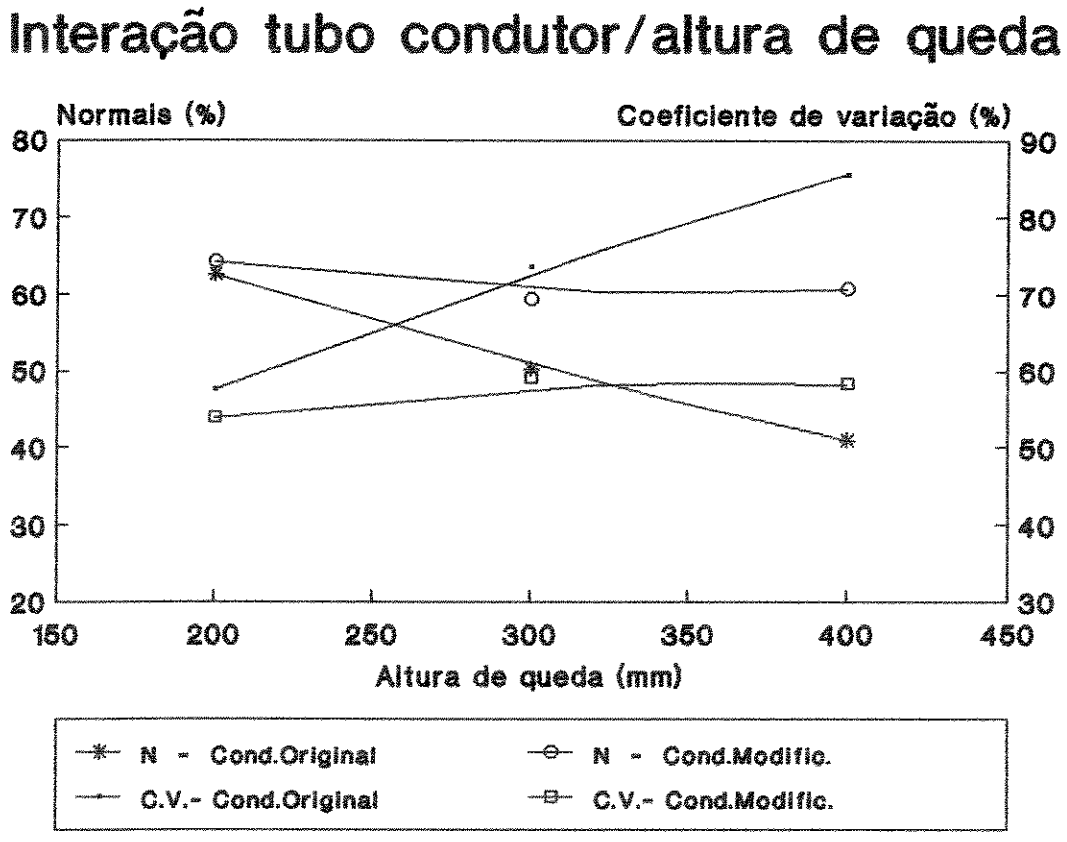

Figura 16. Efeito da interação tubo condutor e altura de queda.

6.CONCLUSÕES

A análise e interpretação dos resultados obtidos, nas condições do presente trabalho, permitiram as seguintes conclusões:

1) A velocidade tangencial dos dosadores de 0.190 m/s proporcionou maior uniformidade de distribuição de sementes, com redução nas porcentagens de Duplos e Falhas e redução do coeficiente de variação, para os dois tipos de mecanismos dosadores considerados.

2) A altura de queda das sementes, para as semeadoras S1 e S2, com os tubos condutores originais, exerceu influência significativa na uniformidade de distribuição de sementes.

3) As diferenças entre os tipos de mecanismos dosadores (semeadoras S1 e S2), podem ter sido influênciadas não sòmente por este fator, mas também pela conformação e orientação dos tubos condutores originais destas máquinas.

4) O tipo de mecanismo dosador de disco inclinado quebrou significativamente menos sementes que o de disco horizontal.

5) Os danos fisicos às sementes foram aumentados com o aumento da velocidade tangencial dos discos, para os dois tipos de mecanismos dosadores considerados.

6) Os efeitos do tipo de mecanismo dosador e velocidades tangenciais dos discos no poder germinativo das sementes não foram significativos.

7) O tubo condutor dimensionado de acordo com a trajetória das sementes (forma parabólica), proporcionou um aumento significativo da uniformidade de distribuição das mesmas, o que nos permite concluir que o tempo entre elas permaneceu o mesmo, independentemente da altura de queda.

8) A altura de queda, quando o tubo condutor é do tipo trajetória, exerce pouca ou nenhuma influência sobre a uniformidade de distribuição de sementes.

9) Na prática, fatores como irregularidades do terreno poderão alterar a relação semente-tubo condutor, portanto, é recomendável que os tubos condutores sejam dimensionados com o menor comprimento possível.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ***Projeto de Norma 12:02.06-004 - Semeadoras de Precisão - Ensaio de Laboratório - Método de Ensaio.*** São Paulo : Comissão de Estudos de Semeadoras e Plantadoras, 1989. 21 p.

AUTRY, J. W. e SCHROEDER, E. W. Design factors for hill-drop planters. ***Agricultural Engineering***, St.Joseph, MI, v. 34, n. 8, p. 525-527,531, 1953.

BAINER, R. Precision Planting Equipment. ***Agricultural Engineering***, St.Joseph, MI, v. 28, n. 2, p. 49-54, 1947.

BAINER, R., KEPNER, R. A., BARGER, E. L. ***Principles of Farm Machinery.*** 3. ed. New York : John Wiley, 1963. 571 p.

BALASTREIRE, Luiz Antonio. ***Máquinas Agrícolas.*** 1. ed. São Paulo : Ed. Manole, 1987. 307 p.

BARMINGTON, R. D. The Relation of Seed, Cell Size and Speed to Beet Planter Performance. ***Agricultural Engineering***, St. Joseph, MI, v. 29, n. 12, p. 530-532, 1948.

BASTIDAS, R. G., CAMACHO, L. H. M. M., LONDOÑO, J.F.V. et al. Efecto de la densidade de población sobre algunas características agronómicas y fisiológicas de trés genótipos de soya, bajo ... ***Fitotecnia Latinoamericana***, S. José, Costa Rica, v. 8, p. 37-43, 1953.

BERNACKI, H., HAMAN, I., KANAFOJSKI, Cz. ***Agricultural Machines Theory and Construction***, 1. ed. Warszawa :

Deslocamento sobre Características Operacionais de Semeadoras. Campinas : Instituto Agronômico. 1984. 13 p. BT No.97.

DELAFOSSE, Roberto M., QUINTANA, Mario, ALÉSCIO, Daniel. ***Estudio del funcionamiento de dosificadores de máquinas Sembradoras.*** Castelar, Argentina : IDIA, 1980. 13 p. Noviembre-Diciembre.

DELAFOSSE, Roberto M. ***Máquinas Sembradoras de Grano Gruesso, Descripcion y Uso.*** Santiago, Chile : Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 1986a. 48 p.

DELAFOSSE, Roberto M., SCASSO, Guilhermo, MELÉNDEZ, Clóvis et al. ***El Grado de Precision de una máquina Sembradora y su relacion com el Nivel de Granos en la Tolva.*** Castelar, Argentina : INTA, 1986b. 10 p.

EWEN, L. S., SMITH, E. M., EGLI, D. B. Double-cropped Soybean Planting Variables. ***Trans. ASAE***, St. Joseph, MI, v. 24, n. 1, p. 43-44, 1981.

GAZOLA, Olavo. ***Projeto e Avaliação de um Sistema Dosador de Precisão para Semeadora a Tração Animal.*** Campinas : UNICAMP, 1988. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1988.

GOMES, Frederico Pimentel. ***A Estatística Moderna na Pesquisa Agropecuária.*** 1. ed. Piracicaba : POTAFOS, 1984. 160 p.

GRECO, C., MENEZES, J. F. de, ARRUDA, P. E. de, et al. ***Ensaio de Semeadeira-Adubadeira.*** Jundiaí : Divisão de Mecanização Agrícola, 1968. 25 p. Relatório No.6.

HICKS, D. R., PEDLETON, J. W., BERNARD, R. L. et al. Response of Soybean Plant types to Planting Patterns. ***Agronomy Journal***, Urbana, US, v. 61, p. 290-293, 1969.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. ***Norma ISO/DIS 7255/1 - Sowing Equipment - Methods of test - Part 1 : Single seed drills (Precision drills).*** Frankfurt : ISO/TC 23/SC 9,

1983. 14 p.

KHAN, A. V. e McCOLLY, H. F. High speed precision centrifugal seed planting. ***Trans. ASAE***, St. Joseph, MI, v. 14, n. 5, p. 972-975,980, 1971.

KEPNER, A. U., BAINER, R., BARGER, E. L. ***Principles of Farm Machinery.*** 4. ed. New York ; John Wiley, 1978. 571p.

MOREIRA, Claudio Alves, PEREIRA, José Carlos Vila Nova Alves, MENEZES, José Floriano et al. ***Mecanismos Dosadores-distribuidores de Sementes.*** Campinas : Instituto Agronômico, 1978. 22 p. Circular No. 90.

QUEIROZ, E. F. ***Efeito da época de Plantio e População sobre o Rendimento e outras Características Agronômicas de quatro cultivares de Soja.*** Santa Maria : UFSM, 1975, 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, 1975.

RAZERA, Luiz Fernandes. ***Efeito de Danificações Mecânicas causadas por Semeadoras em Sementes de Soja.*** Piracicaba : ESALQ-USP, 1979, 67 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1979.

REMUSSI, C., SAUMEEL, H. J., GUTIERRES, H. Influencia de la Densidad de Siembra em Soya sobre el Rendimiento y sus Componentes. ***Rev. Fac. Agron. Vet. Univ. Buenos Aires***, v. 19, p. 99-107, 1971.

ROSOLEM, C. A., SILVÉRIO, J. C. O., NAKAGAWA, I. Densidade de Plantas na Cultura da Soja. ***Pesq. Agrop. Bras.***, Brasilia, DF, v. 18, n. 9, p. 977-984, 1983.

ROTH, L. O e PORTERFIELD, J. G. Some basic Performance Caracteristics of a Horizontal Plate Seed Metering Device. ***Trans. ASAE***, St. Joseph, MI, v. 3, n.2, p. 105-107, 1960.

SNEDECOR, G. W. ***Métodos Estadisticos.*** 5. ed. México : C.E.C.S.A., 1956. 626 p.

8. ABSTRACT

The present study were developed in three parts. In the first part were evaluated, the influences of tangential plate speed and height of fall of seeds on the spacing uniformity of soybean seed lines using horizontal and inclined plate seed distribution, with original seed tube. The tangential speeds were 0.190; 0.252; 0.310 and 0.386 m/s and the heights of fall were 200, 300 and 400 mm. The experimental design was split plot with six replications. The analysis of variance of the results of Normal spacing percent revealed significant differences among the treatments and interactions. The greater spacing uniformity were obtained with horizontal plate seed metering device, for a tangential speed of 0.190 m/s in the height of fall of 200 mm.

In the second part of the work were evaluated the influences of tangential plate speed on the seed damage using horizontal and inclined plate seed and height of fall 200 mm. The tangential speed were the same of the first part. Were evaluated the physical and physiologic damage for all treatments, more the witness. The experimental design was

APÊNDICE 1. (continuação)

Tabela 2. Porcentagens de Duplos obtidos na bancada de testes.

Tipo de mecanismo dosador	Velocidade do disco (m/s)	Altura de queda das sementes (mm)	Repetição 1	2	3	4	5	6
Disco Inclinado	0.190	200	30.8	29.6	27.2	26.4	23.6	26.8
		300	31.6	32.4	35.6	36.0	33.6	34.0
		400	40.0	39.6	38.0	38.0	38.0	39.2
	0.252	200	28.8	29.6	30.0	29.2	28.8	29.6
		300	36.8	43.2	37.6	40.0	34.4	38.8
		400	38.8	48.8	42.0	38.8	38.0	40.8
	0.310	200	30.8	27.6	31.6	32.4	30.4	28.8
		300	36.4	38.0	36.4	38.0	32.8	34.4
		400	40.8	42.0	35.2	41.6	38.4	36.4
	0.386	200	31.6	29.6	29.6	29.2	31.2	29.6
		300	34.4	32.0	36.0	32.0	32.8	32.4
		400	36.8	38.8	36.4	45.6	38.8	40.0
Disco Horizontal	0.190	200	24.0	19.6	22.0	19.2	21.6	22.0
		300	28.4	28.4	24.4	25.6	27.2	31.6
		400	36.4	34.8	37.6	30.4	31.6	39.6
	0.252	200	35.2	37.2	36.0	37.2	37.6	37.6
		300	38.8	37.2	36.4	34.8	36.8	37.6
		400	39.2	38.8	42.8	40.4	38.8	34.4
	0.310	200	34.8	37.6	29.2	32.8	36.0	37.6
		300	40.4	34.4	40.0	33.6	35.2	34.4
		400	38.8	36.8	38.0	40.0	39.6	36.8
	0.386	200	38.0	37.2	34.8	38.4	36.0	28.4
		300	36.0	34.0	32.4	38.8	38.8	38.4
		400	37.6	36.0	37.6	40.0	38.8	38.4

APÊNDICE 1. (continuação)

Tabela 3. Porcentagens de Falhas obtidos na bancada de testes.

Tipo de mecanismo dosador	Velocidade do disco (m/s)	Altura de queda das sementes (mm)	Repetição 1	2	3	4	5	6
Disco Inclinado	0.190	200	21.2	20.4	18.8	18.4	18.0	20.4
		300	19.2	20.8	23.2	19.2	18.4	16.4
		400	21.2	20.0	21.2	22.4	20.0	21.2
	0.252	200	20.4	20.0	21.6	21.6	18.8	19.2
		300	21.2	22.0	20.0	19.2	19.2	19.6
		400	21.6	19.6	21.2	21.6	21.2	21.6
	0.310	200	20.4	20.8	22.0	24.0	22.4	23.2
		300	18.4	21.6	20.0	22.0	23.2	24.0
		400	23.2	22.0	22.0	22.4	23.2	19.6
	0.386	200	20.4	22.0	20.0	20.4	23.6	20.8
		300	22.0	20.8	24.0	23.6	19.6	21.6
		400	21.2	20.4	20.8	21.6	24.8	21.2
Disco Horizontal	0.190	200	16.8	16.4	19.6	12.4	13.6	18.0
		300	18.8	22.0	22.8	21.2	24.4	24.0
		400	24.0	24.0	24.0	22.0	25.2	24.4
	0.252	200	22.8	22.4	23.2	22.8	24.4	22.8
		300	27.2	25.2	25.6	24.4	24.8	24.0
		400	22.4	23.2	23.2	20.0	22.4	21.6
	0.310	200	22.0	19.6	21.6	20.8	20.4	21.6
		300	25.2	26.8	25.6	25.6	24.0	22.8
		400	23.2	25.2	25.2	23.6	23.2	24.0
	0.386	200	20.8	24.0	22.0	21.6	22.0	22.4
		300	22.4	21.2	22.0	22.8	22.4	23.2
		400	22.4	24.4	21.2	23.6	20.0	22.3

APÊNDICE 1. (continuação)

Tabela 4. Porcentagens dos coeficientes de variação, incluindo 250 dados de espaçamentos, em cada repetição, de cada tratamento, obtidos na bancada de testes.

Tipo de mecanismo dosador	Velocidade do disco (m/s)	Altura de queda das sementes (mm)	Repetição 1	2	3	4	5	6
Disco Inclinado	0.190	200	67.7	68.1	66.8	62.4	63.4	63.7
		300	72.9	82.4	86.8	79.5	76.9	80.6
		400	87.3	94.1	93.4	84.6	88.9	86.1
	0.252	200	71.5	73.3	73.8	73.2	71.2	73.1
		300	88.7	98.1	92.7	98.3	94.0	93.6
		400	90.4	108.1	100.3	92.0	91.1	99.6
	0.310	200	69.9	71.9	75.2	72.4	74.0	73.4
		300	99.4	89.3	87.1	91.8	83.5	83.6
		400	98.2	102.1	90.8	98.2	91.7	93.4
	0.386	200	73.2	73.1	73.2	75.6	78.2	71.8
		300	77.3	80.4	82.0	82.4	81.0	84.9
		400	97.7	95.7	88.2	114.0	90.3	95.0
Disco Horizontal	0.190	200	59.2	58.1	61.8	51.8	57.7	56.7
		300	82.2	71.0	68.7	71.4	73.2	75.2
		400	82.6	85.1	87.1	86.9	79.6	91.7
	0.252	200	81.9	78.9	81.7	80.2	82.3	85.2
		300	91.8	85.4	87.7	94.8	95.1	95.7
		400	101.0	88.2	95.2	96.9	97.0	92.0
	0.310	200	86.2	97.2	75.5	82.8	88.4	91.3
		300	103.7	86.4	97.5	92.0	96.0	93.6
		400	102.1	95.3	96.9	102.2	101.8	96.1
	0.386	200	89.0	88.8	84.7	87.3	95.3	78.8
		300	93.2	95.6	86.9	92.2	97.0	93.8
		400	95.7	93.7	97.4	98.4	101.7	96.7

APÊNDICE 1. (continuação)

Tabela 5. Porcentagens de sementes quebradas (SQ) e germinação (G) para cada repetição.

Tipo de mecanismo dosador	Velocidade do disco (m/s)	Repetição 1 SQ	1 G	2 SQ	2 G	3 SQ	3 G
Disco Inclinado	0.190	4.1	84	3.8	85	3.6	91
	0.252	3.3	89	4.0	91	4.4	83
	0.310	4.6	73	3.9	83	4.9	76
	0.386	4.1	88	4.6	72	5.1	91
Disco Horizontal	0.190	7.0	85	5.0	89	6.5	87
	0.252	7.2	97	7.1	88	7.3	87
	0.310	8.1	72	9.1	79	7.3	90
	0.386	8.0	70	8.2	67	8.4	83
Testemunha		2.2	87	2.9	93	1.6	90

Tabela 6. Porcentagem de espaçamentos Normais obtidos na bancada de testes, para o dosador tipo disco horizontal, com tubo condutor original e modificado.

Tubo condutor	Altura de queda das sementes (mm)	Repetição 1	2	3	4	5	6
Original	200	59.2	64.0	58.4	68.4	64.8	60.0
	300	52.8	49.6	52.8	53.2	48.4	44.4
	400	39.6	41.2	38.4	47.6	43.2	36.0
Modificado	200	69.6	66.8	64.8	61.6	59.6	62.0
	300	60.0	59.2	57.6	60.0	57.2	62.0
	400	60.0	64.0	57.6	59.2	59.2	64.4

APÊNDICE 1. (continuação)

Tabela 7. Porcentagem de Duplos obtidos na bancada de testes, para o dosador tipo disco horizontal, com tubo condutor original e modificado.

Tubo condutor	Altura de queda das sementes (mm)	Repetição 1	2	3	4	5	6
Original	200	24.0	19.6	22.0	19.2	21.6	22.0
	300	28.4	28.4	24.4	25.6	27.2	31.6
	400	36.4	34.8	37.6	30.4	31.6	39.6
Modificado	200	16.8	19.6	21.2	21.6	26.0	20.8
	300	23.2	24.8	26.0	26.0	27.2	23.2
	400	25.2	20.4	26.0	24.8	24.4	23.6

Tabela 8. Porcentagem de Falhas obtidos na bancada de testes, para o dosador tipo disco horizontal, com tubo condutor original e modificado.

Tubo condutor	Altura de queda das sementes (mm)	Repetição 1	2	3	4	5	6
Original	200	16.8	16.4	19.6	12.4	13.6	18.0
	300	18.8	22.0	22.8	21.2	24.4	24.0
	400	24.0	24.0	24.0	22.0	25.2	24.4
Modificado	200	13.6	13.6	14.0	16.8	14.4	16.8
	300	16.8	16.0	16.4	14.0	15.6	14.8
	400	14.8	15.6	16.4	16.0	16.4	12.0

APENDICE 1. (continuação)

Tabela 9. Porcentagem dos coeficientes de variação, incluindo 250 dados de espaçamentos, em cada repetição de cada tratamento, obtidos na bancada de testes, para o dosador tipo disco horizontal, com tubo condutor original e modificado.

Tubo condutor	Altura de queda das sementes (mm)	Repetição 1	2	3	4	5	6
Original	200	59.2	58.1	61.8	51.8	57.7	56.7
	300	82.2	71.0	68.7	71.4	73.2	75.2
	400	82.6	85.1	87.1	86.9	79.6	91.7
Modificado	200	48.0	53.7	54.6	55.0	56.4	55.7
	300	58.1	57.5	57.4	60.6	62.9	58.3
	400	58.7	54.5	62.6	58.0	58.0	57.4

APENDICE 2

APÊNDICE 2. Curvaturas do tubo condutor para as velocidades 5.3; 6.5 e 8.1 km/h, para os ângulos 0^{o} e 180^{o}.

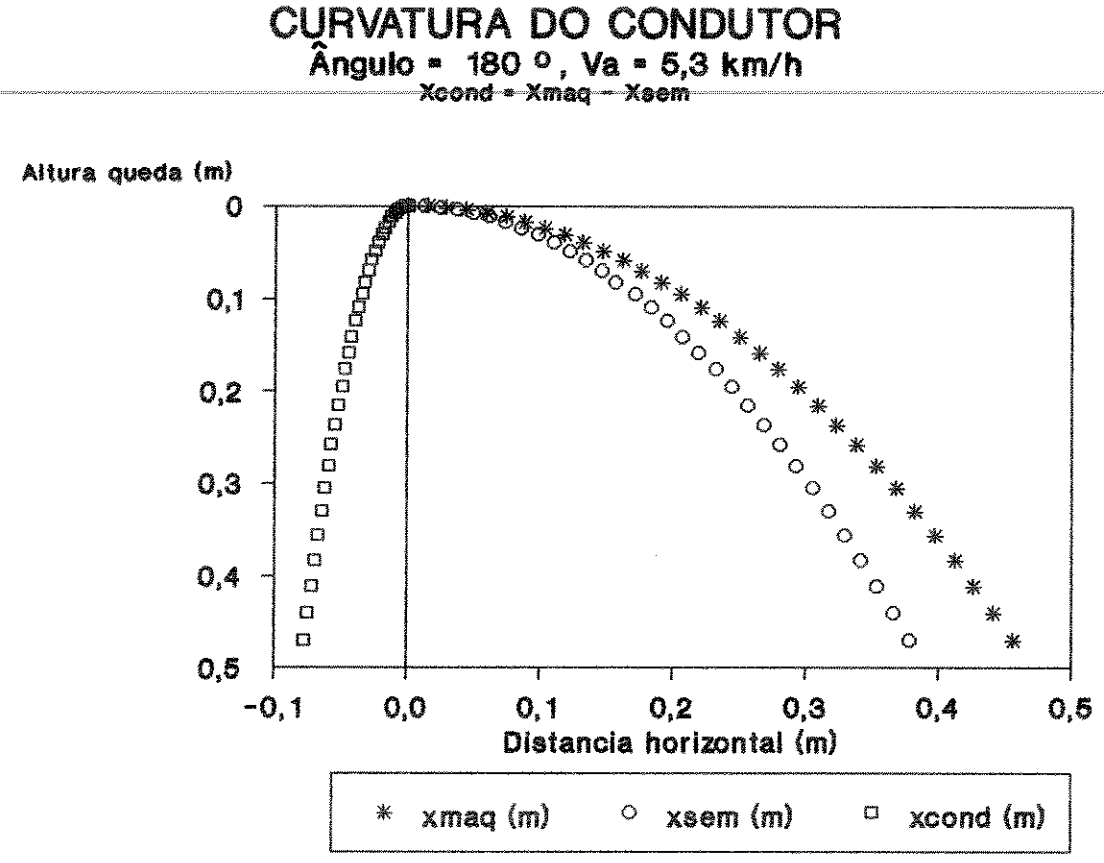

Figura 1. Curvatura do tubo condutor para Va = 5.3 km/h e α = 180^{o}.

APÊNDICE 2. (continuação)

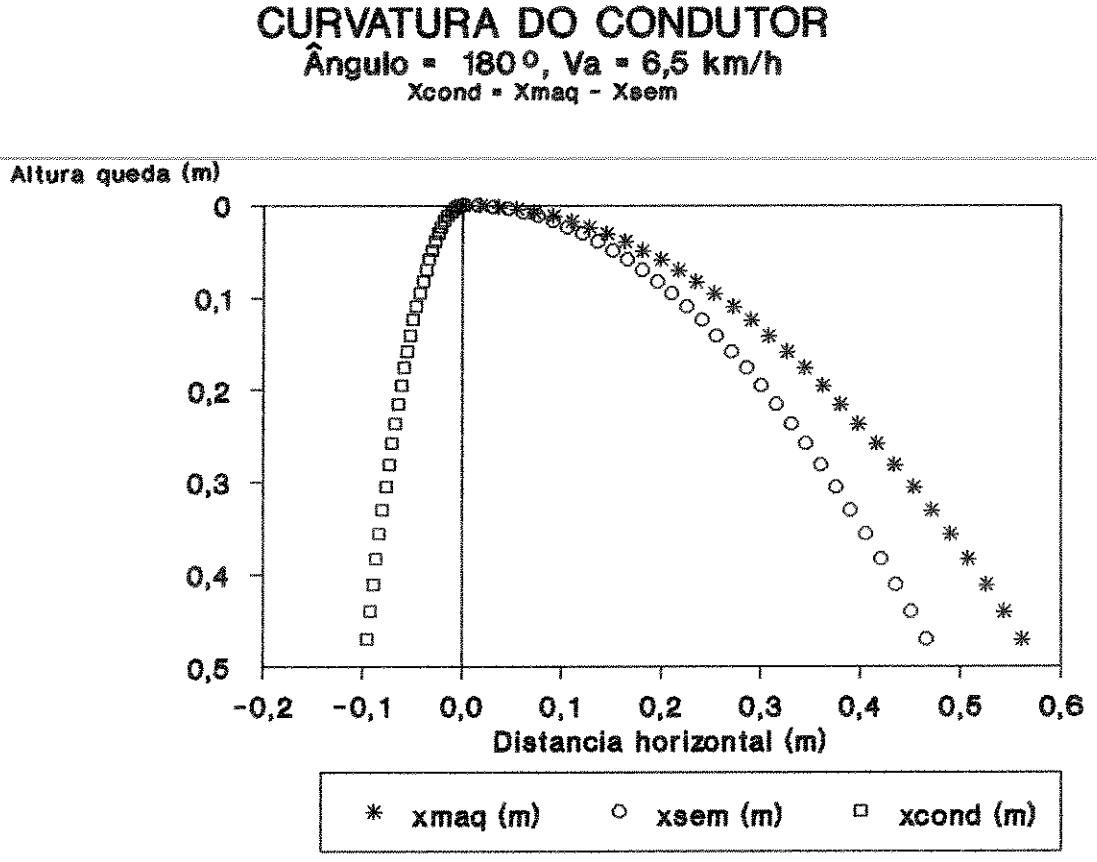

Figura 2. Curvatura do tubo condutor para Va = 6.5 km/h e α = 180°.

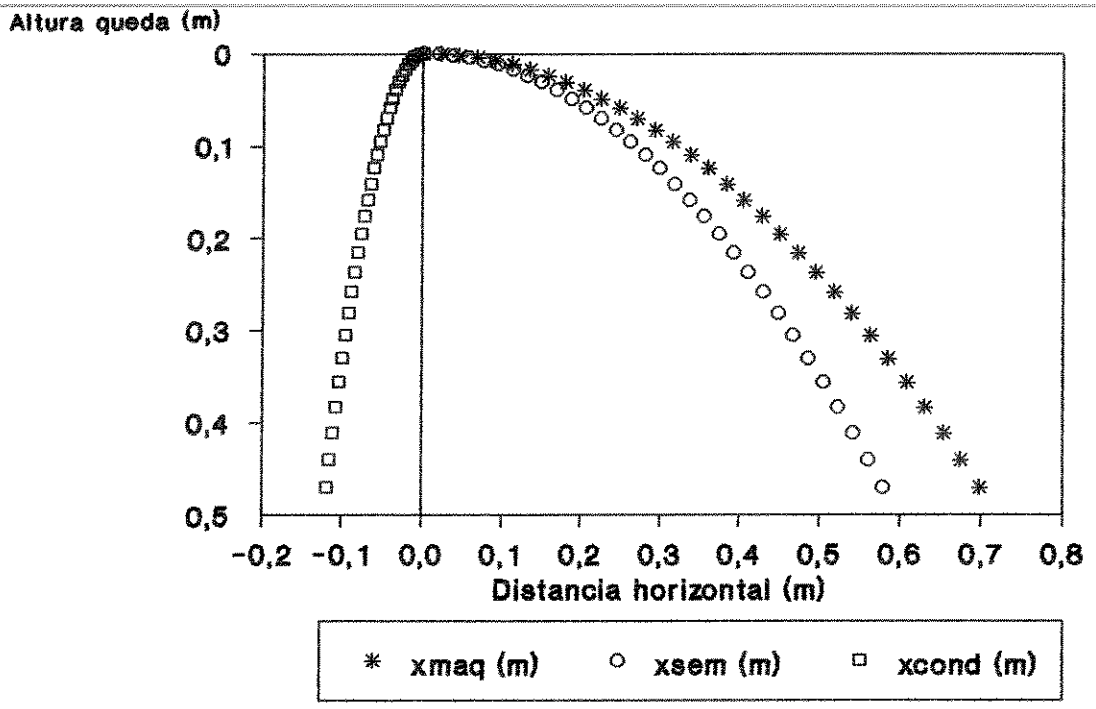

Figura 3. Curvatura do tubo condutor para Va = 8.1 km/h e $\alpha = 180^{\circ}$.

APÊNDICE 2. (continuação)

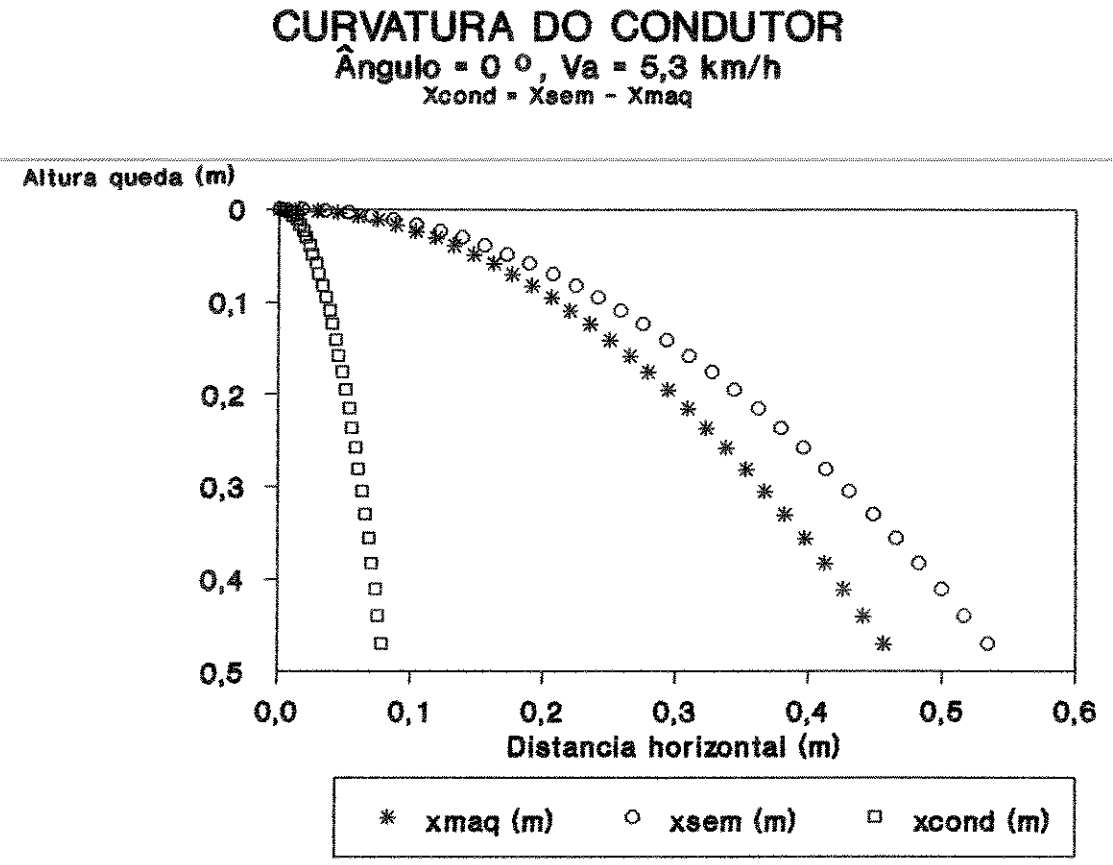

Figura 4. Curvatura do tubo condutor para Va = 5.3 km/h e $\alpha = 0^{o}$.

APÊNDICE 2. (continuação)

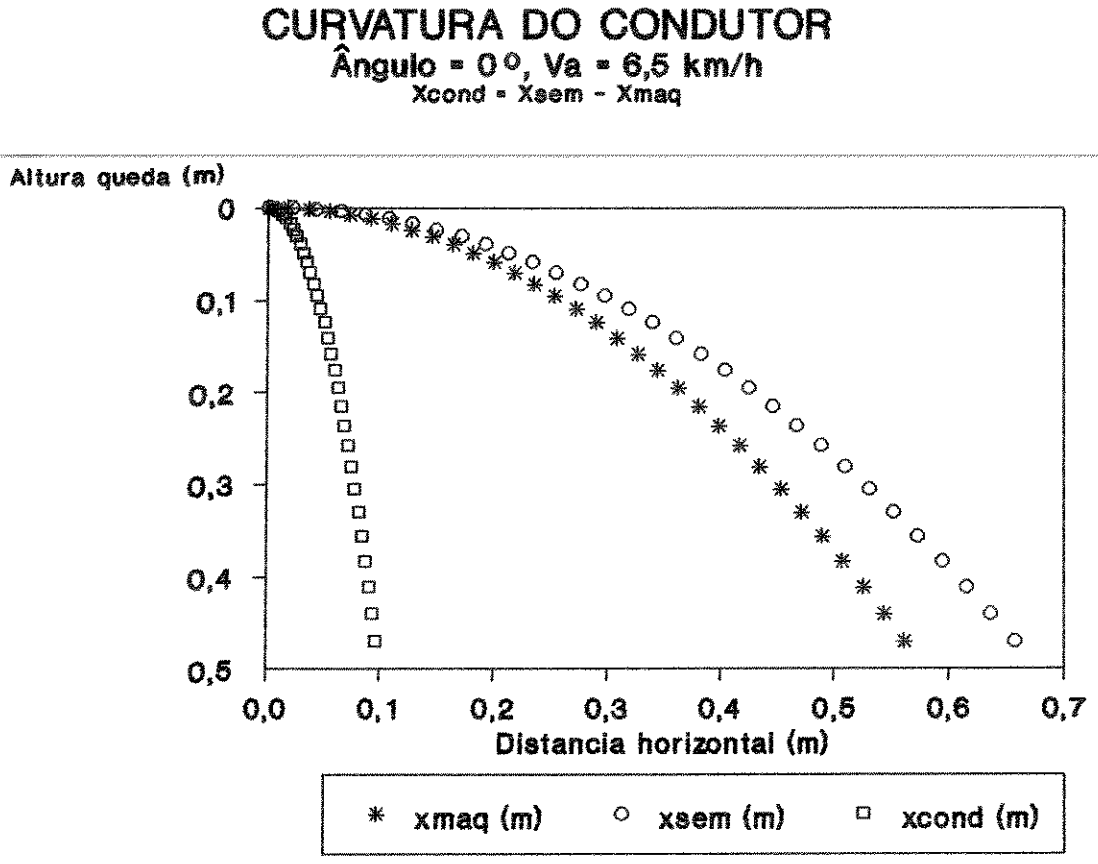

Figura 5. Curvatura do tubo condutor para Va = 6.5 km/h e $\alpha = 0^{o}$.

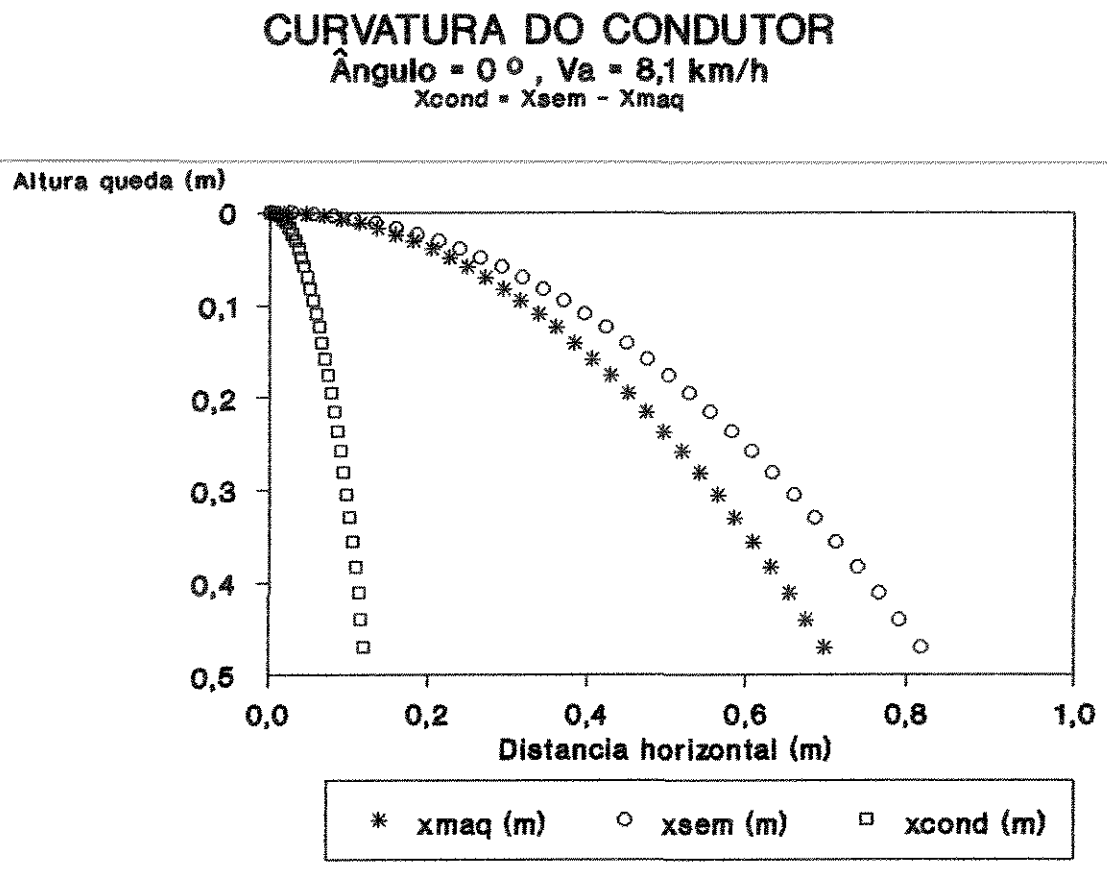

Figura 6. Curvatura do tubo condutor para Va = 8.1 km/h e $\alpha = 0^{o}$.