

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**INFLUÊNCIA DO DESLIZAMENTO DA RODA MOTRIZ
DE UMA SEMEADORA/ADUBADORA DE PLANTIO
DIRETO NO ESPAÇAMENTO LONGITUDINAL DE
SEMENTES DE MILHO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Danielle Machado Pacheco Mattar

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**INFLUÊNCIA DO DESLIZAMENTO DA RODA MOTRIZ DE
UMA SEMEADORA/ADUBADORA DE PLANTIO DIRETO NO
ESPAÇAMENTO LONGITUDINAL DE SEMENTES DE MILHO**

por

Danielle Machado Pacheco Mattar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestre em Engenharia Agrícola**

Orientador: Prof. Dr. Arno Udo Dallmeyer

Santa Maria, RS, Brasil
2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**INFLUÊNCIA DO DESLIZAMENTO DA RODA MOTRIZ DE UMA
SEMEADORA/ADUBADORA DE PLANTIO DIRETO NO
ESPAÇAMENTO LONGITUDINAL DE SEMENTES DE MILHO**

elaborada por
Danielle Machado Pacheco Mattar

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

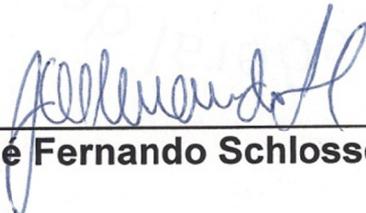
Comissão Examinadora



Arno Udo Dallmeyer, Dr. (UFMS)
Presidente/Orientador



Ricardo Ferreira Garcia, Dr. (UENF)



Jose Fernando Schlosser, Dr. (UFMS)

Santa Maria, março de 2010.

Dedico...

a Deus e Nossa Senhora, que sempre estiveram comigo em todas as horas e lugar, porque tudo é do Pai, toda honra e toda glória é dele a vitória alcançada em minha vida...

ao meu pai Jorge, que sempre me apoiou e me ensinou o valor de cada conquista em minha vida....

a minha mãe Deuselice, que incentivou toda minha carreira, fazendo do meu sucesso sua vitória e que muitas vezes enxugou minhas lágrimas da distância de minha família ...

ao meu filho Daniel, que soube entender minha ausência de mãe, mas sempre esteve ao meu lado...

ao meu esposo, amigo e companheiro Gilson, quero agradecer pelo amor, companheirismo e incentivo em todas as horas e pelo o resto de nossas vidas, te amo...

ao meu orientador, Arno Udo Dallmeyer incentivador desde os primeiros momentos para a realização do curso, confiança na minha capacidade de realização e a oportunidade oferecida para a obtenção deste título.

a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu alcançasse meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** a força e superação de muitas batalhas enfrentadas.

Aos meus pais, **Jorge Francisco Pacheco Mattar** e **Deuselice Machado Mattar** pelo amor e carinho que teve com nossa família e pelo exemplo de vida que passaram.

Ao meu filho **Daniel**, minha irmã **Meiryelle** e meu cunhado **Bruno** todo o carinho de comunicação durante todo meu período em que estive em outra cidade.

Ao meu esposo **Gilson**, pelo apoio dado em todo meu experimento, pelo companheirismo e amor que teve comigo durante todo esse tempo.

A **Universidade Federal de Santa Maria**, pela oportunidade de receber minha Titulação de Mestre, como também o **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**, todo o apoio necessário durante este período.

Ao meu orientador **Arno Dallmeyer**, pela amizade, confiança, incentivo e apoio que foi dado, desde minha chegada na cidade de Santa Maria até minha saída e que muito estimo.

Todos os **professores** que dedicaram seu tempo e seus conhecimentos.

Aos **funcionários** técnicos administrativos, que sempre que precisei, fui atendida com presteza e gentileza, em especial ao **Luiz Cunha Dutra** e **Estevão da Silva Marinho**.

Aos meus **amigos** de Santa Maria que sempre estiveram comigo em todas as horas de alegria e tristeza em que estive longe da minha família, em especial a **Barbara Agonio, Natielen Sauzem, Fátima Sauzem, Katia Zardo** e **Neida Fantiel**.

A **Universidade Estadual do Norte Fluminense**, pelo uso do espaço e máquinas para montagem do experimento.

Ao professor **Ricardo Ferreira Garcia** da UENF, que me apoiou na elaboração do meu experimento e pela atenção que me foi dada sempre que solicitada, deixo o meu carinho e respeito.

Aos Colegas **Junior** e **Thiago** da UENF, pela ajuda na montagem do experimento e coleta dos dados, sem esta equipe seria impossível a obtenção dos dados.

A **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, que proporcionou minha formação e me levou a chegar até aqui.

**“O valor das coisas não está no tempo que elas duram mas na intensidade
com que acontecem...”**
(Fernando Pessoa)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria

INFLUÊNCIA DO DESLIZAMENTO DA RODA MOTRIZ DE UMA SEMEADORA/ADUBADORA DE PLANTIO DIRETO NO ESPAÇAMENTO LONGITUDINAL DE SEMENTES DE MILHO

AUTORA: DANIELLE MACHADO PACHECO MATTAR

ORIENTADOR: ARNO UDO DALLMEYER

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 19 de março de 2010.

O presente trabalho buscou avaliar as condições de operação de uma semeadora/adubadora de plantio direto para a cultura de milho. Foram consideradas duas velocidades, 4,1 km/h e 7,2 km/h em três diferentes profundidades de semeadura, 3, 5 e 7 cm. Para considerar as condições de solo foi feito o levantamento de umidade e a resistência do solo à penetração. O experimento foi montado em blocos ao acaso com quatro repetições. Foram determinados os espaçamentos longitudinais dentro da linha de plantio e profundidades efetivas de deposição das sementes e os coeficientes de deslizamento da roda motriz da semeadora. A análise de variância indicou que não houve diferenças significativas para os espaçamentos longitudinais em função das diferentes profundidades e velocidades. Esse comportamento era esperado em função das características do sistema dosador de sementes. Em função da irregularidade apresentada nos espaçamentos longitudinais, foi considerada a influência do deslizamento da roda motriz sobre o sistema dosador. A adoção do coeficiente de deslizamento para correção dos espaçamentos esperados não foi suficiente para garantir uma regulagem adequada. O presente trabalho mostra a necessidade de mais estudos para identificar outros fatores ainda não estudados no funcionamento do mecanismo de distribuição de sementes.

Palavras-chave: deslizamento; plantio direto; semeadora

ABSTRACT

Master Thesis
Post-graduate Program in Agricultural Engineering
Federal University of Santa Maria

INFLUENCE OF WHEEL SKIDING OF A SEEDER IN SEED LONGITUDINAL SPACING IN NO-TILLAGE SYSTEM FOR MAYZE CULTURE

AUTHOR: DANIELLE MACHADO PACHECO MATTAR

ADVISER: ARNO UDO DALLMEYER

Santa Maria, march, 19th, 2010.

The present work was conducted to evaluate the operational conditions of a no tillage system for maize culture. Two different speeds was considered, 4.1 km/h and 7.2 km/h in three different depths of planting, 3, 5 and 7 cm. To consider the field conditions the soil moisture and the soil resistance to penetration was determined. The experiment was mounted in randomized blocks with four replications. The longitudinal seed spacing, effective deposition depth and the wheel sliding of planter were measured. The analysis of variance didn't indicate no significant differences in longitudinal seed spacing in relation of different depths and speeds. It was is expected in function of feeder mechanism characteristics of seeder. In function of the irregularity presented in the longitudinal spacing, the influence of the wheel sliding was considered in feeder mechanism system. The consideration of wheel sliding for correction in seed spacing was not enough to guarantee an adjusted regulation. The present work shows the necessity of more studies to identify other factors not yet studied in feeder mechanism functionality for seed distribution.

Key-words: sliding; no-tillage; seeder

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Foto aérea de localização da área experimental	28
FIGURA 2 - Vista da área experimental	29
FIGURA 3 - Levantamento dos dados da resistência do solo à penetração	31
FIGURA 4 - Representação da resistência à penetração na profundidade de 10 centímetros	32
FIGURA 5 - Representação da resistência à penetração na profundidade de 20 centímetros	32
FIGURA 6 - Semeadora-adubadora Seed-Max PCR 2226 utilizada no experimento	34
FIGURA 7 - Condições de uso da semeadora-adubadora durante o experimento	35
FIGURA 8 - Croqui de distribuição das parcelas no experimento de campo	36
FIGURA 9 - Demarcação das parcelas do experimento	36
FIGURA 10 - Medição do espaçamento entre sementes dentro da linha de plantio	37
FIGURA 11 - Determinação da distância correspondente a três voltas da roda motriz	38
FIGURA 12 - Esquema do mecanismo de distribuição de sementes da semeadora-adubadora	39
FIGURA 13 - Tabela de escolha das engrenagens e disco distribuidor de sementes para a semeadora SEED MAX PCR 2226	47
FIGURA 14 - Relação do espaçamento corrigido entre sementes e o coeficiente de deslizamento	56
FIGURA 15 - Relação do espaçamento entre sementes observado e esperado com o coeficiente de deslizamento	57
FIGURA 16 - Relação do espaçamento entre sementes observado e esperado adicionado com o coeficiente de deslizamento	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Análise de variância dos dados de espaçamento entre sementes .	49
TABELA 2 - Análise de variância dos dados de profundidade de deposição das sementes	50
TABELA 3 - Análise de variância dos dados de espaçamento corrigido entre sementes	53

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Resultados de umidade gravimétrica do solo na área experimental	30
QUADRO 2 - Resistência à penetração (IC) nas profundidades de 0 a 10 centímetros, expressas em kPa	30
QUADRO 3 - Resistência à penetração (IC) nas profundidades de 10 a 20 centímetros, expressas em kPa	31
QUADRO 4 - Número de dentes das engrenagens fixas da semeadora Seed Max PCR 2226	45
QUADRO 5 - Engrenagens intercambiáveis na semeadora Seed Max PCR 2226	46
QUADRO 6 - Dados levantados de espaçamento entre sementes, profundidade de deposição e coeficiente de deslizamento	50
QUADRO 7 - Estatísticas básicas dos dados de espaçamento entre sementes na linha	51
QUADRO 8 - Dados de coeficiente de deslizamento, espaçamento entre sementes observado, esperado, corrigido e percentual de falhas	54
QUADRO 9 - Dados de coeficiente de deslizamento, coeficiente de deslizamento adicional, espaçamento corrigido, esperado e esperado ajustado	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo Geral	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Plantio direto	16
2.2 Semeadoras	19
2.3 Cultura de milho	23
2.4 Deslizamento da roda motriz	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Localização e características da área experimental	28
3.2 Máquinas agrícolas utilizadas	33
3.2.1 Trator	33
3.2.2 Semeadora	33
3.3 Sementes	34
3.4 Delineamento experimental	35
3.5 Determinação do espaçamento entre sementes	38
3.6 Influência do coeficiente de deslizamento da roda motriz	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5 CONCLUSÕES	61
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola brasileiro é sem dúvida o de maior importância na economia nacional. Em pouco mais de 20 anos o Brasil mais que dobrou a produção de grãos, em um movimento que conjugou eficiência produtiva, desenvolvimento tecnológico, organização empresarial, melhores formas de comercialização e políticas públicas bem direcionadas.

A produção de milho no Brasil, juntamente com a soja, contribui com cerca de 80% da produção nacional de grãos, sendo a soja com a atenção voltada para o mercado internacional e o milho destinado, essencialmente, ao mercado nacional.(EMBRAPA, 2008).

Para a indústria, o milho é uma matéria-prima que possibilita obtenção de subprodutos destinados a alimentação humana e animal. Portanto, existem inter-relações com outras cadeias produtivas, aumentando a importância da produtividade.

O milho safrinha é uma oportunidade de renda para os agricultores no período ocioso de atividade agrícola, visto que existe demanda desta matéria prima, mas os pesquisadores sempre alertam a necessidade da utilização de cultivares mais estáveis e adaptadas a cada ambientes e resistente a doenças.

Devido a numerosas estiagens ocorridas nas regiões de maior produção de grão de milho, o sistema de plantio direto é uma medida mais eficaz para minimizar o efeito da seca, permitindo armazenamento de água no solo, maior infiltração da água das chuvas, redução da evaporação por raios solares, maior concentração de matéria orgânica no solo e menor mobilização do solo.

O plantio direto está cada vez mais utilizado nos últimos anos na agricultura brasileira, devido à preocupação com o manejo do solo. Este sistema de semeadura consiste na deposição de sementes em solo onde possui restos vegetais na superfície do solo, com controle de ervas daninhas (DERPSCH et al., 1991).

Para obtenção do sucesso deste sistema é preciso promover quantidade adequada de palha na superfície do solo, podendo ser com a estratégia de rotação de cultura ou integração lavoura-pecuária, que eleva o teor da matéria orgânica.

A mecanização crescente e tecnológica se destacou na cultura do milho, visando o desenvolvimento de equipamentos que reduzam perdas na colheita, com

sistemas mais eficientes às condições da lavoura. Na semeadora, o destaque é a constante preocupação em melhoria para diminuir ou até eliminar os efeitos negativos que estão apresentando. A utilização de máquinas e equipamentos tem como objetivo melhorar a capacidade operacional, facilitar o trabalho do homem, melhorando assim a eficiência produtiva.

A avaliação do desempenho de semeadoras é uma ferramenta indispensável aos produtores que buscam competitividade de mercado e sucesso da produtividade. As falhas de semeaduras podem acarretar perdas na produtividade um fator indesejável no estande final. Diversos fatores podem interferir na operação de semeadura podendo estar relacionados à semente, solo, máquina, clima e operador (BALASTREIRE, 2005).

Vários estudos vêm sendo feitos para avaliar eficiência de semeadura. Na cultura de milho a ocorrência de falhas de uma semente por metro, pode gerar redução de população de plantas de 20% do desejado resultando em 30% a menos na produtividade (COPETTI, 2003). A falta de regularidade de espaçamento entre plantas resulta em perdas superiores a 15% na cultura de milho (Delafosse, 1986), fator que pode estar relacionado ao deslizamento da roda motora da semeadora.

O deslizamento nas rodas motrizes das semeadoras é uma realidade. Conforme o tamanho dessas máquinas vai crescendo, acompanhando o crescimento da potência nominal dos tratores, maior é a demanda de potência requerida pelos mecanismos distribuidores de sementes e adubo, contribuindo com o aumento no deslizamento das rodas motrizes.

Muitos fabricantes têm se preocupado com a utilização de pneumáticos que exerçam o papel de sustentação da máquina durante o transporte em estrada sem a devida preocupação com esses pneumáticos em termos de elementos de captação de movimento para a máquina. Essa característica tende a produzir nas semeadoras um aumento no coeficiente de deslizamento com o aumento da demanda de potência.

O deslizamento da roda motriz da semeadora provoca alterações na densidade de plantio. Diversos estudos têm sido feitos para quantificar esse deslizamento, porém, pouca aplicação para qualificar seu efeito na influência sobre a produtividade tem surgido.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é avaliar a influência do deslizamento da roda motriz da semeadora no estande final de plantio para a cultura de milho. Estabelecer a correta denominação da falha de giro da roda motriz da semeadora, denominada erroneamente de patinamento. Dessa forma, é possível definir um planejamento mais adequado às necessidades requeridas para o plantio.

1.2 Objetivos Específicos

- Verificar a alteração do espaçamento longitudinal em função da velocidade e profundidade de semeadura;
- Identificar a influência do deslizamento da roda motriz no espaçamento longitudinal de sementes;
- Quantificar a influência do deslizamento da roda motriz no estande final de plantio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Plantio direto

O plantio direto é um sistema em que a colocação de sementes é feita em sulco com profundidade e largura adequada para cobertura e contato da semente com a terra, em solos não mobilizados com métodos de preparo convencional. A semeadura é feita em solo coberto por uma camada residual da cultura anterior e resíduos de plantas mortas por herbicidas dessecantes (MUZZILLI, 1981).

Mialhe (1996) relata que o plantio direto pode ser realizado sobre uma palhada com duas possíveis e distintas origens: restos de culturas anterior, devidamente manejados por métodos químicos ou mecânicos ou sobre uma massa vegetal originada da semeadura de algum adubo verde.

A matéria orgânica no solo é considerada um requisito fundamental para o bom funcionamento do sistema do plantio direto, obtida de processos físicos, químicos ou biológicos. No plantio direto há uma tendência de aumento da matéria orgânica no solo em função da redução da sua taxa de decomposição e por promover o acúmulo de resíduos no sistema manejado adequadamente (BARBOSA, 2009).

O mesmo autor, afirma que para a manutenção da taxa adequada de infiltração em plantio direto, faz-se necessário uma eficiente cobertura do solo. Para alcançar esta eficiência, considera-se uma cobertura eficiente acima de 4 toneladas/hectare de matéria seca. Se a cobertura morta não for suficiente, a infiltração de água poderá ser igual ou até inferior às de outros sistemas de preparo do solo. Comenta, ainda, que o plantio direto favorece a homogeneidade estrutural beneficiando a formação da rede capilar por onde o fluxo de água fluirá pelo perfil.

Segundo Fiorin (2007), o sistema de plantio direto está baseado na manutenção permanente de uma quantidade mínima de palha na superfície do solo. Os sistemas de produção que adicionam grandes quantidades de resíduos são altamente eficientes no controle de erosão e melhoramento dos atributos do solo. A produção de palhada é consequência dos sistemas utilizados e das condições que proporcionam expressão do potencial das culturas em produção de grãos e palha. A

cultura de soja apresenta uma produção de palha bem inferior comparativamente as culturas de milho e sorgo.

O sistema plantio direto vem crescendo desde os primeiros registros da década de 60 no Rio Grande do Sul, sendo considerada uma prática de conservação do solo. Logo após, com o desenvolvimento das máquinas próprias para esse tipo de semeadura e técnicas de manejo, se tornou um sistema de cultivo utilizado com grande eficiência. Sua origem ocorreu através da semeadura direta sobre o solo não mobilizado e com palhada para mantê-lo sempre protegido. O índice de permanência no solo da cobertura vegetal indica que quanto maior, melhor a ação dos mecanismos da semeadora-adubadora em deixar a cobertura vegetal sobre o solo. (CORTEZ et al., 2007).

Segundo Casão Junior et al. (2000), o plantio direto se expandiu visando a redução de efeitos negativos ocasionados no solo. A partir da década de 80 as pesquisas se intensificaram no setor produtivo, objetivando reduzir a mobilização do solo, erosão e compactação que resultavam na redução da produtividade. Um enfoque estratégico para manejo e conservação do solo e água era atuar em microbacias hidrográficas, onde utilizar o sistema de plantio direto promoveria aumento de cobertura do solo. Assim, aumentaria a infiltração de água e controle de escoamento superficial. A expansão deste sistema teve enfoque em função do manejo conservacionista e economia em relação a combustíveis e diminuição do número de operações.

Para Cortez et al. (2008), a utilização do sistema de plantio direto passou a ser vista como uma importante ferramenta no manejo dos solos, se houver manejo com preparo convencional não conservam os solos, ou ainda, acabam incorporando o problema da erosão, pelo araste de solo, levando a parte mais fértil do solo. Isso não significa que no sistema plantio direto não ocorre movimentação de água embaixo da palha, mas, é menor quando comparada ao preparo convencional.

Para o mesmo autor, a utilização do sistema de plantio direto nas áreas tropicais é frequente, visando melhorar a estrutura do solo e, também, o aumento de produtividade. Os produtores rurais adotaram esse sistema devido à redução do número de operações, de aração e gradagem. No plantio direto ocorre normalmente a dessecação da cobertura vegetal, ou com o uso de equipamentos de manejo, e em sequência a semeadura.

Segundo a Embrapa Trigo (2008), o plantio direto na palha foi desenvolvido por diversos setores da pesquisa e extensão rural na região Sul do Brasil na década de 70. Nesta época, chamava atenção à imobilidade do solo durante o plantio, contrapondo a prática exercida na época de "preparo do solo", com uso de implementos revolvedores. Apareceram resultados como: conservação da fertilidade, aeração e umidade do solo impactaram o sistema produtivo, com economia de mão-obra e vida útil de máquinas e insumos. Nas décadas seguintes o fator ambiental, forte demanda da sociedade consagrou a adoção do plantio direto preservando a biodiversidade, mantendo a qualidade de rios e reduzindo o deslocamento de terras para as ruas e estradas. Atualmente, no Brasil, 70% da produção de grãos está baseada neste sistema. Na área agrícola em ordem decrescente, os países que adotam a técnica são: Argentina (55% da área) e Estados Unidos (21%). Sendo estimados 90 milhões de hectares realizando esta prática de sistema de plantio direto em todo o mundo.

De acordo com Prado (2007), para realização do sistema do plantio direto, várias práticas estão relacionadas entre elas a dessecação, utilizado no preparo do terreno antes da semeadura. Neste sistema, é pulverizado dessecante, substituindo a energia mecânica pela química. Esta prática permite o controle de plantas invasoras no pré-plantio, deixando à disposição a palhada, acelerando a secagem da lavoura para uma pré-colheita. Em sua decomposição, a palhada mantém a umidade do solo, produz sombreamento e libera substâncias alopáticas, criando um ambiente desfavorável para germinação das invasoras. Se não houver homogeneidade na palha, isto é, retenção foliar ou infestação de invasoras, pode haver complicação durante a operação de colheita. A dessecação consiste em desidratar, destruindo a planta em seu processo metabólico.

Dallmeyer (2001) diz que, com a evolução tecnológica a substituição do trabalho humano pela máquina foi crescendo e tornando mais eficientes nas tarefas desenvolvidas na produção, tendo o homem como gerente deste trabalho por ele desenvolvido. Com isso, a agricultura também tomou seu lugar neste processo principalmente com a química, que permitiu desenvolver o sistema de cultivo de plantio direto, forçando uma maior evolução das máquinas para atender a necessidade dos produtores. Através das máquinas, são criadas condições favoráveis para a implantação do sistema do plantio direto que vão desde a preparação da área, semeadura e colheita.

Para o autor acima a semeadura direta não utiliza preparo do solo, com isso a mobilização do solo é apenas no sulco de plantio e adubação. Com este sistema de plantio direto, excluiu-se várias operações de preparo do solo, resultando em menor desgaste das máquinas, compactação, erosão e maior economia de combustível e rendimento operacional e muitas vezes mais produtividade. O plantio direto é um sistema que protege o solo, mantendo restos vegetativos na superfície do solo, diminuindo o impacto direto do sol e chuva, permitindo maior absorção de água.

Branquinho et al. (2004) afirmam que a técnica de implantar uma cultura em solo não revolvido por implementos e menor intensidade de mobilização do solo com restos culturais na superfície, constitui o sistema de plantio direto. A rotação de culturas e o sistema de plantio direto promovem vantagens destacando a menor necessidade de água para o início do plantio, menor gasto de combustível, aumento de atividade biológica no solo devido ao aumento de teor de matéria orgânica e menor perda por erosão. A cultura de cobertura pode ser manejada por cultivo mecânico utilizando trituradores de palha, roçadora e rolo faca. Também são utilizados o cultivo químico, com herbicidas, ambos os manejos acarretam sobre a superfície do solo vegetação e decomposição diferenciada dos resíduos vegetais.

2.2 Semeadoras

As terminologias do projeto de norma 12.02.06 – 004 ABNT (1989), define e depois classifica as semeadoras. Semeadora é uma máquina agrícola que é responsável pela semeadura de sementes com distribuição predeterminada. As semeadoras de arrasto são acopladas a um ponto na barra de tração. Semeadoras-adubadoras realizam operações de semeadura e adubação associadas e possuem distribuição independentes e pré-estabelecidas. A roda motora, componente da semeadora, tem por finalidade transmitir movimento aos mecanismos dosadores. A distância entre sementes está localizada na linha de semeadura, medindo a partir do centro de uma semente à outra. A distância nominal entre sementes é calculada a partir das características do mecanismo dosador e das transmissões responsáveis pelo acionamento. O termo múltiplo é utilizado para a distância entre sementes menores que 0,5 vezes a distância nominal. Aceitável é a distância entre sementes

dentro dos limites de 0,5 a 1,5 vezes a distância nominal entre sementes. Falha é a ocorrência de distância entre sementes superior que 1,5 vezes a distância nominal.

Boller (1990) cita, que depois do trator, as semeadoras são consideradas máquinas agrícolas de maior importância. Muitas das máquinas usadas para culturas em linhas realizam a semeadura e adubação simultaneamente e, portanto, são denominadas semeadoras-adubadoras.

Balastreire (2005), utiliza o termo semeadora para as máquinas que dosam e colocam no solo exclusivamente os grãos utilizados na instalação de culturas, usualmente chamados de sementes. A uniformidade de distribuição de sementes, é importante na cultura do milho resultando em um fluxo de material sem falhas. A velocidade recomendada para a cultura de milho está dentro do limite de 5 a 8 km/h.

Mialhe (1996) nomeia máquinas para semeadura aquelas destinadas a dosar certa quantidade de sementes e lançá-las ao solo, de acordo com um determinado padrão. As semeadoras passaram a ter importância pelo questionamento dos problemas causados pelo preparo do solo, caracterizando erosão e falta de cobertura no solo. Devido a diversidade do solo, fez-se necessário adequação de projetos, exigindo maior eficiência e tecnologia.

Segundo Tourino & Klingensteiner (1983), semeadoras são máquinas onde o mecanismo de distribuição realiza a deposição de sementes no sulco. Podem ser classificadas pelo distribuidor de sementes como, semeadoras de fluxo contínuo e de precisão. Na primeira são depositadas as sementes no sulco em fluxo constante pela área desejada, são utilizadas para sementes miúdas. Na semeadora de precisão o mecanismo de distribuição deposita a semente no sulco, cobrindo e depois compactando, com espaçamentos regulares em linhas longitudinais de semeadura, utilizadas para sementes graúdas.

Fischer (1996) cita que a utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, utilizada de maneira adequada, melhora a eficiência operacional, aumenta a capacidade efetiva de trabalho, reduz esforços efetuados pelo homem na execução das tarefas de campo, possibilitando a expansão de áreas de plantio em um tempo hábil.

Garcia (2005) comenta que, a função básica de uma semeadora agrícola é distribuir no solo preparado de forma convencional ou práticas conservacionistas, certa quantidade de sementes predeterminadas, estabelecendo para a cultura a ser implantada, a densidade e o espaçamento de semeadura. Sendo assim, devem ser

considerados os fatores relativos à semente utilizada como: índice de germinação, pureza e sobrevivência, levando em conta o índice de enchimento do mecanismo dosador de sementes e a patinação da roda motriz da semeadora. Esses fatores podem interferir na expressão do potencial produtiva da cultura.

Portella (2001) diz que as principais funções das semeadoras é abrir o sulco, onde é utilizado um rompedor de solo em profundidade adequada para obter uma germinação favorável e também um dosador de sementes com uma vazão controlada, buscando a produtividade ideal. A deposição de semente envolve a profundidade e espaçamento entre sementes. A correta deposição obtém um alto índice de emergência de plântulas e, conseqüentemente, maior população de plantas, resultando em maior produtividade. A função de cobrir as sementes depositadas no sulco garante a retirada de ar, realizando uma leve compactação e protegendo.

Silveira (1989) acrescenta que as semeadoras devem garantir uniformidade de distribuição em todas as linhas; colocar as sementes em profundidade uniforme e adequada e cobri-las com terra. Observa que a profundidade não deve ser afetada sensivelmente pela velocidade de avanço e pela altura das sementes no depósito. A semeadora pode distribuir sementes de maneiras diferentes. Distribuição ao acaso, que são sementes espalhadas na superfície do solo. Deposição em fluxo contínuo, sementes no sulco em forma de filetes, individualmente. Distribuição em grupo, conjunto de sementes posicionado em espaçamentos regulares no sulco. Deposição individual, determinando o espaço dentro do sulco.

Para alcançar uma boa produtividade deve-se realizar as operações em condições ideais de umidade do solo, distribuição de sementes uniforme e profundidade desejada, por isso, a semeadura é uma operação que define o potencial produtivo dos grãos. Na avaliação do efeito da velocidade na operação de semeadura direta, concluiu que a velocidade afeta o desempenho da semeadora-adubadora no que diz respeito ao mal preenchimento dos alvéolos dos discos dosadores em grandes velocidades, (KLEIN 2003).

Copetti (2003) comenta que, em se tratando de plantio direto, acentuam-se a importância de uma semeadora que atenda alguns parâmetros básicos, tais como, a homogênea e precisa distribuição de sementes e fertilizantes, o corte eficiente de cobertura existente e a deposição da semente e fertilizante em profundidade constante e adequada. A distribuição de sementes tem sido considerada como uma

das principais funções da semeadora, pois possui uma influência direta sobre os rendimentos de culturas, tanto pela competitividade entre plantas por água, luz e nutrientes e pelo espaço vital.

O mesmo autor afirma que, a velocidade de deslocamento ideal é aquela em que o sulco abre e fecha com a mínima remoção do solo associada à capacidade da semeadora em distribuir as sementes nas quantidades desejadas e na capacidade da máquina em manter a regularidade de distribuição longitudinal das sementes, evitando ao máximo a ocorrência de “grãos duplos” e “falhas”.

Para Tourino & Klingensteiner (1983), é considerado como ótimo o desempenho da semeadora que distribuir de 90% a 100% das sementes na faixa de espaçamentos aceitáveis, bom desempenho de 75% a 90%, regular de 50% a 75%, e insatisfatório abaixo de 50%.

Mialhe (1996) afirma que as semeadoras-adubadoras de discos verticais pneumáticos devem apresentar 90% de espaçamentos aceitáveis e coeficiente de variação de no máximo 30%.

Segundo Moreira (1978), o mecanismo distribuidor-dosador é uma das partes mais importantes da semeadora, um bom desempenho é indispensável para a obtenção de densidade adequada da cultura plantada. Para essa obtenção não depende somente do desempenho da máquina, mas como também de outros fatores essenciais como fertilidade do solo, umidade suficiente, boas sementes, adubação, controle de pragas e moléstias. Testando a velocidade, o autor observou sua influência no desempenho, sendo mais evidente nas semeadoras de tração mecânica. O principal problema é a quebra de sementes, devido a insuficiência de tempo para cair do disco, causando um efeito cisalhante. Foi observado ainda, que aumentando o tempo disponível para ser liberada a semente o desempenho melhora em se tratando de danos mecânicos.

Portella & Chang (1983) citam a importância da conservação do solo e redução da mobilização durante o cultivo. Estudos mostraram que as culturas se desenvolvem perfeitamente sem preparação do solo, utilizando práticas de controle de plantas daninhas. Com isso, houve um crescimento da utilização de semeadoras, necessitando de estudos sobre o desempenho operacional, mecânico e agrônomo, para alcançar uma boa produtividade.

Conforme Silva et al. (2000), com a realização de semeadura com semeadoras-adubadoras, vários fatores influenciam no estande de plantas e

produtividade da cultura, tendo o principal destaque a velocidade de operação da máquina. Analisando o desempenho de uma semeadora em quatro velocidades, concluíram que o número de sementes de milho na linha de semeadura foi afetado pelas velocidades da semeadora-adubadora de 9 e 11,2 km/h, reduzindo a quantidade de sementes distribuídas por metro em relação às velocidades de 3 e 6 km/h. As velocidades de operação da semeadora-adubadora de até 6 km/h e a adubação realizada a 10 cm de profundidade resultaram em maior estande de plantas, quantidade de espigas e produtividade, em comparação com as velocidades de 9 e 11,2 km/h.

2.3 Cultura do milho

O milho tem uma importância econômica que é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia.

O uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Cerca de 50% é destinado a esse fim nos Estados Unidos, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano. Devido à sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é considerado um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil.

Em se tratando de modernização da agricultura brasileira, a utilização do sistema de plantio direto é uma realidade inquestionável e a participação da cultura do milho em sistemas de rotação e sucessão de culturas, como a safrinha, para assegurar a sustentabilidade de sistemas de plantio direto é fundamental (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2008).

Nesses últimos anos, a safra e a safrinha têm levado a constantes ganhos de produtividades. No ano de 2007 foram lançadas 36 novas cultivares substituindo 37 antigas. Existem no Brasil atualmente 278 cultivares diferentes com características como, produtividade, capacidade de adaptação, tolerância às doenças e exigências gerais de mercado (PRIMAIZ, 2008).

O milho safrinha é empregado para amenizar as perdas causadas na safra de verão pela estiagem. A pesquisa possui tecnologias para os produtores se adaptarem com a seca, seguindo as recomendações técnicas para a retenção de água no solo, mecanismo de proteção de água em cisternas e plantio direto. (IAPAR, 2009)

Para Melo (2009), o milho safrinha vem sendo considerado como complementar à safra de verão devido ao crescimento ao longo dos anos. Iniciou em 1980, no estado do Paraná, expandindo para os estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Para garantir o sucesso desta prática, devem ser observados alguns fatores técnicos, como redução da densidade de plantio, a população é menor que a de verão, e necessidade de rotação de cultura, princípio básico para o sistema de plantio direto. O aparecimento de pragas e doenças, devido ao cultivo de milho, é um problema que tem ocorrido colhendo a safrinha e plantando a de verão ou vice-versa. Na maioria dos casos, o plantio da safrinha mais cedo permite um maior sucesso e contribui com a diminuição do tempo da área de pousio, mantendo o solo coberto o ano todo.

Pereira Filho et al. (2008) colocam um aspecto importante da cultura do milho que é a densidade de semeadura. O estande de semeadura é uma das causas responsáveis pela baixa produtividade de milho no Brasil. O potencial de rendimento está enquadrado em algumas variáveis como a densidade de semeadura, espaçamento entre linhas, disponibilidade de água, nutrientes, manejo das invasoras e variações climáticas.

2.4 Deslizamento da roda motriz

Segundo a ASAE (2003) patinamento é a redução de deslocamento em dispositivos de tração em relação a uma determinada condição sem tração. O patinamento é expresse, em geral em termos percentuais. Segundo essa definição, a roda motriz do trator sofre efeito de patinamento, já a roda motriz da semeadora sofre o efeito de deslizamento, uma vez que não dispõe de tração. O termo patinamento vem sendo usado erroneamente para semeadora.

O rodado da semeadora é constituído por duas rodas que sustentam a máquina e são responsáveis pelo acionamento do distribuidor de sementes

(Balastreire, 2005). Quando a máquina é deslocada o movimento obtido pela rotação das rodas é transmitido a um disco distribuidor que seleciona e libera as sementes.

Os sistemas dosadores de sementes e fertilizantes são acionados pelas rodas motrizes da semeadora-adubadora, sempre que ocorre o deslizamento dessas rodas, não são acionados os sistemas, assim adubos e sementes não são depositados, causando falhas no plantio (VALE, 2007).

Deslizamento é o movimento das rodas em direção ao deslocamento no contato da superfície do rodado e solo, reduzindo o deslocamento (MIALHE, 1996).

O deslizamento pode ser facilmente visualizada pelo movimento giratório das rodas motrizes do trator, com pequeno ou nenhum avanço das mesmas, o que acontece devido à falta de aderência das rodas ao solo (CORRÊA et al., 1999).

É importante que as rodas sejam pivotadas no ponto de contato para acompanhar o desnível do solo para não ocasionar falhas na distribuição. A regulagem da distribuição de sementes deve considerar o deslizamento, este valor depende do tipo de roda de acionamento, das condições do solo e velocidade de operação, devendo ser medido em condições do terreno que fará a semeadura. Quando não for possível medir o deslizamento em condições reais de semeadura pode usar valores aproximados para cada tipo de rodado, 8% borracha lisa, 4% borracha ranhurada e 12% ferro liso (BALASTREIRE, 2005).

O desempenho da semeadora avaliado em campo deve considerar os parâmetros de deslizamento da roda motriz que realiza o acionamento do dosador de sementes, regularidade de distribuição longitudinal, posição relativa das sementes e adubos e cobertura do solo nas sementes. (MIALHE, 1996)

Com relação aos problemas comuns em trabalho com semeadoras, Portella (2001), relaciona alguns que podem ocorrer com mais frequência, seguidos de suas possíveis causas entre eles a semeadura irregular. As principais causas são: alta velocidade; nivelamento incorreto da semeadora; deslizamento da roda motriz, sementes mal classificadas ou disco perfurado incorreto; distribuidor invertido ou mal regulado e desgaste dos mecanismos dosadores.

Garcia (2005) diz que a patinação de um rodado de tração, como o pneu traseiro de um trator, pode ser definida como a redução de deslocamento em determinada condição de piso, comparada com a condição específica, também chamada de condição zero, em que se mede o rolamento do pneu em um piso indeformável e em situação sem carga. Por sua vez o deslizamento do rodado

tracionado, como o pneu da semeadora que aciona os mecanismos dosadores, pode ser definida como a redução do número de voltas do rodado em determinado deslocamento, também comparada com a condição zero definida acima. No rodado da semeadora, a patinagem é influenciada pelo estado do pneu e pelas condições do solo-forma de preparo, tipo de cobertura, umidade e presença de irregularidades. Ela está relacionada, também, à resistência ao rolamento oferecida pelo solo, pelos mecanismos de transmissão e pelos dosadores de sementes e adubos que integram o equipamento.

Para que não ocorra o deslizamento, é importante uma boa aderência da roda acionadora sobre o solo, se não houver, implicará em menor vazão de sementes e adubos onde influenciará na produtividade (SILVEIRA, 1989).

Furlani (2004), avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora concluiu que o deslizamento das rodas motrizes foi menor quando se trabalhou em solo não preparado, e obteve um aumento no preparo convencional e maior ainda no preparo com escarificador. Relacionou que a ocorrência foi devido a desagregação do solo nos tratamentos preparados com escarificador e convencional.

Oliveira et al.(2000) estudaram o deslizamento da roda acionadora dos dosadores de sementes medindo com um tacômetro analógico, comparando o número de rotações com carga e sem carga. Maiores patinagens foram obtidas na maior velocidade, menos na cobertura com milho, decorrente do grande volume de palha neste tratamento. O desempenho da semeadora foi caracterizado como boa na velocidade de 5 km/h e regular a 7 km/h. A potência demandada pela máquina foi inferior à indicada pelo fabricante.

Almeida e Silva (1999) relatam que o deslizamento das rodas motrizes reduzem a quantidade de sementes e adubo no solo, explicam a necessidade de verificar a distribuição e dosagem pela semeadora em condições reais de trabalho. Os valores encontrados nas regulagens teóricas podem alterar significativamente no plantio em função do deslizamento.

Casão Junior et al. (2000) analisaram uma máquina para semeadura direta com rodas acionadoras com pneus largos de grande diâmetro e pivotadas, ocasionando maior contato com o solo para verificar a influência do deslizamento e obtiveram valores na ordem de 7 a 8% na semeadura de soja e milho. Neste mesmo trabalho, com o mesmo rodado, verificaram com a cultura de trigo, que o estande

final foi inferior ao esperado e, concluíram que um dos fatores foi o deslizamento das rodas acionadoras da semeadora com 5,9% a 4,5 km/h e 5,2% a 8 km/h.

Casão Junior (1998) verificou, em outro trabalho, que o deslizamento da roda acionadora influenciou na redução da vazão de fertilizante, obtendo 9,2% na velocidade de 4,5 km/h e 8,6% na velocidade de 8 km/h. Na semeadora, a regulagem desejada em soja foi de 440.000 sementes/ha para obter um estande de 400.000 plantas/ha. Foi introduzida uma mola de compressão nas rodas para reduzir o deslizamento, oferecendo maior pressão do rodado no solo, mas o deslizamento continuou significativo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em sistema de plantio direto de milho safrinha sobre palha do cultivo de feijão e vegetação provenientes do pousio do solo.

3.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi conduzido no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), situada na cidade de Campos de Goytacazes, RJ. A coordenada geográfica do local é 25° 45' 15" latitude sul e 41° 19' 28" de longitude oeste (Figura 1). O solo é caracterizado como Latossolo Amarelo eutrófico, característico da região.

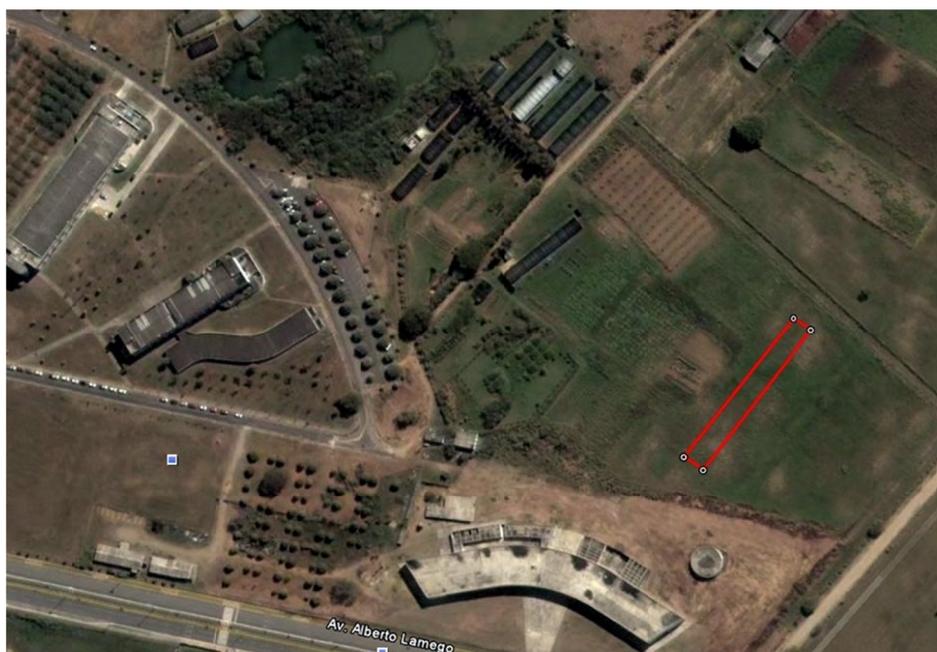


Figura 1 – Foto aérea de localização da área experimental (Imagem Google).

Segundo a classificação de Köppen, o clima é classificado como Aw, do tipo quente úmido e temperatura média anual em torno de 24°C. A amplitude térmica anual é muito pequena, com temperatura média no mês mais frio em torno de 21° C e a temperatura mais quente em torno de 27°C. Esta região apresenta precipitação média anual de 790 mm, concentrada nos meses de outubro a janeiro.

A escolha do local foi em função da disponibilidade de recursos (material, humano e infra-estrutura) cedidos pela UENF e implantação da produtividade do milho safrinha nesta região. A Figura 2 apresenta uma foto da área experimental.



Figura 2 – Vista da área experimental.

O experimento foi conduzido no mês de fevereiro de 2009, com o levantamento dos dados sendo feito em dois dias consecutivos, de modo a não receber influência de variações climáticas. Durante o período, não houve precipitação sobre a área, não alterando, de forma acentuada, as condições de umidade do solo.

Após o levantamento dos dados de espaçamento e profundidade foi feita uma amostragem do solo para o levantamento da umidade. Em cada bloco foram retiradas três amostras até a profundidade de 20 centímetros, em diferentes pontos da área experimental, de modo a garantir a homogeneidade da amostragem. As amostras foram ensacadas e encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Os conteúdos de umidade do solo foram determinados pelo método de estufa a 105° e os resultados estão apresentados no Quadro 1.

Amostra	Umidade Gravimétrica (%)	Média
Bloco 1.1	34	36,00
Bloco 1.2	34	
Bloco 1.3	40	
Bloco 2.1	32	32,33
Bloco 2.2	33	
Bloco 2.3	32	
Bloco 3.1	29	30,00
Bloco 3.2	30	
Bloco 3.3	31	
Bloco 4.1	30	33,67
Bloco 4.2	36	
Bloco 4.3	35	
Média		33,00
Desvio Padrão	-	2,509
CV (%)		7,604

Quadro 1 – Resultados de umidade gravimétrica do solo na área experimental.

No cálculo dos valores médios de umidade e, de sua variação ao longo da área do experimento, obteve-se um coeficiente de variação de 7,6%, caracterizando uma baixa variação nos valores de umidade, indicando uma uniformidade de umidade do solo na área experimental durante o experimento (Quadro 1).

Foram feitos levantamentos em cada parcela do experimento, sendo feita a leitura de resistência à penetração em cada 10 centímetros, até a profundidade de 80 centímetros, expressando o índice de cone (IC). Os dados de resistência à penetração nas profundidades de 0 a 10 centímetros e 10 a 20 centímetros estão apresentados nos Quadros 2 e 3, respectivamente.

	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Média	Desvio Padrão	CV(%)
Parcela 1	1723,7	551,6	689,5	1241,1	1051,5	538,1	51,2
Parcela 2	689,5	2137,4	1172,1	206,8	1051,5	824,3	78,4
Parcela 3	1379,0	344,7	137,9	275,8	534,3	569,6	106,6
Parcela 4	689,5	1379,0	1310,0	275,8	913,6	526,2	57,6
Parcela 5	344,7	344,7	1516,8	2757,9	1241,1	1152,3	92,9
Parcela 6	1723,7	344,7	275,8	689,5	758,4	668,5	88,1
Média	1091,7	850,4	850,4	907,8	925,0	-	-
Desvio Padrão	593,8	747,3	569,7	987,1	-	700,5	-
CV (%)	54,4	87,9	67,0	108,7	-	-	75,7

Quadro 2 – Resistência à penetração (IC) nas profundidades de 0 a 10 centímetros, expressas em kPa.

	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Média	Desvio Padrão	CV(%)
Parcela 1	1585,8	1379,0	965,3	1310,0	1310,0	258,0	19,7
Parcela 2	827,4	1654,7	1172,1	689,5	1085,9	430,1	39,6
Parcela 3	1447,9	551,6	275,8	689,5	741,2	501,6	67,7
Parcela 4	1310,0	1516,8	1310,0	827,4	1241,1	292,5	23,6
Parcela 5	344,7	275,8	1172,1	1999,5	948,0	810,7	85,5
Parcela 6	1379,0	689,5	275,8	482,6	706,7	478,9	67,8
Média	1149,1	1011,2	861,8	999,7	1005,5	-	-
Desvio Padrão	471,0	576,3	467,1	563,1	-	497,6	-
CV (%)	41,0	57,0	54,2	56,3	-	-	49,5

Quadro 3 – Resistência à penetração (IC) nas profundidades de 10 a 20 centímetros, expressas em kPa.

Para avaliação das condições do terreno foi feito o levantamento da resistência à penetração com a utilização de um penetrômetro modelo DICKEY-john Soil Compaction Tester (Figura 3).



Figura 3 – Levantamento dos dados da resistência do solo à penetração.

Para uma análise do comportamento da resistência à penetração na área experimental foi feita uma representação tridimensional dos valores encontrados. A Figura 4 apresenta a resistência à penetração aos 10 centímetros de profundidade,

onde é possível observar uma região de maior compactação, próxima à cabeceira da área experimental, onde, provavelmente, ocorre maior tráfego de máquinas.

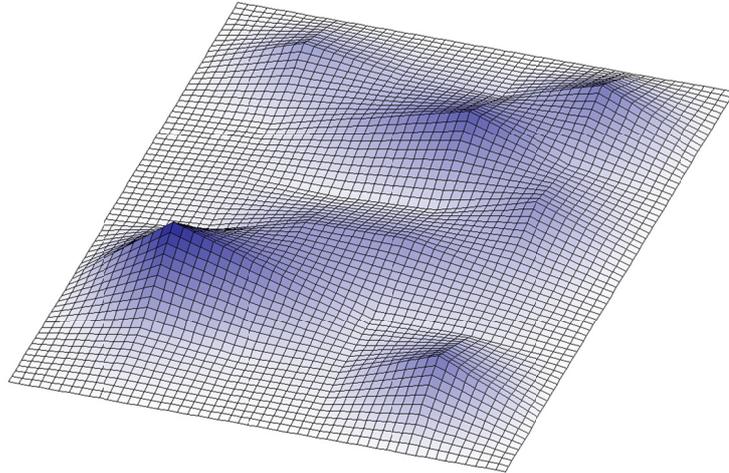


Figura 4 – Representação da resistência à penetração na profundidade de 10 centímetros.

A Figura 5 apresenta a representação tridimensional da resistência à penetração aos 20 centímetros de profundidade. É possível observar que a compactação é menor que aos 10 centímetros de profundidade na região da cabeceira da área experimental.

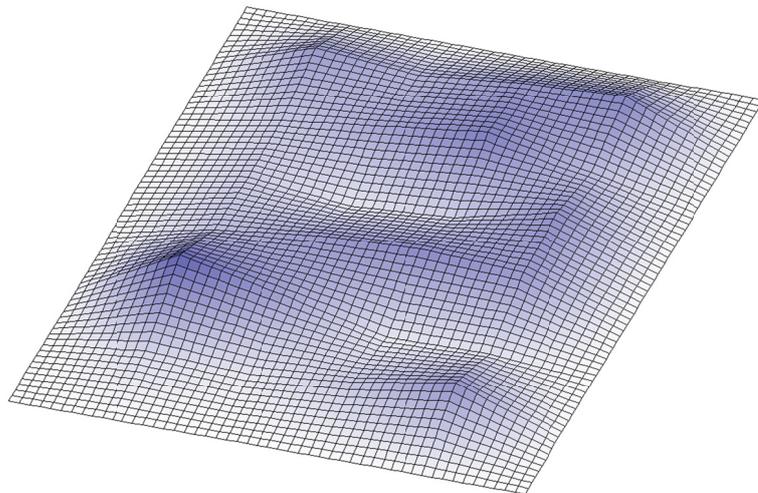


Figura 5 – Representação da resistência à penetração na profundidade de 20 centímetros.

3.2 Máquinas agrícolas utilizadas

Para a realização do experimento foram utilizados um trator e uma semeadora-adubadora de plantio direto.

3.2.1 Trator

Foi utilizado para o tracionamento da semeadora-adubadora, um trator modelo John Deere 5705 4x2 TDA, com potência do motor na rotação nominal de 63 kW (85 CV-2400 rpm). Durante o experimento a tração assistida foi acionada com o trator operando em condições normais, sem o bloqueio do diferencial.

3.2.2 Semeadora

A semeadora-adubadora utilizada no experimento de plantio direto foi do modelo Seed-Max PCR 2226, constituída por seis unidades de distribuição de sementes, com espaçamento entre linhas de 0,45 m, com largura útil de 2,25 m. A máquina é composta de depósito de adubo com capacidade de 500 kg e depósito de sementes com capacidade de 43 litros por linha. A semeadora-adubadora utiliza pneus transportadores nas rodas motrizes do tipo I-1, codificação 6.50-16, marca Maggion. Cada linha de plantio dispõe de um disco vertical liso de corte de palha de 0,41m de diâmetro, facilitando a abertura do sulco e, evitando embuchamento. Para a abertura do sulco de distribuição de adubo e deposição de sementes foram utilizados discos duplos defasados com diâmetros de 0,33 m e 0,36 m. O controle de profundidade é feito pelas rodas compactadoras com dupla função. O sistema dosador de sementes é constituído por um disco horizontal alveolado, acionado por sistemas de engrenagens que coletam movimentos da roda motriz (Figura 6).



Figura 6 – Semeadora-adubadora Seed-Max PCR 2226 utilizada no experimento.

3.3 Sementes

A certificação das sementes indica o poder germinativo de 99%, grau de pureza de 91,1% e cultivar Al Bandeirantes. Foi realizada amostragem para determinação da densidade das sementes, sendo obtida o peso de 28,759 gramas por 100 sementes.

Considerando as condições do milho safrinha, foi adotada uma população de 66.000 plantas por hectare. Para o poder germinativo de 99%, a pureza de 91,1% correspondentes às sementes utilizadas, um percentual estimado de 1% de danos mecânicos e 3% de perdas por pragas e doenças, resultando em uma densidade desejada de plantio de 76.204 sementes por hectare. Adotando-se um espaçamento entre linhas de 0,90 metros, obtém-se 6,85 sementes por metro linear, o que corresponde a um espaçamento entre sementes de 14,58 centímetros.

Para a execução do experimento a semeadora foi utilizada com carga total, tanto nos depósitos de sementes quanto no depósito de adubo (Figura 7).



Figura 7 – Condições de uso da semeadora-adubadora durante o experimento.

3.4 Delineamento Experimental

Para a montagem do experimento foi feita, previamente, a dessecação do terreno utilizando pulverização com o herbicida glifosato, quinze dias antes da semeadura, na dosagem de 1 kg por hectare. Após a secagem foi passada a roçadora para o corte da palha, com o objetivo de instalação do plantio direto. Para avaliação da influência das condições de trabalho no espaçamento longitudinal, foram utilizadas duas diferentes velocidades de trabalho e três diferentes profundidades de semeadura, correspondendo a seis parcelas em cada bloco. Foram adotadas as velocidades de deslocamento de 4,1 km/h (V_1) e 7,2 km/h (V_2) com profundidades reguladas de 3,0 cm (P_1), 5,0 cm (P_2) e 7,0 cm (P_3).

O experimento foi montado com quatro repetições totalizando vinte e quatro parcelas. Cada bloco foi montado no sentido longitudinal da área, correspondendo a um comprimento de dezesseis metros por parcela, com três metros de largura, totalizando 96 metros de comprimento por bloco.

O delineamento adotado foi em blocos ao acaso, cujo sorteio está representado no croqui da Figura 8.

V_1P_2	V_2P_1	V_2P_2	V_2P_3
V_1P_3	V_1P_1	V_1P_3	V_1P_2
V_2P_1	V_1P_2	V_1P_1	V_2P_1
V_2P_2	V_2P_2	V_2P_3	V_2P_2
V_1P_1	V_1P_3	V_1P_2	V_1P_3
V_2P_3	V_2P_3	V_2P_1	V_1P_1

Figura 8 – Croqui de distribuição das parcelas no experimento de campo.

Para a análise estatística dos dados foi utilizada a análise de variância para identificação dos níveis de significância dos resultados.

A área foi demarcada com estacas delimitando os blocos e as parcelas. Em cada estaca foi identificada a velocidade e profundidade de trabalho, escolhidas ao acaso (Figura 9).



Figura 9 – Demarcação das parcelas do experimento.

Em cada parcela foi feita uma passada, descontando-se os primeiros cinco metros para estabilização do mecanismo distribuidor de sementes. Nessa passada foram levantados os dados das duas linhas centrais da semeadora. Após a passagem da semeadora, em cada parcela, foi feito o levantamento do espaçamento entre sementes na linha de plantio e da profundidade de deposição das sementes na linha, retirando-se a terra do sulco até encontrar as sementes (Figura 10).



Figura 10 – Medição do espaçamento entre sementes dentro da linha de plantio.

Para a determinação dos coeficientes de deslizamento da roda motriz foi demarcada a distância correspondente a três voltas da roda motriz (Figura 11). Nessa distância foram feitas as leituras de espaçamento entre sementes e profundidade de deposição.



Figura 11 – Determinação da distância correspondente a três voltas da roda motriz.

3.5 Determinação do Espaçamento entre Sementes

O mecanismo de dosagem da distribuição de sementes utiliza, na maioria dos modelos de semeadoras de precisão, uma roda motriz que, ao ser tracionada, transfere movimento de seu eixo a uma engrenagem que, através de correntes, conduz a outras engrenagens, até alcançar uma caixa comutadora de engrenagens. Na caixa comutadora é possível estabelecer uma gama de combinações que permite variar a relação de rotação que alcança o mecanismo de distribuição de sementes, permitindo várias alternativas de espaçamento de distribuição.

No modelo de semeadora utilizado no presente trabalho (Seed Max PCR 2226), o movimento da roda motriz é transferido através de um conjunto de engrenagens e correntes, conforme apresentado no esquema da Figura 12.

A partir da análise da transferência dos movimentos é possível determinar o espaçamento teórico da distribuição das sementes ao longo da linha de plantio.

A cada volta estabelecida pela roda motriz a máquina percorre uma distância equivalente ao comprimento dessa roda, obtido pela Equação 1.

$$C = \pi \times D \quad (1)$$

onde:

C = é o perímetro da roda motriz;

D = é o diâmetro da roda motriz.

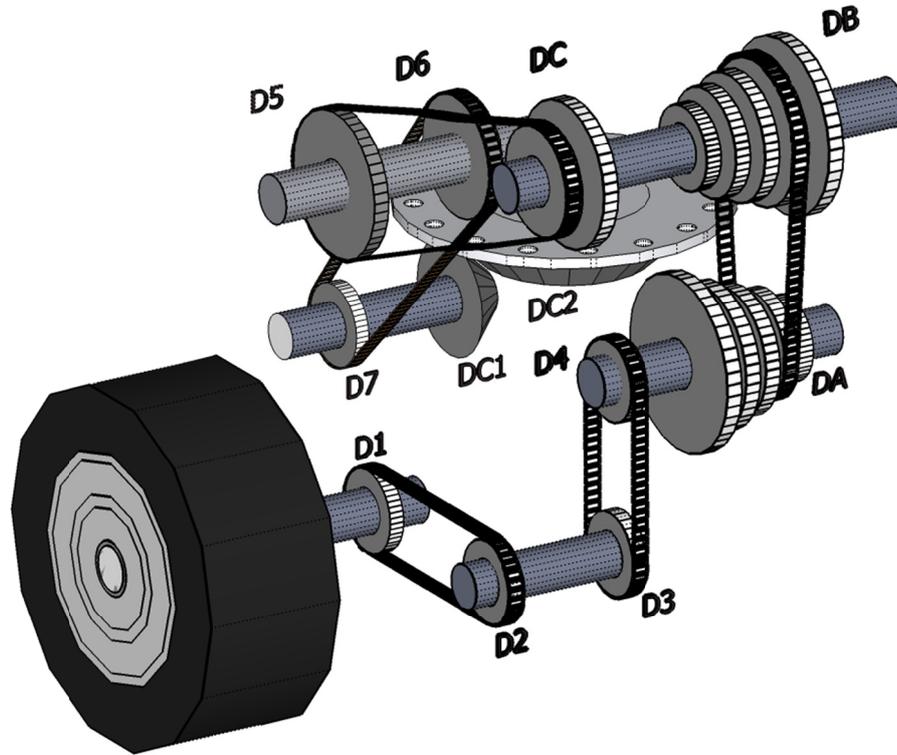


Figura 12 – Esquema do mecanismo de distribuição de sementes da semeadora-adubadora.

Ao longo dessa distância deverá cair um número de sementes que, a partir da divisão da distância pelo número de semente podemos obter o espaçamento entre as sementes (Equação 2).

$$E = \frac{C}{n_s} \quad (2)$$

onde:

E = é o espaçamento entres as sementes na linha de plantio;

n_s = é o número de sementes caídas ao longo de uma volta na roda motriz.

O número de sementes caídas depende, ainda, do número de furos no disco distribuidor e da sua rotação. Se o disco dá n_D voltas e tem n_F furos, o número de sementes caídas será dado por:

$$n_S = n_D \times n_F \quad (3)$$

onde:

n_D = é o número de voltas dadas pelo disco distribuidor por volta na roda motriz;

n_F = é o número de furos do disco distribuidor.

O número de voltas n_D será aquele obtido pela transferência do movimento de todo o mecanismo de transmissão da roda motriz até o disco distribuidor em uma volta da roda motriz.

Na semeadora utilizada, o movimento da roda motriz aciona uma engrenagem D_1 (Figura 12), presente no eixo da roda. Através de uma corrente o movimento é transferido para uma engrenagem D_2 . Pela relação de conservação de movimento podemos expressar a relação de movimentos entre as duas engrenagens pela Equação 4.

$$N_1 \times D_1 = N_2 \times D_2 \quad (4)$$

onde:

N_1 = número de voltas da engrenagem D_1 ;

D_1 = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_1 ;

N_2 = número de voltas da engrenagem D_2 ;

D_2 = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_2 .

Como N_1 representa o número de voltas da engrenagem D_1 , que corresponde a uma volta no eixo da roda motriz, então N_1 é igual a um, ficando:

$$N_2 = N_1 \times \frac{D_1}{D_2} \quad \therefore \quad N_2 = \frac{D_1}{D_2} \quad (5)$$

Da engrenagem D_2 o movimento é transferido, através do eixo que contém as duas engrenagens, para uma engrenagem D_3 , produzindo sobre D_3 o mesmo número de voltas que na engrenagem D_2 .

$$N_3 = N_2 = \frac{D_1}{D_2} \quad (6)$$

onde:

N_3 = número de voltas da engrenagem D_3 ;

A partir da engrenagem D_3 o movimento é transferido, através de uma corrente, para uma engrenagem D_4 . Considerando-se a relação de movimentos entre as engrenagens, podemos escrever:

$$N_3 \times D_3 = N_4 \times D_4 \quad (7)$$

onde:

D_3 = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_3 ;

N_4 = número de voltas da engrenagem D_4 ;

D_4 = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_4 .

Conhecido o número de voltas da engrenagem D_3 , para cada volta da roda motriz, podemos determinar o número de voltas estabelecido na engrenagem D_4 para cada volta da roda motriz.

$$N_4 = N_3 \times \frac{D_3}{D_4} \quad \therefore \quad N_4 = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \quad (8)$$

A engrenagem D_4 está no mesmo eixo da caixa comutadora de engrenagens, onde estão cinco engrenagens de diferentes tamanhos (Figura 12). O eixo inferior da caixa comutadora recebe o movimento da engrenagem D_4 . Através de uma corrente, o movimento é transmitido para um eixo superior, onde estão cinco outras engrenagens de diferentes tamanhos. Representando as engrenagens escolhidas no eixo inferior da caixa comutadora por D_A e no eixo superior por D_B , podemos representar a transferência de movimento entre elas (Equação 9).

$$N_A \times D_A = N_B \times D_B \quad (9)$$

onde:

N_A = número de voltas da engrenagem D_A ;

D_A = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_A ;

N_B = número de voltas da engrenagem D_B ;

D_B = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_B .

Como a engrenagem D_A está no mesmo eixo da engrenagem D_4 (Figura 12), a rotação das duas será a mesma para cada volta na roda motriz (Equação 10).

$$N_A = N_4 = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \quad (10)$$

O número de voltas da engrenagem D_B , a partir de uma volta da roda motriz será dado por:

$$N_B = N_A \times \frac{D_A}{D_B} = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_A}{D_B} \quad (11)$$

No eixo de saída da caixa comutadora, eixo superior, encontra-se um sistema de duas engrenagens de diferentes diâmetros que, uma vez escolhida a engrenagem, o movimento é transferido para outra engrenagem, através de uma corrente (Figura 12). Representando o tamanho da engrenagem de saída da caixa comutadora por D_C e a engrenagem que recebe o movimento transmitido por ela por D_5 , podemos estabelecer a relação de movimento entre essas engrenagens por:

$$N_C \times D_C = N_5 \times D_5 \quad (12)$$

onde:

N_5 = número de voltas da engrenagem D_5 ;

D_5 = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_5 ;

N_C = número de voltas da engrenagem D_C ;

D_C = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_C .

Como a engrenagem D_C está no mesmo eixo de saída da caixa comutadora, que gira a um número de voltas N_B , para cada volta da roda motriz, o número de voltas da engrenagem D_C será o mesmo da engrenagem D_B .

$$N_C = N_B = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_A}{D_B} \quad (13)$$

Da relação de movimentos entre as engrenagens D_C e D_5 (Equação 12), podemos determinar o número de voltas da engrenagem D_5 , Equação 14.

$$N_5 = N_C \times \frac{D_C}{D_5} = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_A}{D_B} \times \frac{D_C}{D_5} \quad (14)$$

No eixo da engrenagem D_5 se encontra uma engrenagem D_6 , cujo número de voltas será o mesmo que o número de voltas da engrenagem D_5 para cada volta da roda motriz, equação 15.

$$N_6 = N_5 = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_A}{D_B} \times \frac{D_C}{D_5} \quad (15)$$

onde:

N_6 = número de voltas da engrenagem D_6 .

A engrenagem D_6 transfere o movimento para uma engrenagem D_7 através de uma corrente. A relação de movimento entre essas engrenagens pode ser representada por:

$$N_6 \times D_6 = N_7 \times D_7 \quad (16)$$

onde:

D_6 = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_6 ;

N_7 = número de voltas da engrenagem D_7 ;

D_7 = diâmetro ou número de dentes da engrenagem D_7 .

Com isso, é possível determinar o número de voltas da engrenagem D_7 para cada volta da roda motriz (Equação 17).

$$N_7 = N_6 \times \frac{D_6}{D_7} = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_A}{D_B} \times \frac{D_C}{D_5} \times \frac{D_6}{D_7} \quad (17)$$

A engrenagem D_7 está acoplada ao mesmo eixo de uma engrenagem cônica (pinhão) que se acopla a outra cônica de maior número de dentes (coroa), formando o sistema coroa x pinhão. Denominando o pinhão de C_1 e a coroa de C_2 , a relação de movimentos entre elas pode ser representada por:

$$N_{C_1} \times D_{C_1} = N_{C_2} \times D_{C_2} \quad (18)$$

onde:

N_{C_1} = número de voltas da engrenagem cônica C_1 (pinhão);

D_{C_1} = diâmetro ou número de dentes da engrenagem cônica C_1 (pinhão);

N_{C_2} = número de voltas da engrenagem cônica C_2 (coroa);

D_{C_2} = diâmetro ou número de dentes da engrenagem cônica C_2 (coroa).

O número de voltas da coroa para cada volta da roda motriz pode ser determinado por:

$$N_{C_2} = N_{C_1} \times \frac{D_{C_1}}{D_{C_2}} = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_A}{D_B} \times \frac{D_C}{D_5} \times \frac{D_6}{D_7} \times \frac{D_{C_1}}{D_{C_2}} \quad (19)$$

A coroa está vinculada diretamente ao disco distribuidor de sementes que libera as sementes durante a sua rotação ao coincidir o orifício do disco, onde estará a semente, com um orifício que se comunica com o tubo condutor até o sulco aberto para a colocação da semente. Dessa forma, o número de voltas realizado pelo disco distribuidor para cada volta da roda motriz será o mesmo número de voltas realizado pela coroa (Equação 20).

$$n_D = N_{C_2} = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_A}{D_B} \times \frac{D_C}{D_5} \times \frac{D_6}{D_7} \times \frac{D_{C_1}}{D_{C_2}} \quad (20)$$

Da Equação 2, que define o espaçamento esperado entre sementes, substituindo o comprimento da volta percorrido pela roda motriz, Equação 1, e o número de sementes n_s , dado pela Equação 3, teremos:

$$E = \frac{\pi \times D}{n_D \times n_F} \quad (21)$$

Substituindo o valor de n_D da Equação 20 na Equação 21, teremos o espaçamento esperado em função das relações de movimento envolvidas no mecanismo distribuidor de sementes para a semeadora Seed Max PCR 2226, utilizada no presente trabalho.

$$E = \frac{\pi \times D}{n_F} \times \frac{D_2}{D_1} \times \frac{D_4}{D_3} \times \frac{D_B}{D_A} \times \frac{D_5}{D_C} \times \frac{D_7}{D_6} \times \frac{D_{C2}}{D_{C1}} \quad (22)$$

A semeadora Seed Max PCR 2226 tem um conjunto de engrenagens fixas, que são as engrenagens D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 , D_6 e D_7 , além das engrenagens cônicas D_{C1} e D_{C2} . Além dessas, as engrenagens D_A e D_B da caixa comutadora e a engrenagem D_C permitem várias combinações. As engrenagens fixas têm número de dentes apresentados no Quadro 4.

Engrenagem	Número de dentes
D_1	12
D_2	12
D_3	26
D_4	26
D_5	18
D_6	18
D_7	14
D_{C1}	10
D_{C2}	40

Quadro 4 – Número de dentes das engrenagens fixas da semeadora Seed Max PCR 2226.

A semeadora utilizada apresenta as opções de engrenagens para D_A , D_B e D_C conforme apresentado no Quadro 5.

Engrenagem	Número de dentes
<i>D_A</i>	14
	18
	21
	24
	28
<i>D_B</i>	28
	24
	21
	18
	14
<i>D_C</i>	18
	24

Quadro 5 – Engrenagens intercambiáveis na semeadora Seed Max PCR 2226.

Na semeadora Seed Max PCR 2226, o diâmetro da roda motriz foi obtido a partir das informações do fabricante do pneu. O modelo de pneu utilizado na semeadora é o pneu tipo I-1 6.50x16, onde 6.50 é a largura do pneu, em polegadas, e 16 é o diâmetro do aro da roda, também em polegadas. O valor correspondente ao diâmetro, segundo o fabricante, é de 727 milímetros.

Considerando a população desejada 66.000 plantas por hectare e a densidade desejada de plantio de 76.204 sementes por hectare, adotando-se um espaçamento entre linhas de 0,90 metros, obteve-se 6,85 sementes por metro linear, o que corresponde a um espaçamento entre sementes de 14,58 centímetros.

O fabricante apresenta, em seu manual e, também afixado na semeadora, uma tabela que apresenta o número de sementes por metro, utilizando todas as diferentes combinações de engrenagens possíveis para o modelo. Consultando a tabela fornecida pelo fabricante encontramos, para 6,9 sementes por metro linear, engrenagem **A** com 21 dentes, engrenagem **B** com 14 dentes e engrenagem **C** com 24 dentes e um disco distribuidor com 24 alvéolos (Figura 13).

O número de sementes por metro pode ser obtido, através de uma regra de três simples, pela seguinte equação:

$$SM = \frac{100}{E} \quad (23)$$

onde:

SM = é o número de sementes liberadas em 100 centímetros (1 metro);

E = é o espaçamento entre sementes em centímetros.

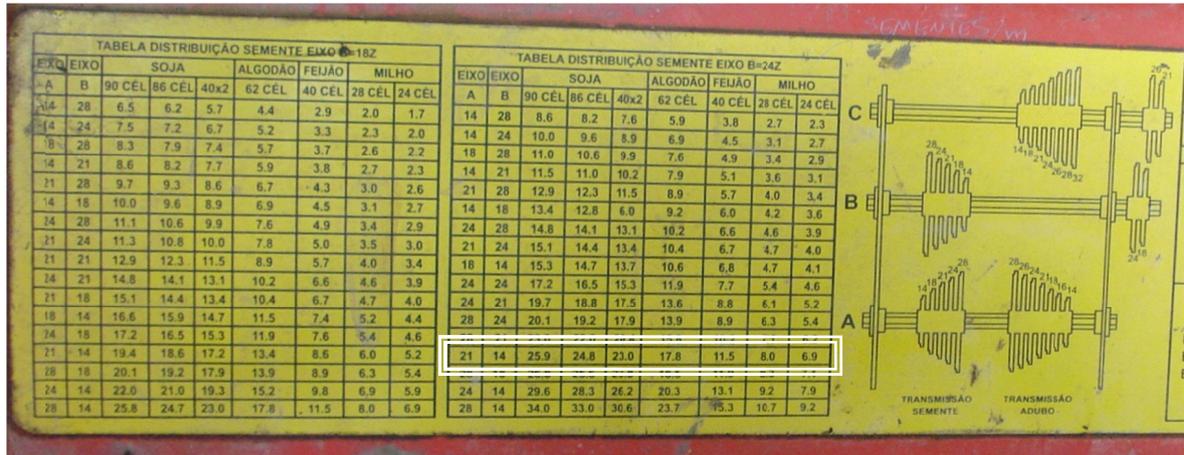


Figura 13 – Tabela de escolha das engrenagens e aisco aistribuidor de sementes para a semeadora SEED MAX PCR 2226.

Da equação 22 podemos estabelecer o número de sementes por metro, liberados em função do mecanismo de distribuição das sementes, pela Equação 24.

$$SM = \frac{n_F}{\pi \times D} \times \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_A}{D_B} \times \frac{D_C}{D_5} \times \frac{D_6}{D_7} \times \frac{D_{C1}}{D_{C2}} \quad (24)$$

Atribuindo-se os valores referentes aos números de dentes das engrenagens fixas e as combinações possível e, comparando-se os dados apresentados pelo fabricante, podemos concluir que foi utilizado um diâmetro para a roda motriz de 0,716 metros, inferior ao diâmetro do pneu, provavelmente, devido à pressão deflexão do pneu, que reduz o diâmetro efetivo.

3.6 Influência do Coeficiente de Deslizamento da Roda Motriz

Na operação de campo, em função das exigências estabelecidas pelo mecanismo de transmissão de movimento na semeadora, tanto para a distribuição das sementes como para a distribuição do adubo, é produzido um deslizamento da

roda motriz junto ao solo, em função de não haver aderência suficiente, ocasionando falta de transmissão de movimento para os mecanismos de distribuição. Com a máquina se deslocando no terreno, parte do movimento que deveria ser transmitido para a roda motriz não se efetiva, em função do seu deslizamento, afetando o espaçamento entre as sementes esperado. O espaçamento real obtido em campo deverá ser maior do que o estabelecido pelas relações de movimento na semeadora. O deslizamento da roda motriz da semeadora, chamado erroneamente de patinamento, pode ser representado através de um coeficiente de deslizamento, obtido pela diferença entre as velocidades ou distâncias percorridas pela roda motriz em trabalho e sem trabalho de transmissão de movimento Equação 25.

$$CD = 1 - \left(\frac{D_{ST}}{D_T} \right) = \frac{D_T - D_{ST}}{D_T} \quad (25)$$

onde:

CD = é o coeficiente de deslizamento;

D_T = é a distância percorrida com transmissão;

D_{ST} = é a distância percorrida sem transmissão.

Da Equação 25, podemos determinar o número de voltas que a roda irá realizar em função do coeficiente de deslizamento, Equação 26.

$$D_T = \frac{D_{ST}}{(1-CD)} \quad (26)$$

Considerando-se o deslocamento da roda motriz com deslizamento, a distância percorrida em uma volta será dada por:

$$C = \frac{\pi \times D}{(1-CD)} \quad (27)$$

Como a distância percorrida para uma volta na roda motriz se altera com o deslizamento, o espaçamento teórico entre as sementes, obtido pela Equação 22 não reflete a realidade de campo. A densidade de plantio será menor, ocasionando perda na produtividade esperada.

Substituindo na Equação 2 e finalizando na Equação 22, teremos a equação que representa o espaçamento entre sementes, considerando o coeficiente de deslizamento, Equação 28.

$$E = \frac{\pi \times D}{n_F \times (1 - CD)} \times \frac{D_2}{D_1} \times \frac{D_4}{D_3} \times \frac{D_B}{D_A} \times \frac{D_5}{D_C} \times \frac{D_7}{D_6} \times \frac{D_{C_2}}{D_{C_1}} \quad (28)$$

Durante o desenvolvimento do experimento, em função da máquina trabalhar com carga total, no cálculo do coeficiente de deslizamento foi adotado o diâmetro da roda motriz diferente do adotado pelo fabricante, em função da deflexão do pneu e da carga de trabalho da máquina. O valor adotado foi de 700 milímetros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do levantamento dos dados de campo, com a adoção da Equação 25, foram organizados os resultados e apresentados no Quadro 6.

Bloco	Parcela	Velocidade	Profundidade	Espaçamento (cm)	Profundidade (cm)	Deslizamento (%)
1	1	V2	P3	23,22	5,72	5,21
	2	V1	P2	25,73	4,72	4,80
	3	V2	P1	25,00	3,80	4,94
	4	V2	P2	19,08	4,72	0,79
	5	V1	P3	18,91	6,07	4,25
	6	V1	P1	24,68	2,70	8,37
2	1	V2	P2	18,29	2,56	1,53
	2	V1	P3	23,07	5,73	6,55
	3	V1	P1	23,63	3,38	7,08
	4	V2	P3	26,96	5,36	5,07
	5	V1	P2	22,03	4,55	4,39
	6	V2	P1	25,63	2,89	8,24
3	1	V2	P1	27,16	3,69	5,35
	2	V1	P1	19,44	3,92	5,75
	3	V1	P2	26,60	4,65	5,75
	4	V2	P2	20,68	4,72	7,21
	5	V1	P3	22,32	6,14	4,52
	6	V2	P3	22,83	5,70	8,62
4	1	V1	P2	18,67	5,46	4,11
	2	V1	P3	20,82	6,09	5,07
	3	V2	P1	19,29	3,51	7,60
	4	V2	P2	20,48	4,66	6,02
	5	V1	P1	18,42	3,23	4,66
	6	V2	P3	25,72	5,13	6,02

Quadro 6 – Dados levantados de espaçamento entre sementes, profundidade de deposição e coeficiente de deslizamento.

Foi observada a ocorrência das sementes duplas liberadas por parte de um único alvéolo do disco distribuidor. Nesse caso, foi computada como uma única semente.

Diante dos dados de espaçamento na linha foi feita a determinação das estatísticas básicas desses dados, correspondendo ao cálculo da média, do desvio padrão e do coeficiente de variação (Quadro 7).

Como pode ser observado no Quadro 7, ocorreu grande variação nos dados de espaçamento, o que pode ser observado pelos valores elevados para o coeficiente de variação. Uma possível explicação para esses valores está na incidência de falhas na distribuição das sementes.

Bloco	Parcela	Velocidade	Profundidade	Espaçamento		
				Média	Desvio	CV (%)
1	1	V2	P3	23,22	10,61	45,69
	2	V1	P2	25,73	12,99	50,48
	3	V2	P1	25,00	14,56	58,25
	4	V2	P2	19,08	8,49	44,50
	5	V1	P3	18,91	8,35	44,13
	6	V1	P1	24,68	11,91	48,27
2	1	V2	P2	18,29	7,95	43,46
	2	V1	P3	23,07	10,91	47,28
	3	V1	P1	23,63	10,70	45,27
	4	V2	P3	26,96	13,06	48,46
	5	V1	P2	22,03	9,37	42,52
	6	V2	P1	25,63	12,73	49,65
3	1	V2	P1	27,16	12,73	46,86
	2	V1	P1	19,44	6,93	35,64
	3	V1	P2	26,60	9,07	34,11
	4	V2	P2	20,68	8,36	40,45
	5	V1	P3	22,32	7,33	32,85
	6	V2	P3	22,83	9,45	41,38
4	1	V1	P2	18,67	9,16	49,07
	2	V1	P3	20,82	8,44	40,52
	3	V2	P1	19,29	7,27	37,67
	4	V2	P2	20,48	8,74	42,67
	5	V1	P1	18,42	7,83	42,53
	6	V2	P3	25,72	10,36	40,26

Quadro 7 – Estatísticas básicas dos dados de espaçamento entre sementes na linha.

Para avaliar, inicialmente a influência dos fatores testados, velocidade de deslocamento e profundidade de trabalho, foi feita uma análise de variância a partir do experimento elaborado. O delineamento planejado foi de blocos ao acaso, testando-se os dois fatores, a velocidade de deslocamento e a profundidade de semeadura, caracterizando-se como um experimento bi-fatorial.

A análise de variância dos dados de espaçamento entre sementes está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise de variância dos dados de espaçamento entre sementes.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calculado}	Significância		F(0,05)	F(0,01)
					(5%)	(1%)		
Blocos	3	29,0381	9,6794	1,444			3,287	5,417
Velocidade (A)	1	4,1833	4,1833	0,624			4,543	8,683
Profundidade (B)	2	12,0025	6,0013	0,895			3,682	6,359
Int AxB Int(AxB)	2	60,1304	30,0652	4,484	*		3,682	6,359
Resíduo	15	100,5778	6,7052					
TOTAL	23	205,9322						

A interpretação dos resultados indica que não houve variação significativa no espaçamento médio entre sementes em função da velocidade de deslocamento, para as duas velocidades testadas. O valor de $F_{calculado}$ (0,624) foi inferior ao $F_{tabelado}$, tanto ao nível de significância de 5% (4,543), como ao nível de 1% (8,683). Esse comportamento era o esperado, uma vez que o mecanismo de transferência de movimento na semeadora, responsável pelo espaçamento entre sementes, não deve ser afetado pela velocidade de deslocamento, à medida que coleta esse movimento conforme a semeadora vai sendo tracionada.

Com relação à profundidade de trabalho não houve variação significativa nas médias dos espaçamentos entre sementes ao nível de 5% (3,682) e ao nível de 1% (6,359), uma vez que o $F_{calculado}$ (0,895) foi inferior aos tabelados. Esse comportamento também era o esperado pois a profundidade de trabalho não afeta o funcionamento do mecanismo de transmissão da semeadora, que regula os espaçamentos obtidos durante a sua operação.

Para os blocos não houve variação significativa nos espaçamentos, indicando que a área é homogênea, $F_{calculado}$ (1,444) foi inferior ao $F_{tabelado}$ (5,417).

Na interação entre os fatores velocidade e profundidade houve variação significativa ao nível de 5%, $F_{calculado}$ (4,484) foi superior ao $F_{tabelado}$ (3,682) ao nível de 5% de significância, indicando que os espaçamentos médios variaram em função da velocidade dentro de uma mesma profundidade. Esse comportamento pode ser considerado aleatório, pois não há justificativa nos mecanismos de distribuição. Provavelmente, foram ocasionados por fatores locais dentro das parcelas, tal como, densidade da palhada.

Foi feita uma análise de variância também para os dados de profundidade de semeadura. A análise de variância para os dados de profundidade de deposição das sementes (Tabela 2) indicou que não houve variação significativa na profundidade em relação às diferentes velocidades de trabalho, tanto ao nível de significância de 5% quanto ao nível de 1% de probabilidade, o valor de $F_{calculado}$ (3,152) foi inferior aos tabelados ao nível de 5% (4,543), assim como ao nível de 1% (8,683).

Para as profundidades de trabalho, houve variação significativa nas médias de profundidades de deposição das sementes, tanto ao nível de significância de 5% (3,682) quanto ao nível de 1% (6,359), uma vez que o $F_{calculado}$ (45,803) foi superior

aos tabelados. Esse comportamento era o esperado já que as profundidades testadas eram diferentes.

Tabela 2 – Análise de variância dos dados de profundidade de deposição das sementes.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	$F_{calculado}$	Significância		F(0,05)	F(0,01)
					(5%)	(1%)		
Blocos	3	1,8646	0,6215	2,591			3,287	5,417
Velocidade (A)	1	0,7562	0,7562	3,152			4,543	8,683
Profundidade (B)	2	21,9726	10,9863	45,803	*	*	3,682	6,359
Int AxB Int(AxB)	2	0,7725	0,3863	1,610			3,682	6,359
Resíduo	15	3,5979	0,2399					
TOTAL	23	28,9638						

Para os blocos não houve variação significativa nas profundidades, indicando que a área é homogênea, $F_{calculado}$ (2,591) foi inferior ao $F_{tabelado}$ (5,417).

A interação entre os fatores velocidade e profundidade não apresentou variação significativa tanto ao nível de significância de 5% (3,682) quanto ao nível de 1% (6,359) pois $F_{calculado}$ (1,610) foi inferior aos valores tabelas.

Com esses dados podemos considerar que, em termos de profundidades de semeadura, as profundidades testadas com o uso da semeadora utilizada apresentaram resultados dentro dos esperados.

Considerando-se que os coeficientes de variação dos espaçamentos entre sementes foram muito elevados (Quadro 7), indicando grande incidência de falhas e, que o objetivo do presente trabalho é analisar a influência do deslizamento da roda motriz nos espaçamentos, foi feita uma correção nos espaçamentos para considerar os momentos em que deveria ter ocorrido a queda de uma semente sem ter ocorrido.

Para identificação das falhas foi utilizada a norma estabelecida pela ABNT (1984) que indica falha sempre que o espaçamento for superior a 1,5 vezes o espaçamento nominal. Utilizando-se esse critério, os espaçamentos corrigidos, considerando-se agora o momento de queda de uma semente sem que essa tivesse caído efetivamente, avaliando-se, com isso, a influência dos mecanismos de distribuição sobre a distribuição das sementes. Uma eventual falha caracteriza-se pela retenção da semente ao longo do mecanismo de liberação da mesma, falhando

não o mecanismo de distribuição mas, o mecanismo de liberação, possivelmente pela retenção da semente no alvéolo, em função da sua dimensão ou falha no rotor que pressiona a semente no alvéolo para a sua liberação.

Ao considerar uma falha como uma possível liberação da semente, podemos avaliar melhor a influência dos mecanismos dosadores e o deslizamento da roda motriz. A partir dessa premissa, foram calculados os espaçamentos corrigidos para cada parcela, resultando nos dados apresentados no Quadro 8. O espaçamento esperado é aquele obtido através do uso da Equação 28 para a semeadora utilizada, que inclui todo o mecanismo de distribuição de movimento da semeadora e o coeficiente de deslizamento observado.

Como pode ser observado no Quadro 8, o percentual de falhas é bastante elevado, com valor médio de 42,9%.

Bloco	Parcela	Velocidade	Profundidade	Deslizamento (%)	Espaçamento (cm)			Falhas (%)
					Observado	Esperado	Corrigido	
1	1	V2	P3	5,21	23,22	15,04	15,36	48,28
	2	V1	P2	4,80	25,73	14,97	14,68	61,54
	3	V2	P1	4,94	25,00	14,99	15,33	46,15
	4	V2	P2	0,79	19,08	14,37	14,35	33,33
	5	V1	P3	4,25	18,91	14,89	15,27	24,24
	6	V1	P1	8,37	24,68	15,56	15,98	46,43
2	1	V2	P2	1,53	18,29	14,48	13,98	30,30
	2	V1	P3	6,55	23,07	15,25	15,62	43,33
	3	V1	P1	7,08	23,63	15,34	15,49	50,00
	4	V2	P3	5,07	26,96	15,02	16,04	58,33
	5	V1	P2	4,39	22,03	14,91	15,35	43,33
	6	V2	P1	8,24	25,63	15,53	15,83	51,85
3	1	V2	P1	5,35	27,16	15,06	16,11	56,00
	2	V1	P1	5,75	19,44	15,12	15,50	27,78
	3	V1	P2	5,75	26,60	15,12	15,94	65,38
	4	V2	P2	7,21	20,68	15,36	15,98	29,03
	5	V1	P3	4,52	22,32	14,93	15,29	50,00
	6	V2	P3	8,62	22,83	15,60	15,81	44,83
4	1	V1	P2	4,11	18,67	14,86	14,43	27,78
	2	V1	P3	5,07	20,82	15,02	15,03	39,39
	3	V2	P1	7,60	19,29	15,43	16,08	21,05
	4	V2	P2	6,02	20,48	15,17	14,37	41,94
	5	V1	P1	4,66	18,42	14,95	14,95	23,68
	6	V2	P3	6,02	25,72	15,17	15,36	65,52

Quadro 8 – Dados de coeficiente de deslizamento, espaçamento entre sementes observado, esperado, corrigido e percentual de falhas.

Após a aplicação da correção nos espaçamentos para consideração das falhas, foi feita uma análise de variância sobre os espaçamentos corrigidos resultando nos dados da Tabela 3.

Para os espaçamentos corrigidos houve variação significativa apenas nas profundidades, ao nível de 5%, $F_{calculado}$ (5,844) foi superior ao $F_{tabelado}$ (3,682), indicando alguma variação decorrente da adoção da correção dos espaçamentos. Esse comportamento pode estar associado à adoção de um ponto rígido de quebra nas falhas e não condizente com a realidade das condições de trabalho durante o experimento. Para as condições testadas, não necessariamente a falha está associada ao valor adotado, sendo esse um parâmetro médio, passível de ser utilizado para condições gerais.

Tabela 3 – Análise de variância dos dados de espaçamento corrigido entre sementes.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	$F_{calculado}$	Significância		F(0,05)	F(0,01)
					(5%)	(1%)		
Blocos	3	1,8730	0,6243	2,796			3,287	5,417
Velocidade (A)	1	0,0477	0,0477	0,214			4,543	8,683
Profundidade (B)	2	2,6094	1,3047	5,844	*		3,682	6,359
Int AxB Int(AxB)	2	0,8089	0,4045	1,812			3,682	6,359
Resíduo	15	3,3490	0,2233					
TOTAL	23	8,6881						

Representando a relação entre o espaçamento corrigido e o coeficiente de deslizamento, podemos verificar a dispersão dos dados, conforme representado no gráfico da Figura 14.

O ajuste dos dados de espaçamento corrigido em função do coeficiente de deslizamento apresenta coeficiente de correlação igual a 0,726 que, embora abaixo de 0,75, considerado o limite inferior aceitável, para um experimento de campo, que envolve muitas variáveis, é aceitável para um ajuste adequado. A curva de ajustamento dos dados está representada na Equação 29.

$$E = 14,047 + 0,235 \times CD \quad (29)$$

onde:

E = é o espaçamento ajustado ao observado e corrigido;

CD = é o coeficiente de deslizamento.

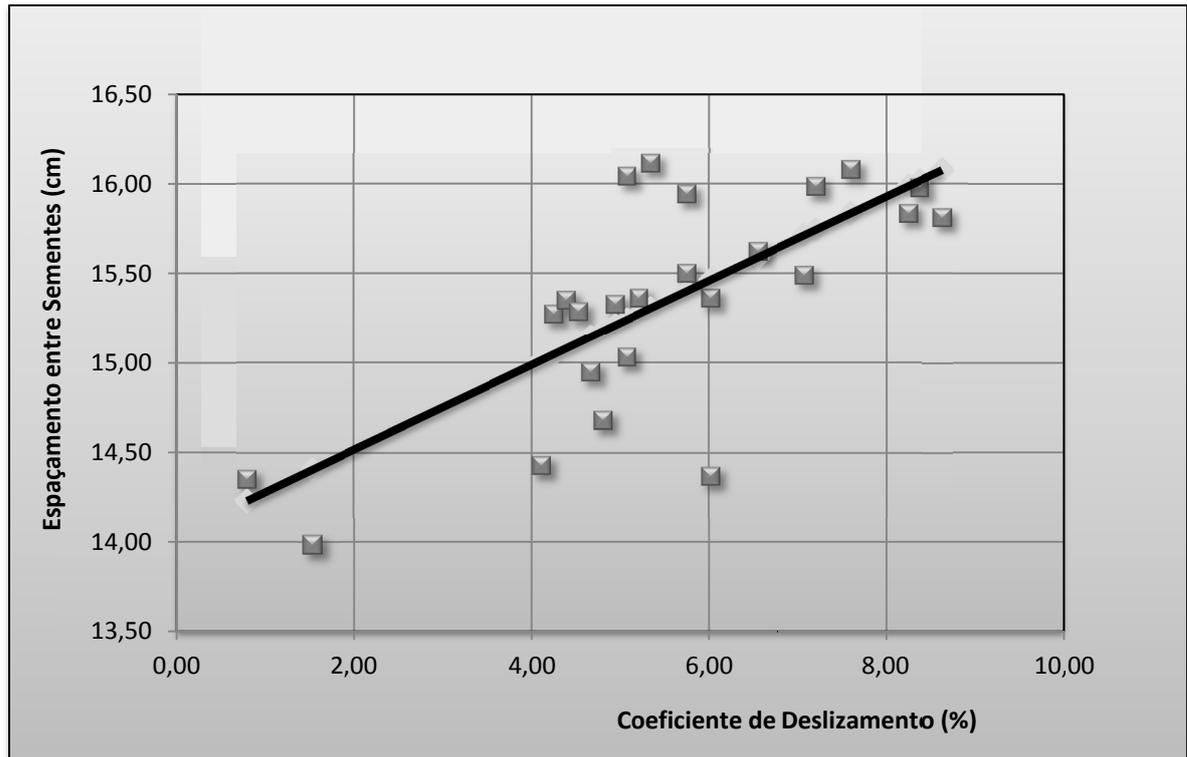


Figura 14 – Relação do espaçamento corrigido entre sementes e o coeficiente de deslizamento.

Mesmo que alguns dados de espaçamento estejam fora do ajustamento ideal, a eliminação desses dados não melhora o ajustamento pois a dispersão se apresenta tanto acima como abaixo da curva de ajustamento, não alterando de forma acentuada a sua inclinação, nem o seu ponto de interseção, que corresponde a um deslizamento nulo.

Do Quadro 8 podemos analisar, também, o comportamento do espaçamento esperado em relação ao coeficiente de deslizamento e comparar com o espaçamento observado, representado no gráfico da Figura 15.

O comportamento do espaçamento corrigido, comparado ao espaçamento esperado, mostra uma diferença de comportamento, tanto na inclinação, quanto no ponto de interseção, que representa o deslizamento nulo.

Essa diferença de comportamento não está relacionada a nenhum fator conhecido até o momento, caracterizando a existência de mais algum fator relacionado ao funcionamento do sistema que não foi considerado até então.

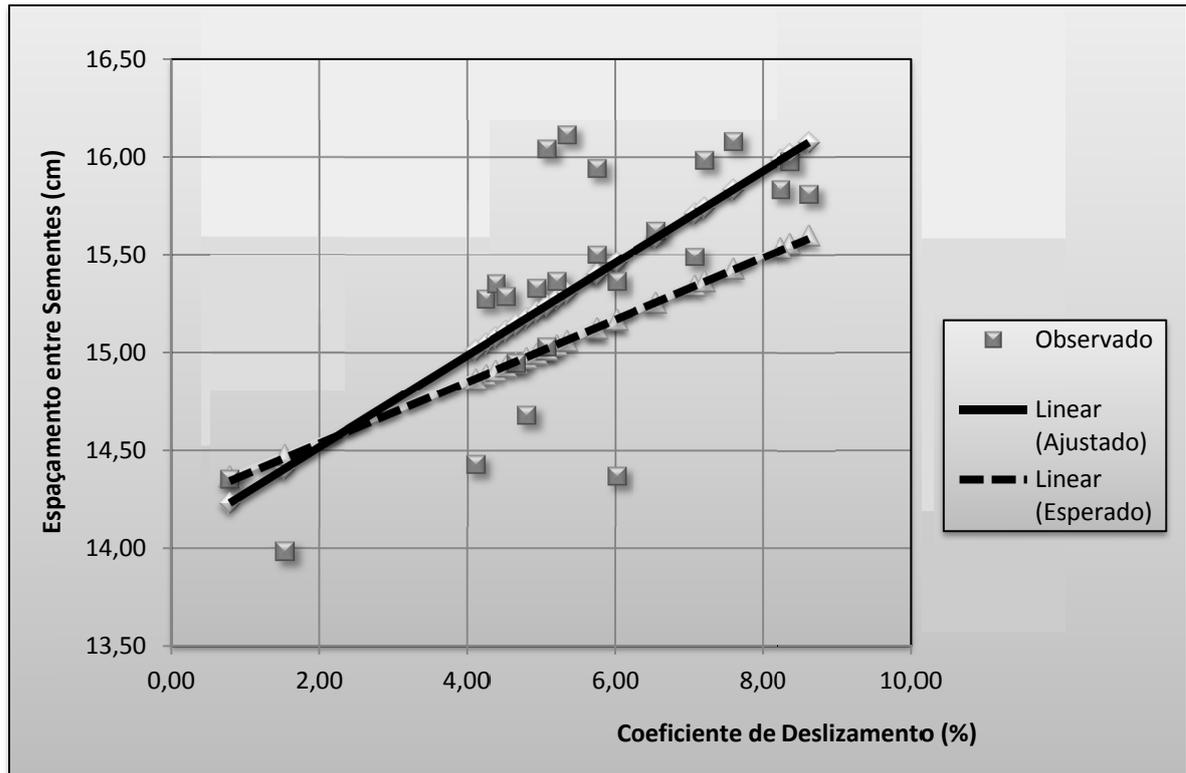


Figura 15 – Relação do espaçamento entre sementes observado e esperado com o coeficiente de deslizamento.

Um fator que pode justificar tal variação é a existência de uma redução na rotação do mecanismo distribuidor durante o deslizamento da roda motriz, produzindo, em alguns instantes, até mesmo uma possível parada no mecanismo. Com a redução na rotação do mecanismo, uma retomada à condição de funcionamento regular pode levar a uma alteração no espaçamento. O uso do coeficiente de deslizamento para prever um espaçamento mais realista, utilizando-se a Equação 28, para os dados em questão, não é suficiente.

É possível observar que o espaçamento ajustado para os dados observados e corrigidos, apresenta valores superiores aos obtidos pela Equação 28, a menos dos valores de deslizamento mais baixos, onde o fenômeno de redução na rotação do mecanismo distribuidor deve ser menos acentuado.

Não é possível estabelecer algum parâmetro realista para caracterizar esse fenômeno. Pode-se atribuir essa diferença à necessidade de uma re-estabilização no mecanismo de distribuição, à medida que ocorre o deslizamento na roda motriz. Uma tentativa para estabelecer uma correção no espaçamento esperado, de modo a

se aproximar do espaçamento observado é a introdução de um valor adicional para o coeficiente de deslizamento, compensando o problema da re-estabilização no mecanismo de distribuição, Equação 30.

$$E = \frac{\pi \times D}{n_F \times (1 - CD * K)} \times \frac{D_2}{D_1} \times \frac{D_4}{D_3} \times \frac{D_B}{D_A} \times \frac{D_5}{D_C} \times \frac{D_7}{D_6} \times \frac{D_{C_2}}{D_{C_1}} \quad (30)$$

onde:

E = é o espaçamento esperado corrigido;

CD = é o coeficiente de deslizamento;

K = é um fator adicional no coeficiente de deslizamento.

Através de várias tentativas, chega-se a um fator adicional no coeficiente de deslizamento de 27,7% para os dados obtidos no presente experimento, que produz uma aproximação satisfatória do espaçamento esperado com o espaçamento observado (Quadro 9).

Bloco	Parcela	Velocidade	Profundidade	Deslizamento (%)	Deslizamento Adicionado (%)	Espaçamento (cm)		
						Observado Corrigido	Esperado	Ajustado
1	1	V2	P3	5,21	6,654	15,36	15,04	15,27
	2	V1	P2	4,80	6,130	14,68	14,97	15,18
	3	V2	P1	4,94	6,305	15,33	14,99	15,21
	4	V2	P2	0,79	1,011	14,35	14,37	14,40
	5	V1	P3	4,25	5,424	15,27	14,89	15,07
	6	V1	P1	8,37	10,689	15,98	15,56	15,96
2	1	V2	P2	1,53	1,957	13,98	14,48	14,54
	2	V1	P3	6,55	8,368	15,62	15,25	15,56
	3	V1	P1	7,08	9,041	15,49	15,34	15,67
	4	V2	P3	5,07	6,480	16,04	15,02	15,24
	5	V1	P2	4,39	5,601	15,35	14,91	15,10
	6	V2	P1	8,24	10,526	15,83	15,53	15,93
3	1	V2	P1	5,35	6,828	16,11	15,06	15,30
	2	V1	P1	5,75	7,346	15,50	15,12	15,38
	3	V1	P2	5,75	7,346	15,94	15,12	15,38
	4	V2	P2	7,21	9,208	15,98	15,36	15,70
	5	V1	P3	4,52	5,778	15,29	14,93	15,13
	6	V2	P3	8,62	11,013	15,81	15,60	16,02
4	1	V1	P2	4,11	5,246	14,43	14,86	15,04
	2	V1	P3	5,07	6,480	15,03	15,02	15,24
	3	V2	P1	7,60	9,705	16,08	15,43	15,79
	4	V2	P2	6,02	7,688	14,37	15,17	15,44
	5	V1	P1	4,66	5,954	14,95	14,95	15,16
	6	V2	P3	6,02	7,688	15,36	15,17	15,44

Quadro 9 – Dados de coeficiente de deslizamento, coeficiente de deslizamento adicional, espaçamento corrigido, esperado e esperado ajustado.

O espaçamento esperado, obtido através do adicional no coeficiente de deslizamento, apresenta aproximação bastante razoável de espaçamento entre sementes. A média do espaçamento observado e corrigido é de 15,3395 cm enquanto a média do espaçamento esperado adicional é de 15,3394. O comportamento dos valores de espaçamento pode ser visto no gráfico da Figura 16.

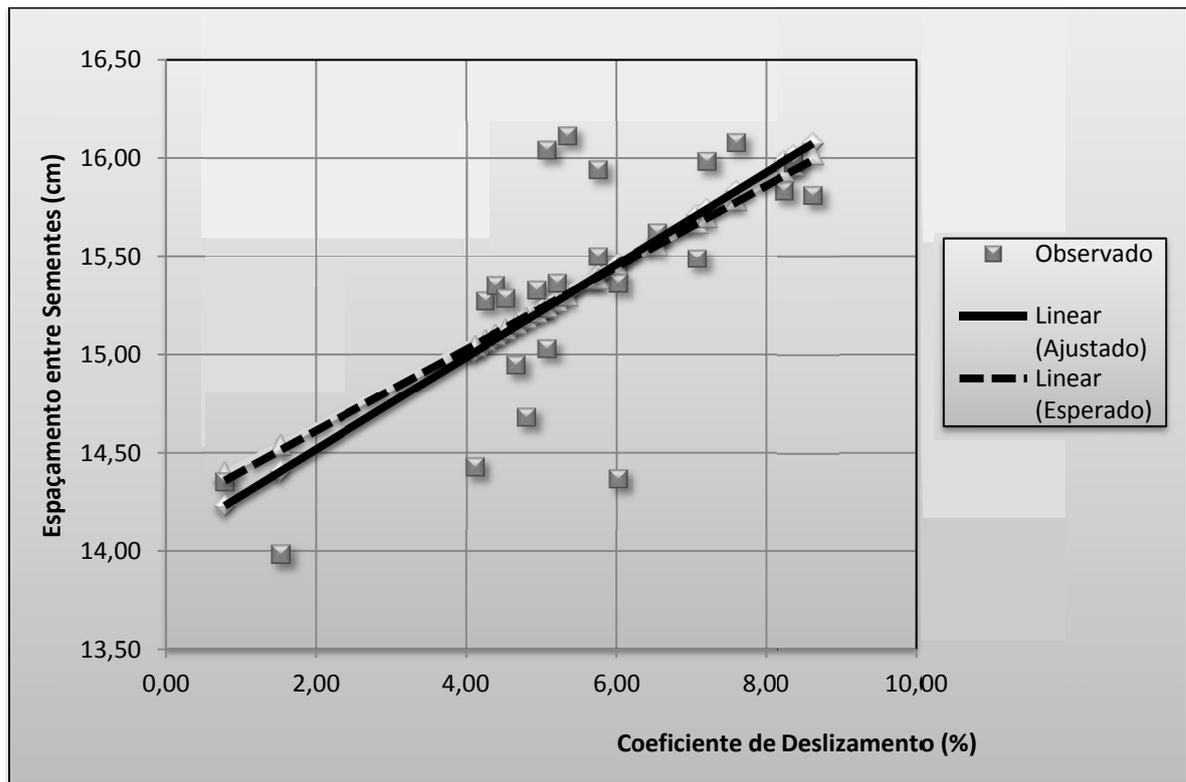


Figura 16 – Relação do espaçamento entre sementes observado e esperado adicionado com o coeficiente de deslizamento.

Com essa metodologia, é possível se fazer uma estimativa do espaçamento entre sementes a partir do conhecimento dos componentes que compõem o mecanismo dosador da semeadora e do coeficiente de deslizamento da roda motriz.

A adoção da regulação seguindo as indicações do fabricante fornece, para o caso estudado, sem considerar as perdas relacionadas à semente e ao plantio, uma população de 77.972 plantas por hectare, correspondendo a um espaçamento entre sementes de 14,25 centímetros e entre linhas de 90 centímetros. Ao se adotar um coeficiente de deslizamento, no caso em questão, o coeficiente de deslizamento médio foi de 5,5%. Utilizando-se a Equação 28, ocorre uma redução na população

de 5,5%, correspondendo a uma população de 73.686 plantas por hectare, relativa a um espaçamento de 15,079 centímetros. A redução na população equivalente ao percentual associado ao coeficiente de deslizamento é esperada, pois a Equação 28 tem relação direta com a Equação 22 no mesmo percentual do coeficiente de deslizamento.

Com a adoção do adicional no coeficiente de deslizamento, com o objetivo de buscar uma aproximação com o espaçamento observado, obtemos o espaçamento entre sementes de 15,326 centímetros, correspondendo a uma população de 72.496 plantas por hectare. Essa população representa uma redução de 7,05% da população inicial, atribuída às condições de regulagem estabelecidas pelo fabricante.

Adotar as condições estabelecidas pelo fabricante leva a uma redução na população de plantas e, conseqüentemente, na estimativa da produção total do produtor. Há uma necessidade de mudança na postura da indústria de máquinas agrícolas no sentido de introduzir novos parâmetros para orientação do produtor.

A adoção do coeficiente de deslizamento da roda motriz já é uma realidade no meio científico, faltando uma postura por parte da indústria para adotar esse parâmetro no cálculo de regulagem das semeadoras.

5 CONCLUSÕES

Como o deslizamento afeta diretamente a população de plantas, afetando diretamente a produtividade esperada, alguma iniciativa deve ser adotado no sentido de considerar o coeficiente de deslizamento no momento da regulagem da máquina para determinada condição de semeadura.

A influência do coeficiente de deslizamento no espaçamento entre sementes na linha de plantio e, conseqüentemente na população, pode ser considerada com a adoção da Equação 28, que introduz o coeficiente de deslizamento no cálculo do espaçamento entre sementes.

Como pode ser observado no presente trabalho, a adoção pura e simplesmente do coeficiente de deslizamento pode não ser suficiente para garantir uma regulagem das semeadoras mais próxima das necessidades de densidade de plantio desejadas.

A influência da velocidade de trabalho, dentro dos limites recomendados, não afeta significativamente o espaçamento entre sementes, conforme era o esperado, uma vez que não afeta a distribuição de movimento nos mecanismos de distribuição. Velocidades mais elevadas podem afetar o espaçamento quando acarretarem elevadas velocidades de rotação no disco distribuidor, podendo ocasionar tempo insuficiente para a queda das sementes quando o orifício nos alvéolos coincide com o orifício da tubulação condutora. Velocidades dessa natureza já são desconsideradas pelos fabricantes e pelos profissionais de campo.

A profundidade de trabalho é outro fator que também não afeta significativamente o espaçamento entre sementes uma vez que não afeta a distribuição de movimento responsável pela liberação das sementes na máquina. A profundidade de trabalho pode ocasionar problemas no processo de germinação, conforme já é do conhecimento agrônomo.

A uniformidade no espaçamento entre sementes é um fator que não está resolvido com os mecanismos atuais. Em função disso, os fabricantes têm trabalhado com a indicação de regulagem de um número de sementes por metro linear, o que mascara a desuniformidade no espaçamento entre sementes. Mesmo que em termos médios o problema seja resolvido, a desuniformidade pode gerar

problemas de competição entre plantas por nutrientes que, eventualmente, afetam a produtividade na lavoura.

O presente trabalho mostra a necessidade de mais estudos uma vez que indicou a existência de fatores desconhecidos, até o momento, no funcionamento dos mecanismos de distribuição de sementes.

A adoção de um fator indicativo de falha na distribuição, fixada em norma, ainda não é suficiente para indicar a realidade de campo, uma vez que para cada situação o nível de falha pode ocorrer de forma diferente. O espaçamento mais elevado em relação ao esperado pode ser ocasionado pelo deslocamento horizontal da semente dentro do sulco e não necessariamente devido a uma falha.

Ainda existe um campo vasto para estudo sobre os mecanismos de distribuição e sua influência sobre a população. Muita pesquisa é ainda necessária nesse sentido de forma a garantir melhores condições de trabalho, conforme é esperado com a adoção das máquinas na atividade agrícola.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de norma 04:015.06-004** - semeadoras de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio. São Paulo, 1984. 26 p.

_____. **Projeto de norma 12:02.06.004** – semeadora de precisão: ensaio de laboratório – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1989. 21p.

AGROSOFT BRASIL. Brasil é referencia mundial em plantio direto, 2008. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/99939.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2009.

ALMEIDA, R.A.; Silva, J.G. Desempenho operacional de uma semeadora à tração animal, com diferentes sistemas de sulcadores, regulagens de disco de corte e coberturas mortas, no plantio direto do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 29(2): p. 73-80, 1999.

ARAUJO, A.G. et al. Desempenho da semeadora-adubadora direta PST2-Marchesan em solos argilosos. Londrina: IAPAR,1999. 44 p. il (**IAPAR.Circular**, 107).

ASAE – American Society of Agricultural Engineers. **General Terminology for Traction of Agricultural Traction and Transport Devices and Vehicles** (ASAE S296.5 DEC03), St. Joseph, p. 119-122, 2003.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas Agrícolas**. 2 ed. São Paulo: Manole, 2005. 310 p.

BARBOSA, G.M.C. Plantio direto: a relevância da matéria orgânica. **A Granja**, ano 65, n. 723, p. 43-45, mar. 2009.

BOLLER, W. **Desenvolvimento de complementos para semeadoras em solo sob preparo reduzido**. 1990. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1990.

BRANQUINHO, K. B. et al. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 374-80, 2004.

CASÃO JUNIOR, et al. Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 PD no basalto paranaense.. Londrina: IAPAR, 1998. 47 p. il. (**IAPAR. Circular**, 105)

CASÃO JUNIOR, R. ; RALISCH, R. ; ARAUJO, A. G. . Desempenho das semeadoras-adubadoras MPS1600 e MPS1000 - Imasa em solos argilosos.. Londrina: IAPAR, 2000. 44 p. il. (**IAPAR. Circular**, 111).

COPETTI, E. Plantadoras: culpa de quem? **Cultivar Máquinas**, v. 3, n. 18, p. 14-17, 2003.

_____. Semeadora: plantio preciso. **Cultivar Máquinas**, v. 9, n. 87, p. 29-29, 2009.

CORRÊA, I.M.; MAZIERO, J.V.G.; YANAI, K; LOPES, A. *Técnicas de determinação da patinação das rodas motrizes de tratores agrícolas*. Campinas: **Instituto Agrônomo**, 1999. 15 p. (Boletim Técnico, 179).

CORTEZ, J.W. et al. Parâmetros de avaliação no solo, na máquina e na planta sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 98, p. 22-26, mar. 2007.

CORTEZ, J.W. et al. Produção de massa por culturas implantadas em rotação no sistema de plantio direto de soja e milho. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo. p.32-35, ago. 2008.

DALLMEYER, A.U. Opções na semeadura. **Cultivar Máquinas**, v. 1, n. 2, p. 06-09, 2001.

DELAFOSSÉ, R. M. **Máquinas semeadoras de grano grueso**. Santiago: FAO, 1986. 48p.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: **sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista**. Rschborn: GTZ, 1991. 272 p.

DUARTE, J.O. et al. Cultivo do milho: economia da produção, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, set. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/economia.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2009.

EMBRAPA TRIGO. Brasil é referência mundial em plantio direto. Notícias nº 03, 2008. Disponível em: <http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/plantio-direto/>. Acesso em 15 ago. 2009.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Importância econômica do milho, 2008. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/milho/economia.html/>>. Acesso em 19 set. 2009.

FIORIN J.E. Palhada: quanto maior, melhor a recuperação do solo. **A Granja**, ano 63, n. 702, p. 57-59, jun. 2007

FISHER, M.M. **Desenvolvimento e desempenho de uma semeadora de parcelas para arroz irrigado**. 1996. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

FURLANI, C.E.A. et al. Desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão, em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 388-395, 2004.

GARCIA, R.F. Semeadoras: densidade correta. **Cultivar Máquinas**, v. 3, n. 43, p. 10-11, 2005.

IAPAR. Desempenho do milho safrinha em plantio direto requer bom conhecimento sobre uso de semeadora-adubadora por parte de técnicos e agricultores. IAPAR, 2009. Disponível em: <http://www.iapar.br>. Acesso em 05 ago. 2009.

KLEIN, V.A. Plantadoras: velocidade e qualidade. **Cultivar Máquinas**, v. 3, n. 16, p. 26-28, 2003.

MELO, M.L. Cultivo com jeito próprio. **A Granja**, ano 65, n. 723, p. 20-21, mar. 2009.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificações**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.

MONTALVO, F.M.; Estudo comparativo dos métodos de preparo periódico do solo (convencional, cultivo mínimo e plantio direto) na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13., Rio de Janeiro, 1983. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1983. v.2, p.97-101.

MOREIRA, C.A; PEREIRA, J.C.V.N.A. Mecanismos dosadores-distribuidores de sementes. **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, circular n. 90, 1978. 22 p.

MUZZILLI, O. Plantio direto no estado do. In: _____. Princípios e perspectivas de expansão. Londrina: **Circular IAPAR 23**, 1981. cap. 1, p. 11-17.

OLIVEIRA M.I. et al. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

PEREIRA FILHO, I.A. et al. Fatores que interferem no resultado do milho. **Revista Campo e Negócio**, ano 5, n. 68, p. 24-27, out. 2008.

PORTELLA, J.A. **Semeadoras para plantio direto**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 252 p.

PORTELLA, J.A.; CHANG, C.S. Estudo preliminar das forças atuantes em elementos rompedores de semeadura direta comerciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13., Rio de Janeiro, 1983. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1983. v.2, p.79-88.

PRADO, L.D.A. Prática fundamental e com muitos objetivos. **A Granja**, ano 63, n. 699, p. 38-41, mar. 2007.

PRIMAIZ SEMENTES. Precoces ou tardias? Uberlândia, fev. 2008. Disponível em: <<http://www.primaiz.com.br/index.php?arq=artigos&id=1>>. Acesso em 20 mai. 2009.

SILVA, J.G. ; KLUTHCOUSKI, J. ; SILVEIRA, P.M. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. *Scientia Agricola*, v. 57, p. 7-12, 2000. ; Série: 1; ISSN/ISBN: 01039016.

SILVEIRA, G.M. **As máquinas de plantar: aplicadoras, distribuidoras, semeadoras, cultivadora**. Rio de Janeiro: globo, 1989. 257 p.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

TORINO, M.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13., Rio de Janeiro, 1983. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1983. v.2, p.103-116.

VALE, W.G. **Análise de desempenho de uma semeadora-adubadora de semeadura direta no norte fluminense**. 2007. 88f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos do Goytacazes, RJ, 2007.