

EDSON FELIPE KOLACHINSKI

**DESEMPENHO ENERGÉTICO E DE QUALIDADE DE UMA SEMEADORA-
ADUBADORA DE PRECISÃO À VÁCUO NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO
MILHO DE SEGUNDA SAFRA**

Botucatu

2020

EDSON FELIPE KOLACHINSKI

**DESEMPENHO ENERGÉTICO E DE QUALIDADE DE UMA SEMEADORA-
ADUBADORA DE PRECISÃO À VÁCUO NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO
MILHO DE SEGUNDA SAFRA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientador: Paulo Roberto Arbex Silva

Botucatu

2020

K81d	<p>Kolachinski, Edson Felipe</p> <p>Desempenho energético e de qualidade de uma semeadora-adubadora de precisão à vácuo na implantação da cultura do milho de segunda safra / Edson Felipe Kolachinski. -- Botucatu, 2020</p> <p>109 p. : tabs., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu</p> <p>Orientador: Paulo Roberto Arbex Silva</p> <p>1. Plantabilidade. 2. Velocidade. 3. Dosador Pneumático. 4. Zea mays. I. Título.</p>
------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESEMPENHO ENERGÉTICO E DE QUALIDADE DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA DE PRECISÃO A VÁCUO NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO MILHO DE SEGUNDA SAFRA

AUTOR: EDSON FELIPE KOLACHINSKI

ORIENTADOR: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA
Engenharia Rural e Socioeconomia / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

pl 
Prof. Dr. EDSON MASSAO TANAKA
Mecanização e Agricultura de Precisão / Faculdade de Tecnologia Shunji Nishimura

p 
Prof. Dr. JULIANO CARLOS CALONEGO
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 28 de abril de 2020

Para

Antonio e Cidinha, meus pais

Dedico

Para

Minha esposa Ariadne e minhas filhas Lis e Belle

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus, que me deu a oportunidade de conviver com pessoas especiais ao longo da construção e finalização deste projeto e me fez evoluir como pessoa e profissional.

Aos meus queridos pais. Obrigado Antonio Edson e Aparecida Luiza Kolachinski pelo apoio e incentivo no caminho dos estudos, vocês foram fundamentais, sempre buscaram fazer o melhor que podiam para que eu conseguisse trilhar o bom caminho na formação pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. Paulo Arbex Silva, pela orientação, apoio, ensinamentos, paciência e exemplo de professor, homem de entusiasmo e caráter.

Agradeço a Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP-Botucatu, que esteve a disposição para que me tornasse mestre.

Aos Professores: Me. Edson Massao Tanaka, Prof. Dr. Juliano Carlos Calonego, Prof. Dr. Saulo Fernando Gomes de Souza e Profa. Dra. Elisangela Lizzi por contribuírem cientificamente para o trabalho.

Sem dúvida meus sinceros agradecimentos aos meus colegas de pós-graduação, também em nossas interações compartilhamos ideias, ensinamentos e trabalhos de importância para o crescimento de todos. Agradeço a: Lia Harumi Kato, Vinicius Paludo, Tomás Pellegrini Baio e Luan Francischinelli.

Gostaria de agradecer também ao produtor rural Frederick Wolters e seus colaboradores viabilizar o trabalho prático e não medirem tempo e esforços para colaborar na implantação, condução e colheita deste projeto.

Ao amigo Claudio Edgar meus sinceros agradecimentos, você foi fundamental para que este trabalho acontecesse.

“Meus sinceros agradecimentos a todos”

"A semeadora é a caneta que escreverá a história da lavoura".

(Dirceu Gassen)

RESUMO

O potencial produtivo das lavouras de alta performance se define no momento da semeadura e para assegurar altos rendimentos nas culturas agrícolas é importante semear com qualidade. O objetivo geral do experimento foi de estudar parâmetros de qualidade operacional, qualidade de plantio e parâmetros de desempenho agrônômico na implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.), por meio de uma semeadora-adubadora equipada com dosador pneumático em sistema de plantio direto na segunda safra. O trabalho foi conduzido em lavoura comercial, em esquema fatorial duplo (3x3), combinando-se, três velocidades de deslocamento (4,2; 7,3 e 10,1 km h⁻¹) e três pressões de vácuo do sistema pneumático de dosagem de sementes (8,0; 10,0 e 12,0 MPa). Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro com disco dosador de semente de 40 perfurações e o segundo com disco dosador de 36 perfurações. Os experimentos foram desenvolvidos na fazenda Rio Verdinho localizada no Município de Itararé/SP, no ano agrícola de 2018 (milho da segunda safra). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições. Foram avaliados os seguintes parâmetros: uniformidade na distribuição das sementes e plântulas na linha e em profundidade, distribuição do fertilizante, mobilização e cobertura do solo, demanda energética, dados agrônômicos e produtividade da cultura do milho. Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se análise estatística: ANOVA -One Way e ANOVA- Two Way com medidas repetidas. Nestas análises considerou-se um nível de significância de 5% e os ajustes foram obtidos no software SAS (versão 9.2) usando a *PROCEDURE ANOVA*. A distribuição transversal de sementes objetivada na regulação inicial da semeadora foi observada no experimento 1. Em ambos os experimentos não ocorreram diferenças estatísticas na profundidade e emergência total de plantas. O experimento 1 apresentou em média espaçamentos normais acima de 90%, no experimento 2 o tratamento 9 apresentou 84,94% de espaçamentos normais. Nos dois experimentos o índice médio de falhas ficou dentro do aceitável. O experimento 2 apresentou maior índice de espaçamentos duplos. O experimento 1 apresentou menores índices de CV, enquanto no experimento 2 os índices foram mais elevados, gerando aumento médio de 6,8% no CV do experimento 1 para o experimento 2. O experimento 2 não houve diferença estatística para altura de plantas, altura da inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo. Apenas no experimento 2 ocorreu diferença entre altura de plantas e inserção

da primeira espiga, mas não se observou diferença estatística no diâmetro do colmo. O índice de sobrevivência não apresentou diferença estatística em ambos os experimentos. Em ambos os experimentos se constatou diferença estatística para plantas acamadas e plantas quebradas. No experimento 1 a produtividade média foi de 5733,5 kg ha⁻¹ e no experimento 2 produtividades de 5143,1 kg ha⁻¹. O experimento 1 (disco de 40 furos) produziu em média 630 kg ha⁻¹ a mais do que no experimento 2 (disco de 36 furos). Nas velocidades de 7,3 km h⁻¹ e 10,1 km h⁻¹ com variações de pressões de vácuo com 8,0; 10,0 e 12,0 MPa, todos os tratamentos apresentaram tendência de maior consumo de combustível. Com o aumento da velocidade de 4,2 para 10,1 km h⁻¹ (acréscimo de 213,5% na capacidade de campo efetiva), o consumo horário de combustível passou de 24,56 L h⁻¹ para 67,41 L h⁻¹, representando um aumento percentual de 274,5%. O experimento 2 apresentou dados semelhantes a o experimento 1, concluindo-se que não ocorreram diferenças no desempenho energético da operação, independente do disco de sementes ser de 40 ou 36 furos.

Palavras-chave: Plantabilidade. *Velocidade. Dosador Pneumático. Zea mays.*

ABSTRACT

The production potential of high-performance crops is determined in the moment of sowing. To ensure high yields of agricultural crops, it is important to have a high-quality sow. Therefore, the general objective of the experiment was to study the parameters for implementation of operational quality in the cultivation of second harvest corn (*Zea mays L.*), by means of vacuum seeder in the no-tillage system of soy straw, and understand to what degree these factors influence the agronomic characteristics and crop productivity. The study was conducted on commercial tillage, in a double factorial scheme (3x3), matching three travel speeds (4,2; 7,3 e 10,1 km h⁻¹), and three vacuum pressures of the pneumatic seed dosing system (8,0; 10,0 e 12,0 MPa). Two experiments were conducted, one with a 36-hole seed disc and the other with a 40-hole disc. The experiments were carried out in the commercial area Farm, Rio Verdinho, located in the county of Itararé/SP, in the agricultural year of 2018 (second harvest corn). The experimental design was conducted in random blocks with four replications. The following parameters were assessed: uniformity of seed and plant distribution in line and in depth, fertilizer distribution, mobilization and ground cover, energy demand, seed quality after passing through the machine dosing mechanism, agronomic data and corn crop yield. To achieve the proposed objectives, we used: ANOVA -One Way and NOVA- Two Way with repeated measures. In these analyzes, a significance level of 5% was considered and the adjustments were obtained using the SAS software (version 9.2) using PROCEDURE ANOVA. The dry matter of the vegetation cover in the two experiments present itself within the standards required for a system onservationist. The percentage of maintenance of the covering of the olo, even though no statistical difference was observed in the two experiments and in their treatments, a greater ncorporation of straw in the soil is identified with the increase of the seed s displacement speed. The transversal distribution of seeds aimed at the initial adjustment of the sowing machine was observed in experiment 1. In both experiments there were no statistical differences in the depth and total emergence of plants. Experiment 1 presented, on average, normal spacing above 90%, in experiment 2, treatment 9 presented 84.94% of normal spacing. In both experiments, the average failure rate was within the acceptable range. Experiment 2 showed a higher rate of double spacing. Experiment 1 showed lower CV indexes, while in experiment 2 the indexes were higher, generating an average increase of 6.8% in the

CV from experiment 1 to experiment 2. Experiment 2 did not show any statistical difference for plant height, height the insertion of the first ear and stem diameter. Only in experiment 2 there was a difference between plant height and insertion of the first ear, but there was no statistical difference in stem diameter. The survival rate showed no statistical difference in both experiments. In both experiments, statistical difference was found for bedridden and broken plants. In experiment 1 the average productivity was 5733.5 kg ha⁻¹ and in experiment 2 productivity 5143.1 kg ha⁻¹. Experiment 1 (40-hole disc) produced an average of 630.4 kg ha⁻¹ more than in experiment 2 (36-hole disc). At speeds of 7.3 Km h⁻¹ and 10.1 Km h⁻¹ with variations in vacuum prices with 8.0; 10.0 and 12.0 MPa, all treatments showed a tendency towards greater fuel consumption. With the speed increase from 4.2 to 10.1 km h⁻¹ (increase of 213.5% in the effective field capacity), the hourly fuel consumption went from 24.56 Lh⁻¹ to 67.41 Lh⁻¹, representing a percentage increase of 274.5%. Experiment 2 presented data similar to experiment 1, concluding that there were no differences in the energy performance of the operation, regardless of the disk being 40 or 36 holes. but in increasing the speed and pressure of vacuum.

Keywords: Plantability. Speed. Pneumatic Doser. *Zea mays*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	Cultura do milho	21
2.2	Semeadora-adubadora de precisão para semeadura direta	23
2.3	Mecanismo dosador de sementes pneumático (disco vertical)	24
2.4	Plantabilidade (qualidade de semeadura)	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1	Localização e caracterização da área	37
3.2	Máquinas e equipamentos	39
3.3	Manejo Fitossanitário.....	40
3.4	Sementes	41
3.5	Fertilizantes.....	41
3.6	Tratamentos e delineamento experimental	41
3.7	Instalação e condução do experimento	42
3.8	Determinação do teor de água no solo.....	44
3.9	Determinação da matéria seca da cobertura vegetal	44
3.10	Determinação da porcentagem de manutenção de cobertura vegetal do solo.....	45
3.11	Determinação da dosagem das sementes e dos fertilizantes	46
3.12	Determinação da velocidade de emergência de plântulas	47
3.13	Determinação da profundidade real de sementes	48
3.14	Determinação da distribuição longitudinal de plantas.....	48
3.15	Avaliação da profundidade e distribuição longitudinal de plantas em comparação as linhas curtas e linhas longas da semeadora	49
3.16	Estande inicial e final de plantas	50
3.17	Índice de sobrevivência	50

3.18	Determinação do diâmetro do colmo, altura de inserção da primeira espiga e altura de plantas	51
3.19	Determinação da produtividade do milho.....	51
3.20	Análise energética	52
3.20.1	Determinação do consumo horário de combustível e tempo percorrido em cada parcela	52
3.20.2	Capacidade de campo efetiva	53
3.20.3	Tempo efetivo	53
3.20.4	Consumo de combustível por área	54
3.21	Análise estatística dos dados.....	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4.1	Teor de água no solo	56
4.2	Matéria seca da cobertura vegetal.....	57
4.3	Porcentagem de manutenção de cobertura do solo (PMC)	58
4.4	Dosagem de sementes	59
4.5	Dosagem de fertilizantes	61
4.6	Profundidade de sementes e emergência de plantas	62
4.7	Estande e distribuição longitudinal de plantas	65
4.7.1	Estande de plantas e espaçamentos normais	65
4.7.2	Estande de plantas e espaçamentos falhos	67
4.7.3	Estande de plantas e espaçamentos duplos.....	68
4.7.4	Estande de plantas e coeficiente de variação dos espaçamentos entre planta	71
4.8	Características Agronômicas	74
4.8.1	Altura de plantas, inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro de colmo	74
4.8.2	índice de sobrevivência (IS).....	76
4.8.3	Características Agronômicas PA e PQ experimento 1 e experimento 2	78

4.9	Avaliação da profundidade, distribuição longitudinal de plantas, espaçamentos normais, falhos, duplos e coeficiente de variação entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas da semeadora	79
4.9.1	Profundidade real em comparação das linhas curtas com as linhas longas.....	79
4.9.2	População de plantas por metro e por hectare na comparação das linhas curtas com as linhas longas.....	81
4.9.3	Espaçamentos normal (%) entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas	83
4.9.4	Espaçamentos falhos (%) entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas	85
4.9.5	Espaçamentos duplo (%) entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas	87
4.9.6	Coeficiente de variação (%) entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas	89
5	PRODUTIVIDADE.....	91
6	DESEMPENHO ENERGÉTICO DA OPERAÇÃO.....	92
7	CONCLUSÕES	94
	REFERÊNCIAS.....	97

1 INTRODUÇÃO

A população mundial atingiu a marca dos 7,3 bilhões de pessoas e deverá aumentar em 2,7 bilhões nos próximos 33 anos alcançando quase 10 bilhões até 2050 e, como consequência, a demanda por alimentos deverá dobrar segundo dados da FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, em 2017.

Dentro deste cenário, é preciso aumentar a produtividade das culturas agrícolas, sendo que a agricultura brasileira tem papel importante na produção agropecuária mundial, por ser um grande produtor de alimentos, agroenergia e fibras (MIRANDA, 2017).

O milho é um cereal indispensável para a segurança alimentar, ocupando posição econômica de destaque no cenário nacional e mundial, é extensivamente utilizado como matéria-prima na produção de diversos produtos utilizados na alimentação humana ou na fabricação de ração animal e energia, devido às suas qualidades nutricionais, sendo rico em proteína e carboidratos. No Brasil, na safra 2018/2019 o milho, produziu em torno de 100 milhões de toneladas, em uma área de 17,5 milhões de hectares, conforme Companhia Nacional de Abastecimento, em 2019.

Neste sentido, a mecanização agrícola vem contribuindo para o aumento da produtividade do milho sendo que a operação de semeadura se constitui como etapa primordial na construção da produtividade da cultura. O bom conhecimento agrônômico também ajuda a garantir que a operação seja realizada dentro dos padrões de qualidade, minimizando perdas e maximizando a produtividade. O objetivo do processo de semeadura é garantir que as sementes sejam depositadas no solo em profundidade ideal, equidistantes, com bom fechamento e selamento do sulco de semeadura, proporcionando um ambiente favorável para a germinação e emergência homogênea das plantas.

O arranjo espacial de plantas, relacionado ao espaçamento entre as fileiras, densidade de plantas ou distribuição na linha, é um dos quesitos que mais pode influenciar na produtividade do milho. Essa recomendação ocorre, pois, cada unidade produtiva, ou seja, cada planta de milho possui baixo ou nenhum efeito compensatório quando ocorrem erros na dosagem e na distribuição, aumentando a quantidade de falhas e de sementes duplas.

Um fator que merece destaque e possui influência direta na produtividade da maioria das grandes culturas agrícolas de importância econômica é a profundidade

de deposição das sementes no momento da semeadura, quando as sementes não são depositadas de maneira uniforme, ou seja, na mesma profundidade e compactadas na mesma intensidade, a emergência apresenta-se heterogênea e conseqüentemente as plantas mais desenvolvidas exercerão influência sobre as menos desenvolvidas, aumentando a quantidade de plantas dominadas, refletindo no menor aproveitamento dos recursos disponíveis e conseqüentemente reduzindo o potencial de produtividade da cultura do milho.

Dentro dos fatores relacionados às boas práticas na qualidade do processo de implantação da cultura do milho, a velocidade de semeadura exerce influência direta na profundidade e no arranjo espacial das plantas. Com o aumento significativo da velocidade de deslocamento do trator-semeadora, o sistema dosador sofre perda constante na sua eficácia, gerando lavouras desuniformes, com elevados índices de falhas e/ou duplas. Esse efeito é mais prejudicial para semeadoras de disco horizontal, do que para máquinas equipadas com dosador pneumático, mas todas elas perdem eficácia com o aumento da velocidade.

Com o aumento da velocidade, ocorre maior oscilação vertical das linhas de semeadura e como conseqüência a distribuição das sementes no perfil do sulco de semeadura se torna irregular, e caracteriza diferença no estágio fenológico de desenvolvimento das plantas, agravando ainda mais a perda do potencial produtivo.

No caso de semeadoras pneumáticas, há ainda a influência da pressão de vácuo no sistema dosador, onde pressões muito baixas podem gerar maior quantidade de falhas e pressões muito altas podem proporcionar plantas duplas. Correlacionado com isso, também há a influência do tipo de disco das sementes, com diversos modelos e quantidade de perfurações para semeadoras à vácuo.

Diante do exposto, os tratamentos adotados foram escolhidos de acordo com a hipótese que há relação entre a velocidade de semeadura e pressão de vácuo do sistema pneumático para dois diferentes discos dosadores das sementes. Supondo que há diferença na regularidade dos espaçamentos entre plantas na linha de semeadura e a influência exercida sobre as características finais de uma lavoura de milho.

Deste modo, o objetivo geral do experimento foi de estudar parâmetros de qualidade operacional na implantação da cultura do milho, por meio de uma semeadora-adubadora a vácuo em sistema de plantio direto na palha e as suas influências nas características agrônômicas e produtividade da cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Milho

O milho destaca-se por possuir grande área cultivada, sendo um dos cereais mais importantes cultivados em grande parte do mundo, de origem do continente americano, espécie pertencente à família Poaceae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*, planta anual e monocotiledônea, considerada de grande importância econômica, social e nutricional apresentando aptidão para o consumo humano direto ou indireto, consumo animal e para a produção de etanol na forma de biocombustível (BARROS e CALADO, 2014; BRANDALIZZE, 2017).

O milho é utilizado como matéria-prima na formulação e produção diversos produtos e rações, principalmente nas cadeias produtivas da avicultura, suinocultura e bovinocultura de corte e de leite, entre outras, as quais absorvem aproximadamente 70% de todo o milho produzido no mundo e no Brasil (DUARTE et al, 2008). Outro ponto relevante é na produção agrícola, podendo ser utilizado em sistemas de rotação de culturas, destacando-se em agrossistemas de predominância da soja (MELLO FILHO, RICHETTI, 1997).

A cultura do milho, por sua versatilidade, adapta-se a diferentes sistemas de produção e condições ambientais, porém tem seu desenvolvimento limitado pela falta ou excesso de água, temperatura e radiação solar (ALVES et al., 2010). O metabolismo da planta é diretamente proporcional a temperatura ambiente, ou seja, se à temperatura ambiente for elevada maior será o metabolismo da planta, quanto menor for a temperatura ambiente menor o metabolismo da mesma (CRUZ et al., 2006).

Um passo importante na produção de uma cultura é a escolha da semente. O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético das sementes e das condições edafoclimáticas do local de cultivo, além do manejo da lavoura. De modo geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final. Conseqüentemente, a escolha correta da semente pode ser a razão do sucesso ou insucesso da lavoura e a escolha baseada no gosto pessoal, disponibilidade e preço pode não ser a melhor. Em função da oferta do mercado de sementes, pode-se dizer que existe cultivares adaptadas a qualquer região do país e a qualquer sistema de produção, sendo

provavelmente o insumo moderno de uso mais generalizado na cultura do milho (CRUZ e FILHO, 2008).

O ciclo de um cultivar pode ser determinado em número de dias da semeadura até o pendoamento, até a maturidade fisiológica ou colheita. As cultivares de milho são agrupadas em: superprecoce, precoce, semiprecoce e normal, sendo que as condições climáticas brasileiras, permitem ciclos variáveis entre 110 e 180 dias (CRUZ, J. C. et. al. 2006; FANCELLI e DOURADO NETO, 2003).

O Brasil contou com uma área de 63,2 milhões de hectares cultivados e 242,1 milhões de toneladas na temporada 2018/2019, 6,4% superior à obtida em 2017/2018 (227,5 milhões de toneladas), aumento de 14,5 milhões de toneladas. O milho ocupou aproximadamente 17,5 milhões de hectares com uma produção de 100,0 milhões de toneladas, onde a primeira safra utilizou cerca de 5,3 milhões de hectares e produção em cerca de 26,1 milhões de toneladas e a segunda safra com uma área de 12,6 milhões de hectares produzindo próximo de 73,8 milhões de toneladas. Aumento de 23,9% com relação a temporada 2017/2018, conforme Companhia Nacional de Abastecimento, em 2019. Sendo considerado o terceiro maior produtor mundial e o segundo maior exportador, segundo dados da Federação da Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, em 2020.

A cultura do milho possui alto potencial produtivo, sendo muito responsiva ao incremento de tecnologia, obtendo benefícios com as modernas técnicas da semeadura a colheita (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). No entanto, como a maioria das culturas de importância econômica a cultura depende da interação de uma somatória de fatores edafoclimáticos apropriados para o seu desenvolvimento. Se o solo for rico em nutrientes, isso não representaria muito se a planta estivesse submetida a condições climáticas adversas ou ainda características físicas inadequadas, como exemplo, drenagem e aeração deficientes, adensamento subsuperficial, declividade acentuada, profundidade reduzida, etc. (LANDAU et al., 2008).

O milho é o cereal de maior importância econômica no Brasil e no mundo, por sua versatilidade, adapta-se a diferentes sistemas de produção. Devido à grande produção de fitomassa de alta relação C/N, é fundamental em programas de rotação de culturas em sistemas de plantio direto. Embora o milho apresente alto potencial de produção, o seu rendimento, no Brasil, ainda é baixo. Considerando a qualidade e o potencial das sementes de milho disponíveis, com predominância dos híbridos

simples, verifica-se que é fundamental um aperfeiçoamento dos sistemas de produção para que esses materiais possam expressar ao máximo seu potencial genético, alcançando altas produtividades em sistema de produção sustentáveis (CRUZ et al., 2008).

Em suma, esses fatores justificam a importância socioeconômica da cultura do milho para o Brasil e para o mundo, constituindo-se numa das espécies vegetais mais estudadas nas mais diversas áreas do conhecimento agrônomo.

2.2 Semeadora-adubadora de precisão para semeadura direta

Máquinas e implementos exercem papel fundamental na agricultura. Através das semeadoras-adubadoras são criadas as condições para que a semeadura seja feita de maneira adequada. Muitos fatores podem interferir na qualidade da semeadura, já que o sucesso da cultura está relacionado com sua correta implantação. Portanto, o entendimento de uma semeadora-adubadora quanto aos seus sistemas, regulagens, corte das coberturas e retorno do solo e das palhas após abertura do sulco de semeadura tornam-se imprescindíveis para a obtenção de altas rentabilidades nas grandes culturas, como na soja e no milho, permitindo ainda diferenciar produtores (SIQUEIRA, 2008).

A função de uma semeadora-adubadora de plantio direto é cortar a palha; abrir sulco com pequena remoção de solo e palhas; dosar fertilizante e sementes; depositar fertilizante e sementes em profundidades adequadas; cobrir sementes com solo e palha; compactar solo lateralmente à semente. (CASÃO JR & SIQUEIRA, 2006)

As semeadoras de precisão conforme a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994), são classificadas, segundo a forma de distribuição de sementes, em semeadoras de precisão e semeadoras de fluxo contínuo. As semeadoras de precisão são máquinas que distribuem as sementes no sulco de semeadura, uma a uma ou agrupadas, em linha e intervalos regulares de acordo com a densidade de semeadura estabelecida. Semeadoras de fluxo contínuo são equipamentos que distribuem de forma contínua as sementes no solo, principalmente sementes miúdas que requerem menores espaçamentos entre elas.

Kurachi et al. (1986) observaram que as semeadoras-adubadoras fabricadas em diferentes tipos e modelos no mercado brasileiro devem ter sua eficácia avaliada através de dois parâmetros principais. O primeiro sendo com relação à distribuição

longitudinal de sementes e o segundo sendo a porcentagem de espaçamentos aceitáveis e o coeficiente de variação geral da produção de espaçamentos.

De acordo com Derpsch et al. (1991) as semeadoras-adubadoras para plantio direto devem ter capacidade para cortar restos vegetais e romper o solo não preparado; elementos de corte, adubação e semeadura que evitem embuchamentos por restos culturais; possibilidade de regulagem de profundidade, densidade de semeadura e espaçamentos entre linhas; rodas compactadoras para fechar os sulcos e compactar o solo ao redor das sementes, protegendo-as de ressecamento e ataque de pássaros e roedores.

Por isso a regulagem ideal da semeadora-adubadora tem extrema importância, pois as principais causas do aumento dos espaçamentos múltiplos são: disco ou anel inadequado para o tamanho (peneira) das sementes do híbrido, falta ou excesso de grafite no sistema dosador com disco alveolado horizontal, pressão impropria do sistema nos dosadores com sistema pneumático, fechamento do sulco e até mesmo umidade do solo inadequada (WEIRICH NETO et al. 2015)

Santos & Weirich Neto (1999) avaliaram a distribuição de plantas de milho em 22 áreas, observaram que a simples atualização do equipamento não garantiu um processo de semeadura mais preciso e que, além da máquina, deve-se atender a fatores como meio, material, mão-de-obra e método. Os mesmos autores ainda analisaram 39 processos de semeadura de milho em lavouras comerciais e concluíram que a utilização de semeadoras, consideradas de alta tecnologia e com pouco uso, não asseguram um processo de semeadura eficiente.

No Brasil, a maioria das semeadoras-adubadoras utilizadas no cultivo do milho são equipadas com sistema de distribuição mecânico de disco alveolado horizontal. Porém, nos últimos anos as semeadoras-adubadoras estão sendo substituídas por modelos modernos, já equipadas com sistemas de distribuição pneumáticos segundo a ABIMAQ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, 2019).

2.3 Mecanismo dosador de sementes pneumático (disco vertical)

Para Molin & Chang (1992), os mecanismos distribuidores de sementes de precisão são basicamente de três tipos: disco horizontal perfurado, dedos prensores e pneumático. O disco horizontal perfurado possui orifícios onde se alojam as

sementes, e, ao girar as mesmas são liberadas; o mecanismo de dedos prensores é constituído de um disco vertical em torno do qual são fixados os dedos, sendo que cada um ao fechar aloja uma semente até levá-las ao tubo condutor; o mecanismo pneumático utiliza-se de uma corrente de ar formada a partir de um ventilador, a qual prende as sementes através da pressão nos pequenos orifícios de um disco vertical, causando o mínimo de dano à semente.

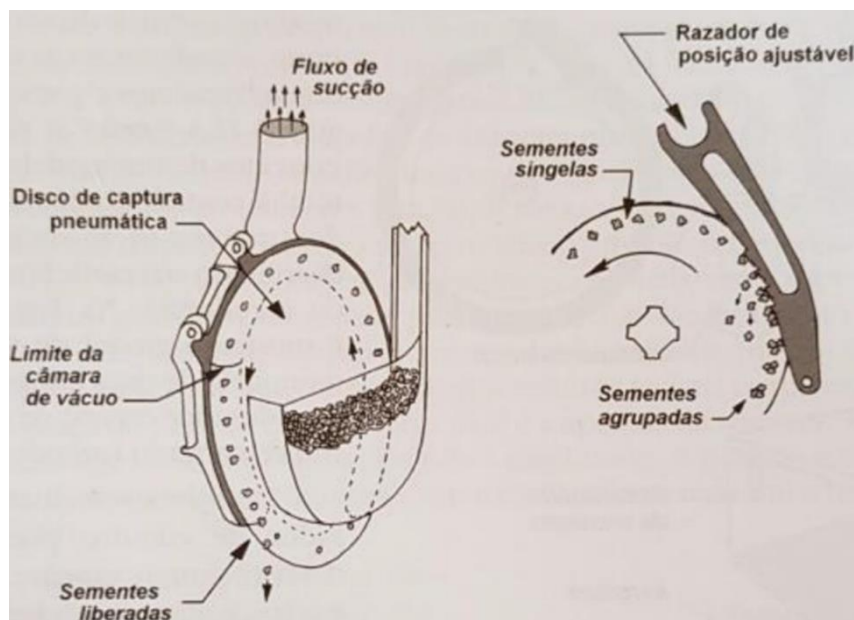
Portella (1997) relatou que os mecanismos dosadores de precisão são classificados em mecânicos e pneumáticos. Como dosadores mecânicos há dosador de disco horizontal perfurado, disco inclinado, dedos prensores, discos alveolados e alveolados de dupla fileira. Os dosadores de precisão mecânicos geralmente possuem forma de discos alveolados, sendo dispostos no fundo do reservatório de sementes, os quais, ao girar, alojam e transportam as sementes até a abertura de saída, liberando-as. Os pneumáticos utilizam o ar como princípio de captação de sementes, possuindo discos (verticais) perfurados nos quais atuam efeitos de pressurização e sucção de ar, captando as sementes e transportando-as devido ao diferencial de pressão gerado, sendo liberadas ao solo quando o diferencial de pressão é eliminado. O mesmo autor afirma que este mecanismo tem maior precisão na dosagem de sementes, no entanto, devido às variações no tamanho e forma das mesmas, há necessidade de variações nos discos e orifícios adequados às sementes das espécies cultivadas.

Mialhe (2012) cita que o princípio de funcionamento dos dosadores pneumáticos é na captura da semente pela diferença de pressão ou fluxo de ar criado por tal diferencial de pressão. Após a captura, a rotação do disco conduzirá a semente até determinado ponto onde haverá o corte da pressão, provocando a liberação da semente diretamente no tubo condutor, a conduzindo até o solo. Esta pressão de vácuo necessária ao sistema é produzida por uma turbina, acionada pelo comando de fluxo contínuo de óleo do trator ou uma bomba de óleo acionada pela tomada de potência do trator. Em ambos os casos, ocorre um gasto adicional de energia da máquina, variável com o tipo e tamanho do implemento, mas que deve ser considerado no momento do dimensionamento do maquinário. Os sistemas pneumáticos podem ser do tipo pressão positiva e a vácuo, sendo este último o mais difundido entre os principais fabricantes. Neste sistema, um disco dosador vertical, montado em cada linha de plantio, seleciona as sementes de um pequeno reservatório localizado na base do disco.

Os mecanismos dosadores pneumáticos de sucção possuem uma base para depósito de sementes, funcionando também como apoio do disco dosador, sendo normalmente vertical e com uma ou mais fileiras concêntricas de furos, e uma tampa que fecha em conjunto, que deixa somente uma saída para as sementes que foram dosadas. Pelo ar ser aspirado, as sementes ficam presas na parte externa do disco dosador, e vão sendo liberadas quando o vácuo em cada orifício é neutralizado (BALASTREIRE, 1987).

Um exemplo de sistema dosador pneumático (vácuo) pode ser verificado na figura 1.

Figura 1 - Sistema dosador de precisão a vácuo (pressão negativa).



Fonte: Adaptado de (Mialhe, 2012)

Segundo Torino et al. (2007) em ensaio com várias semeadoras, com diferentes mecanismos dosadores de sementes, concluiu-se que o sistema pneumático apresenta melhor desempenho que o sistema mecânico na dosagem e distribuição de sementes de soja, com maior precisão na faixa de espaçamentos aceitáveis.

Trabalhando com diferentes velocidades de deslocamento, Mello et al. (2001) concluíram que a semeadora equipada com mecanismo dosador pneumático apresenta melhor desempenho na distribuição longitudinal de sementes do que a

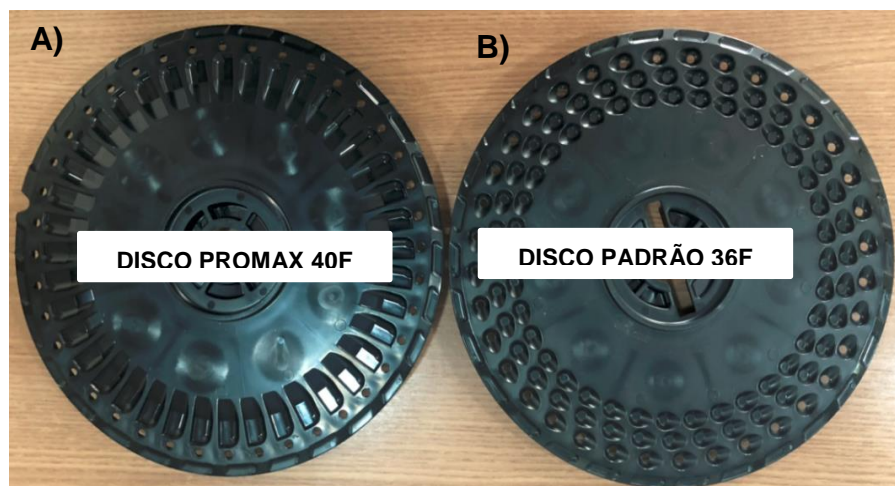
semeadora de discos horizontais perfurados, obtendo em média 85,4 e 77,4% de espaçamentos aceitáveis para as respectivas semeadoras.

Schmalz (2014), com intuito de estudar o desempenho de tipos de dosadores de sementes de milho e soja, sendo 02 modelos de semeadora pneumáticas e 05 modelos mecânicos (disco alveolado), concluiu que as semeadoras pneumáticas apresentaram superioridade numérica e estatística, tanto para a cultura da soja, quanto para a do milho.

Melo et al. (2013) avaliando uma semeadora de disco horizontal e pneumática em duas velocidades de deslocamento, concluíram que a semeadora pneumática apresentou maior regularidade na distribuição quando comparada ao sistema mecânico de distribuição, no entanto, os valores ainda estiveram abaixo do mínimo exigido para uma semeadora pneumática que é de 90% de espaçamentos normais.

Casão Jr e Siqueira (2006) alertam que mesmo nos dosadores pneumáticos há necessidade de utilizar diferentes tipos de discos, com orifício adequados às diversas sementes, devido à grande variação do tamanho e forma das sementes, inclusive com fileiras concêntricas de furos. Na figura 2 são apresentados dois modelos disco (A e B) utilizados em semeadoras de precisão à vácuo para milho.

Figura 2 – Modelos de discos dosadores de precisão a vácuo para sementes de milho (A e B).



Fonte: Autoria Própria (2018)

Koller et al., (2014) desenvolveram um novo método para avaliar a eficácia da qualidade na distribuição de sementes por meio de gravação de vídeo simultânea em

visualizações frontais e laterais em combinação com algoritmos de processamento de imagens que foram usadas para coletar os dados. Esse método foi testado na avaliação de dois discos de distribuição de um sistema de precisão à vácuo. O método foi eficaz na determinação do espaçamento temporal entre sementes e a trajetória de sementes individuais e permitiu uma comparação detalhada entre o desempenho de separação de um disco de medição John Deere Promax 40 e um disco de milho John Deere padrão. Através dos dados obtidos pelo sistema, ficou evidente que as variações na distribuição das sementes para o disco padrão foram mais acentuadas do que para o disco Promax 40. Com o aumento da velocidade de rotação de ambos os discos, a variabilidade também aumentou, sendo mais significativa para o disco padrão do que para o Promax 40.

O mecanismo dosador das semeadoras série 2100 vem equipadas com o disco Promax 40 de face plana, que foi desenvolvido para trabalhar com sementes de tamanhos e formatos não uniformes, comuns em híbridos de milho (JOHN DEERE®, 2018a) conforme mostra a figura 2 A.

Outro fator importante a ser considerado no sistema dosador pneumático é a relação da pressão do vácuo no sistema. O sistema VacuMeter™, disponível em semeadoras de precisão a vácuo, garante a dosagem de sementes por vácuo, utilizando a pressão negativa para sugar cada semente individualmente e mantê-las nas células do disco de sementes. Este mecanismo dosador de sementes é capaz de operar em velocidade de semeadura de até 12 km h⁻¹, porém, a precisão da semeadura pode ser afetada em velocidade superior a 9 km h⁻¹, afetando a distribuição longitudinal das sementes (JOHN DEERE®, 2018b).

Com o objetivo de verificar a precisão na captação de sementes de soja em diferentes pressões de vácuo (3,5 kPa; 4,0 kPa, 5,0 kPa, 5,5 kPa e 6,0 kPa), bem como a distribuição das sementes na linha de semeadura e o consumo de combustível no trator-semeadora, Lauriano et al. (2017) chegaram à conclusão de que a distribuição da semeadora na pressão do vácuo em 3,5; 4,0; e 5,5 kPa, diminuíram nas linhas mais distantes, quando comparadas as linhas centrais. Com relação a distribuição de sementes, a regularidade foi afetada na distribuição de sementes com pressão de vácuo abaixo dos 5,0 kPa e conseqüentemente maior consumo de combustível.

Em síntese, os sistemas pneumáticos podem ser do tipo pressão positiva e pressão negativa, no Brasil, este último sistema é o mais difundido entre os principais fabricantes de máquinas agrícolas o que nos remete a causa e efeito de estudá-lo.

2.4 Plantabilidade (qualidade de semeadura)

Plantabilidade é um termo relativamente novo no vocabulário agrícola brasileiro, é um conceito muito utilizado para conferir a qualidade de semeadura (ZARDO & CASIMIRO, 2016). Os sinais visíveis de uma boa plantabilidade ou qualidade de semeadura são a uniformidade de espaçamentos entre as plantas na fileira, com ausência de falhas e duplas, o que resulta numa população de plantas de altura e maturação uniforme e com quantidade similar de grãos por planta. A distribuição uniforme das sementes no sulco, profundidade adequada para a cultura semeada e outros são fatores de controle da qualidade (MAHL, 2002; MARQUEZ, 2004; AMADO; TOURN; ROSATTO, 2005).

Para Bortolotto (2014) a plantabilidade é uma variável essencial para determinação do potencial produtivo de uma lavoura. Um estande bem distribuído e dentro das extremidades populacionais recomendadas pelas empresas produtoras de sementes, condiciona um teto elevado de produtividade. Ao mesmo tempo, falhas no momento da semeadura comprometem todo o sistema produtivo. Além dos ajustes adequados da semeadora-adubadora, deve-se considerar dentro da plantabilidade sementes de qualidade, com altos índices de germinação e vigor.

Kolachinski et al. (2010) após avaliarem fatores de qualidade no processo de semeadura de 11 propriedades rurais no norte do Paraná, concluíram que a qualidade de semeadura não estava ocorrendo de maneira satisfatória na maior parte das propriedades, pois ocorreram erros de regulagem e de operação das semeadoras o que contribui para a baixa qualidade de semeadura e baixa produtividade da cultura na região.

Franco et al. (2009) avaliaram a qualidade de operação de semeadura mecanizada da cultura do milho de segunda safra em lavouras comerciais na região do vale do Médio Paranapanema, São Paulo e concluíram que a qualidade de semeadura pode ser melhorada.

Na operação de plantio pode-se afirmar que já se investiu mais de 50% do custo de produção da lavoura (Hentschke & Diniz, 2005). A etapa mais importante na

produção de grãos é a semeadura, pois estão envolvidos os maiores custos e as maiores tecnologias. Portanto, é importante fazê-la sem erros ou com o mínimo possível deles. O maior problema dos erros na semeadura é que não há como corrigir, ou seja, uma semente não depositada no solo, ou depositada de forma desuniforme, vai levar a uma falha ou gerar plantas múltiplas e, portanto, não serão mais corrigidas naquela safra (SILVA, 2018).

Conforme afirma Mahl (2006) dentre as operações do sistema de plantio direto, semear com qualidade consiste em obter adequada dosagem e distribuição de sementes e fertilizantes, menor revolvimento do solo, melhor cobertura das sementes e do solo e melhor emergência de plântulas. Na fase inicial do processo de estabelecimento das culturas, a ocorrência de falha na semeadura normalmente é detectada após a emergência das plântulas e, independentemente de sua causa, apresenta efeitos negativos que podem reduzir consideravelmente a produtividade das culturas.

Casão Jr & Siqueira (2006) observam que é necessário compreender o funcionamento de uma semeadora, quando o objetivo é obter um bom desempenho na implantação das culturas. O primeiro fator a ser destacado é a dosagem de sementes. Outro fator está na uniformidade das sementes, além de possíveis tratamentos que ela possa sofrer como inoculantes, inseticidas e fungicidas, que alteram seu coeficiente de atrito e dificultam seu alojamento adequado nos alvéolos dos dosadores. A profundidade em que o fertilizante e as sementes são depositados no solo deve ser adequada, uniforme e na dosagem correta. Este parâmetro é importante para que as plantas se desenvolvam uniformemente. Em plantio direto, salvo exceção, o fertilizante e as sementes são depositadas no mesmo sulco, mas é importante que estejam espaçadas aproximadamente 5 cm uma da outra.

Balastreire (1987) afirma que a semeadura é resultado do relacionamento entre as sementes, o solo, a máquina, o clima e o operador. Para as sementes ressalta-se ainda a quantidade, uniformidade no tamanho, uniformidade de distribuição, tratamento com defensivos agrícolas ou inoculantes, uniformidade de cobertura e profundidade de semeadura.

Nesse sentido, o processo de semeadura adequado busca a correta distribuição longitudinal das sementes no solo aliada à correta profundidade de deposição das mesmas para se obter estande correto e uniforme (ALMEIDA et al., 2010). É uma das etapas que exige maior perfeição na execução; pois pode

comprometer os recursos naturais e a rentabilidade da atividade agrícola (ROS et al., 2011).

Já Maroni et al. (2005) afirmam que a semeadura adequada é aquela onde a diferença entre a quantidade de plantas possíveis de serem obtidas e as emergidas é mínima, o espaçamento entre elas é uniforme e o tempo necessário para emergência de toda a população de plântulas seja mínimo.

Para Almeida et. al. (2010) e Machado et al. (2016) o processo de semeadura contribui para o sucesso do sistema produtivo e esse processo visa a adequada deposição das sementes em profundidade no solo aliada a correta distribuição longitudinal.

Pereira (1991) relata que a qualidade na semeadura está diretamente ligada há alguns fatores como, regulação da semeadora, população adequada de sementes e plantas por hectare, de acordo com o material utilizado e distribuição equidistante das plantas para evitar o mínimo possível a competição entre plantas por água, nutrientes e luz.

Dessa maneira a qualidade de semeadura é obtida pela combinação de inúmeros fatores, dentre eles, a qualidade das sementes, o adequado preparo do sulco de semeadura, a cobertura das sementes e o contato com o solo e a água, a localização das sementes no solo tanto em profundidade como em posição na linha de semeadura, e, o espaçamento entre fileiras (MARQUEZ, 2004).

O fator profundidade de semeadura é extremamente importante para a maioria das culturas anuais, pois é recomendado que a profundidade deva ser igual para todas as sementes, levando a emergência mais homogênea possível de todas as plântulas. Caso isso não ocorra, as plântulas emergidas mais tardiamente, provavelmente, serão dominadas pelas emergidas anteriormente. Portanto, todos esses fatores citados possivelmente ocasionarão perdas de produtividade da lavoura (SOUZA, 2016).

Para MATOS (2013) a profundidade de semeadura é um dos fatores extremamente importante para manter uniformidade e atingir níveis adequados de emergência das plântulas. Se a semente for depositada no solo de forma inadequada, pode limitar o desenvolvimento das plantas em estádios posteriores de crescimento

Portanto, a emergência das plântulas ocorre graças a uma combinação entre as alongações do coleóptilo e mesocótilo. Estas duas estruturas exercem papel importante no sub-período semeadura-emergência. O mesocótilo é o primeiro entrenó da planta. Ele é uma estrutura com capacidade para se alongar mais ou menos,

dependendo da profundidade de semeadura, da temperatura e umidade do solo e da cultivar. Quando a semeadura é superficial, o mesocótilo se alonga pouco e a emergência é alcançada devido à elevação do coleóptilo. Em semeaduras mais profundas, o mesocótilo é a estrutura responsável pela elevação do coleóptilo próximo a superfície do solo para que a plântula possa emergir (SANGOI et al. 2007)

Trabalho desenvolvido por Silva e Argenta (2000) observaram que em semeaduras mais profundas o mesocótilo é estimulado a se alongar a procura de luz, ocasionando que os primeiros colares do colmo permaneçam a uma distância relativamente constante da superfície do solo. Os autores ainda relataram que ocorreu interferência da temperatura no processo de germinação da semente. Temperaturas acima de 20°C estimularam o crescimento do mesocótilo, conseqüentemente diminuindo o número de dias para a emergência, garantindo dessa forma uma maior percentagem de emergência. Entretanto, temperaturas inferiores a 20°C registradas nas semeaduras mais profundas interferiram restringindo o desenvolvimento do mesocótilo, resultando aproximadamente em 30% de plântulas que não conseguiram emergir quando depositadas a 10 cm de profundidade.

Estudando três profundidades de deposição de sementes de milho (4, 6 e 8 cm) Özmerzi et al. (2002) obtiveram melhor uniformidade na profundidade de semeadura de 6 cm, a qual foi avaliada pelo menor coeficiente de variação. Por outro lado, a variação na profundidade de deposição de sementes não interferiu na uniformidade de distribuição longitudinal das mesmas (espaçamentos normais, múltiplos e falhos) mas interferiu de forma significativa no índice de emergência (maior índice nas profundidades de 4 e 6 cm) e no número médio de dias para emergência (menor na profundidade de 4 cm).

Fancelli e Dourado Neto (2000) estudaram profundidade de semeadura do milho e afirmaram que a profundidade adequada seria entre 3 e 5 cm para solos argilosos e 4 e 6 cm para solos arenosos. Após avaliar 60 pontos de uma lavoura comercial, Weirich Neto (2004) afirmou que 3,9 cm seria a profundidade adequada para a deposição da semente, defendendo que sementes depositadas abaixo requerem maior tempo para emergir.

Souza et al. (2013) concluíram que o aumento da profundidade de 5 para 9 cm na operação de semeadura influenciou negativamente com a redução de estande e eficácia de semeadura. Na profundidade de 5 cm obteve-se o maior estande e melhor eficácia de semeadura.

Normalmente, a sementeira do milho é realizada com profundidade entre 3 a 7 cm, adotando a média de 5 cm. A Embrapa (1996) afirma que se essas sementes forem depositadas em profundidade maior poderá ocasionar prejuízos à emergência de plântulas, com reflexos no vigor inicial da cultura.

Portanto, a profundidade de sementeira é um dos fatores que mais influenciam a emergência e o desenvolvimento da cultura do milho. Sementeiras mais profundas fazem com que as sementes gastem mais energia para emergirem, provocando a formação de estruturas que não são essenciais às plantas, como alongamento do mesocótilo. O plantio deve ser superficial, em torno de 3 a 5 cm em solos mais pesados e em solos mais leves de 5 a 8 cm, aproveitando a umidade (EMBRAPA, 1993).

A eficácia das sementeiras adubadoras é avaliada pela qualidade e quantidade de trabalho que executam. A quantidade é obtida pela capacidade de trabalho por unidade de tempo e os fatores que interferem mais diretamente são a largura de trabalho e a velocidade de deslocamento. Por outro lado, a qualidade requer a obtenção de uma população de plantas de acordo com a densidade pré-estabelecida. Utilizaram como parâmetros de avaliação da qualidade de sementeira a manutenção da cobertura do solo, a profundidade de deposição de sementes, a uniformidade de emergência de plântulas e o espaçamento entre plantas. (AMADO et al. 2005).

Nos últimos 20 anos diferentes arranjos espaciais resultantes da combinação do espaçamento entre linhas de sementeira e o número de plantas por metro têm sido estudados com maior frequência pela maior ou menor adaptação das culturas ao ambiente. A conclusão foi de que a distribuição de plantas na linha de sementeira possibilitaria melhor aproveitamento de luz, água e nutrientes, acarretando maior rendimento da cultura (KASPERBAUER e KARLEN, 1994; JOHNSON et al., 1998; ARGENTA et al. 2001).

Segundo Kurachi et al. (1989) estudos apontaram a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes como uma das características que mais contribuem para a obtenção de um estande adequado de plantas e, conseqüentemente, de uma melhor produtividade da cultura. A ABNT (1994) considera aceitáveis ou normais espaçamentos entre plantas que se situam entre 0,5 e 1,5 vezes o espaçamento médio desejado. Os espaçamentos que se situam abaixo do limite inferior são considerados como múltiplos, e, os que estão acima do limite superior como espaçamentos falhos. Concluindo-se, por exemplo, para distância entre

plantas de milho de 20 cm são consideradas falhas, espaçamentos entre plantas maiores que 30 cm e múltiplos ou duplos aqueles inferiores a 10 cm (SIQUEIRA, 2008).

Uma nova abordagem também empregada para medir a uniformidade de plantio na linha de semeadura, pode ser através do % de falhas e % de duplas e de uma maneira mais adequada de determinar a uniformidade, que é através do coeficiente de variação (CV) ou desvio padrão. Quanto maior for este coeficiente, maior é a variação da distância entre plantas (HORN, 2010). O coeficiente de variação pode ser classificado como: < 10% é baixo, de 10 a 20% é médio, 20 a 30% é alto e acima de 30% muito alto (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002).

Numer (2011) relata que experimentos realizados durante 7 anos em 61 locais diferentes, quantificaram as perdas decorrentes de falhas de sementes na linha de plantio. Quando ocorre a falta de uma espiga em 5 metros lineares, numa produtividade de 8290 kg ha⁻¹, há uma redução de produtividade em torno de 3,3%, que corresponde a 274 kg ha⁻¹ sacos por hectare. Para cada 10% de aumento no CV da distribuição longitudinal de sementes, ocorrem perdas de produtividade de 90 kg ha⁻¹. Portanto a % de CV aceitável na cultura do milho seria de até 25%, e que, a cada 10% de CV, mesmo obtendo a população de plantas desejada, há uma redução significativa no rendimento da cultura (PIONEER, 2010). Já Sangoi et al. (2012) observaram uma redução na produtividade do milho de 64 a 83 kg ha⁻¹ para cada aumento de 10% no CV.

Dessa forma, autores tem estudado há alguns anos a relação da densidade de plantas como uma forma de potencializar a produtividade de grãos na cultura do milho, associada a correta distribuição longitudinal. Portanto, a cultura é exigente em distribuição o mais equidistante possível, para competir minimamente entre si e demonstrar todo o seu potencial genético na forma de produção de matéria seca ou de grãos dependendo da finalidade da lavoura. (ALMEIDA et al., 2000; SANGÓI et al., 2002).

A velocidade de semeadura é o fator que mais pode influenciar na profundidade e na distribuição longitudinal das sementes. De acordo com Delafosse (1986), a velocidade de deslocamento é um dos parâmetros que mais interfere na qualidade de semeadura e, que a distribuição longitudinal de sementes no sulco de semeadura, é afetada pela velocidade de deslocamento. A velocidade ideal de semeadura é aquela em que o sulco é aberto e fechado sem remover exageradamente o solo, permitindo

distribuir as sementes com profundidade e espaçamentos constantes (VIEIRA & REI, 2001).

Bottega et al. (2018) estudando o fator velocidade de deslocamento na semeadura do milho concluiu que o aumento da velocidade de deslocamento trator-semeadora interfere na precisão e na distribuição de sementes. A distribuição de plantas mais adequada foi obtida ao se utilizar o dosador de sementes pneumático nas velocidades 4 e 6 km h⁻¹. O autor ainda afirma que a ocorrência de plantas duplas está relacionada diretamente com o aumento da velocidade de semeadura. Dessa forma, na maior velocidade houve menor percentual de espaçamentos normais e aumento no percentual de espaçamentos múltiplos e falhos, maior CV e um índice pior de precisão.

Mello et al. (2005), avaliando dois cultivares de milho em três velocidades de deslocamento na operação de semeadura (5,4; 6,8 e 9,8 km h⁻¹), verificaram que a força de tração na barra e o número médio de dias para emergência de plântulas de milho não foram influenciados pela velocidade. Por outro lado, o consumo de combustível por área trabalhada e o percentual de espaçamentos normais entre plantas diminuíram com o aumento da velocidade. Resultado semelhantes foram encontrados por Klein et al. (2002), onde observaram que menos da metade das sementes foram depositadas com espaçamentos adequados quando se aumentou a velocidade de deslocamento da máquina de 4,0 até 12,0 km h⁻¹. Os mesmos resultados foram encontrados por Mantovani et al. (1992), que avaliaram 9 semeadoras de milho (disco horizontal e pneumática) e concluíram que, de maneira geral, a distribuição longitudinal de sementes se tornava irregular a medida que a velocidade de deslocamento aumentava.

Dambrós (1998) concluiu que a uniformidade de distribuição de plantas foi reduzida com o aumento da velocidade na operação de semeadura. Fey et al. (2000) também afirmaram que o aumento da velocidade na operação de semeadura do milho influenciou na uniformidade de distribuição longitudinal de plantas, porém não afetou a população de plantas e a produtividade de grãos. Pinheiro-Neto et al. (2008), avaliando duas semeadoras-adubadora, concluíram que aumentando a velocidade de deslocamento do conjunto reduziu a população final e proporcionou a diminuição da porcentagem de espaçamentos aceitáveis entre as plantas, gerando redução de produtividade. Já Dias et al. (2009) encontraram dados semelhantes quanto a

irregularidade na distribuição longitudinal, mas identificaram aumento da população de milho quando se aumenta a velocidade de 5,4 km h⁻¹ para 9,8 km h⁻¹.

Estudo realizado por Mello et al. (2007) avaliaram a influência da velocidade na semeadura da cultura do milho, e concluíram que ocorreu a redução de espaçamentos aceitáveis com elevação da velocidade de 3,5 para 7,0 km h⁻¹. Andersson (2001) também detectou redução na quantidade de sementes depositada por metro no solo com o aumento da velocidade de semeadura.

Santos et al. (2016) avaliaram sistema de plantio direto de milho em taxa variável e análise de população de plantas em relação ao aumento da velocidade de semeadura de 5,5 km h⁻¹ para 6,5 km h⁻¹ de uma semeadora com dosador pneumático vertical e concluíram que o sistema não foi eficiente em adequar a quantidade de sementes por metro linear a medida que ocorreu o aumento da velocidade de deslocamento.

A velocidade de semeadura influi na uniformidade e profundidade, assim como na distribuição das sementes. A velocidade varia em torno de 4 a 6 km h⁻¹ para semeadoras a disco. Para semeadoras a vácuo a velocidade pode chegar até 10 km h⁻¹. Porém o aumento da velocidade de semeadura de 5 para 10 km h⁻¹ pode implicar em perdas de até 12% na lavoura de milho (EMBRAPA, 1993).

Segundo Delafosse (1986), a qualidade de semeadura é comprometida à medida que se aumenta a velocidade de deslocamento e associa tal fato às características dos sistemas de dosagem de sementes e fertilizantes, dos mecanismos sulcadores e das condições de preparo do solo. O autor afirma que a qualidade de semeadura interfere no rendimento das culturas, seja por competição por água, nutriente e luz e relatou que a falta de precisão na semeadura pode reduzir significativamente a produtividade.

Em linhas gerais, pode-se concluir que a qualidade de semeadura é fundamental para se atingir níveis elevados de produtividade na cultura do milho. A medida que se aumenta a velocidade de deslocamento e associa tal fato às características dos sistemas de dosagem de sementes, perde-se qualidade e compromete de forma significativa a produtividade da cultura do milho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área

Os experimentos foram conduzido na segunda safra do ano agrícola de 2018, onde a semeadura foi realizada no dia 28 de Fevereiro de 2018, na Fazenda Rio Verdinho, pertencente à Agropecuária Ponte Alta, localizada no município de Itaberá/SP, sudoeste do Estado de São Paulo, Brasil, em área comercial, com as seguintes coordenadas geográficas aproximadas, de Latitude 24° 02' 17.94" S e Longitude 49° 09' 23.90" W de Greenwich, altitude média de 706 metros, declividade do solo entre 6 e 8%.

O solo é caracterizado como LVd1 (Latosolo Vermelho distrófico) relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006).

Antes da instalação do experimento, realizaram-se amostragens para análises física e química do solo de 0-20 cm, cujos resultados são apresentados nas tabelas 1 e 2, respectivamente. A análise foi realizada pelo Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Campus de Botucatu.

A área utilizada apresentava restos culturais remanescentes da cultura da soja.

Tabela 1 - Análise granulométrica do solo na camada de 0 a 20 cm antes do experimento, Itaberá, 2018.

Areia	Argila	Silte
507	325	168

Fonte: Unesp – FCA Botucatu (2018).

Tabela 2 - Análise química para fins de fertilidade do solo na área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm, Itaberá 2018.

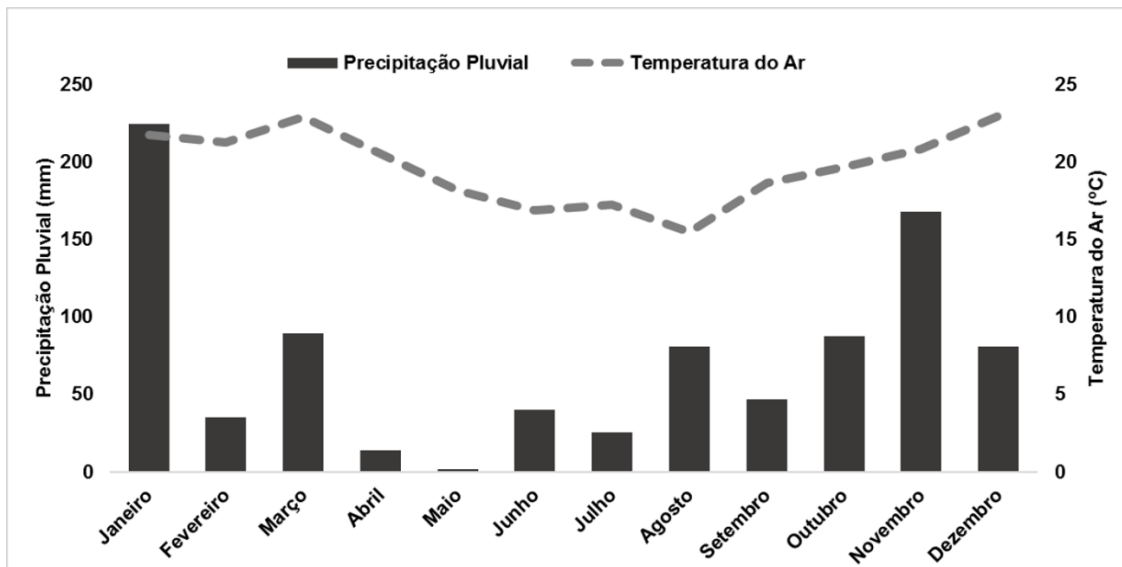
EXPERIMENTO	pH	M.O. CaCl ₂ g dm ³	P _{resina} mg dm ³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
1	5,4	43	29	28	4,1	49	17	70	99	71
2	5,5	40	21	25	3,5	45	18	67	92	72

Fonte: Unesp – FCA Botucatu (2018).

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura média na figura 3 durante a implantação, condução e colheita do experimento, foram obtidos através do posto meteorológico da Estação Experimental CDE da Fundação ABC em Itaberá/SP devido sua proximidade da área de estudo.

Segundo a classificação de Köppen e Geiger o clima é quente, classificado como Cfa, com temperatura média 19.9 °C. T e pluviosidade média anual de 1193 mm.

Figura 3 - Distribuição da precipitação pluviométrica e temperatura média mensal na CDE da Fundação ABC, Itaberá 2018.



Fonte: CDE da Fundação ABC, Itaberá (2018).

3.2 Máquinas e equipamentos agrícolas

Na semeadura do milho, para tracionamento da semeadora-adubadora, utilizou-se um trator de pneus cabinado da marca Case, modelo Magnum 340, tração dianteira auxiliar (4x2 TDA), com potência de 250,07 KW (340 cv) no motor, transmissão: automática tipo FullPowershift (18 x 4).

Utilizou-se duas semeadoras pneumáticas de precisão a vácuo, marca John Deere, modelo 2113 pantográfica, caixa central de sementes (CCS), sistema DualFlex™ Pro, equipadas com 12 linhas, cada uma, espaçadas de 0,5 m, unidas por tandem (sistema utilizado para a união ou trabalho conjunto de dois componentes que são complementares) compondo 24 linhas totais.

Para a pulverização dos produtos fitossanitários foi utilizado o Pulverizador – Marca Montana, modelo Parruda 167,06 KW (228 cv) com capacidade 3000L autopropelido, equipado com barras de 25 metros e bicos espaçados 0,5 metros entre si. A figura 4 e 5 representam o trator e as semeadoras utilizadas.

Figura 4 - Trator Case Magnum modelo 340 utilizado para tracionar as semeadoras.



Fonte: Autoria Própria (2018)

Figura 5 - Semeadoras de precisão à vácuo John Deere 2113 unidas por tandem para semeadura do milho.



Fonte: Aatoria Própria (2018)

3.3 Manejo Fitossanitário

Durante a condução dos experimentos fez-se o manejo fitossanitário da cultura por meio da aplicação de inseticida Acefato (Orthene 750 g Kg⁻¹) na primeira aplicação e utilizou-se dosagem de 1,0 kg ha⁻¹ do produto, e volume de calda de 200 L ha⁻¹ para manejo dos percevejos após 18 dias da semeadura. A segunda aplicação de Inseticida utilizou-se inseticida Imidacloprido + Bifentrina (Galil 250 g L⁻¹ 50 g L⁻¹) na dosagem de 0,4 L ha⁻¹ 36 dias.

Na primeira aplicação para manejo de plantas daninhas aplicou-se o herbicida Glyphosate (Roundup WG, 720 g kg⁻¹ i.a.) em pós-emergência na dosagem de 2,5 kg ha⁻¹, do produto, e volume de calda de 200 L ha⁻¹ aos 18 dias após a semeadura. Na segunda aplicação de herbicida utilizou-se Tembotrione (Soberan 420 g L⁻¹ i.a.) na dosagem 0,2 L ha⁻¹ e Atrazina (Primóleo 400 g L⁻¹ i.a) na dosagem de 4,5 L ha⁻¹ dos produtos comerciais, e volume de calda de 200 L ha⁻¹ aos 46 dias após a semeadura.

Na terceira aplicação utilizou-se fungicida Fluxapiraxade + Piraclostrobina (Orkestra SC 167 g L⁻¹ 333 g L⁻¹) na dosagem 0,8 L ha⁻¹, do produto, e volume de calda de 200 L ha⁻¹ para o controle das doenças aos 80 dias após a semeadura.

3.4 Sementes

Para o ensaio foi utilizado o híbrido simples de milho AG 8700 PRO3 (Precoce-Rápido), peneira classificada como C1L, produto que apresenta resistência a molécula do herbicida Glyphosate, com tolerância as principais espécies de lagartas da parte aérea (folhas) e tolerância a larva alfinete (praga de raiz), produto do portfólio da marca Sementes Agrocerec da empresa Bayer CropScience, com população final recomendada de 65.000 sementes.ha⁻¹ e espaçamento entrelinhas de 0,5 m. No momento da regulagem, optou-se por seguir com a regulagem de 65.000 sementes.ha⁻¹ ou 3,25 sementes.m⁻¹.

3.5 Fertilizantes

Na semeadura utilizou-se o adubo formulado FF Organic 09 (N) – 20 (P₂O₅) – 06 (K₂O) + 9 (S), na dosagem de 310 Kg por hectare, conforme análise de solo da área.

Na adubação de cobertura, aplicou-se no estágio fenológico V6, 250 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia.

3.6 Tratamentos e delineamento experimental

Os trabalhos foram conduzidos em delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial com dois fatores (3x3): três velocidades de deslocamento (4,2; 7,3 e 10,1 km h⁻¹) e três pressões de vácuo (8,0; 10,0 e 12,0 MPa), com quatro repetições por tratamento. Foram realizados dois experimentos, sendo o experimento 1 com disco de semente de 40 perfurações e o experimento 2 com disco de 36 perfurações. Desta forma o universo amostrado ficou composto por 36 unidades experimentais para cada disco. Na tabela 3 são apresentados os tratamentos utilizados nos experimentos 1 (40 furos) e 2 (36 furos).

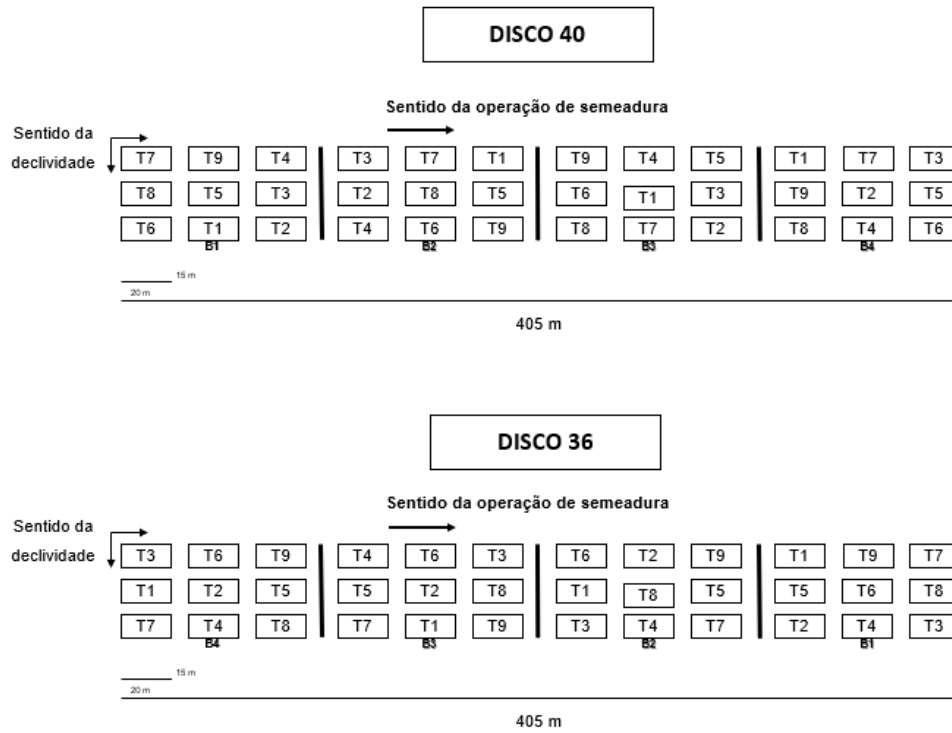
Tabela 3 – Tratamentos utilizados nos experimentos 1 (40 furos) e 2 (36 furos), Itaberá 2018.

Tratamentos Utilizados
T1: 4,2 km h ⁻¹ ; 8,0 MPa
T2: 4,2 km h ⁻¹ ; 10,0 MPa
T3: 4,2 km h ⁻¹ ; 12,0 MPa
T4: 7,3 km h ⁻¹ ; 8,0 MPa
T5: 7,3 km h ⁻¹ ; 10,0 MPa
T6: 7,3 km h ⁻¹ ; 12,0 MPa
T7: 10,1 km h ⁻¹ ; 8,0 MPa
T8: 10,1 km h ⁻¹ ; 10,0 MPa
T9: 10,1 km h ⁻¹ ; 12, MPa

3.7 Instalação e condução do experimento

Cada unidade experimental teve 20 m de comprimento e largura de 12 m (equivalente à 24 linhas de semeadura, equidistantes em 0,5 m), espaçadas de 15 m para manobras e estabilização do conjunto trator-semeadora pneumática de precisão a vácuo. A figura 6 mostra o croqui da implantação dos experimentos e a figura 7 mostra a localização dos experimentos na área de cultivo.

Figura 6 - Esquema da disposição dos tratamentos e blocos no campo.



Fonte: Autoria Própria (2018)

Figura 7 - Esquema da localização dos experimentos no campo.



Fonte: Autoria Própria (2018)

3.8 Determinação do teor de água no solo

Antes da semeadura foram coletadas 4 amostras de solo por experimento totalizando 8 amostras, na profundidade de 0 a 0,10 m; 0,10 a 0,20 m; 0,20 m a 0,30 m e 0,30 m a 0,40 m. O solo foi retirado com uso de trado, acondicionado em seguida em cápsulas de alumínio vedadas com fita adesiva para transporte até o laboratório, sendo então pesadas em balança digital de precisão de 0,01g e levadas à estufa elétrica, com temperatura de aproximadamente 105°C por 24 horas, pesando-as novamente para a determinação da massa de água contida nas amostras, a qual foi expressa em termos percentuais.

3.9 Determinação da matéria seca da cobertura vegetal

Para determinar os dados de matéria seca da cobertura vegetal do solo antes da semeadura, utilizou-se de quadrado de madeira com dimensões de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²), objetos cortantes (estilete/faca serrilhada), sacos de papel, estufa com temperatura de 65°C e balança digital de precisão de 0,01g.

O quadrado foi lançado aleatoriamente nas parcelas, sendo coletadas duas amostras em cada parcela da massa dos resíduos vegetais existentes, conforme figura 8, para quantificar a matéria seca vegetal presente na superfície do solo, antecedendo a semeadura da cultura do milho, conforme metodologia descrita por Chaila (1986).

O material foi cortado e colhido na área do quadrado, sendo colocado em sacos de papel, levado à estufa com circulação forçada de ar e temperatura de aproximadamente 65°C, até atingir massa constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança digital de precisão de 0,01g, cujos valores foram transformados em kg ha⁻¹.

Figura 8 - Coleta da massa vegetal sobre o solo antes da semeadura do milho.



Fonte: Autoria Própria (2018)

3.10 Determinação da porcentagem de manutenção de cobertura do solo

Para a indicação da porcentagem de manutenção de cobertura do solo por resíduos vegetais antes e após a semeadura, utilizou-se uma trena de 15 m de comprimento com marcações equidistantes de 0,15 m, totalizando 100 pontos, conforme Laflen et al. (1981). A figura 9 representa como foi determinada a porcentagem de manutenção da cobertura do solo antes e após a semeadura.

Essa trena foi estendida em posição diagonal sobre o solo, de modo a realizar duas contagens em cada repetição (formato de letra "X"). A porcentagem de cobertura foi contabilizada registrando o número de vezes em que as marcações na trena ficaram sobrepostas a uma parte vegetal da cobertura do solo antes e após a passagem da semeadora, essa porcentagem foi obtida através da equação 1.

$$PMC = \frac{PC_{ds} \cdot 100}{PC_{as}} \quad (1)$$

Em que:

PMC = porcentagem de manutenção de cobertura na superfície do solo (%);

PC_{ds} = porcentagem de cobertura na superfície do solo depois da semeadura (%);

PC_{as} = porcentagem de cobertura na superfície do solo antes da semeadura (%).

Figura 9 - Determinação da porcentagem de manutenção de cobertura do solo antes (A) e após a passagem da semeadora (B).



Fonte: Autoria Própria (2018)

3.11 Determinação da dosagem das sementes e dos fertilizantes

Para coleta e determinação da dosagem das sementes e dos fertilizantes, utilizou-se estopa, copos de polietileno estendido, etiquetas de identificação e balança digital de precisão de 0,01g, conforme a figura 10. As sementes coletadas, foram armazenadas em sacos de papel e foram contadas em seguida. Com o auxílio dos copos coletores, realizou-se a coleta do fertilizante em todas as linhas e através da balança, foram pesadas todas as amostras. Para as sementes coletou-se 4 repetições de 30 metros por tratamento de velocidade e pressão de vácuo nos dois modelos de discos e para o fertilizante, 4 repetições de 30 metros em todas as linhas de distribuição da semeadora-adubadora.

Figura 10 - Materiais utilizados para vedar os ductos condutores das sementes e copos de polietileno para coletar o fertilizante nas linhas de semeadura.



Fonte: Autoria Própria (2018)

3.12 Determinação da velocidade de emergência de plântulas

Para a determinação do número médio de plantas emergidas, foram feitas contagens diárias, desde a primeira plântula emergida até a estabilização da contagem, em quatro metros de linha semeada, nas quatro linhas centrais de cada parcela. O índice de velocidade de emergência (IVEm) foi calculado utilizando-se a equação 2, proposta por Maguire (1962).

$$IVEm = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (2)$$

Em que:

$IVEm$: índice de velocidade de emergência (plantas dia⁻¹);

G_1, G_2, \dots, G_n : número de plântulas emergidas em cada dia de contagem;

N_1, N_2, \dots, N_n : número de dias decorridos entre a semeadura e o último dia de contagem.

3.13 Determinação da profundidade real de deposição de sementes

Aos 21 dias após a semeadura se determinou a profundidade real de deposição de sementes. Foi utilizada faca serrilhada, enxadão e régua graduada em milímetros. Para medir a profundidade retirou-se aleatoriamente 4 plantas de cada parcela, cortando a parte aérea rente à superfície do solo, foi retirada com o enxadão e se mediu a distância entre a superfície e a semente (mesocótilo), correspondendo a profundidade real de deposição das sementes.

3.14 Determinação da distribuição longitudinal de plantas

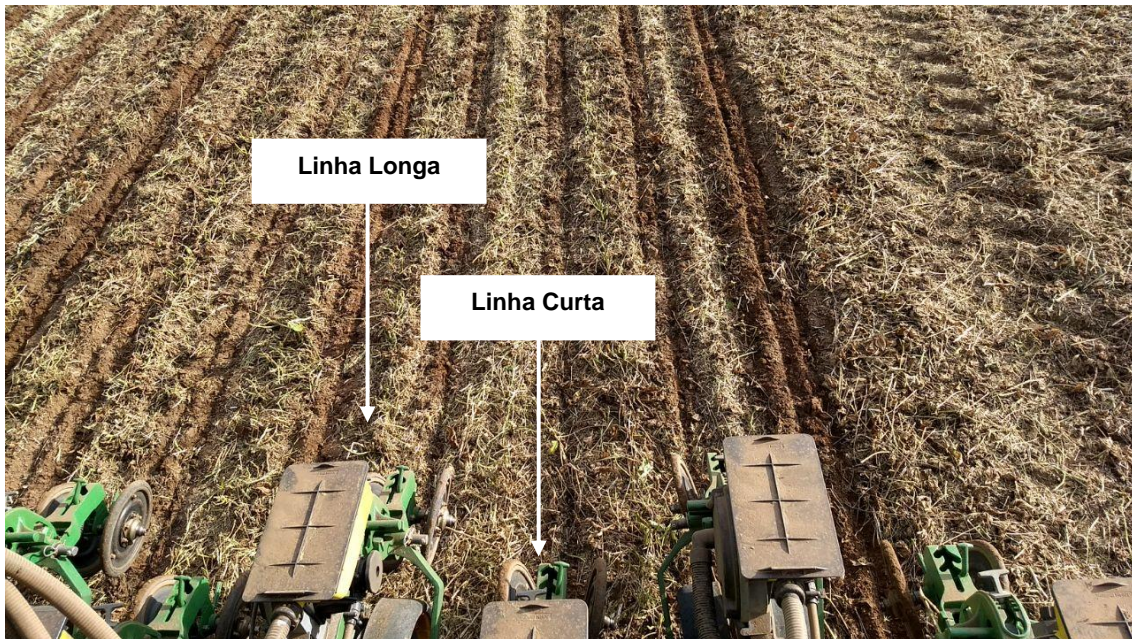
A regularidade de distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plantas na linha de semeadura foi determinada através da mensuração da distância entre todas as plantas de milho existentes em três metros de linha semeada, selecionadas aleatoriamente na parcela. Utilizou-se de trena graduada de 3 metros para medir os espaçamentos entre as plantas e planilha de anotações. Realizou-se 3 repetições por parcela.

Os espaçamentos entre plantas (X_i) foram analisados mediante classificação adaptada de Kurachi et al. (1989) para avaliação de espaçamentos entre sementes, determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes as classes: aceitáveis ou normais ($X_{ref} < X_i < 1,5 X_{ref}$), múltiplos ($X_i < 0,5 X_{ref}$) e falhos ($X_i > 1,5 X_{ref}$), baseado em espaçamento de referência (X_{ref}) de acordo com a regulagem da semeadora-adubadora.

3.15 Avaliação da profundidade e distribuição longitudinal de plantas em comparação as linhas curtas e linhas longas da semeadora

Para determinar e comparar a diferença na distribuição e profundidade de deposição das sementes entre as linhas desencontradas, ilustradas na figura 11, da semeadora-adubadora, mediu-se nas oito linhas centrais de todas as parcelas, ao longo de um metro/linha em paralelo representado na figura 12, avaliou-se a regularidade da deposição na profundidade das sementes em quatro linhas curtas e quatro linhas compridas. Realizou-se uma repetição por parcela. Cortou-se a base do colo da planta com faca serrilhada e com o auxílio do enxadão, retirou-se as plantas e mediu-se através de régua graduada, a estrutura do mesocótilo e verificou-se a regularidade na distribuição da profundidade. Também mensurou-se a regularidade dos espaçamentos entre as plantas utilizando-se de trena de um metro. Anotou-se os dados em uma planilha de campo.

Figura 11 - Linhas desencontradas da semeadora-adubadora.



Fonte: Autoria Própria (2018)

Figura 12 - Avaliação da regularidade dos espaçamentos entre as plantas.



Fonte: Autoria Própria (2018)

3.16 Estande inicial e final de plantas

O estande médio inicial de plantas de milho foi obtido mediante a contagem das plantas existentes em 3 metros de linha semeada, no momento em que foi realizada a coleta de dados do item 3.14. O estande médio final foi obtido através da contagem das plantas existentes em 5 metros de linha semeada, nas quatro linhas centrais de cada parcela experimental, no momento da colheita da cultura. Os valores médios obtidos foram transformados e expressos em número de plantas por hectare.

3.17 Índice de sobrevivência

O índice de sobrevivência médio correspondeu à proporção média de plantas que atingiram sua maturação, em relação ao estande médio inicial de plantas e foi obtido pela equação 3.

$$IS = \frac{Pf}{Pi} \quad (3)$$

Em que:

IS = índice de sobrevivência médio de plantas de milho (%);

P_f = estande médio final de plantas de milho (plantas ha⁻¹);

P_i = estande médio inicial de plantas de milho (plantas ha⁻¹).

3.18 Determinação do diâmetro de colmo, altura da inserção da primeira espiga e da altura de plantas do milho

O diâmetro médio do colmo, a altura média de inserção da primeira espiga e a altura média das plantas de milho foram determinados aleatoriamente em oito plantas em cada parcela experimental (duas plantas por linha de semeadura) logo após o período de florescimento.

Para a determinação do diâmetro do colmo das plantas, utilizou-se um paquímetro de precisão de 0,1 milímetros medindo-se no primeiro internódio do colmo, a partir da superfície do solo.

Para as determinações de altura, utilizou-se uma régua graduada em centímetros, sendo que para a altura das plantas, mediu-se a distância da superfície do solo à inserção da folha bandeira no colmo das plantas, enquanto que para a altura de inserção de primeira espiga, mediu-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da primeira espiga

3.19 Determinação da produtividade do milho

A produtividade foi determinada aos 125 dias, período em que a cultura já havia atingido o ponto de maturidade fisiológica, através da coleta manual das espigas de todas as plantas presentes em um espaço de 5 metros de quatro linhas centrais de cada tratamento. As espigas foram debulhadas através de debulhador de milho manual para caixote, marca Botimetal, sendo as amostras posteriormente pesadas em balança digital de precisão 0,01 g. De cada amostra foram retiradas uma sub-amostra para determinação do teor de água dos grãos, onde utilizou-se de um medidor de umidade DICKEY-Jhon GRAC® 2100. A produtividade média final foi calculada corrigindo-se o teor de água dos grãos para 13%, valor esse indicado para armazenagem do grão obtida pela equação 4.

$$PROD = \frac{P \cdot 10000}{A} \quad (4)$$

Em que:

$PROD$ = produtividade média de grãos de milho (kg ha^{-1});

P = produção média de grãos da parcela cujo teor de água foi corrigido para 13% (kg);

A = área da parcela colhida (m^2);

10000 = fator de conversão.

3.20 Análise energética

3.20.1 Determinação do consumo horário de combustível e tempo percorrido em cada parcela

Para avaliar o consumo horário de combustível utilizou-se do fluxômetro “Flowmate” modelo Oval M-II, com precisão de 0,01 mL por pulso, dessa forma geram um pulso do fluxômetro a cada mililitro (mL) de combustível consumido pelo motor do trator. Sendo o sistema do fluxômetro instalado antes da entrada de combustível no motor do trator, para quantificar o combustível que foi consumido, conforme figura 16. Para monitoramento e aquisição dos dados, foi utilizado um painel com conexões no fluxômetro, onde mostrou a quantidade de pulsos gerados nos sistemas de entrada e de retorno de combustível e o tempo percorrido em cada parcela.

O consumo horário de combustível nas operações mecanizadas em cada parcela, foi determinado através dos dados obtidos de quantidade de pulsos e o tempo em segundos, gastos do conjunto trator e semeadora de precisão à vácuo em percorrerem as parcelas do experimento. O consumo horário de combustível foi calculado pela seguinte equação 5.

$$CCh = \frac{\sum p \cdot 3,6}{\Delta t} \quad (5)$$

Em que:

CCh = consumo horário de combustível (L h^{-1});

$\sum p$ = somatório de pulsos (mL);

Δt = tempo gasto para percorrer cada parcela do experimento (s);

3,6 = fator de conversão

3.20.2 Capacidade de campo efetiva

O tempo efetivo para o conjunto trator e implemento percorrer cada parcela foi calculado pela metodologia adaptada da ASAE S396.2 (1998) pela equação 6.

$$Cce = \frac{At}{Tp} \quad (6)$$

Em que:

At = Área trabalhada ($h \text{ ha}^{-1}$);

Tp = Tempo de produção ($ha \text{ h}^{-1}$).

3.20.3 Tempo efetivo

O tempo efetivo para o conjunto trator e implemento percorrer cada parcela foi calculado pela metodologia adaptada da ASAE S396.2 (1998) pela equação 7.

$$Te = \frac{1}{ce} \quad (7)$$

Em que:

Te = tempo efetivo demandado ($h \text{ ha}^{-1}$);

Cce = capacidade de campo efetiva ($ha \text{ h}^{-1}$).

3.20.4 Consumo de combustível por área

Para determinação do consumo de combustível por área, foi utilizada a metodologia adaptada da norma ASAE S396.2 (1998), sendo calculada pelo tempo efetivo e consumo horário de combustível através da equação 8.

$$CCa = Te * CCh \quad (8)$$

Em que:

CCa = consumo de combustível por área ($L \text{ ha}^{-1}$);

Te = tempo gasto efetivo ($h \text{ ha}^{-1}$);

CCh = consumo horário de combustível ($L \text{ h}^{-1}$).

3.21 Análise estatística dos dados

Inicialmente realizou-se uma análise descritiva dos dados, com o objetivo básico de resumir a informação, organizando e descrevendo os dados por meio de tabelas com medidas descritivas. As variáveis contínuas foram expressas em termos de estatísticas descritivas básicas como: média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se: ANOVA - One Way e ANOVA-Two Way com medidas repetidas.

Análise de variância - One Way com medidas repetidas, foi apropriada pois há medidas repetidas para cada unidade amostral (Montgomery, 2017) e o objetivo é evidenciar a diferença entre os tratamentos, usou-se também a Análise de variância-Two Way com medidas repetidas para evidenciar a diferença entre os tratamentos e também a linha (curta e longa), além de testar o efeito de interação entre as categorias. Estes métodos, baseiam-se em particionar a variância total de uma determinada resposta (variável dependente) em duas partes: a primeira devida ao modelo de regressão (no caso, entre os tratamentos) e a segunda devida aos resíduos

(erros) (dentro dos tratamentos). Quanto maior for a primeira em relação à segunda, maior é a evidência da diferença entre as médias dos tratamentos em estudo. Esse modelo tem como pressuposto que seus resíduos tenham distribuição normal com média 0 e variância constante, em todas as análises os pressupostos foram checados e validados. As comparações entre os tratamentos foram obtidas por meio dos pós teste de Tukey. No caso da ANOVA-Two Way quando houve efeito de interação as comparações foram obtidas por contrastes ortogonais em relação as comparações da interação entre os fatores.

Nestas análises considerou-se um nível de significância de 5% e os ajustes foram obtidos no software SAS (versão 9.2) usando a *PROCEDURE ANOVA*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor de água no solo

Na tabela 4, são apresentados os valores médios de teor de água no solo, no dia da instalação dos experimentos 1 e 2, nas diferentes profundidades avaliadas.

Tabela 4 - Valores médios de teor de água do solo nas diferentes profundidades Itaberá, 2018.

Experimento	Profundidades (cm)	Teor de Água do Solo (g cm ⁻³)
1	0-10	0,25
	10-20	0,29
	20-30	0,32
	30-40	0,30
2	0-10	0,27
	10-20	0,31
	20-30	0,33
	30-40	0,31

Os valores em cada classe de umidade no solo nos mostram que houve pequena variação entre si e que os experimentos 1 e 2 apesar de distintos, mas instalados em blocos adjacentes, apresentaram valores semelhantes.

Há importância nisso, pois em algumas situações, a demanda energética tem relação direta e proporcional com o teor de água no solo. Alguns estudos que avaliaram o desempenho de semeadoras e a ação dos componentes de mecanismos de corte de palha e sistemas rompedor do solo, avaliados em solos argilosos, mostraram que os resultados da força específica média, promoveram a correlação positiva entre a força específica e a consistência do solo, sendo que com o aumento do teor de água induziu aumento na força de tração (ARBEX, 2007; CASÃO JUNIOR et al. 2000).

A germinação e emergência de plantas também possui relação direta com a disponibilidade de água na profundidade a qual as sementes foram depositadas. Em condições normais de campo, após a semeadura as sementes absorvem água e começam a iniciar o processo germinativo, falta ou excesso de água neste período influencia significativamente a aeração e disponibilidade de oxigênio, podendo

ocasionar variação do estande desejado de plantas e perda de produtividade (GIROTI, 2017; SOUSA, 2016; GAZOLA et al., 2014; MATA et al., 2011; EMBRAPA, 2010).

4.2 Matéria seca da cobertura vegetal

Na tabela 5 são apresentados os resultados das quantidades médias de matéria seca (palha), nos tratamentos dos experimentos 1 e 2 as quais se originaram dos resíduos das culturas anteriores e plantas daninhas.

Tabela 5 - Quantidade média de matéria seca da cobertura vegetal (t ha⁻¹) presente em cada tratamento no experimento 1 e 2 (disco de 40 e 36 furos).

Tratamento	Experimento 1 MS (t ha ⁻¹)	Experimento 2 MS (t ha ⁻¹)
T1	7,82 (2,68) A	5,62 (1,28) B
T2	7,72 (1,59) A	6,57 (1,14) AB
T3	5,95 (0,29) A	6,20 (2,05) B
T4	8,70 (4,04) A	9,30 (1,12) A
T5	5,30 (2,21) A	6,30 (0,78) B
T6	8,32 (2,98) A	7,40 (1,49) A
T7	9,32 (1,63) A	5,62 (1,05) B
T8	7,07 (2,50) A	6,55 (0,82) AB
T9	4,65 (0,10) A	6,90 (1,00) AB

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1, podemos observar que não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos, ou seja, em média, todos eles apresentaram quantidade de palha suficiente na superfície do solo sendo o valor mínimo encontrado no tratamento 9, uma média de 4,65 t ha⁻¹ enquanto o valor máximo obtido foi de 9,30 t ha⁻¹ para o tratamento 7.

Já no experimento 2, os tratamentos 4 e 6 diferiram estatisticamente dos tratamentos 1, 3 e 7, mas ambos não diferiram estatisticamente dos tratamentos 2, 8 e 9.

Conjuntamente os dois experimentos apresentaram quantidades significativas de matéria seca de cobertura vegetal na superfície do solo. Cardoso (1998) afirma que a quantidade a partir de 4 t ha⁻¹ de palha seca o escoamento de água é nulo, porém volumes menores favorecem possíveis erosões do solo.

4.3 Porcentagem de manutenção de cobertura do solo (PMC)

Na tabela 6, são expressos os resultados médios em porcentagem da manutenção de cobertura do solo.

Tabela 6 - Porcentagem média de manutenção de cobertura (PMC) do solo para cada tratamento no experimento 1 e 2 (disco de 40 e 36 furos).

Tratamento	Experimento 1 PMC (%)	Experimento 2 PMC (%)
T1	86,40 (9,60) A	86,52 (8,16) A
T2	88,51 (6,95) A	87,25 (2,6) A
T3	88,55 (7,31) A	87,24 (4,52) A
T4	80,91 (6,10) A	80,91 (3,19) AB
T5	79,09 (2,89) A	80,90 (3,81) AB
T6	77,18 (6,33) A	81,64 (5,86) AB
T7	75,00 (7,03) A	76,00 (5,67) AB
T8	77,73 (2,61) A	72,34 (11,91) B
T9	74,37 (6,48) A	67,57 (7,53) B

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1 o fator velocidade não teve efeito significativo sobre o percentual de manutenção de cobertura vegetal sobre a superfície do solo, ou seja, mesmo aumentando a velocidade de 4,2; 7,3 até 10,1 km h⁻¹, não ocorreu efeito significativo. Dados semelhantes foram encontrados por Mahl (2006), onde a autora observou que na velocidade de 4,4 km h⁻¹ a semeadora-adubadora estudada não diferiu estatisticamente quando operada nas velocidades de 8,8 km h⁻¹ e 9,8 km h⁻¹, apresentando porcentagem de manutenção de cobertura no solo semelhantes. Ela ainda justifica que para os fatores velocidade e solo, ocorreu uma relação direta entre o percentual de manutenção de cobertura do solo com a profundidade do sulco e a área de solo mobilizado por linha de semeadura, em que quanto menor a profundidade do sulco e a mobilização de solo, maior o percentual de manutenção de cobertura do solo.

No experimento 2 o fator velocidade influenciou significativamente no tratamento 8 e 9 (velocidade de 10,1 km h⁻¹), que diferira, estatisticamente dos tratamentos 1, 2 e 3 (velocidade de 4,2 km h⁻¹), mas o mesmo tratamento 7 não diferiu estatisticamente dos tratamentos 4, 5, 6 e 7 que correspondem a velocidades de 7,3

km h⁻¹ e 10,1 km h⁻¹. Onde as velocidades maiores influenciaram significativamente para redução da percentagem de manutenção de cobertura do solo.

Segundo a ASAE (1996) os resultados do experimento mostram que todas as coberturas vegetais que estavam presentes nos tratamentos, estavam aptas para servir de palha para o plantio direto, pois para ser considerado um preparo conservacionista o mesmo deve ter mais de 30% de cobertura do solo.

Segundo a Embrapa (1998) em média, 5 t ha⁻¹ de palha distribuídas uniformemente sobre a superfície do solo (no mínimo, 80% da superfície do solo deve permanecer coberta) corresponde a uma boa cobertura para o sistema de plantio direto.

4.4 Dosagem de sementes

Na tabela 7, são expressos os resultados médios da distribuição transversal de sementes (DS) no experimento 1 e 2.

Tabela 7 – Média da distribuição transversal de sementes (DS) no experimento 1 e 2 (disco de 40 e 36 furos).

Tratamento	Experimento 1	Experimento 2
	DS Sementes ha ⁻¹	DS Sementes ha ⁻¹
T1	65004 (48,02) D	66467 (14,59) D
T2	65431 (72,73) C	68587 (47,87) A
T3	65886 (145,30) B	65216 (87,56) F
T4	65394 (44,37) C	65999 (106,25) E
T5	66316 (98,55) A	65250 (65,44) F
T6	65431 (57,65) C	66960 (0,00) C
T7	65556 (33,95) BC	64525 (422,82) G
T8	64252 (33,57) E	65377 (91,85) F
T9	63168 (417,28) F	67618 (26,60) B

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1 os tratamentos 1, 2, 3, 5, 8 e 9 apresentaram diferença estatística entre si. O tratamento 4 não teve diferença estatística dos tratamentos 2, 6 e 7. O tratamento 7 não diferiu estatisticamente dos tratamentos 2, 3, 4 e 6.

O tratamento que mais se aproximou da dosagem de 65000 sementes ha^{-1} , objetivada pelo agricultor no momento da semeadura foi o tratamento 1 que ficou com 65004 sementes ha^{-1} . Na velocidade de 4,2 $km\ h^{-1}$, ocorreu uma pequena tendência no aumento do volume de sementes distribuídas, quando aumentou a pressão do vácuo, de 8 MPa, passando para 10,0 MPa e chegando até 12,0 MPa. Na velocidade de 7,3 $km\ h^{-1}$ ocorreu aumento do número de sementes do tratamento 4 para o 5, pressão de vácuo saindo de 8,0 MPa e subindo para 10,0 MPa, porém no tratamento 6, a quantidade de sementes reduziu para próximo da quantidade atingida no tratamento 4. Já nos tratamentos 7, 8, e 9, quando a velocidade passou para 10,1 $km\ h^{-1}$, ocorreu tendência de redução na quantidade de sementes, quando variou a pressão do vácuo de 8,0; 10,0 e 12,0 MPa.

No experimento 2, todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si. O tratamento 3 foi o que mais se aproximou da dosagem de 65.000 sementes ha^{-1} desejadas pelo agricultor e os tratamentos 1, 2, 4, 5, 6, 8, e 9 ficaram com população acima do ideal desejado e somente o tratamento 7 ficou com população abaixo do ideal desejado. Observou-se que nos tratamentos 1, 2 e 3, velocidade de 4,2 $km\ h^{-1}$ e pressão de vácuo de 8,0; 10,0 e 12,0 MPa a população aumentou em 3,03% quando aumentou a pressão do vácuo de 8 MPa para 10,0 MPa, muito provável que ocorreu aumento de sementes duplas no orifício do disco dosador, porém o mesmo não ocorreu para o tratamento 3, com a pressão de 12,0 MPa a população foi reduzida em 4,91% quando comparado com o tratamento 2 e 1,88% quando comparado com o tratamento 1.

Nos tratamentos 4, 5 e 6 com velocidade de 7,3 $km\ h^{-1}$ pressões de vácuo de 8,0; 10,0 e 12,0 MPa, ocorreu um pequeno decréscimo de 1,13% na quantidade de sementes quando comparado o tratamento 4 com o 5, mas o mesmo não aconteceu para o tratamento 6 que apresentou incremento de 2,66% quando comparado com o tratamento 5 e 1,45% em comparação ao tratamento 4.

Para os tratamentos 7, 8 e 9 com velocidade de 10,1 $km\ h^{-1}$ e pressões de vácuo de 8,0; 10,0 e 12,0 MPa ocorreu aumento na dosagem de sementes, onde a menor pressão distribuiu 64525 sementes ha^{-1} , a pressão média dosou 65377 sementes ha^{-1} e a pressão alta gerou um volume de 67618 sementes ha^{-1} . Ocorreu incremento de 1,32% do tratamento 7 para o 8, e 4,79% do 7 para o 9 e 3,42 quando comparado o tratamento 8 com o 9. Isso ocorreu, pois, o disco de 36 furos com gota (cavas) possibilitou o aumento de sementes duplas.

Para o disco de 40 perfurações (experimento 1) de face plana, a população média ficou próximo ao desejado pelo produtor, o mesmo não ocorreu para o disco de 36, que dosou mais sementes por hectare.

MADALÓZ (2018) estudando distribuição de plantas de milho em sistema pneumático com diferentes regulagens de pressão de vácuo e peneiras de sementes encontrou resultados semelhantes para peneira C1 que concordam com os dados obtidos acima, onde em média, pressões menores promovem menor quantidade de sementes para a peneira C1, que apresentou a maior relação de dependência da correta regulagem da pressão de vácuo para o rendimento de grãos.

4.5 Dosagem de fertilizantes

A tabela 8 apresenta os resultados da interação entre velocidade e dosagem média de fertilizante.

Tabela 8 - Distribuição média em kg ha⁻¹ de fertilizante nas velocidades de 4,2 km h⁻¹ (tratamento T1), 7,3 km⁻¹ (tratamento T2) e 10,01 km h⁻¹ (tratamento T3).

Tratamento	Fertilizante (kg ha ⁻¹)
T1	307,00 (0,94) A
T2	290,13 (0,93) C
T3	295,76 (1,10) B

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Ocorreu diferença estatística em todos os tratamentos. Porém, o aumento da velocidade de 4,2 km h⁻¹ para 7,3 e 10,01 km h⁻¹, causou variação no percentual de distribuição. No tratamento 1 foi distribuído 307,00 kg ha⁻¹, sendo o tratamento que mais se aproximou da dosagem estipulada como ideal de 310,00 kg ha⁻¹ na instalação do experimento, percentual de 99,03% de assertividade. Os tratamentos 2 e 3 apresentaram respectivamente 93,6% e 95,41% de assertividade.

Araújo et al., (1999) avaliaram a distribuição de fertilizante em relação ao aumento da velocidade de 4,5 km h⁻¹ e 8,0 km h⁻¹. Os dados obtidos revelam que a semeadora-adubadora apresentou, nas duas velocidades, uma dosagem média

próxima daquela estabelecida para o experimento e concordam com os dados obtidos neste trabalho.

Mahl (2002), estudando a interação entre semeadoras e velocidade, onde a semeadora pneumática, a quantidade de fertilizante distribuído foi significativamente maior na velocidade de 4,4 km h⁻¹ em relação à velocidade de 8,0 km h⁻¹, ao passo que a maior velocidade 9,8 km h⁻¹ não diferiu das demais. A autora ainda ressalta que as avaliações foram feitas com valores absolutos, uma vez que em média, todas as variações foram negativas, ou seja, ambas as semeadoras-adubadoras distribuíram menor quantidade de fertilizantes que o desejado. O que concorda com os dados obtidos no experimento.

4.6 Profundidade de sementes e emergência de plantas

Na tabela 9 são apresentados os valores médios de IVEm (Índice de Velocidade de Emergência plantas dia⁻¹) e de EmT (Emergência total de plantas %) em função das diferentes profundidades de semeadura (profundidade real) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tabela 9 - Valores médios do IVEm (Índice de Velocidade de Emergência plantas dia⁻¹) e de EmT (Emergência total de plantas %) em função das diferentes profundidades de semeadura (profundidade real em m) no experimento 1 (disco de 40 furos) em Itaberá, 2018.

Tratamento	Profundidade (m)	IVEm Plantas dia ⁻¹	EMT (%)
T1	0,065 (0,00) A	5,0 (0,23) ABC	94,01 (1,55) A
T2	0,063 (0,00) A	5,0 (0,14) ABC	92,62 (0,00) A
T3	0,063 (0,00) A	5,2 (0,02) A	94,23 (0,14) A
T4	0,063 (0,00) A	5,2 (0,04) A	93,44 (2,96) A
T5	0,062 (0,00) A	5,0 (0,04) ABC	92,91 (1,76) A
T6	0,057 (0,01) A	4,6 (0,29) C	93,42 (3,01) A
T7	0,060 (0,01) A	4,6 (0,33) C	93,98 (1,78) A
T8	0,061 (0,01) A	4,6 (0,33) C	94,12 (2,07) A
T9	0,065 (0,01) A	5,1 (0,17) AB	92,54 (0,40) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1, não ocorreram diferenças significativas para a variável profundidade.

Com relação ao (IVEm), os tratamentos 3 e 4 diferiram estatisticamente dos tratamentos 6, 7 e 8, porém, estes, não diferiram estatisticamente dos tratamentos 1, 2 e 5. O tratamento 9 não teve diferença significativa com relação aos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, mas diferiu estatisticamente dos tratamentos 6, 7 e 8.

Na (EMT), independentemente da profundidade e (IVEm) a emergência total de plantas não diferiu estatisticamente, sendo que em todos os tratamentos a germinação total está dentro do aceitável.

Na tabela 10 são apresentados os valores médios de IVEm (Índice de Velocidade de Emergência plantas dia⁻¹) e de EmT (Emergência total de plantas %) em função das diferentes profundidades de semeadura (profundidade real) no experimento 2 (disco de 36 furos).

Tabela 10 - Valores médios do IVEm (Índice de Velocidade de Emergência plantas dia⁻¹) e de EmT (Emergência total de plantas %) em função das diferentes profundidades de semeadura (profundidade real em m) no experimento 2 (disco de 36 furos) em Itaberá, 2018.

Tratamento	Profundidade (m)	IVEm Plantas dia ⁻¹	EMT (%)
T1	0,057 (0,01) A	4,9 (0,13) A	93,46 (3,82) A
T2	0,063 (0,00) A	4,7 (0,11) AB	92,04 (2,82) A
T3	0,062 (0,00) A	4,6 (0,14) B	92,93 (0,00) A
T4	0,058 (0,00) A	4,7 (0,13) AB	92,21 (2,61) A
T5	0,060 (0,00) A	4,7 (0,08) AB	93,65 (1,55) A
T6	0,062 (0,01) A	4,9 (0,10) A	93,82 (1,50) A
T7	0,056 (0,00) A	4,7 (0,24) AB	94,31 (0,45) A
T8	0,056 (0,01) A	4,9 (0,13) AB	93,08 (0,77) A
T9	0,059 (0,01) A	4,9 (0,10) A	93,73 (1,43) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 2, também não ocorreu diferenças significativas para a variável profundidade, sendo que a menor profundidade foi observada no tratamento 7 e 8, a maior profundidade no tratamento 2.

Com relação ao (IVEm), os tratamentos 1, 6 e 9 diferiram estatisticamente do tratamento 3, porém, este, não diferiu estatisticamente dos tratamentos 2, 4, 5, 7 e 8. Os tratamentos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 não apresentaram diferenças estatística entre sí.

Na (EMT), independentemente da profundidade e (IVEm) a emergência total de plantas não diferiu estatisticamente, sendo que em todos os tratamentos a germinação total está dentro do aceitável.

Em linhas gerais, não ocorreram diferenças significativas para profundidade e emergência total de plantas no sentido de variação de pressão do vácuo associadas a aumento de velocidade, o que concorda com os dados obtidos por Bottega et. Al (2014) que com o objetivo de avaliar a influência de três velocidades de deslocamento (3,0, 6,0 e 9,0 km h⁻¹) e duas profundidades de semeadura (0,03 e 0,05 m) na implantação de uma lavoura de milho, para as variáveis índice de velocidade de emergência (IVE) e os espaçamentos entre plantas (múltiplo, falho e aceitável), concluíram que a profundidade de semeadura não influenciou as variáveis estudadas, independente da velocidade de deslocamento adotada. A maior velocidade de deslocamento apenas ocasionou redução da média de espaçamento normal entre plantas.

Os dados obtidos com relação a profundidade de semeadura e sua relação IVEm (Índice de Velocidade de Emergência plantas dia⁻¹) e de EmT (Emergência total de plantas %) também concordam com os dados obtidos por Özmerzi et al. (2002) que avaliando a influência da profundidade de semeadura na uniformidade de distribuição, com dois sistemas pneumáticos de distribuição de sementes e concluíram que a melhor profundidade de semeadura para se estudar a distribuição de plantas foi de 6,0 cm.

A média de profundidade alcançada nos dois experimentos e em todos os seus tratamentos, mantiveram-se dentro do recomendado pela pesquisa, que se encontra entre 5 a 7 cm de profundidade (SANGOI et al., 2010; EMBRAPA, 2008; PEREIRA FILHO & CRUZ, 2002).

4.7 Estande e distribuição longitudinal de plantas

4.7.1 Estande de plantas e espaçamentos normais

Na tabela 11 são apresentados os valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos normais (%) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tabela 11 - Valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos normais (%) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tratamento	Estande de plantas		Distribuição Longitudinal
	Plantas por metro	Plantas por hectare	Normal (%)
T1	3,02 (0,05) A	60550 (1100,00) A	96,33 (3,02) AB
T2	2,94 (0,19) A	58900 (3810,51) A	95,35 (3,48) AB
T3	3,11 (0,16) A	62200 (3111,27) A	97,50 (5,00) AB
T4	2,91 (0,19) A	58350 (3757,22) A	97,92 (4,17) AB
T5	2,97 (0,05) A	59450 (1100,00) A	100,00 (0,00) A
T6	2,89 (0,14) A	57800 (0,00000) A	93,26 (3,68) AB
T7	3,02 (0,14) A	60550 (2768,27) A	93,62 (4,44) AB
T8	3,02 (0,24) A	60550 (4878,18) A	91,75 (2,52) B
T9	2,91 (0,11) A	58350 (2106,34) A	94,33 (2,01) AB

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Na tabela 11 observa-se que não ocorreu diferença significativa na avaliação de estande de plantas (plantas por metro e plantas por hectare). Com relação a distribuição longitudinal, avaliação dos espaçamentos normais entre as plantas, os tratamentos 5 e 8 apresentaram diferença estatística entre si, sendo que na média o tratamento 5 apresentou 100% de espaçamentos normais e o tratamento 8 apresentou 91,75%, mas ambos não diferiram estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 3, 4, 6, 7 e 9.

Na tabela 12 são apresentados os valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos normais (%) no experimento 2 (disco de 36).

Tabela 12 - Valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos normais (%) no experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamento	Estande de plantas		Distribuição Longitudinal
	Plantas por metro	Plantas por hectare	Normal (%)
T1	3,16 (0,26) A	63300 (5237,05) A	91,35 (5,37) A
T2	3,24 (0,14) A	64950 (2768,27) A	93,29 (5,96) A
T3	3,05 (0,06) A	61100 (1270,17) A	91,44 (4,01) A
T4	3,08 (0,19) A	61650 (3757,22) A	94,07 (9,54) A
T5	3,05 (0,26) A	61100 (5237,05) A	92,21 (6,88) A
T6	3,19 (0,00) A	63850 (2768,27) A	92,20 (1,49) A
T7	2,97 (0,14) A	59450 (2768,27) A	93,36 (4,96) A
T8	3,08 (0,11) A	61650 (2106,34) A	90,23 (9,64) A
T9	3,07 (0,08) A	61400 (1689,18) A	84,94 (13,23) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Na tabela 12 observa-se que não ocorreu diferença significativa na avaliação de estande inicial de plantas (plantas por metro e plantas por hectare). Com relação a distribuição longitudinal, avaliação dos espaçamentos normais entre as plantas os tratamentos não apresentaram diferenças significativas.

Conclui-se que no experimento 1, disco com 40 furos, proporcionou espaçamentos normais acima dos 90 %, mínimo aceitável para semeadoras com sistema discos verticais pneumáticos, independente de aumento de pressão de vácuo e aumento de velocidade, conforme indica (COELHO, 1996). Já para o disco de 36, o tratamento 9 (velocidade de $10,1 \text{ km h}^{-1}$ e pressão de vácuo de 12,0 MPa), apresentou o menor percentual de espaçamentos normais (84,94%), ou seja, apresenta um elevado percentual de espaçamentos irregulares entre as plantas, falhas e/ou duplas, mostrando que para operações de semeadura com sementes do tipo C1, o disco de 40 furos de face plana (Promax 40) possui melhor comportamento na regularidade de distribuição de espaçamentos normais, mesmo operando em velocidades mais elevadas e com variações na pressão do vácuo, conforme o experimento 1 apresentou.

4.7.2 Estande de plantas e espaçamentos falhos

Na tabela 13 são apresentados os valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos falhos (%) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tabela 13 - Valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos falhos (%) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tratamento	Estande de plantas		Distribuição Longitudinal
	Plantas por metro	Plantas por hectare	Falho (%)
T1	3,02 (0,05) A	60550 (1100,00) A	0,93 (1,85) A
T2	2,94 (0,19) A	58900 (3810,51) A	1,97 (2,27) A
T3	3,11 (0,16) A	62200 (3111,27) A	0,00 (0,00) A
T4	2,91 (0,19) A	58350 (3757,22) A	2,08 (4,17) A
T5	2,97 (0,05) A	59450 (1100,00) A	0,00 (0,00) A
T6	2,89 (0,14) A	57800 (0,00000) A	4,80 (1,92) A
T7	3,02 (0,14) A	60550 (2768,27) A	4,58 (3,50) A
T8	3,02 (0,24) A	60550 (4878,18) A	4,79 (5,10) A
T9	2,91 (0,11) A	58350 (2106,34) A	4,74 (1,78) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Os resultados observados no experimento 1, mostram que não ocorreram diferenças significativas com relação a espaçamentos falhos nas variações de velocidade e pressões de vácuo para o disco de 40 furos. Em média o percentual de espaçamentos falhos foi de 2,65%.

Na tabela 14 são apresentados os valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos falhos (%) no experimento 2 (disco de 36).

Tabela 14 - Valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos falhos (%) no experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamento	Estande de plantas		Distribuição Longitudinal
	Plantas por metro	Plantas por hectare	Falho (%)
T1	3,16 (0,26) A	63300 (5237,05) A	2,73 (3,64) A
T2	3,24 (0,14) A	64950 (2768,27) A	0,86 (1,72) A
T3	3,05 (0,06) A	61100 (1270,17) A	1,78 (2,07) A
T4	3,08 (0,19) A	61650 (3757,22) A	2,59 (3,23) A
T5	3,05 (0,26) A	61100 (5237,05) A	4,36 (1,56) A
T6	3,19 (0,00) A	63850 (2768,27) A	1,78 (2,07) A
T7	2,97 (0,14) A	59450 (2768,27) A	2,81 (1,89) A
T8	3,08 (0,11) A	61650 (2106,34) A	3,60 (3,03) A
T9	3,07 (0,08) A	61400 (1689,18) A	4,32 (6,79) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Os resultados observados no experimento 2, mostram que não ocorreram diferenças significativas com relação a espaçamentos falhos nas variações de velocidade e pressões de vácuo para o disco de 36 furos. Em média o percentual de espaçamentos falhos foi de 2,76%.

Analisando os dois experimentos, os dois discos (40 e 36 furos) mantiveram índices médios aceitáveis de espaçamentos falhos.

4.7.3 Estande de plantas e espaçamentos duplos

Na tabela 15 são apresentados os valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos duplos (%) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tabela 15 - Valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos duplos (%) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tratamento	Estande de plantas		Distribuição Longitudinal
	Plantas por metro	Plantas por hectare	Duplo (%)
T1	3,02 (0,05) A	60550 (1100,00) A	2,74 (3,54) A
T2	2,94 (0,19) A	58900 (3810,51) A	2,68 (3,34) A
T3	3,11 (0,16) A	62200 (3111,27) A	2,50 (5,00) A
T4	2,91 (0,19) A	58350 (3757,22) A	0,00 (0,00) A
T5	2,97 (0,05) A	59450 (1100,00) A	0,00 (0,00) A
T6	2,89 (0,14) A	57800 (0,00000) A	1,92 (2,07) A
T7	3,02 (0,14) A	60550 (2768,27) A	1,80 (2,07) A
T8	3,02 (0,24) A	60550 (4878,18) A	3,46 (2,73) A
T9	2,91 (0,11) A	58350 (2106,34) A	0,93 (1,85) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1 os espaçamentos duplos entre plantas não foram influenciados significativamente pelas diferentes velocidades e pressões de vácuo, apresentando valor médio de 1,78% conforme apresentado na tabela 15.

Na tabela 16 são apresentados os valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos duplos (%) no experimento 2 (disco de 36 furos).

Tabela 16 - Valores médios do estande de plantas e distribuição longitudinal dos espaçamentos duplos (%) no experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamento	Estande de plantas		Distribuição Longitudinal
	Plantas por metro	Plantas por hectare	Duplo (%)
T1	3,16 (0,26) A	63300 (5237,05) A	5,91 (5,56) A
T2	3,24 (0,14) A	64950 (2768,27) A	5,84 (5,49) A
T3	3,05 (0,06) A	61100 (1270,17) A	6,76 (4,37) A
T4	3,08 (0,19) A	61650 (3757,22) A	3,33 (6,67) A
T5	3,05 (0,26) A	61100 (5237,05) A	8,42 (5,81) A
T6	3,19 (0,00) A	63850 (2768,27) A	6,01 (3,85) A
T7	2,97 (0,14) A	59450 (2768,27) A	3,81 (3,27) A
T8	3,08 (0,11) A	61650 (2106,34) A	6,16 (8,17) A
T9	3,07 (0,08) A	61400 (1689,18) A	10,72 (8,59) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 2 os espaçamentos duplos entre plantas não foram influenciados significativamente pelas diferentes velocidades e pressões de vácuo, apresentando valor médio de 6,33% conforme apresentado na tabela 16.

Apesar de não ocorrerem diferenças significativas no experimento 1 (disco de face plana Promax 40) e o mesmo ocorrer no experimento 2 (disco de 36 furos), observasse um aumento expressivo de duplas quando comparados os experimentos 1 e 2, onde o disco de 40 apresentou em média 1,78% de espaçamentos duplos e o disco de 36 em média 6,33% de espaçamentos duplos, diferença de 4,55% a mais de espaçamentos duplos gerados pelo disco de 36.

Os dados concordam com Madaloz (2018), que estudo diferentes pressões de vácuo para diferentes tipos de peneiras de sementes, concluiu que o espaçamento duplo entre plantas não foi influenciado significativamente pelas diferentes pressões de vácuo, apresentando valor médio de 3,56%. No entanto, o autor cita em sua dissertação um trabalho realizado por Singh et al. (2005) que menores índices de duplas são alcançados com menores pressões de vácuo.

4.7.4 Estande de plantas e coeficiente de variação dos espaçamentos entre plantas

Na tabela 17 são apresentados os valores médios do estande de plantas e coeficiente de variação dos espaçamentos entre plantas (%) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tabela 17 - Valores médios do estande de plantas e coeficiente de variação (%) no experimento 1 (disco de 40 furos).

Tratamento	Estande de plantas		Distribuição Longitudinal
	Plantas por metro	Plantas por hectare	CV (%)
T1	3,02 (0,05) A	60550 (1100,00) A	25,16 (6,76) A
T2	2,94 (0,19) A	58900 (3810,51) A	23,01 (9,43) A
T3	3,11 (0,16) A	62200 (3111,27) A	17,76 (10,23) A
T4	2,91 (0,19) A	58350 (3757,22) A	18,30 (3,59) A
T5	2,97 (0,05) A	59450 (1100,00) A	13,85 (3,83) A
T6	2,89 (0,14) A	57800 (0,00000) A	27,39 (7,06) A
T7	3,02 (0,14) A	60550 (2768,27) A	25,16 (6,76) A
T8	3,02 (0,24) A	60550 (4878,18) A	25,70 (5,70) A
T9	2,91 (0,11) A	58350 (2106,34) A	22,00 (4,01) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Nota-se que no experimento 1 (disco de 40 furos) os resultados para CV não apresentaram diferença significativas entre os tratamentos. Os menores valores de CV foram observados nos tratamentos 5 e 3 velocidades de $7,3 \text{ km h}^{-1}$ e $4,2 \text{ km h}^{-1}$ e pressões de $10,0 \text{ MPa}$ e $12,0 \text{ MPa}$. As maiores variações no CV foram observadas nos tratamentos 8 e 1 velocidades de $10,1 \text{ km h}^{-1}$ e $4,2 \text{ km h}^{-1}$ com pressões de vácuo de $10,0 \text{ MPa}$ e $8,0 \text{ MPa}$. Todos os tratamentos estavam dentro do limite aceitável para coeficientes de variação na distribuição longitudinal de plantas no experimento 2.

Na tabela 18 são apresentados os valores médios do estande de plantas e coeficiente de variação dos espaçamentos entre plantas (%) no experimento 2 (disco de 36).

Tabela 18 - Valores médios do estande de plantas e coeficiente de variação (%) no experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamento	Estande de plantas		Distribuição Longitudinal
	Plantas por metro	Plantas por hectare	CV (%)
T1	3,16 (0,26) A	63300 (5237,05) A	31,80 (7,44) A
T2	3,24 (0,14) A	64950 (2768,27) A	28,13 (7,88) A
T3	3,05 (0,06) A	61100 (1270,17) A	27,93 (4,15) A
T4	3,08 (0,19) A	61650 (3757,22) A	24,29 (14,15) A
T5	3,05 (0,26) A	61100 (5237,05) A	30,77 (6,65) A
T6	3,19 (0,00) A	63850 (2768,27) A	27,96 (3,76) A
T7	2,97 (0,14) A	59450 (2768,27) A	32,14 (12,40) A
T8	3,08 (0,11) A	61650 (2106,34) A	31,19 (15,61) A
T9	3,07 (0,08) A	61400 (1689,18) A	34,17 (8,78) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 2 (disco de 36 furos), também não ocorreram diferenças estatísticas para a variável coeficiente de variação (CV). Os menos índices foram observados 4 e 3 com velocidades de 4,2 e 7,3 km h⁻¹ e pressões de vácuo de 8,0 MPa e 12,0 MPa. As maiores variações foram observadas nos tratamentos 9 e 1 com velocidade de 10,1 km h⁻¹ e 4,2 km h⁻¹ com pressões de vácuo de 12,0 MPa e 8,0 MPa.

Apesar de não ter ocorrido interação significativa entre a pressão de vácuo e velocidade nas médias dos coeficientes de variação dos experimentos 1 e 2, para peneiras do tipo C1, acredita-se que por serem maiores e mais desuniforme, requerem maior atenção nos procedimentos de regulagem de semeadoras pneumáticas no pré-plantio, ajuste do disco dosador, singulador ou eliminador de dupla e pressões de vácuo associados a velocidade ideal.

Vieira et al. (2006) afirmaram que o nível de CV crítico para não afetar a produtividade do milho seria menor que 20%. Outros autores classificam o coeficiente

de variação como: menor que 10% é baixo, de 10 a 20% é médio, 20 a 30% é alto e acima de 30% muito alto (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

Hörbe et al. (2016) chegaram à conclusão de que para cada 10% de incremento no CV, a produtividade do milho sofre perda de 1.220 kg ha⁻¹, enquanto, Sangoi et al. (2012), em experimentos realizados por duas safras, obtiveram redução de 64 a 83 kg ha⁻¹ na produtividade a cada 10% de incremento no CV. Para Andrade & Abbate (2005) uma deságio de produtividade individual por planta de 0,68 g a cada 1% de incremento no CV. Silva et al. (2015), em estudo realizado na região do Cerrado observaram quebra de 282 kg ha⁻¹ na produtividade de milho para cada 10% de aumento no CV.

Estudos realizados por Richim (2012), em avaliação da qualidade de distribuição longitudinal de plantas de milho, conclui que em ambientes de fertilidade pouco favorável ao desenvolvimento normal da cultura do milho, pode-se observar que a linha de plantio com melhor distribuição de plantas (C.V.=25,7%) e índice de precisão (I.P.) de 18,6%, teve produtividade superior de 45% em relação à produtividade média do ponto amostral, cujo CV de distribuição foi de 65,3% e índice de precisão de 51,9%. Mesmo em ambientes mais favoráveis (com V%=73), a qualidade de distribuição (CV 19,9% e I.P. 17,0%) fez com que a planta correspondesse com 23% a mais de produtividade do que onde não se observou uniformidade de distribuição de plantas (CV 34,8% e I.P. 28,4%). Aumentos de produtividade entre 6% e 76% numa área onde apenas a qualidade da operação proporcionou este ganho que é muito representativo no resultado da lavoura.

Estudos realizados por Delafosse, (1986) mostraram que a falta de regularidade de espaçamento entre plantas pode resultar em perdas de produtividade superiores a 15% na cultura do milho. O experimento 1 apresentou as menores variações de CV e o experimento 2 as maiores variações, isto se deve, pois, o disco Promax 40 consegue dosar e distribuir com melhor regularidade peneiras mais chatas e desuniformes do que o disco de gotas convencional de 36 furos. No experimento 1 a média do CV foi de 22,02% e no experimento 2 a média foi de 29,82% no CV, gerando diferença de 6,8% com relação ao CV entre o disco Promax 40 furos e o disco de 36 furos.

Os resultados obtidos apresentam-se em concordância com os dados obtidos por Koller et al., (2014), que verificaram maiores variações na distribuição das sementes para o disco padrão com 36 furos do que para o disco Promax 40. Com o

aumento da velocidade de rotação de ambos os discos, a variabilidade também aumentou, sendo mais significativa para o disco padrão de 36 furos do que para o Promax 40 furos.

4.8 Características Agronômicas

4.8.1 Altura de plantas, inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro de colmo

Na tabela 19 são apresentados os valores médios da altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro de colmo do experimento 1 (disco de 40 furos).

Tabela 19 - Valores médios da altura de plantas, inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo do experimento 1 (disco de 40 furos).

Tratamentos	Altura de Plantas (m)	AIPE (m)	Diâmetro de Colmo (mm)
T1	2,54 (0,01) A	1,37 (0,00) A	23,39 (0,06) A
T2	2,56 (0,01) A	1,39 (0,01) A	23,61 (0,17) A
T3	2,56 (0,00) A	1,39 (0,01) A	23,62 (0,15) A
T4	2,56 (0,01) A	1,39 (0,01) A	23,68 (0,20) A
T5	2,56 (0,01) A	1,39 (0,01) A	23,64 (0,19) A
T6	2,55 (0,01) A	1,38 (0,01) A	23,60 (0,16) A
T7	2,56 (0,01) A	1,39 (0,00) A	23,63 (0,14) A
T8	2,54 (0,01) A	1,37 (0,01) A	23,40 (0,24) A
T9	2,55 (0,00) A	1,38 (0,01) A	23,46 (0,11) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1, para as variáveis, altura das plantas, altura de inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro do colmo não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos em estudo, obtendo-se em média 2,55 m, 1,38 m e 23,56 mm, para as respectivas variáveis. Os resultados obtidos para altura de plantas, inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo concordam com os resultados encontrados por Anghinoni (2019) que também não encontrou diferença significativa valores médios da altura de plantas, inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo. O

mesmo autor ainda ressalta que durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura do milho, fatores climáticos adequados, podem ter favorecido a emergência e o desenvolvimento uniforme das plantas, de forma a não serem afetadas pelos tratamentos.

Na tabela 20 são apresentados os valores médios da altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro de colmo do experimento 2 (disco de 36 furos).

Tabela 20 - Valores médios da altura de plantas, inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro de colmo no experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamento	Altura de Plantas (cm)	AIPE (cm)	Diâmetro de Colmo (mm)
T1	2,55 (0,01) B	1,38 (0,01) C	18,29 (10,50) A
T2	2,55 (0,01) AB	1,38 (0,01) AB	18,33 (10,52) A
T3	2,56 (0,01) AB	1,39 (0,01) ABC	18,40 (10,57) A
T4	2,56 (0,00) AB	1,39 (0,00) ABC	18,42 (10,58) A
T5	2,55 (0,01) AB	1,38 (0,01) ABC	18,31 (10,51) A
T6	2,55 (0,01) AB	1,38 (0,01) BC	18,24 (10,45) A
T7	2,57 (0,00) A	1,40 (0,00) A	18,54 (10,65) A
T8	2,57 (0,00) AB	1,40 (0,00) AB	18,52 (10,64) A
T9	2,57 (0,01) AB	1,40 (0,01) ABC	18,47 (10,60) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 2, para a variável, altura de plantas, ocorreu diferença apenas entre os tratamentos 1 e 2, mas os mesmos não diferiam estatisticamente dos demais tratamentos. Na altura de inserção da primeira espiga (AIPE) o tratamento 1 diferiu estatisticamente dos tratamentos 2, 7 e 8. O tratamento 6 diferiu estatisticamente do tratamento 7. O tratamento 7 diferiu estatisticamente do tratamento 1. Os tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 8, 3 e 9 não apresentaram diferença estatística. O diâmetro de colmo não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. As médias obtidas foram 2,56 m para altura de planta, 1,58 m altura de inserção da primeira espiga (AIPE) e 18,39 mm para diâmetro de colmo. Este resultado também pode ser justificado pelo porte alto do material utilizado (SEMENTES AGROCERES, 2019). Esta mesma justificativa explica as diferenças estatísticas na altura da inserção da primeira espiga. Outro ponto a ser evidenciado, o experimento 2 apresentou um número mais elevado de plantas finais e maior variação do coeficiente de variação nos espaçamentos entre as plantas,

maior irregularidade na distribuição longitudinal, o que justifica a variação da altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga. No geral populações de plantas mais elevadas fazem com que ocorra aumento da altura de plantas e da altura de inserção de espiga (AIEP), resultante da menor degradação de auxinas (SANGOI et al., 2002).

4.8.2 índice de sobrevivência (IS)

Na tabela 21 são apresentados os valores de índice de sobrevivência (IS) % do experimento 1 (disco de 40 furos).

Tabela 21 - Valores médios do índice de sobrevivência (IS) % do experimento 1 (disco de 40 furos).

Tratamentos	PI (pl ha ⁻¹)	PF (pl ha ⁻¹)	IS (%)
T1	61111 (1010,10) AB	52858 (2914,51) A	84,77 (2,54) A
T2	60606 (0,00) AB	54082 (3534,80) A	88,81 (5,73) A
T3	62626 (0,00) A	56264 (1962,72) A	90,30 (2,90) A
T4	61111 (1934,20) AB	56633 (3061,22) A	91,60 (1,94) A
T5	61616 (1166,36) A	55938 (2541,96) A	89,50 (3,49) A
T6	60101 (1934,20) AB	53418 (3301,55) A	86,89 (2,43) A
T7	61616 (1166,36) A	55854 (6321,39) A	86,81 (1,97) A
T8	60479 (1328,26) AB	53629 (2493,43) A	87,26 (3,05) A
T9	58459 (252,53) B	53716 (2119,23) A	91,04 (2,90) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Observou-se que para a variável de índice de sobrevivência de plantas não foram influenciados por nenhum dos tratamentos. No experimento 1, em média 88,5% das plantas de milho atingiram a maturação fisiológica.

Na tabela 22 são apresentados os valores de índice de sobrevivência (IS) % do experimento 2 (disco de 36 furos).

Tabela 22 - Valores médios de índice de sobrevivência (IS) % no experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamentos	PI (pl ha ⁻¹)	PF (pl ha ⁻¹)	IS (%)
T1	62121 (2542,03) A	56633 (2567,97) A	90,30 (6,05) A
T2	63131 (1934,20) A	58163 (3534,80) A	91,84 (7,01) A
T3	60606 (1649,49) A	57033 (1376,69) A	93,93 (3,44) A
T4	60859 (1725,08) A	57730 (979,780) A	95,03 (3,12) A
T5	61111 (1010,10) A	56364 (2799,01) A	91,54 (4,76) A
T6	63131 (1010,10) A	56330 (5157,01) A	87,02 (6,72) A
T7	60859 (291,59) A	55137 (4387,60) A	88,09 (3,10) A
T8	60859 (505,05) A	55612 (5367,26) A	91,54 (8,04) A
T9	63384 (967,10) A	55612 (1953,93) A	87,16 (3,47) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Observou-se que para a variável de índice de sobrevivência de plantas não foram influenciados por nenhum dos tratamentos. No experimento 2, em média 90% das plantas de milho atingiram a maturação fisiológica.

Arredondo et al. (2006), trabalhando com semeadora pneumática em dois níveis de pressão de vácuo, para soja, milho e sorgo, concluíram que os níveis de pressão não afetaram a germinação das sementes e o vigor das plântulas.

4.8.3 Características Agronômicas Plantas Acamadas (PA) e Plantas Quebradas (PQ) experimento 1 e experimento 2

Na tabela 23 são apresentados os valores médios das características agronômicas no quesito plantas acamadas (PA) e plantas quebradas (PQ) nos experimentos 1 discos (40 furos) e experimento 2 (disco de 36 furos).

Tabela 23 - Valores médios das características agronômicas no quesito plantas acamadas (PA) e plantas quebradas (PQ) nos experimentos 1 discos (40 furos) e experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamentos	Experimento 1		Experimento 2	
	PA (%)	PQ (%)	PA (%)	PQ (%)
T1	1,68 (0,41) B	1,82 (0,85) B	1,73 (0,50) A	2,56 (1,20) A
T2	1,75 (0,28) B	1,58 (0,30) BC	1,00 (0,54) ABC	2,00 (0,41) A
T3	0,48 (0,08) C	0,31 (0,33) CD	0,32 (0,41) C	2,04 (0,19) A
T4	0,43 (0,33) C	0,18 (0,24) D	0,22 (0,05) C	0,48 (0,41) A
T5	0,19 (0,14) C	0,00 (0,00) D	1,23 (0,02) A	1,81 (0,38) B
T6	2,01 (0,67) B	2,25 (0,96) AB	0,41 (0,15) BC	1,47 (0,32) A
T7	2,01 (0,34) B	1,82 (0,39) B	1,77 (0,31) A	1,40 (0,19) AB
T8	3,33 (0,23) A	3,32 (0,54) A	1,21 (0,29) AB	1,60 (0,39) AB
T9	0,52 (0,41) C	0,47 (0,53) CD	1,50 (0,34) A	1,66 (0,27) AB

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Observou-se que no experimento 1 a média de ficou em 1,38% de plantas acamadas (PA), sendo que ocorreu diferença estatística entre os tratamentos. O tratamento 8 apresentou o maior índice de plantas acamadas com 3,33%, diferindo-se estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, e 9. Os tratamentos 1, 2, 6 e 7 não apresentaram diferença estatística entre si. O mesmo ocorreu para os tratamentos 3, 4, 5 e 9. O menor índice de plantas acamadas foi observado no tratamento 5 que obteve 0,19% de plantas acamadas (PA).

Para plantas quebradas (PQ) a média do experimento 1 ficou em torno de 1,3%, sendo que os tratamentos 8, apresentou o maior nível de plantas quebradas (PQ) 3,32% e apresentou diferença estatística com relação aos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 9. O menor índice de plantas quebradas (PQ) foi observado no tratamento 5 com 0,0% e não apresentou diferença estatística com os tratamentos 3, 4, e 9.

No experimento 2 a média de plantas acamadas (PA) e plantas quebradas ficaram respectivamente em 1,04 e 1,66%. Os tratamentos apresentaram diferenças estatísticas para plantas acamadas (PA), sendo o maior índice observado no tratamento 7 com média de 1,77%, este tratamento diferiu estatisticamente dos tratamentos 3, 4 e 6. O menor índice foi observado no tratamento 5 em média com 0,22% e que não diferiu estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 7, 8 e 9. Para plantas quebradas (PQ) o maior índice foi observado no tratamento 1, que diferiu estatisticamente do tratamento 6. O menor índice foi observado no tratamento 4 com 0,48% e que diferiu estatisticamente apenas do tratamento 5.

4.9 Avaliação da profundidade, distribuição longitudinal de plantas, espaçamentos normais, falhos, duplos e coeficiente de variação entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas da semeadora

4.9.1 Profundidade real em comparação das linhas curtas com as linhas longas

Na tabela 24 são apresentados os valores médios das profundidades em metros (m) em comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento 1 com o disco de 40 furos.

Tabela 24 - Valores médios das profundidades metros (m) na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento 1 com o disco de 40 furos.

Tratamento	Linha Curta Profundidade (m)	Linha Longa Profundidade (m)
T1	0,06 (0,01) A	0,06 (0,01) A
T2	0,06 (0,00) A	0,06 (0,00) A
T3	0,06 (0,00) A	0,06 (0,00) A
T4	0,06 (0,00) A	0,06 (0,00) A
T5	0,06 (0,01) A	0,06 (0,00) A
T6	0,06 (0,01) A	0,06 (0,01) A
T7	0,06 (0,01) A	0,06 (0,01) A
T8	0,06 (0,00) A	0,06 (0,00) A
T9	0,06 (0,01) A	0,06 (0,00) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1 não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos na avaliação da profundidade de semeadura entre linhas curtas e linhas longas, ou seja, a oscilação vertical das linhas curtas comparada com as linhas longas não influenciou na uniformidade de deposição das sementes no sulco de semeadura e conseqüentemente não causou desuniformidade na profundidade independente da velocidade adotada nos tratamentos e pressões de vácuo.

Na tabela 25 são apresentados os valores médios das profundidades (cm) em comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento 2 com o disco de 36 furos.

Tabela 25 - Valores médios das profundidades em (m) na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento 2 com o disco de 36 furos.

Tratamento	Linha Curta Profundidade (m)	Linha Longa Profundidade (m)
T1	0,05 (0,01) B	0,06 (0,01) B
T2	0,06 (0,00) A	0,07 (0,01) A
T3	0,06 (0,00) AB	0,06 (0,01) AB
T4	0,06 (0,01) AB	0,06 (0,00) AB
T5	0,06 (0,00) AB	0,06 (0,00) AB
T6	0,06 (0,01) AB	0,06 (0,01) AB
T7	0,06 (0,00) B	0,05 (0,00) B
T8	0,06 (0,01) AB	0,06 (0,00) AB
T9	0,06 (0,00) AB	0,06 (0,00) AB

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 2 as ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos, mas não ocorreu interação significativa na comparação entre as linhas curtas e linhas longas. Para todos os comprimentos de linhas apenas o T2 diferiu estatisticamente do tratamento 1 e 7.

4.9.2 População de plantas por metro e por hectare na comparação das linhas curtas com as linhas longas

Na tabela 26 são apresentados os valores médios das populações de plantas por metro e por hectare na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento um com o disco de 40 furos.

Tabela 26 - Valores médios das populações de plantas por metro e por hectare na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento 1 com o disco de 40 furos.

Trat.	Linha Curta		Linha Longa	
	População de plantas		População de plantas	
	Plantas por metro	Plantas por Hectare	Plantas por metro	Plantas por Hectare
T1	2,60 (0,16) A	52000,00 (3265,99) A	2,45 (0,25) A	49000,00 (5033,22) A
T2	2,55 (0,10) A	51000,00 (2000,00) A	2,75 (0,25) A	55000,00 (5033,22) A
T3	2,60 (0,16) A	52000,00 (3265,99) A	2,75 (0,25) A	55000,00 (5033,22) A
T4	2,75 (0,25) A	55000,00 (5033,22) A	2,80 (0,16) A	56000,00 (3265,99) A
T5	2,65 (0,30) A	53000,00 (6000,00) A	2,50 (0,20) A	50000,00 (4000,00) A
T6	2,60 (0,16) A	52000,00 (3265,99) A	2,65 (0,30) A	53000,00 (6000,00) A
T7	2,70 (0,35) A	54000,00 (6926,20) A	2,75 (0,30) A	55000,00 (6000,00) A
T8	2,55 (0,19) A	51000,00 (3829,71) A	2,65 (0,19) A	53000,00 (3829,71) A
T9	2,60 (0,28) A	52000,00 (5656,85) A	2,80 (0,16) A	56000,00 (3265,99) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1, não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos e para a variável linha, a população de plantas não foi afetada significativamente.

Na tabela 27 são apresentados os valores médios das populações de plantas por metro e por hectare na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento dois com o disco de 36 furos.

Tabela 27 - Valores médios das populações de plantas por metro e por hectare na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento 2 com o disco de 36 furos.

Trat.	Linha Curta		Linha Longa	
	População de plantas		População de plantas	
	Plantas por metro	Plantas por Hectare	Plantas por metro	Plantas por Hectare
T1	2,70 (0,12) A	54000,00 (2309,40) A	2,85 (0,19) A	57000,00 (3829,71) A
T2	2,85 (0,25) A	57000,00 (5033,22) A	2,85 (0,19) A	57000,00 (3829,71) A
T3	2,85 (0,41) A	57000,00 (8246,21) A	2,95 (0,25) A	59000,00 (5033,22) A
T4	3,00 (0,16) A	60000,00 (3265,99) A	2,85 (0,25) A	57000,00 (5033,22) A
T5	2,80 (0,40) A	56000,00 (8000,00) A	2,90 (0,26) A	58000,00 (5163,98) A
T6	2,90 (0,48) A	58000,00 (9,521,90) A	2,84 (0,43) A	56800,00 (8541,66) A
T7	2,80 (0,49) A	56000,00 (9797,96) A	2,50 (0,12) A	50000,00 (2309,40) A
T8	2,75 (0,30) A	55000,00 (6000,00) A	2,70 (0,26) A	54000,00 (5163,98) A
T9	2,80 (0,28) A	56000,00 (5656,85) A	2,65 (0,19) A	53000,00 (3829,71) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 2 também não correram interações significativas entre os tratamentos e na comparação entre as linhas curtas e linhas longas da semeadora.

4.9.3 Espaçamentos normal (%) entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas

Na tabela 28 são apresentados os valores médios dos espaçamentos normais (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente um com o disco de 40 furos.

Tabela 28 - Valores médios dos espaçamentos normais (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente um com o disco de 40 furos.

Tratamento	Linha Curta	Linha Longa
	Normal (%)	Normal (%)
T1	98,09 (3,85) AB	93,37 (8,65) AB
T2	98,08 (3,85) A	96,55 (3,99) A
T3	98,08 (3,85) AB	94,64 (10,71) AB
T4	98,21 (3,57) AB	94,62 (3,61) AB
T5	98,21 (3,57) A	97,92 (4,17) A
T6	98,07 (3,85) A	96,67 (6,67) A
T7	68,91 (46,44) B	71,15 (47,57) B
T8	96,13 (4,50) A	98,21 (3,58) A
T9	93,91 (4,07) AB	96,43 (4,12) AB

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1 ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos na avaliação da porcentagem de plantas normais, mas não ocorreram interações significativas na comparação das linhas curtas com linhas compridas, independente do tratamento adotado.

Na tabela 29 são apresentados os valores médios dos espaçamentos normais (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente dois com o disco de 36 furos.

Tabela 29- Valores médios dos espaçamentos normais (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente dois com o disco de 36 furos.

Tratamento	Linha Curta	Linha Longa
	Nomal (%)	Normal (%)
T1	94,51 (6,89) A	92,82 (8,33) A
T2	96,43 (7,14) A	96,55 (3,99) A
T3	66,70 (44,57) A	96,51 (4,07) A
T4	86,76 (5,27) A	98,44 (3,13) A
T5	91,29 (6,60) A	94,62 (3,61) A
T6	87,07 (13,49) A	90,76 (9,85) A
T7	88,33 (7,93) A	83,97 (14,31) A
T8	92,67 (6,32) A	76,37 (7,02) A
T9	98,33 (3,33) A	98,08 (3,85) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 2, não ocorreram diferenças estatísticas na avaliação de plantas normais entre os tratamentos e na avaliação entre linhas curtas e compridas.

4.9.4 Espaçamentos falhos (%) entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas

Na tabela 30 são apresentados os valores médios dos espaçamentos falhos (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento um com o disco de 40 furos.

Tabela 30 - Valores médios dos espaçamentos falhos (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento um com o disco de 40 furos.

Tratamento	Linha Curta	Linha Longa
	Falhos (%)	Falhos (%)
T1	1,92 (3,85) A	2,08 (4,17) A
T2	1,92 (3,85) A	0,00 (0,00) A
T3	0,00 (0,00) A	1,79 (3,57) A
T4	0,00 (0,00) A	0,00 (0,00) A
T5	1,79 (3,57) A	2,08 (4,17) A
T6	0,00 (0,00) A	1,67 (3,33) A
T7	6,09 (7,93) A	3,85 (4,44) A
T8	2,08 (4,17) A	0,00 (0,00) A
T9	4,17 (4,81) A	3,57 (4,12) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Na avaliação de falhas no experimento 1, não ocorreu interação entre os tratamentos e não houve interação significativa na comparação das linhas da semeadura.

Na tabela 31 são apresentados os valores médios dos espaçamentos falhos (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente dois com o disco de 36 furos.

Tabela 31 - Valores médios dos espaçamentos falhos (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente dois com o disco de 36 furos.

Tratamento	Linha Curta Falhos (%)	Linha Longa Falhos (%)
T1	3,71 (4,29) AB	1,92 (3,85) AB
T2	3,57 (7,14) AB	3,45 (3,99) AB
T3	1,79 (3,57) B	0,00 (0,00) B
T4	1,67 (3,33) B	0,00 (0,00) B
T5	3,85 (4,44) AB	1,92 (3,85) AB
T6	3,85 (4,44) A	4,01 (4,63) A
T7	7,92 (6,85) AB	12,02 (10,03) AB
T8	3,49 (4,07) AB	9,38 (4,06) AB
T9	0,00 (0,00) B	0,00 (0,00) B

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Na avaliação de falhas no experimento 2, ocorreu interação entre os tratamentos, mas não houve interação na comparação das linhas de semeadura.

4.9.5 Espaçamentos duplo (%) entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas

Na tabela 32 são apresentados os valores médios dos espaçamentos duplos (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento um com o disco de 40 furos.

Tabela 32 - Valores médios dos espaçamentos duplos (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento um com o disco de 40 furos.

Tratamento	Linha Curta	Linha Longa
	Duplos (%)	Duplos (%)
T1	0,00 (0,00) A	0,05 (0,09) A
T2	0,00 (0,00) A	0,03 (0,04) A
T3	0,02 (0,04) A	0,04 (0,07) A
T4	0,02 (0,04) A	0,05 (0,04) A
T5	0,00 (0,00) A	0,00 (0,00) A
T6	0,02 (0,04) A	0,02 (0,03) A
T7	0,00 (0,00) A	0,00 (0,00) A
T8	0,02 (0,04) A	0,02 (0,04) A
T9	0,02 (0,04) A	0,00 (0,00) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Na avaliação de duplas no experimento 1, não ocorreu interação entre os tratamentos e não houve interação na comparação das linhas de semeadura.

Na tabela 33 são apresentados os valores médios dos espaçamentos duplos (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente dois com o disco de 36 furos.

Tabela 33 - Valores médios dos espaçamentos duplos (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente dois com o disco de 36 furos.

Tratamento	Linha Curta Duplos (%)	Linha Longa Duplos (%)
T1	1,79 (3,57) AB a	5,26 (6,49) A a
T2	0,00 (0,00) B a	0,00 (0,00) A a
T3	6,51 (4,86) AB a	3,49 (4,07) A a
T4	11,58 (2,98) AB ab	1,56 (3,13) A a
T5	4,86 (5,86) AB a	3,59 (4,17) A a
T6	9,08(9,88) AB a	5,24 (7,26) A a
T7	9,63(9,94) AB a	4,01 (4,63) A a
T8	3,85(4,44) AB a	14,24 (8,80) B b
T9	1,67(3,33) AB a	1,92 (3,85) A ac

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.); Letras maiúsculas referem-se à diferenças estatísticas entre os tratamentos e letras minúsculas referem-se à diferenças entre as linhas (curta/longa)

Na avaliação de duplas no experimento 2, ocorreram interações entre os tratamentos, na primeira coluna (linha curta) pode-se observar que o tratamento 2 difere estatisticamente dos demais tratamentos. Na coluna dois (linha longa) o tratamento 8 diferiu estatisticamente dos demais. Na comparação de linhas curta com linhas longas, o tratamento que apresentou diferença significativa é o tratamento 8 da linha longa, que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, mas não diferiu estatisticamente do tratamento 4 da linha curta.

4.9.6 Coeficiente de variação (%) entre plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas

Na tabela 34 são apresentados os valores médios coeficiente de variação (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento um com o disco de 40 furos.

Tabela 34 - Valores médios coeficiente de variação (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimento um com o disco de 40 furos.

Tratamento	Linha Curta	Linha Longa
	CV%	CV%
T1	10,85 (5,78) A	8,99 (5,55) A
T2	12,73 (5,53) A	13,81 (10,97) A
T3	12,71 (6,31) A	13,81 (14,14) A
T4	17,41 (4,58) A	18,4 (1,63) A
T5	14,37 (4,97) A	12,79 (5,32) A
T6	15,28 (5,09) A	13,32 (10,65) A
T7	10,38 (3,97) A	14,11 (2,10) A
T8	15,88 (8,91) A	13,94 (8,48) A
T9	15,93 (9,17) A	10,53 (5,2) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1, não foi possível observar diferença estatística entre os tratamentos. O mesmo também ocorreu na comparação entre linhas curtas e linhas longas, não sendo observado diferenças entre elas.

Na tabela 35 são apresentados os valores médios do coeficiente de variação (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente dois com o disco de 36 furos.

Tabela 35 - Valores médios do coeficiente de variação (%) entre as plantas na comparação das linhas curtas com as linhas longas obtidas no experimente dois com o disco de 36 furos.

Tratamento	Linha Curta	Linha Longa
	CV%	CV%
T1	14,69 (6,12) A	21,62 (6,82) A
T2	19,06 (6,34) A	13,15 (3,95) A
T3	18,42 (9,53) A	20,48 (8,92) A
T4	35,61 (8,36) A	19,89 (8,83) A
T5	16,13 (10,23) A	26,09 (8,14) A
T6	34,45 (17,87) A	23,70 (20,07) A
T7	27,93 (8,45) A	26,49 (11,94) A
T8	33,89 (17,23) A	28,89 (5,87) A
T9	12,60 (4,64) A	18,53 (6,20) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 2, não foi possível observar diferença estatística entre os tratamentos. O mesmo também ocorreu na comparação entre linhas curtas e linhas longas, não sendo observado diferenças entre elas.

5 PRODUTIVIDADE

Na tabela 36 são apresentados os valores médios das produtividades obtidas nos experimentos 1 (disco de 40 furos) e experimento 2 (disco de 36 furos).

Tabela 36 - Valores médios das produtividades obtidas nos experimentos 1 (disco de 40 furos) e experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamento	Experimento 1 Produtividade (Kg ha ⁻¹)	Experimento 2 Produtividade (Kg ha ⁻¹)
T1	5619,8 (16,00) ABC	4960,9 (653,80) A
T2	5567,9 (124,51) ABC	5269,6 (441,30) A
T3	6144,2 (256,77) ABC	5290,9 (1242,97) A
T4	6154,3 (194,64) A	5493,5 (511,21) A
T5	6328,7 (127,82) C	5000,4 (1283,12) A
T6	5342,7 (410,86) BC	5270,9 (344,50) A
T7	5424,6 (221,43) BC	4980,7 (1454,49) A
T8	5309,8 (614,68) C	5026,4 (377,53) A
T9	6070,0 (599,17) ABC	4995,2 (1116,52) A

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

No experimento 1 observou-se diferença estatística entre os tratamentos, sendo o tratamento 5 o qual apresentou a melhor produtividade 6328,7 kg ha⁻¹ diferindo-se estatisticamente apenas dos tratamentos 4, 6, 7 e 8. A produtividade mais baixa foi observada no tratamento 8 que produziu 5309,8 kg ha⁻¹ e apresentou diferença estatísticas apenas do tratamento 4.

No experimento 2 nota-se que não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos. A melhor produtividade foi no tratamento 4 com 5493 kg ha⁻¹ e a menor produtividade foi de 4960,9 kg ha⁻¹ observada no tratamento 1.

No experimento 1 a produtividade média foi de 5733,5 kg ha⁻¹ e no experimento 2 de 5143,1 kg ha⁻¹. O experimento 1 (disco de 40 furos) produziu em média 630,4 kg ha⁻¹ a mais do que no experimento 2 (disco de 36 furos).

6 DESEMPENHO ENERGETICO DA OPERAÇÃO

Na tabela 37 são apresentados os valores obtidos com relação ao consumo operacional, consumo horário, patinagem e capacidade de campo efetiva (CCE), do experimento 1 (disco de 40 furos).

Tabela 37 - Valores médios obtidos com relação ao consumo operacional, consumo horário, patinagem e capacidade de campo efetiva (CCE), do experimento 1 (disco de 40 furos).

Tratamento	Consumo operacional (L ha ⁻¹)	Consumo horário (L h ⁻¹)	Patinagem (%)	CCE (ha h ⁻¹)
T1	4,51 (0,12) C	24,26 (2,02) E	0,75 (0,96) A	5,37 (0,46) D
T2	4,66 (0,18) C	25,20 (0,98) E	1,50 (1,91) A	5,40 (0,00) D
T3	4,90 (0,09) C	24,83 (0,55) E	2,00 (1,83) A	5,06 (0,05) D
T4	5,05 (0,35) BC	37,18 (1,43) D	1,75 (2,06) A	7,36 (0,33) C
T5	5,54 (0,19) AB	43,17 (0,83) C	1,75 (1,26) A	7,79 (0,12) C
T6	5,71 (0,53) A	43,37 (1,19) C	2,50 (0,58) A	7,62 (0,51) C
T7	5,75 (0,08) A	61,12 (0,72) B	2,25 (2,06) A	10,61 (0,15) B
T8	5,86 (0,04) A	63,40 (0,49) B	2,50 (1,73) A	10,81 (0,02) B
T9	5,88 (0,18) A	67,41 (1,29) A	2,75 (2,22) A	11,47 (0,35) AB

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Os resultados obtidos com relação ao consumo operacional (L ha⁻¹) no experimento 1, mostram que os tratamentos 1, 2, 3 e 4 não diferiram estatisticamente entre si. O tratamento 5 apresentou diferença estatística com relação aos tratamentos 1, 2 e 3, mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos 6, 7, 8 e 9. O consumo de combustível no sentido operacional (L ha⁻¹) aumentou em 30,5% quando saiu da velocidade de 4,2 km h⁻¹ com pressão de 8,0 MPa (T1) e chegou a velocidade de 10,1 km h⁻¹ com pressão de vácuo de 12,0 MPa (T9).

O consumo horário (L h⁻¹) não apresentou diferença estatística entre os tratamentos 1, 2 e 3, não se observando diferenças estatísticas entre a velocidade de 4,2 km h⁻¹ e pressões de vácuo de 8,0; 10 e 12,0 MPa. Nas velocidades de 7,3 km h⁻¹ e 10,1 km h⁻¹ com variações de pressões de vácuo com 8,0; 10,0 e 12,0 MPa, todos os tratamentos apresentaram tendência de maior consumo de combustível. Com o aumento da velocidade de 4,2 para 10,1 km h⁻¹ (acréscimo de 213,5% na capacidade

de campo efetiva), o consumo horário de combustível passou de 24,56 L.h⁻¹ para 67,41 L.h⁻¹, representando um aumento percentual de 274,5%. Mahl (2002) também detectou aumento do consumo de combustível de 30,5%, com o aumento da velocidade (4,4 para 9,8 km h⁻¹) com acréscimo de 125% na capacidade de campo efetiva na operação de semeadura em dois tipos de solo. Mahl citando Oliveira (1997) que também detectou aumento do consumo de combustível de 17%, com o aumento da velocidade (5,0 para 7,0 km h⁻¹) na operação de semeadura.

Não ocorreram diferenças estatísticas para a patinagem do trator no momento da semeadura.

Na tabela 38 são apresentados os valores obtidos com relação ao consumo operacional, consumo horário, patinagem e capacidade de campo efetiva (CCE), do experimento 2 (disco de 36 furos).

Tabela 38 - Valores médios obtidos no consumo operacional, consumo horário, patinagem e capacidade de campo efetiva (CCE), do experimento 2 (disco de 36 furos).

Tratamento	Consumo operacional (L ha ⁻¹)	Consumo horário (L h ⁻¹)	Patinagem (%)	CCE (ha h ⁻¹)
T1	4,61 (0,12) C	23,41 (1,95) E	1,50 (1,29) A	5,48 (0,47) D
T2	4,76 (0,19) C	24,32 (0,95) E	1,50 (1,91) A	5,51 (0,00) D
T3	5,00 (0,09) C	26,11 (2,52) E	1,50 (1,91) A	5,16 (0,05) D
T4	5,16 (0,35) BC	35,87 (1,38) D	1,75 (1,71) A	7,51 (0,33) C
T5	5,65 (0,20) AB	41,44 (1,09) C	1,75 (1,26) A	7,95 (0,12) C
T6	5,83 (0,54) A	46,81 (1,48) B	2,00 (0,82) A	7,77 (0,52) C
T7	5,87 (0,08) A	61,27 (3,47) A	2,00 (1,63) A	10,83 (0,15) B
T8	5,98 (0,04) A	63,34 (1,33) A	2,25 (1,71) A	11,03 (0,02) B
T9	6,00 (0,18) A	64,24 (1,21) A	2,75 (1,89) A	11,70 (0,36) AB

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); Dados Expressos: Média (D.P.)

Os resultados obtidos com relação ao consumo operacional (L ha⁻¹) no experimento 2, se mostrarão muito semelhantes ao experimento 1. Concluindo que não ocorreram grandes diferenças no desempenho energético da operação de semeadura, quando se alteou do disco de 40 furos para o disco de 36 furos.

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram chegar as seguintes conclusões.

A matéria seca da cobertura vegetal nos dois experimentos apresentava-se dentro dos padrões exigidos para um sistema conservacionista.

A porcentagem de manutenção de cobertura do solo, mesmo não sendo observado diferença estatística nos dois experimentos e em seus tratamentos, identifica-se maior incorporação da palha no solo com o aumento da velocidade de deslocamento da semeadora.

A distribuição transversal de sementes objetivada na regulagem inicial da semeadora foi observada no experimento com o disco de 40 furos.

O experimento com disco de 40 furos apresentou em média espaçamentos normais acima de 90%, no experimento com disco de 36 furos o tratamento 9 apresentou 84,94% de espaçamentos normais.

O experimento com disco de 36 furos apresentou maior índice de espaçamentos duplos.

O experimento com disco de 40 furos apresentou menores índices de CV, enquanto no experimento com disco de 36 furos os índices foram mais elevados, gerando aumento médio de 6,8% no CV.

No experimento 1 com disco de 40 furos não houve diferença estatística para altura de plantas, altura da inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo. Apenas no experimento com disco de 36 furos ocorreu diferença entre altura de plantas e inserção da primeira espiga, mas não se observou diferença estatística no diâmetro do colmo.

No experimento com disco de 40 furos a produtividade média foi de 5733,5 kg ha⁻¹ e no experimento com disco de 36 furos de 5143,1 kg ha⁻¹. O experimento com disco de 40 furos produziu em média 630,4 kg ha⁻¹ a mais do que no experimento com disco de 36 furos.

Nas velocidades de $7,3 \text{ Km h}^{-1}$ e $10,1 \text{ Km h}^{-1}$ com variações de pressão de vácuo com 8,0; 10,0 e 12,0 MPa, todos os tratamentos apresentaram tendência de maior consumo de combustível. Com o aumento da velocidade de 4,2 para $10,1 \text{ km h}^{-1}$ houve acréscimo de 213,5% na capacidade de campo efetiva, o consumo horário de combustível passou de $24,56 \text{ L h}^{-1}$ para $67,41 \text{ L h}^{-1}$, representando um aumento percentual de 274,5%.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. Q. G.; SILVA, F. C.; COSTA, I. J. S.; DAVID, A. M. S. S.; SIMÕES, D. A. **Qualidade fisiológica de híbridos de milho submetidos a diferentes temperaturas.** Trabalho apresentado no 28º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Combine capacity and performance test procedure.** St. Joseph, 1998. não paginado.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. *ASAE standards: standards engineering practices data.* 43, ed. Niles Road, 1996. 414p.

ANDERSSON, C. **Avaliação técnica de semeadoras-adubadoras para plantio direto.** *Plantio Direto*, n.66, p.28-32, 2001.

ANDRADE, Fernando H.; ABBATE, Pablo E. Response of maize and soybean to variability in stand uniformity. ***Agronomy Journal***, v. 97, p. 1263 – 1269, 2005.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Sistema de levantamento de preços/síntese dos preços praticados no ano de 2018.** Disponível em: <http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa/234-precos/levantamento-de-recos/868-serie-historica-do-levantamento-de-precos-e-de-margens-de-comercializacao-de-combustiveis/>. Acesso em: 10 out. 2018.

ARCOVERDE, S. N. S. et al. **Qualidade do processo de semeadura da cultura do milho de segunda safra.** *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.24, n.5, p.383-392, 2016.

ARREDONDO H., Soledad Sofía; HERRERA G., Óscar; Efecto de la velocidad de avance y de la succión de una sembradora neumática en la dosificación y germinación de semillas. ***Acta Agronómica***, vol. 55, n. 3, p. 39-46, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro, R.J. **Projeto de Norma 04: 015.06 -004; Semeadora de precisão - ensaio de laboratório - método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1994. 7 p.

ARREDONDO H., Soledad Sofía; HERRERA G., Óscar; Efecto de la velocidad de avance y de la succión de una sembradora neumática en la dosificación y germinación de semillas. **Acta Agronómica**, vol. 55, n. 3, p. 39-46, 2006.

ASABE - American Society of Agricultural and Biological Engineers. **Standards 2011.** Agricultural Machinery Management. St. Joseph: ASABE. D 497.7: 8 p. 2011.

BARROS, J.F.C.; CALADO, J.G. A cultura do milho. Escola de ciência e tecnologia, departamento de fitotecnia. 2014. Disponível em: <0>. Acesso em: 28 Set. 2019.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v. 111, p. 1-12, 2012.

BERNARDES, T.F.; RÉGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**. v. 97, p. 1852–1861, 2014.

BRANDALIZZE, W. Realidade e perspectivas de mercado e comercialização do milho. In: FANCELLI, A.L. **Milho: condicionantes da produtividade.** Piracicaba: FEALQ, 2017. Cap.1, p.1-18.

BOTTEGA, E. L. et al. **Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho** Pesq. agropec. pernamb., Recife, v. 19, n. 2, p. 74-78, jul./dez. 2014

BORTOLOTTI, T. C. **Plantabilidade de milho na resteva de avezem cobertura e pastejado no sistema integração lavoura-pecuária, dessecados em diferentes épocas.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2014. 46 f.

CASÃO JR, R.& SIQUEIRA, R. Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. In:_____.(Org). **Sistema plantio direto com qualidade.** Iapar / Itaipu Binacional, Londrina / Foz do Iguaçu, 2006. p.85-126

CASÃO JÚNIOR, R. et al. **Análise tridimensional de esforços em semeadora de plantio direto.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Pelotas. Anais.... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

CASADO, G. G.; MOLINA, M. G.; GUZMÁN, E. S. **Introducción a La agroecologia como desarrollo rural sostenible.** Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 540 p.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. ESALQ/USP. 2018. **Agromensal-Milho.** Disponível em: <
<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0791845001547126294.pdf>>.
 Acessado em: 01 out. 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos: décimo segundo levantamento, Setembro 2019. Brasília, DF, 2019.
 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos: decimo segundo levantamento, Setembro 2019. Brasília, DF, 201.

COELHO, J. L. D. **Ensaio & certificação das máquinas para a semeadura.** Piracicaba. In: MIALHE, L. G. MÁQUINAS AGRÍCOLAS Ensaio & Certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 551-570.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. **A Cultura do Milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, p. 21-45.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Manejo da cultura do milho** In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. **A Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, p. 171-197.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M; OLIVEIRA, M.F.; SANTANA, D.P. Circular técnica 87; **Manejo da cultura do milho**. 12 p. Sete Lagoas, 2006.

DALLMEYER, A. U. Opções na semeadura. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 6-9, 2001.

DELAFOSSÉ, R. M. **Máquinas semeadoras de grano grueso**. Santiago: Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe, 1986. 48 p.

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 do solo**. Eschorn: GTZ, 1991. 272p.

EMBRAPA. **NASA confirma dados da Embrapa sobre área plantada no Brasil. 2017.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30972114/nasa-confirma-dados-da-embrapa-sobre-area-plantada-no-brasil>>. Acessado em: 28 Set. 2019.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2006. 412 p.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília, 1993. 204 p.

EMBRATER. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Cultura do milho**. Brasília, EMBRATER, 1983.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: FEALQ, 2003. 208 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento.** In: SANDINI, I.E.; FANCELLI, A.L. Milho: estratégia de manejo para Região Sul. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. 209 p.

FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Safra Mundial de Milho 2018/19 - 8º Levantamento do USDA. 2018.** Disponível em: file:///C:/Users/ekola/Downloads/file-20200413143957-boletimmilhoabril2020.pdf: 15 Maio. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The future of food and agriculture – Trends and challenges.** 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>>. Acesso em: 27 Set. 2019.

FEY, E., SANTOS, S.R. **Efeito da velocidade de semeadura sobre a população de plantas, distribuição longitudinal e produção de grãos de milho (*Zea mays* L.).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. (editado em cd-rom).

FRANCO, D. L.; SANT'ANA, P.P.; TANAKA, E. M. **Qualidade Testada.** Cultivar máquinas, Pelotas, n. 92, p. 6-10, 2009

GARCIA, J.C.; MATTOSO, M.J.; DUARTE, J.O.; CRUZ, J.C.; PADRÃO, G.A. Aspectos Econômicos da Produção e Utilização do Milho In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES P.C **A Cultura do Milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, p. 21-45.

GARCIA, I. C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. J.; BLUM, J. **Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, p.520 - 527, 2006

GASSEN, D. N. Plantio direto para altas produtividades. In: **SIMPÓSIO CAMINHOS PARA SOJA DE ALTA PRODUTIVIDADE: CONSTRUINDO PERFIL DO SOLO**. Fealq/Esalq-USP, Piracicaba., 2017. Disponível em: https://fealq.org.br/wp-content/plugins/eventos-ecliante/upload_jquery/uploads/docs/150419983259a844989c0b6@@==@@11_dirceu%20gassen_plantio%20direto%20para%20altas%20produtividades.pdf. Acesso em 12 de dezembro de 2019.

GIROTI, J.F. **Profundidade de deposição de sementes na semeadura mecanizada da cultura do milho (Zea mays L.)**. 2002, 160f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

GUISCHEM, J. M. **Influência de características morfológicas e químicas da espiga na perda de água do fruto de milho (Zea mays L.)** Botucatu, 1997. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

GREEN, M. K.; STOUT, B. A.; SEARCY, S. W. Instrumentation package for monitoring tractor performance. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.28, n.2, p.346, 1985.

HAUGGE, T. S. **Qualidade de plantio do milho safrinha: incremento de produtividade com tecnologias de custo zero**. Blog Agronegócio em Foco – Pioneer Sementes. 26 de Jan de 2016. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/79/qualidade-de-plantio-do-milho-safrinha-incremento-de-produtividade-com-tecnologias-de-custo-zero>. Acesso em: 10 Out. 2018.

Hörbe, Tiago A. N.; Amado, Telmo J. C.; Reimche, Geovane B.; Schwalbert, Raí A.; Santi, Antônio L.; Nienow, Cristian; Optimization of Within-Row Plant Spacing Increases Nutritional Status and Corn Yield: A Comparative Study. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 5, p. 1962-1971, 2016.

HORN, D. **Qualidade de plantio: uma nova abordagem.** Informativo Pioneer. Santa Cruz do Sul. Ano XV. n. 31, p. 17-18, 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE, Estatística da Produção Agrícola janeiro de 2019.** 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_jan.pdf
Acesso em: 25 de setembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE, Estatística da Produção Agrícola janeiro de 2018.** 2017. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/eaeb7bd3a7d0941cfb93ace38dc13f86.pdf. Acesso em: 25 de setembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da produção Agrícola.** 2017.2016. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/2017/lspa_201712.pdf. Acesso em: 25 de setembro de 2019.

JASPER, S. P; SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H. **Estudo comparativo do custo da semeadura direta na cultura do milho utilizando duas metodologias.** Energia na Agricultura, Botucatu, v. 28, n. 1, p.06-10, 2013.

JOHN DEERE. **Plantadeiras 2122.** Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt/magazines/publication.html?id=42a7aa6d#1>. Acesso em: 29 jan. 2018a.

JOHN DEERE. **Plantadeiras 2122.** Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt/solu%C3%A7%C3%B5es-para-plantio/2122/>. Acesso em: 29 jan. 2018b.

KOLACHINSKI, E.F. et al. **Qualidade de sementeira do milho de segunda safra 2009 na microrregião de Pitangueiras – Paraná.** In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom

KOLLER, ADRIAN et al., Test method for precision seed singulation systems. **ASAE. American Society of Agricultural Engineers.**, V.57, 1283-1290, 2014.

KOPPER, C.V. **Produtividade de milho segunda safra em função de diferentes velocidades de sementeira e densidade de plantas.** Pesq. Agropec. Pernamb., Recife, V. 22, p. 1-6, 2017.

LAFLEN, J.M., AMEMIYA, A., HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. **Soil Water Conserv.**, v.36, p.341-3, 1981.

LANDAU, E.C. Cultivo do milho: clima e solo. **Sistemas de produção 2.** Sete Lagoas – MG, 4 ed Set 2008.

LAURIANO, S. M. et al., Seed performance under different pressures of vacuum and fuel consumption to soybean seeds. **Biosic. J.**, Uberlandia, v 33, m.s, p 1119 – 1125, sept./oct. 2017.

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

MAHL, D. **Desempenho operacional de sementeira em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema de plantio direto do milho.** 2006. p 97. Tese (Doutorado/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MAHL, D. **Desempenho de sementeiras-adubadoras de milho (Zea mays L.) em sistema de plantio direto.** 2002, 160f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MARONI, J. et al. **Velocidad de emergencia del maíz: prestaciones de diferentes órganos para el contactado semilla-suelo durante la siembra.** In: BARBOSA, O.A. (ed.). *Avances em ingeniería agrícola 2003-2005*. San Luis: CADIR 2005, 2005. p. 9-14.

MÁRQUEZ, L. **Maquinaria agrícola.** Madrid : B&H, 2004. 700 p.

MATSUNAGA, M. et al. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA.** Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 23, p. 123-139, 1976.

MELO, L.M.M., PINTO, E.R., YANO, E.H. **Velocidade de semeadura na cultura do milho (*Zea mays* L.): distribuição de sementes e produtividade.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (editado em cd-rom).

MELLO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. **Aspectos socioeconômicos da cultura do milho.** In: EMBRAPA. Milho: informações técnicas, Dourados, 1997. p. 13-38.

MELLO, R. P.; ALBIERO, D.; MONTEIRO, L. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G. **Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense.** Revista Ciência Agronômica, v.44, n. 1, p. 94-101, 2013

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

MIRANDA, Evaristo Eduardo de., **Agro cuida do meio ambiente.** Artigo publicado na Revista Agro DBO n. 89, 2017. Revista

MONTGOMERY, Douglas C. **Design and analysis of experiments.** John wiley & sons, 2017.

NUMMER FILHO, I. **Precisão no plantio: sugestão de uma nova abordagem.** 2011. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/media-center/palestras-online/7/precisao-no-plantio-uma-nova-abordagem>. Acesso em: 15 out. 2018.

ÖZMERZI, A.; KARAYEL, D.; TOPAKCI, M. **Effect of sowing depth on precision seeder uniformity.** Biosystems Engineering, v. 82, n. 2. p. 227-230, 2002.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 75).

PALMA, L. **Compatibilidade ente eficiência energética e eficiência econômica numa empresa rural.** 2001. 151p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001.

PICHINIM, N.R.M.A. **Qualidade de distribuição longitudinal de plantas de milho e sua produtividade: um estudo de caso.** 2012, 33f. Monografia (Trabalho de Graduação em Tecnologia em Mecanização em Agricultura de Precisão) – Faculdade de Tecnologia “Shunji Nishimura”, 2012

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. **FEALQ**, 2002.

PIONEER. Qualidade de plantio: uma nova abordagem. **Artigos.** 2010.

PORTELLA, J.A. **Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas.** *Doc. Cent. Nac. Pesqui. Trigo/EMBRAPA*, n.41, p.1-40, 1997.

RASCON, Jorge; PORTER, Wesley M.; TAYLOR, Randal. **Evaluation of Corn 77 Seed Vacuum Metering Systems**. In: ASABE Annual International Meeting. 29 de julho a 01 de agosto de 2012. Anais. ASABE, Dallas, Texas.

RICHETTI, A. **Custo de produção de mandioca industrial, safra 2007**. Comunicado Técnico, Dourados, n. 133, 2007. 5 p.

SANGOI, Luis; SCHMITT, Amauri; VIEIRA, Hefferson; PICOLI JR, Gilmar José; SOUZA, Clovis Arruda; CASA, Ricardo Trezzi; SCHENATTO, Diego Eduardo; GIORDANI, Willian; BONIATTI, Cristian Majolo; MACHADO, Gustavo Cardoso; HORN, Delson; Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p. 268-277, 2012.

SANGOI, L. et al. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2007. 95p.

SANGOI, L.; LECH, V.A.; GRACIETTI, L.C. Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações fonte dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,DF, v.37. n.3, p.259-267, 2002.

SANGOI, L. et al. Tamanho de semente, profundidade de semeadura e crescimento inicial do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p.370-380, 2004.

SANGÓI, L.; ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Piracicaba, v.61, n.2, p.101-110, 2002.

SANTOS, G.M.L. et Al., **Avaliação do sistema de plantio direto de milho em taxa variada e análise da população de plantas em relação ao aumento da velocidade de semeadura**. In: SINTAGRO – SIMPOSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA EM AGRONEGOCIOS, 2016, Jales: Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo.

SANTOS, S.R. dos; WEIRICH NETO, P.H. **Estado de arte do processo de distribuição longitudinal de milho (Zea mays) da Cooperativa Agrária de Entre Rios Ltda.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPEL/SBEA, 1999. 1 CD-ROM.

SAS Institute Inc., **SAS/STAT® User's Guide, Version 9, Cary, NC:** SAS Institute Inc., 1999.

SCHMALZ, C. R. **Verificação de tipos de dosadores de sementes de milho e soja no Norte do Paraná.** Orientador: Prof. Ivan Francisco Dressler da Costa. Dissertação de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão) - Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, 28 p. Santa Maria, 2014.

SEKI, A.S. **Demanda energética no processo de ensilagem de milho,** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 101 f. Botucatu, 2007.

SEMENTES AGROCERES. **Sementes Agrocere AG 8700 PRO3.** Um novo conceito de produtividade para safrinha com altíssimo teto produtivo. <http://sementesagrocere.com.br/pages/Produto_AG_8700.aspx>. Acesso em: 21 de set. 2019.

SILVA, Flavio H. da; CUNHA, Paulo C. R. Da; ALMEIDA, André C. de S.; ARAUJO, Lucas da S.; JAKELAITIS, Adriano; SILVEIRA, Pedro M. Da; Production components of corn as function of seed distribution along the planting row. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.19, n.12, 78 p.1172–1177, 2015.

SILVA, S.L. **Projeto e construção de um sistema de aquisição de dados para avaliação do desempenho energético de máquinas e implementos agrícolas.** Botucatu, 1997. 148p. (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, P.R.A. **Semeadora-adubadora: mecanismo de corte de palha e cargas verticais aplicadas.** 2007. p 90. Tese (Doutorado/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

SINGH, R. C.; SINGH, G.; SARASWAT, D. C.; Optimisation of Design and Operational Parameters of a Pneumatic Seed Metering Device for Planting Cottonseeds. **Biosystems Engineering**, v. 92 (4), p. 429–438, 2005.

SOUSA, F.G.S. **Profundidades de semeadura e espaçamentos entre plantas na cultura do milho.** 2016. p 59. Tese (Doutorado/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

STANGE, K.; CHRISTIANSON, L. L.; THORESON, B.; ALCOOCK, R.; VIK, B. Microcomputer goes to the field to gather tractor test data. **Agricultural engineering**, v.65,n.1, p.21-6, 1984.

TOURINO, M. C. C.;REZENDE, P. M.;SALVADOR, N. **Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja.** Pesquisa Agropecuária Brasileira,v. 37, p.1071-1077, 2002.

VIEIRA JUNIOR, P.A.; MOLIN, J. P.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; MASCARIN, L. S.; FAULIN, G. D. C.; DETOMINI, E. R. População de plantas e alguns atributos do solo relacionados ao rendimento de grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 483 - 492, Oct./Dec., 2006.

WATSON, S. A. Description, development, structure and composition of the corn kernel. In: WHITE, P.; JHONSON, L.A (Ed.). **Corn chemistry and technology.** 3. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2005. P 69-106.

ZARDO, L; CASIMIRO, E.L.N. **Plantabilidade de diferentes tecnologias de disco para semeadura sob duas velocidades.** Revista cultivando o saber. ed.eps.,2016. P92-101.