

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUTIVIDADE DO MILHO EM FUNÇÃO DE TRÊS MECANISMOS DE  
TRANSMISSÃO NO DISCO DOSADOR DE SEMENTES EM DUAS  
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

**JOÃO PEDRO DE OLIVEIRA BERCHIERI**

**JABOTICABAL – SP**

**2021**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUTIVIDADE DO MILHO EM FUNÇÃO DE TRÊS MECANISMOS DE  
TRANSMISSÃO NO DISCO DOSADOR DE SEMENTES EM DUAS  
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

**JOÃO PEDRO DE OLIVEIRA BERCHIERI**

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani  
Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Francisca Edcarla de Araujo Nicolau

Trabalho apresentado à Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP,  
Campus de Jaboticabal, para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Agrônoma

**Jaboticabal - SP  
2º Semestre/2021**

B485p	<p>Berchieri, João Pedro Oliveira</p> <p>Produtividade do milho em função de três mecanismos de transmissão no disco dosador de sementes em duas profundidades de semeadura / João Pedro Oliveira Berchieri. -- Jaboticabal, 2021</p> <p>21 p. : tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani</p> <p>Coorientadora: Francisca Edcarla Araujo Nicolau</p> <p>1. Milho. 2. Semeadura. 3. Engenharia agrônômica. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO:

Engenharia e Ciências Exatas

## CERTIFICADO

### TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Produtividade do milho em função de três mecanismos de transmissão no disco dosador de sementes em duas profundidades de semeadura.

ACADÊMICO: João Pedro de Oliveira Berchieri

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR : Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

PERÍODO : 2016 À 2021

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO.  Sim  Não

#### BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

**Presidente** Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

**Membro** Me. Jean Lucas Pereira Oliveira

**Membro** Ma. Samira Luns Hatum de Almeida

Jaboticabal, 08 / 09 / 2021.

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: / 2 /

Aprovado "ad referendum" do Conselho do

  
\_\_\_\_\_  
Chefe do Departamento  
Prof. Dr. Rogério Teixeira

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus por tudo que me foi proporcionado durante a vida até este momento e todas as outras que estão por vir, pelas oportunidades, amigos, família, pelo aprendizado adquirido ao longo da vida até o presente momento e pela força para continuar seguindo em frente mesmo nos momentos mais difíceis.

Agradeço, de forma especial, meus pais Maria do Carmo de Oliveira Berchieri e Francisco Berchieri Junior por serem a base da minha vida e por me tornarem a pessoa que sou hoje, e a todos meus familiares que me apoiaram e sempre estiveram ao meu lado me apoiando e orientando durante a vida.

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani por me aceitar como seu estagiário e fazer parte de sua equipe, além de se disponibilizar para orientar-me durante o trabalho. Agradeço imensamente Dr<sup>a</sup>. Francisca Edcarla de Araujo Nicolau pela coorientação, por todo apoio e disposição durante o desenvolvimento deste trabalho, juntamente com o conhecimento transmitido.

Agradeço a empresa Marchesan, pela parceria e cessão da semeadora-adubadora PST PLUS FLEX 9 E45 utilizada no trabalho, e também a empresa Pioneer sementes por fornecerem as sementes utilizadas no trabalho.

Aos meus amigos, pelo apoio e amizade durante toda a vida, pois com esse apoio a conquista dos meus sonhos foi possível.

Agradeço a todos da Agronomia 16 pelas amizades criadas, momentos em que passamos juntos e pelo aprendizado que tivemos juntos.

Aos amigos da República Canabrava, que me proporcionaram um crescimento pessoal e apoio durante minha graduação, além de me proporcionarem uma segunda família e diversas lembranças e aprendizados que levarei para toda minha vida pessoal e profissional.

## Sumário

RESUMO .....	i
SUMMARY .....	ii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 CULTURA DO MILHO .....	2
2.2 MECANISMOS DOSADORES .....	3
2.3 MECANISMOS DE TRANSMISSÃO .....	4
2.4 PROFUNDIDADE DE SEMEADURA .....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	6
3.1 Caracterização da área experimental .....	6
3.2 Máquinas e equipamentos .....	7
3.3 Métodos .....	9
3.4 Características fitotécnicas e componentes de produtividade .....	10
3.5 Análise estatística .....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5. CONCLUSÕES .....	20
6. LITERATURA CITADA .....	21

## **PRODUTIVIDADE DO MILHO EM FUNÇÃO DE TRÊS MECANISMOS DE TRANSMISSÃO NO DISCO DOSADOR DE SEMENTES EM DUAS PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

### **RESUMO**

Para suprir o cultivo em larga escala do milho, torna-se necessário o uso de tecnologias que se destinam no acréscimo da produtividade nas lavouras. Objetivou-se avaliar os componentes de produtividade do milho em função de três mecanismos de transmissão no dosador de sementes e duas profundidades de semeadura. O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com duas parcelas e três subparcelas e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas regulagens de profundidade de semeadura, sendo elas PS1 (7 cm) e PS2 (5 cm) e três mecanismos de transmissão que acionam o disco dosador de sementes (subparcelas), sendo eles MT1 (corrente Encapsulada), MT2 (cabo Eliot), MT3 (cabo Soretto). Foram avaliados os componentes de produtividade do milho. Em relação a profundidade de semeadura, houve variação estatística, sendo que a profundidade de semeadura 1 apresentou redução no índice de velocidade de emergência, uma redução de 16,27% em relação a profundidade de semeadura 2. Observa-se que somente na profundidade de semeadura 1 (7 cm) houve significância e o mecanismo de transmissão 2 (cabo Elliot) apresentou maior produtividade de grãos. As profundidades de semeadura não influenciaram nos componentes de produtividade do milho, exceto para a população inicial e final de plantas, Número médio de dias para a emergência de plântulas de milho e profundidade de sementes. A maior produtividade do milho foi obtida na profundidade de sementes de 7 cm (PS 1) com o cabo Elliot (MT 2) no mecanismo de transmissão.

**Palavras-chave:** *Zea mays L.*, semeadura, profundidade de sementes.

## **CORN PRODUCTIVITY IN FUNCTION OF THREE TRANSMISSION MECHANISMS IN THE SEED DOSER DISK IN TWO SOWING DEPTHS**

### **SUMMARY**

To supply the large-scale cultivation of corn, it is necessary to use technologies that are aimed at increasing productivity in crops. The objective was to evaluate the corn productivity components as a function of three transmission mechanisms in the seed metering and two sowing depths. The present work was developed in the experimental area of the Teaching, Research and Extension Farm of the College of Agricultural and Veterinary Sciences, Jaboticabal - SP. The experimental design was in randomized blocks in subdivided plots, with two plots and three subplots and five repetitions. The treatments consisted of two seeding depth adjustments, PS1 (7 cm) and PS2 (5 cm) and three transmission mechanisms that drive the seed metering disc (subplots), MT1 (Encapsulated chain), MT2 (Eliot cable), MT3 (Soretto cable). The corn yield components were evaluated. Regarding sowing depth, there was statistical variation, and sowing depth 1 presented a reduction in the emergence speed index, a reduction of 16.27% in relation to sowing depth 2. It is observed that only at seeding depth 1 (7 cm) there was significance and drive mechanism 2 (Eliot cable) presented higher grain yield. The sowing depths did not influence the corn productivity components, except for the initial and final plant population, average number of days for the emergence of corn seedlings and seed depth. The highest corn yield was obtained at 7 cm seed depth (PS 1) with the Elliot handle (MT 2) in the drive mechanism.

**Key words:** *Zea mays L.*, sowing, seed depth.

## 1. INTRODUÇÃO

Com sua boa adaptação ao território brasileiro ganhou grande importância para a economia do Brasil, onde passou a ser produzido em duas safras, sendo elas 1ª e 2ª safra. Com produção na safra 2020/2021 estimada em aproximadamente 108.965,6 mil toneladas, com um aumento de 6,2 % na produção em comparação ao ano anterior, ocupando assim o segundo lugar na produção de grãos do Brasil, ficando atrás apenas da cultura da Soja (CONAB, 2021).

Atualmente para que as expectativas e o cultivo em larga escala dessa cultura sejam alcançados, é extremamente importante o uso de novas tecnologias que visam alcançar tais objetivos. Dentre as tecnologias a serem utilizadas, pode-se destacar a escolha da semeadora-adubadora que deposite no solo a quantidade de semente recomendada, em profundidade adequada afim de garantir a população de plantas desejada.

A evolução do agronegócio brasileiro, e no mundo, se deu precipuamente em função da mecanização agrícola. Esta é essencial na agricultura atual. Atividades como preparo do solo, adubação, semeadura, pulverização e colheita, que antes eram realizadas com a força de trabalho humana e animal, hoje são desenvolvidas com o auxílio de máquinas (CUNHA; DUARTE; RODRIGUES, 2009).

A mecanização é indispensável para a agricultura empresarial. O advento da mecanização, juntamente com outras tecnologias, permitiu elevar a eficiência das propriedades, devido à maior agilidade na realização dos serviços de forma mais econômica (CUNHA, 2015).

Um dos fatores que podem interferir na distribuição da quantidade de sementes no leito de semeadura, é o sistema de transmissão das semeadoras-adubadoras que são formados por um conjunto de engrenagens, sendo elas engrenagens movidas e motoras, correias ou cabos que junto com o disco dosador de sementes realizam a distribuição das sementes ao longo da linha de semeadura, por meio da transmissão do movimento gerada entre o rodado e o solo.

A semeadura deve ser mais superficial na faixa de 0,03 a 0,05 m em solos mais argilosos, que dificultam a emergência, ou quando a temperatura do solo é mais fria, em função da época ou da região; em solos mais leves, arenosos, a profundidade

pode ser maior, variando de 0,03 a 0,08 m, aproveitando as condições mais favoráveis de umidade do solo (FORNASIERI FILHO, 2007).

Diante desses fatores, pressupõe-se que diferentes sistemas de transmissão do dosador de sementes e a profundidade de semeadura possam influenciar nos componentes de produtividade do milho. Objetivou-se avaliar os componentes de produtividade do milho em função de três mecanismos de transmissão no dosador de sementes e duas profundidades de semeadura.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CULTURA DO MILHO**

Entre as espécies mais estudadas no mundo se tem o milho (*Zea mays* L.), ficando atrás apenas da espécie humana (*Homo sapiens*) e de rato (*Rattus* spp.) (MESSING e DONNER, 2006). Segundo algumas evidências a domesticação da espécie teria ocorrido entre 7 mil e 10 mil anos atrás (DOEBLEY et al., 1994; WHITE; DOEBLEY, 1998), sendo realizada por americanos nativos de importantes civilizações, como a dos astecas, a dos maias e a dos incas (GALINAT, 1992).

Sua vasta história evolutiva favoreceu sua adaptação em diferentes ambientes, sistemas de manejos e variabilidade climática, possibilitando seu cultivo em diferentes regiões do planeta, fato que o fez tornar um dos cereais mais cultivados no mundo (FANCELLI, 1993; CRUZ, 2013).

Conforme levantamento da CONAB (2021) a estimativa de produção nacional de milho, considerando-se as três safras na temporada 2020/2021, está previsto uma produção em torno de 108.965,6 mil toneladas, mostrando um acréscimo de cerca de 6,2% ao ano anterior, com o milho ocupando a segunda maior produção de grãos no Brasil, ficando atrás somente da soja.

Devido a sua composição nutricional que participa da base da alimentação humana e animal, é considerado um dos cereais mais importantes do mundo, além de possuir aplicação industrial e apresentar grande importância na formação da renda agrícola (SANTOS, 2010).

Para cada sistema de produção, existe uma população plantas que maximiza o rendimento de grãos. A população ideal para maximizar o rendimento de grãos de

milho varia de 30.000 a 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, dependendo da disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, ciclo da cultivar, época de semeadura, profundidade de semente e espaçamento entre linhas (SANGOI, 2000).

Tradicionalmente o milho é cultivado no Brasil com espaçamento entre linhas de 0,8 e 0,9 m, o que possibilita o uso adequado dos equipamentos desde a semeadura até a colheita (MATTOSE et al., 2006). Porém, ocorreram avanços na mecanização agrícola que permitiram equipamentos com ajustes de espaçamentos entre linhas de até 0,45 m (PALAHRES, 2003).

Outro fator que afeta o desenvolvimento das culturas, relacionado ao processo de semeadura, é a profundidade de deposição da semente. Normalmente, para o milho a semeadura se concentra entre 3 a 7 cm de profundidade, sendo a profundidade média adotada de 5 cm. Caso essas sementes sejam semeadas em maior profundidade, poderá causar prejuízos à emergência das plântulas, decorrente do maior gasto de energia da plântula na emergência, com reflexos no vigor inicial da cultura (EMBRAPA, 1996).

As estimativas de acompanhamento da produção do milho de 1ª safra no estado de São Paulo indicam uma extensão de área de 350,6 mil hectares, totalizando uma produção de 37,8 milhões de sacas de 60 kg, com produtividade média de 107,7 sc. 60 kg/ha (CAMARGO et. al, 2020).

## **2.2 MECANISMOS DOSADORES**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994) classifica as semeadoras baseada na sua forma de distribuição de sementes, como semeadora de precisão e semeadora de fluxo contínuo. As semeadoras de precisão, podem apresentar dosadores com disco horizontal (gravidade) ou disco vertical (pneumáticas), sendo responsáveis por distribuir as sementes uma após a outra sequencialmente, em linha e em intervalos regulares, segundo a densidade de semeadura já pré-estabelecida.

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. Devido ao 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).

Segundo Portella (1997) o sistema pneumático utiliza vácuo ou pressão para a dosagem de sementes. No sistema de pressão, um disco vertical gira, aprisionando a semente de um reservatório localizado em sua base. A pressão do ar mantém as sementes presas no orifício perfurado. Um dispositivo com corte de pressão é responsável pela liberação de sementes para o solo. No sistema a vácuo, as sementes são presas pelo vácuo produzido por uma turbina.

Estudando os tipos de mecanismos dosadores de sementes, Bottega et al (2014), verificaram que no dosador pneumático o índice de velocidade de emergência foi maior em relação ao dosador do tipo horizontal. Este fato pode estar relacionado a maneira de seleção de sementes, no mecanismo dosador, uma vez que o dosador pneumático faz a seleção e separação de sementes por meio da pressão negativa. Nesta seleção os danos causados as sementes são inferiores devido à baixa quantidade de componentes mecânicos envolvidos.

### **2.3 MECANISMOS DE TRANSMISSÃO**

De acordo com Mialhe (2012), a parte de dosadores de sementes assim como fertilizantes são ativados por meio das rodas motrizes da semeadora-adubadora, através de um sistema de transmissão de alta complexidade. Este sistema de componentes difundem a energia da roda a partir do deslocamento da máquina por intermédio do conjunto de mecanismo para o dosador de semente e fertilizantes.

Existem hoje no mercado basicamente sete tipos de atuadores de mecanismos dosadores para semeadoras de linhas individuais, que são: Motor elétrico de corrente contínua, ar comprimido, motor hidráulico, árvore cardam acoplada a TDP, árvore dentada acoplada ao cubo de roda motriz, roda de terra, roda motriz da semeadora (MIALHE, 2012).

De acordo com BONISSONI (2021), atualmente no mercado os motores elétricos são uma alternativa mais efetiva para os produtores, tendo em vista que tais motores apresentam uma manutenção mais simples em relação a motores hidráulicos, pois estes não apresentam quebra de correntes ou engrenagens, são motores mais compactos e com um processo de instalação mais simples.

## 2.4 PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

Um fator a ser considerado na semeadura é a profundidade de deposição das sementes, que é vinculada pela temperatura, teor de água e tipo de solo, dentre outros fatores. A semente deve ser colocada a uma profundidade que permita contato com o solo úmido, resultando assim em uma boa germinação e emergência. A profundidade de semeadura é um dos fatores que mais impactam na emergência e no desenvolvimento vegetativo da cultura do milho (SILVA, 2008).

A semente deve ser colocada numa profundidade que possibilite um bom contato com a umidade do solo. Entretanto, a maior ou menor profundidade de semeadura vai depender do tipo de solo. Em solos mais pesados, com drenagem deficiente ou com fatores que dificultam o alongamento do mesocótilo, dificultando a emergência de plântulas, as sementes devem ser colocadas entre 3 e 5 cm de profundidade. Já em solos mais leves ou arenosos, as sementes podem ser colocadas mais profundas, entre 5 e 7 cm de profundidade, para se beneficiarem do maior teor de umidade do solo (CRUZ, 2010).

Pereira e Cruz (2002) afirmam que, em solos mais pesados com drenagem deficiente ou com fatores que impedem o alongamento do mesocótilo, dificultando a emergência de plântulas, o plantio deve ocorrer de maneira mais superficial, onde as sementes devem ser colocadas entre 3 e 5 cm de profundidade. Já em solos mais leves ou arenosos, as sementes podem ser colocadas mais profundas, entre 5 e 7 cm de profundidade, para se beneficiarem do maior teor de umidade do solo.

Sousa et al. (2016) ao avaliar a cultura do milho semeada em diferentes profundidades de semeadura, constataram que o maior resultado de produtividade foi observado na profundidade de 4 cm, com produtividade de 14126 kg.ha<sup>-1</sup>, já a segunda maior produtividade (12930 kg.ha<sup>-1</sup>) foi observada na profundidade de 6 cm.

Fancelli e Dourado Neto (2000) relatam que a profundidade de semeadura ideal para milho seria entre 3 a 5 cm para solos argilosos e 4 a 6 cm para solos arenosos. Cruz et al. (2006) apontam como profundidade ideal de semeadura para solos argilosos de 3 a 5 cm de profundidade, já em solos arenosos essa profundidade vai de 5 a 7 cm.

Para as novas cultivares de milho a densidade recomendada varia de 50.000 a 70.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , com espaçamento entre linhas de 0,70 a 0,80 m, podendo chegar a 85.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  em espaçamentos reduzidos de 0,45 a 0,60m (PIONEER SEMENTES, 2012).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área experimental**

O experimento foi desenvolvido em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal – SP, localizado seguindo as coordenadas geográficas: latitude 21°14' S e longitude 48°16' W, com altitude média de 560 m.

De acordo com a classificação de Koeppen o clima é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e inverno seco, com precipitação pluvial média anual de 1.425 mm e temperatura média de 22 °C.

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO eutotrófico, textura argilosa, A moderado, caulinitico – oxidico (Lvef) (ANDRIOLI; CENTURION, 1999) com distribuição de partículas (areia, 200  $\text{g kg}^{-1}$ ; silte, 290  $\text{g kg}^{-1}$ ; e argila, 510  $\text{g kg}^{-1}$ ).

Foram utilizadas sementes do milho híbrido Pioneer P4285VYHR, que possui gene Roundup Ready® com tecnologia de proteção contra insetos Leptra®. As sementes foram tratadas pelo próprio fabricante com os princípios ativos de K-Obiol 25 EC, Actellic 500EC, Maxim XL e Derosal Plus. A semeadora-adubadora foi regulada para distribuir 3,38 sementes por metro visando uma população aproximada de 76.000 plantas por hectare.

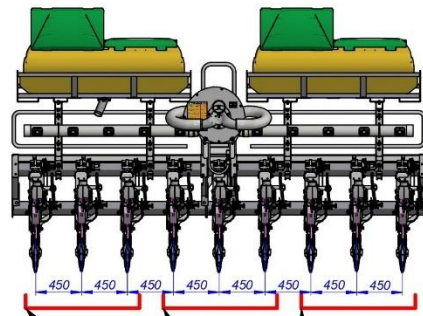
Antes da semeadura do milho, foi realizada a dessecação das plantas daninhas presentes na área experimental com 2,2  $\text{kg ha}^{-1}$  de Glifosato (i.a) em área total. Na semeadura, o milho foi adubado com 250  $\text{kg ha}^{-1}$  do formulado comercial (08-28-16), e na adubação de cobertura realizada no estágio V4 foram utilizados 250  $\text{kg ha}^{-1}$  do formulado comercial (30-00-10) mais 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de ureia conforme a recomendação de adubação para a cultura do milho com produtividade acima de 8  $\text{t/ha}^{-1}$  (Embrapa 2012).

### 3.2 Máquinas e equipamentos

Para a semeadura do milho foi utilizada a semeadora-adubadora PST PLUS FLEX 9 E45 (Figura 1), com nove linhas de semeadura, espaçadas a 45 cm, sendo que a cada três linhas era composta por um mecanismo de transmissão no dosador de sementes diferente. Os três mecanismos de transmissão no dosador de sementes usados na semeadora-adubadora foram os seguintes: corrente encapsulada, cabo Elliot e cabo Soretto (Figura 2).



**Figura 1.** Semeadora-adubadora utilizada na semeadura do milho.



CH 67478 SWO 74624 ECN 3803

MAQ. PST PLUS FLEX 9 E45 0111380102-03 S 0116

DISTRIBUIDOR DE SEMENTE SELENIUM

CSU ---OK

PM 400---OK

TURBINA --P. PLANTNG

CONDUTOR DE SEMENTE P. PLANTING

MARCADOR DE LINHA

03 LINHAS TRANSMISSÃO C/CORR. ENCAPSULADA

03 LINHAS TRANSMISSÃO C/CABO ELLIOT

03 LINHAS TRANSMISSÃO C/CABO SORETTO

09 DISCOS P/ SOJA 55 FUROS

09 DISCOS P/ MILHO 28 FUROS

CABO SORETTO

CABO ELLIOT

CORRENTE ENCAPSULADA

**Figura 2.** Descrição das características da semeadora-adubadora.

A semeadura mecanizada do milho foi realizada com trator (4x2 TDA), com potência máxima de 132,5 Kw (180 cv) com pneus dianteiro 18.4-26, pneus traseiros 24.5-32 (Figura 3) e velocidade média de deslocamento de 6,5 km h<sup>-1</sup>.



**Figura 3.** Trator utilizado na semeadura.

Antes da semeadura foi determinada a massa de matéria seca e no dia da semeadura foi mensurada a umidade do solo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Média de umidade de solo (%) e matéria seca (kg ha<sup>-1</sup>).

Fatores		Umidade solo (%)	Matéria Seca (kg ha <sup>-1</sup> )
PS 1	MT 1	19,80	2.835,20
	MT 2	18,10	2.506,56
	MT 3	19,43	2.800,56
PS 2	MT 1	18,94	2.767,84
	MT 2	19,11	2.865,36
	MT 3	20,06	3.090,16

PS 1: 7 cm; PS 2: 5 cm; MT 1: Corrente Encapsulada; MT 2: Cabo Elliot; MT 3: Cabo Soretto; PS: Profundidade de Semeadura; MT: Mecanismo de Transmissão.

### 3.3 Métodos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com duas parcelas e três subparcelas com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas regulagens de profundidade de semeadura (parcelas) e três mecanismos de transmissão que acionam o disco dosador de sementes (subparcelas), conforme ilustrado na figura 4. A regulagem 1 na semeadora-adubadora com profundidade média de 7 cm (PS 1) e a regulagem 2 com profundidade média de 5 cm (PS 2). As profundidades de semente definidas nos tratamentos foram obtidas no solo sem cobertura vegetal. Os três mecanismos de transmissão que acionam o disco dosador de sementes são: corrente encapsulada, cabo Elliot e cabo Soretto (Figura 1).

As parcelas experimentais foram as profundidades de semeadura, constituídas de 9 linhas de milho, espaçadas a 0,45 m, dentro destas 9 linhas de semeadura, a cada 3 linhas de semeadura, era constituída uma subparcela de um mecanismo de transmissão do disco dosador de sementes (Figura 4). Com uma área de 150 m<sup>2</sup> (5m x 30m), as avaliações foram feitas na área útil, que correspondeu aos 10 m centrais da fileira central de cada mecanismo de transmissão do dosador de sementes, com área de 4,5 m<sup>2</sup> (0,45m x 10m).

		CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL			
ESTRADA	5M	30M	12M	30M	M1: Corrente Encapsulada M2: Cabo Elliot M3: Cabo Sorreto
		P1		P2	
		M1		M1	
		M2		M2	
		M3		M3	
	2M				
	5M		12M		P1: Regulagem 1 (7 cm) P2: Regulagem 2 (5 cm)
		P2		P1	
		M1		M1	
		M2		M2	
		M3		M3	
	8M	CARREADOR			
5M		12M			
	P1		P2		
	M1		M1		
	M2		M2		
	M3		M3		
8M	CURVA DE NÍVEL				
	30M		30M		
5M		12M			
	P2		P1		
	M1		M1		
	M2		M2		
	M3		M3		
8M	CARREADOR				
5M		12M			
	P1		P2		
	M1		M1		
	M2		M2		
	M3		M3		

Figura 4. Croqui da área experimental

### 3.4 Características fitotécnicas e componentes de produtividade

Os componentes de produtividade do milho avaliados foram os seguintes: profundidade de semente, índice de velocidade de emergência, população inicial das plantas, população final das plantas, distribuição longitudinal de plantas de milho, altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro de colmo da planta e da espiga, comprimento da espiga, espigas por hectare, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade de grãos.

#### 3.4.1 Profundidade de semente

A profundidade de semente foi determinada em 22/12/2018, 12 dias após a semeadura, sendo a semeadura realizada em 10/12/2018. Coletou-se três plântulas por parcela e aferida a distância da semente ainda presa a radícula ao colo da plântula (Figura 5).



**Figura 5.** Avaliação da profundidade de semente

### 3.4.2 Índice de velocidade de emergência

Na determinação do índice de velocidade de emergência, foram realizadas contagens diárias desde a primeira plântula emergida até a estabilização da contagem de plântulas na área útil de cada unidade experimental. Foi considerada como plântula emergida a visualização de qualquer parte da planta. Com os dados coletados, realizou-se o cálculo do número médio de dias para a emergência de plântulas de milho de acordo com a equação proposta por Edmond e Drapala (1958):

$$M = \frac{[(N_1G_1) + (N_2G_2) + (N_nG_n)]}{G_1 + G_2 + G_n} \quad (1)$$

Em que:

M = Número médio de dias para a emergência de plântulas de milho;

N<sub>1</sub> = Número de dias decorridos entre a semeadura e a primeira contagem de plântulas;

G<sub>1</sub> = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

N<sub>2</sub> = Número de dias decorridos entre a semeadura e a segunda contagem;

G<sub>2</sub> = Número de plântulas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

N<sub>n</sub> = Número de dias decorridos entre a semeadura e a última contagem de plântulas;

G<sub>n</sub> = Número de plântulas emergidas entre a penúltima e última contagem.

### 3.4.3 Distribuição longitudinal de plantas de milho

A distribuição longitudinal do milho foi realizada na área útil de cada parcela, medindo-se a distância entre todas as plântulas de milho.

Os espaçamentos entre plantas foram avaliados conforme a classificação adaptada de Kurachi et al. (1989) demonstrada na tabela 2.

**Tabela 2.** Metodologia recomendada por Kurachi *et al.* (1989)

Tipo de espaçamento	Intervalo de tolerância para variação xi
Duplo	14,8 cm $\leq$ 0,5. 29,6 cm
Normais	0,5. 29,6 cm < Xi, < 1,5. 29,6 cm
Falhos	44,4cm $\geq$ 1,5. 29,6 cm

14,8 cm: Valor considerado como duplo; 29,6 cm: Valor de referência; 44,4 cm: Valor considerado como falho.

Fonte: Kurachi *et al.* (1989).

### 3.4.4 População inicial e população final de plantas de milho

Para avaliação das populações iniciais e finais, foram avaliados o número de plantas existentes na área útil da parcela. Foi considerado como população inicial o número de plântulas emergidas na área útil no último dia da avaliação do número médio de dias para emergência de plântulas, após a estabilização. Para avaliação da população final foi considerado a população no dia em que foi realizado a colheita.

### 3.4.5 Altura de planta, altura da inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo da planta

De maneira aleatória, foram selecionadas dez plantas da área útil para determinação de características fitotécnicas cultura do milho. Com a utilização de uma fita métrica foi medido a altura da planta (Figura 8), que é a distância entre o nível do solo e a inserção da folha bandeira; a altura de inserção da primeira espiga foi medida a partir da superfície do solo até a inserção da primeira espiga no colmo da planta (Figura 7). O diâmetro do colmo de planta foi medido através da utilização de um paquímetro, obtendo o diâmetro médio do colmo, isso devido ao seu formato elíptico. Para avaliar o diâmetro do colmo, foi realizado o cálculo da média das medições do

maior e menor diâmetro, no internódio situado acima do primeiro nó das raízes adventícias.



**Figura 6.** Medição da altura de inserção de primeira espiga.



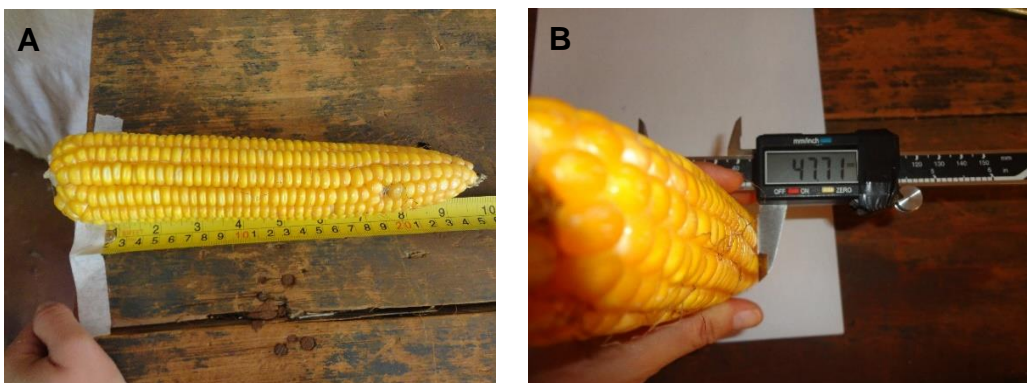
**Figura 7.** Determinação da altura de planta.



**Figura 8.** Determinação do diâmetro do colmo da planta.

### 3.4.6 Comprimento da espiga e diâmetro espiga

Foram selecionadas ao acaso cinco espigas por subparcela, para a determinação do comprimento (Figura 10A) e do perímetro (Figura 10B) da espiga sem palha, com o auxílio de uma fita métrica e de um paquímetro digital, respectivamente.



**Figura 10.** Medição do comprimento (A) e do diâmetro da espiga (B).

### 3.4.7 Espigas por hectare, número de fileira por espiga, número de grãos por fileira, massa de 1000 grãos e produtividade

A quantidade de espigas por hectare foi determinada contando o número de espigas em cada subparcela e o resultado foi extrapolado para quantidade de espigas por hectare.

Para avaliação do número de fileira por espiga e número de grãos por fileira, foi realizado a contagem do número de fileiras e de grãos, de cinco espigas selecionadas aleatoriamente em cada subparcela dentro da área útil.

Para a massa de 1000 grãos, foi realizada a contagem de 100 grãos e logo após foram pesados e o resultado extrapolado para massa de 1000 grãos.

Na avaliação da produtividade dos grãos, foram coletadas manualmente todas as espigas da área útil, realizada a trilha com uma trilhadora mecânica. Os grãos foram separados, pesados, determinado a umidade com o medidor de umidade e os valores obtidos foram corrigidos para base de umidade de 13%, baseando-se na 2 equação das Regras de Análise de Sementes BRASIL (1992):

$$P = I \times \frac{100 - U}{100 - 13} \quad (2)$$

Em que,

P = massa de grãos a 13% de umidade, em kg

U = teor de água atual dos grãos, em %

I = massa inicial da amostra

Após transformar a massa dos grãos à base de 13%, os resultados da produtividade de grãos foram extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.5 Análise estatística

Após a coleta de todos os dados realizou-se a análise de variância (ANOVA) e quando significativo foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade para comparação das médias utilizando o AgroEstat.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3, são apresentados os resultados referentes a profundidade de sementes, ao índice de velocidade de emergência, a população inicial e a população final de plantas em função das diferentes profundidades de semeadura e mecanismos de transmissão do dosador de sementes.

**Tabela 3.** Síntese de análise de variância e do teste de médias para Profundidade de Semente (Prof. Semente), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), População Inicial (P.I), População Final (P.F).

Fatores		Prof.Semente (m)	IVE (Dias)	P.I (Plantas/ha)	P.F (Plantas/ha)
PS	PS 1	0,047 a	6,97 b	85.740 a	83.259 a
	PS 2	0,025 b	8,44 a	78.963 b	78.370 b
MT	MT 1	0,039	7,53	73.056 b	73.056 b
	MT 2	0,034	7,89	87.111 a	83.778 a
	MT 3	0,034	7,68	86.889 a	85.611 a
Valores de F	PS	106,24**	25,54**	13,24*	11,57*
	MT	2,74 <sup>NS</sup>	0,63 <sup>NS</sup>	10,03**	6,90**
	PS*MT	0,79 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>
DMS	PS	0,01	0,84	5.171	3.991
	MT	0,01	0,81	9.278	9.421
C.V parcela		16,43	10,29	6,19	4,87
C.V subparcela		16,11	9,44	9,76	10,10

\*\* ( $p < 0,01$ ); \* ( $p < 0,05$ ); <sup>NS</sup> (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). PS 1: 7 cm; PS 2: 5 cm; MT 1: Corrente Encapsulada; MT 2: Cabo Elliot; MT 3: Cabo Soretto; PS: Profundidade de Semeadura; MT: Mecanismo de Transmissão.

Em relação a profundidade de semeadura, houve variação estatística, sendo que a profundidade de semeadura 1 apresentou redução no índice de velocidade de emergência, uma redução de 16,27% em relação a profundidade de semeadura 2. Assim, entende-se que, a maior profundidade de semeadura (PS 1) apresentou um menor período de dias para as plantas emergirem.

Dentro dos mecanismos de transmissão, para as variáveis profundidade de semente e IVE não houve alteração estatística significativa, porém dentro da população inicial e final o mecanismo de transmissão 1 apresentou os menores, tanto para população inicial e final em relação aos outros mecanismos de transmissão.

Sousa (2016), estudando os efeitos da cultura do milho implantada de 2 até 8 cm de profundidade, observou que na profundidade de 8 cm veio a proporcionar para a cultura uma menor temperatura do solo em e uma disponibilidade de água maior, em comparação a camadas superficiais.

Para os fatores população inicial e final houve variação estatística significativa, onde a profundidade de semeadura de 5 cm apresentou menor valor tanto para

população inicial e final, podendo ser justificado em função de que as sementes dispostas em camadas muito superficiais ficam susceptíveis ao teor de água reduzido, além de ficarem expostas a altas temperaturas, tais fatores podem interferir na taxa de germinação das sementes.

Para a distribuição longitudinal de plantas observou-se que somente na distribuição falha houve diferença estatística, o mecanismo de transmissão 1 (corrente encapsulada) apresentou maior porcentagem (Tabela 4). Esse resultado reflete na menor população inicial e final de plantas. Resultado parecido foi observado por Nicolau (2015), verificou que quanto maior a porcentagem da distribuição falha, menor foi a quantidade de plantas por hectare.

Apesar da distribuição normal de plantas não ter apresentado significância, observou-se que em todos os mecanismos de transmissão a porcentagem ficou próximo de 80%, indicando uma boa distribuição de plantas. A porcentagem de distribuição normal ficou próxima da recomendação por Furlani et al (2008).

**Tabela 4.** Síntese de análise de variância e do teste de médias para Distribuição Normal (D.N), Distribuição Falha (D.F), Distribuição Dupla (D.D) e Altura de Plantas (Alt.Planta).

Fatores		D.N (%)	D.F (%)	D.D (%)	Alt.Planta (m)
PS	PS 1	81,23	10,17	8,59	2,01
	PS 2	78,96	12,56	8,46	2,06
MT	MT 1	77,44	16,82 a	5,73	2,07
	MT 2	79,50	10,09 b	10,39	2,03
	MT 3	83,35	7,18 b	9,46	2,00
Valores de F	PS	2,80 <sup>NS</sup>	3,45 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	6,66 <sup>NS</sup>
	MT	2,00 <sup>NS</sup>	8,41 <sup>**</sup>	3,17 <sup>NS</sup>	0,85 <sup>NS</sup>
	PS*MT	1,78 <sup>NS</sup>	2,69 <sup>NS</sup>	0,26 <sup>NS</sup>	0,95 <sup>NS</sup>
DMS	PS	3,75	3,58	1,45	0,05
	MT	7,73	6,22	5,06	0,13
C.V parcela		4,62	31,07	16,83	2,21
C.V subparcela		8,37	47,40	51,37	5,32

\*\* (p<0,01); \* (p<0,05); <sup>NS</sup> (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,01). PS 1: 7 cm; PS 2: 5 cm; MT 1: Corrente Encapsulada; MT 2: Cabo Elliot; MT 3: Cabo Soretto; PS: Profundidade de Semeadura; MT: Mecanismo de Transmissão.

Para as variáveis altura de planta (Tabela 4), inserção de primeira espiga, diâmetro do colmo da planta, comprimento da espiga e diâmetro da espiga (Tabela 5), não apresentaram variação estatística para os dois fatores estudados, isso em decorrência de serem variáveis relacionadas com as características genéticas das plantas e os fatores estudados não foram suficientes para alterá-las.

**Tabela 5.** Síntese de análise de variância e do teste de médias para Inserção de 1ª Espiga (Ins.1ªEsp.), Diâmetro do Colmo da Planta (D\_C\_Planta), Comprimento da Espiga (Comp\_Espiga) e Diâmetro da Espiga (D\_Espiga).

Fatores		Ins.1ª Esp. (m)	D_C_Planta (m)	Comp_Espiga (m)	D_Espiga (m)
PS	PS 1	1,09	0,018	0,14	0,043
	PS 2	1,09	0,018	0,15	0,042
MT	MT 1	1,09	0,017	0,15	0,043
	MT 2	1,14	0,019	0,14	0,042
	MT 3	1,06	0,018	0,14	0,042
Valores de F	PS	0,00 <sup>NS</sup>	0,02 <sup>NS</sup>	5,10 <sup>NS</sup>	1,63 <sup>NS</sup>
	MT	1,30 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	8,13 <sup>NS</sup>	2,54 <sup>NS</sup>
	PS*MT	0,07 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	0,79 <sup>NS</sup>	1,26 <sup>NS</sup>
DMS	PS	0,09	0,002	0,018	0,001
	MT	0,13	0,004	0,013	0,001
C.V parcela		8,54	8,54	12,44	3,36
C.V subparcela		9,87	9,87	7,79	2,74

\*\* ( $p < 0,01$ ); \* ( $p < 0,05$ ); <sup>NS</sup> (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). PS 1: 7 cm; PS 2: 5 cm; MT 1: Corrente Encapsulada; MT 2: Cabo Elliot; MT 3: Cabo Soretto; PS: Profundidade de Semeadura; MT: Mecanismo de Transmissão.

No número de espigas por hectare houve variação estatística somente para o mecanismo de transmissão no dosador de semente (Tabela 6). O mecanismo de transmissão 2 (Cabo Elliot) apresentou um número maior de espigas por hectare, isso em decorrência de apresentar a segunda maior população final e foi verificado em algumas plantas a presença de mais de uma espiga por planta. Em algumas espigas colhidas no mecanismo de transmissão 3, observou-se espigas mal polinizadas e estas não foram consideradas na contagem da quantidade de espigas na parcela.

**Tabela 6.** Síntese de análise de variância e do teste de médias para Número de Espigas (N° Espiga), Número de Fileiras por Espiga (N° F/E), Número de Grãos por Fileira (N° G/F), Massa de 1000 Grãos (M\_1000 G) e Produtividade.

Fatores		N° Espigas (espigas/ha)	N° F/E	N° G/F	M_1.000 G (g)	Produtividade (kg/ha)
PS	PS 1	81.556	13	28 b	256,32	7.037,99
	PS 2	76.074	13	31 a	247,44	7.386,23
MT	MT 1	72.222 b	13	31 a	260,24 a	7.119,97 ab
	MT 2	83.333 a	13	27 b	249,24 ab	7.756,57 a
	MT 3	80.889 ab	13	29 b	246,16 b	6.759,79 b
Valores de F	PS	2,40 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	43,66 <sup>**</sup>	1,79 <sup>NS</sup>	0,58 <sup>NS</sup>
	MT	5,05 <sup>*</sup>	4,60 <sup>NS</sup>	10,30 <sup>**</sup>	4,93 <sup>*</sup>	4,23 <sup>*</sup>
	PS*MT	0,44 <sup>NS</sup>	2,70 <sup>NS</sup>	9,62 <sup>**</sup>	0,89 <sup>NS</sup>	5,84 <sup>*</sup>
DMS	PS	9.827,83	0,702	1,14	18,43	1.273,07
	MT	9.477,12	0,462	2,17	12,17	895,50
C.V parcela		12,30	5,25	3,88	7,22	17,41
C.V subparcela		10,42	3,03	6,46	4,19	10,76

\*\* ( $p < 0,01$ ); \* ( $p < 0,05$ ); <sup>NS</sup> (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). PS 1: 7 cm; PS 2: 5 cm; MT 1: Corrente Encapsulada; MT 2: Cabo Elliot; MT 3: Cabo Soretto; PS: Profundidade de Semeadura; MT: Mecanismo de Transmissão.

Para a massa de 1.000 grãos não houve significância para a profundidade de semeadura, já para o mecanismo de transmissão do dosador de sementes diferiu, a Corrente Encapsulada (MT 1) apresentou maior massa de 1.000 grãos, porém, menor população de plantas e espigas por hectare o que pode ter contribuído para o aumento da massa de 1.000 grãos.

Na tabela 7 são apresentados os dados referentes a interação da profundidade de semeadura com o mecanismo de transmissão no dosador de sementes para a variável número de grãos por fileira.

**Tabela 7.** Síntese de análise de variância e do teste de médias do desdobramento da interação entre as profundidades de semeadura e os mecanismos de transmissão para Número de Grãos por Fileira.

Causas de Variação		Mecanismo de Transmissão		
		MT 1	MT 2	MT 3
Profundidade de Semeadura	PS 1	31 aA	27 aB	25 bB
	PS 2	31 aA	28 aB	32 aA
DMS	PS	2,21		
	MT	3,07		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a 10% de probabilidade. PS 1: 7 cm; PS 2: 5 cm; MT 1: Corrente Encapsulada; MT 2: Cabo Elliot; MT 3: Cabo Soretto.

Analisando a profundidade de semeadura dentro de cada mecanismo de transmissão, observa-se que somente no mecanismo de transmissão 3 (Cabo Soretto), houve significância com maior número de grãos por fileira na profundidade de semeadura de 5 cm.

Avaliando os mecanismos de transmissão dentro de cada profundidade de semeadura, nota-se que na profundidade de semeadura de 7 cm o maior número de grãos de por fileira foi no mecanismo de transmissão 1 (Corrente Encapsulada), já para a profundidade de semeadura de 5 cm, o mecanismo de transmissão 3 (Cabo Soretto) apresentou maior número de grãos por fileira.

Na tabela 8, são apresentados a interação entre os fatores de profundidade de semeadura e mecanismos de transmissão do dosador de sementes para a produtividade de grãos.

**Tabela 8.** Síntese de análise de variância e do teste de médias do desdobramento da interação entre as profundidades de semeadura e os mecanismos de transmissão para produtividade.

Causas de Variação		Mecanismo de Transmissão		
		MT 1	MT 2	MT 3
Profundidade de Semeadura	PS 1	6.701,85 aB	8.258,82 aA	6.153,31 aB
	PS 2	7.538,10 aA	7.254,31 aA	7.366,27 aA
DMS	PS	1.356,85		
	MT	1.266,43		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a 10% de probabilidade. PS 1: 7 cm; PS 2: 5 cm; MT 1: Corrente Encapsulada; MT 2: Cabo Elliot; MT 3: Cabo Soretto.

Os mecanismos de transmissão foram estatisticamente iguais nas profundidades de semeadura dentro dos mecanismos de transmissão, já nos mecanismos de transmissão dentro de cada profundidade de semeadura, observa-se que somente na profundidade de semeadura de 7 cm houve significância e o mecanismo de transmissão 2 (Cabo Elliot) apresentou maior produtividade de grãos, isso ocorreu em função deste mecanismo ter apresentado maior número de espigas por hectare.

Conforme Camargo et. al (2020) a estimativa produtividade média do milho de 1ª safra para o estado de São Paulo foi de 6.462 kg ha<sup>-1</sup>, os valores de produtividade obtidos na profundidade de semeadura 1 (7 cm) e no mecanismo de transmissão 2 (cabo Elliot) estão acima da produtividade média para o estado de São Paulo.

## 5. CONCLUSÕES

As profundidades de semeadura não influenciaram nos componentes de produtividade do milho, exceto para a população inicial e final de plantas, Número médio de dias para a emergência de plântulas de milho e profundidade de sementes.

Os mecanismos de transmissão do dosador de sementes cabo Elliot e Cabo Soretto obtiveram os melhores resultados para os componentes de produtividade do milho (população de plantas e espigas por hectare).

A maior produtividade do milho foi obtida na profundidade de sementes de 7 cm (PS 1) com o cabo Elliot (MT 2) no mecanismo de transmissão.

## 6. LITERATURA CITADA

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de norma 04:015.06-004**. Semeadoras de precisão: ensaio de laboratório. São Paulo, 1994. 26 p.

BALASTREIRE, L.A. Máquinas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987, 307 p.

BOTTEGA, EDUARDO LEONEL et al. Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Brasil, v. 22, jun. 2018. Disponível em: <<https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2017.014>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

BONISSONI, K. **Motores elétricos tornam o plantio das lavouras mais eficiente**. Grupo Cultivar, 2021. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/motores-eletricos-tornam-o-plantio-das-lavouras-mais-eficiente>. Acesso em: 21 de set. de 2021.

CAMARGO, F. P.; MARTINS, V. A.; FREDO, C. E.; BUENO, C. R. F.; BAPTISTELLA, C. Da S. L.; CASER, D. V.; ANGELO, J. A.; COELHO, P. J. **Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 2019/20**, Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2020. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=14780> Acesso em: 14 Mar. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. v.7 – Safra 2020/2021, n. 10 – Sétimo Levantamento, Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10. Abr. 2021.

CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; RODRIGUES, J. C. Avaliação dos níveis de Vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 348-355, out./dez. 2009.

CUNHA, J. P. B. **Análise Técnica e Econômica da Mecanização na Cafeicultura**. 2015. 102p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

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.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **Cultivo do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 10 p.

DOEBLEY, J. F.; BACIGALUPO, A.; STEC, A. Inheritance of kernel weight in two maize – teosinte hybrid populations: implications for crop evolution. **Journal of Heredity, Oxford**, v. 85, p. 191-195, 1994.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 204 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Fertilidade do Solo e Manejo da Adubação NPK para Alta Produtividade de Milho no Brasil Central. 1.ed. Sete Lagoas. **Embrapa Milho e Sorgo**, 2012. 12p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf> Acesso em 27 Out. 2020.

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

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. **Guaíba: Agropecuária**, 2000. 360 p.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da; CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J. W.; GROTTA, D. C. C. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 345-352, 2008.

GALINAT, W. C. **Evolution of corn. In: Advances in agronomy**. London: Academic Press, 1992. 403 p.

GOMES DE SOUSA, S. F.; ARBEX SILVA, P. R.; DIAS, P. P.; DA SIVA CORREIA, T. P.; GIROTI, J. F. Avaliação da cultura do milho semeada em diferentes profundidades. **ENERGIA NA AGRICULTURA**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 148–153, 2016. DOI: 10.17224/EnergAgric.2016v31n2p148-153. Disponível em: <https://energia.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2252>. Acesso em: 30 ago. 2021.

MARCHÃO, R.L. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 2, n. 35, p. 93-101, 2005.

MATTOSO, M.J.; GARCIA, L.C.; DUARTE, J.O.; CRUZ, J.C. Aspectos de produção e mercado do milho. **Informe Agropecuário**, v.27, p.95-104, 2006.

MESSING, J.; DOONER, H. K. Organization and variability of the maize genome. **Current Opinion in Plant Biology**, Oxford, v. 9, n. 2, p. 157-163, 2006.

MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas para plantio. Campinas SP: **Millennium Editora**, 2012. 623 p.

NAFZIGER, E.D.; CARTER, P.R.; GRAHAM, E.E. Response of corn uneven emergence. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.811-15, 1991.

NICOLAU, F.E. Desempenho energético e operacional do conjunto trator semeadora em função de coberturas do solo e mecanismos sulcadores: atributos físicos do solo e componentes de produtividade. 2016. 104 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.**

PALHARES, M. Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho. 2003. 90 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.**

PEREIRA FILHO, I.E. **CULTIVO DO MILHO: plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes.** Sete Lagoas, Mg: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p.

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.

PORTELLA, J.A., SATLER, A., FAGANELLO, A. **Índice de emergência de plântulas de soja e de milho em semeadura direta no sul do Brasil.** Eng. Agric., v.17, n.2, p.71-8, 1997.

PRADO, R. M.; TORRES, J. L.; ROQUE, C. G.; COAN, O. Semente de milho sob compressão do solo e profundidades de semeadura: Influência no índice de velocidade de emergência. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.2, n.1, p.45-9, 2001.

SANTOS, R. D. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development : un important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31,n.1,p.159- 168,2000.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; BOGO, A.; KOTHE, D. M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, 2000.

SILVA, R. P. et al. Efeito da profundidade de semeadura e de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais na temperatura e no teor de água do solo durante a germinação de sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 929-937, 2008.

WHITE, S. E.; DOEBLEY, J. F. Of genes and genomes and the origin of maize. **Trends in Genetics**, Oxford, v. 14, n. 8, p. 327-332, 1998.