



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

ROBERTA DELGADO TEIXEIRA

**A EVOLUÇÃO DO PLANTIO AO LONGO DOS ANOS, E A IMPORTÂNCIA DAS
PLANTADEIRAS E SUAS TECNOLOGIAS PARA A AGRICULTURA**

BRASÍLIA
2023

ROBERTA DELGADO TEIXEIRA

**A EVOLUÇÃO DO PLANTIO AO LONGO DOS ANOS, E A IMPORTÂNCIA DAS
PLANTADEIRAS E SUAS TECNOLOGIAS PARA A AGRICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária da Universidade de
Brasília, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pereira
da Silva Correia

BRASÍLIA

2023

ROBERTA DELGADO TEIXEIRA

**A EVOLUÇÃO DO PLANTIO AO LONGO DOS ANOS, E A IMPORTÂNCIA DAS
PLANTADEIRAS E SUAS TECNOLOGIAS PARA A AGRICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária da Universidade de
Brasília, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pereira da Silva
Correia

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pereira da Silva Correia
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV/UnB
e-mail: tiagocorreia@unb.br

Examinadora: Jhennifer Lopes dos Santos
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV/UnB
e-mail: jhennifer402@gmail.com

Examinadora: Isabela Dias de Souza
Graduada pela Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV/UnB
e-mail: isabela99dias99@gmail.com

FICHA CATALOGRÁFICA

Teixeira, Roberta Delgado

A evolução do plantio ao longo dos anos, e a importância das plantadeiras e suas tecnologias para a agricultura/ Roberta Delgado Teixeira, orientação de Tiago Pereira da Silva Correia. – Brasília, 2023.

23 p.: il.

Trabalho de conclusão de curso – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2023.

1. Plantadeiras 2. Componentes da Plantadeira 3. Qualidade de plantio

I. Correia, T. P. S. II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TEIXEIRA, R. D. **A evolução do plantio ao longo dos anos, e a importância das plantadeiras e suas tecnologias para a agricultura.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2022, 23 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia).

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Roberta Delgado Teixeira

TÍTULO DO TRABALHO: A evolução do plantio ao longo dos anos, e a importância das plantadeiras e suas tecnologias para a agricultura.

Grau: Graduação Ano: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste trabalho de conclusão de curso para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte deste trabalho de conclusão de curso pode ser reproduzido sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: ROBERTA DELGADO TEIXEIRA

CPF: 068.155.831-80

Endereço: SHA conjunto 04 chácara 59B casa 29, Arniquireiras - DF

Tel: (61) 98213-8577

Email: r.delgg@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho visa compilar informações contidas em materiais como artigos científicos, livros e folheteria, que explicam como foi a evolução da operação de plantio desde seu surgimento até os dias atuais. Citando a importância dessa operação, e quais fatores devem ser levados em consideração para o sucesso do plantio. Além disso, aborda a importância dos maquinários de plantio, e da aplicabilidade de seus componentes técnicos para uma melhor performance e produtividade.

Palavras-Chave: Evolução do plantio, operação de plantio, plantadeiras, componentes da plantadeira, qualidade de plantio.

ABSTRACT

The aim of this research was to compile information contained in materials such as scientific articles, books and folders, which explain how the operation of planting has evolved from the past to the present day. Including the importance of this type of operation, and which factors must be taken into consideration for the success of it. In addition, it mentions the importance of the planting equipment, and the applicability of its technical components for having better performance and productivity.

Keywords: Evolution of planting, planting operation, planters, planter components, planting quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO	11
3. DESENVOLVIMENTO DO TEMA	12
3.1 Histórico da semeadura ao longo dos anos	12
3.2 Aspectos importantes da plantadeira para um plantio de qualidade ...	13
3.3 Como avaliar a qualidade de plantio	14
3.4 Aspectos técnicos dos componentes da plantadeira	15
3.4.1 Sistema de corte	15
3.4.2 Sistema de abertura de sulco.....	16
3.4.3 Sistema de dosagem de fertilizante sólido	18
3.4.4 Mecanismos dosadores de semente.....	19
3.4.5 Mecanismos condutores de semente.....	21
3.4.6 Mecanismos cobridores de semente.....	22
3.4.7 Sistema de controle da profundidade de semeadura.....	23
3.4.8 Número de unidades semeadoras	23
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
5. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

A agricultura consiste no cultivo da terra para a produção de vegetais que atendem as necessidades do homem. É dividida em diversas etapas contidas em um ciclo de produção comum de uma lavoura. Essas etapas dizem respeito ao planejamento, manejo da área, semeadura e adubação, controle fitossanitário, colheita e pós-colheita de um determinado sistema de cultivo (HIRAKURI et al., 2012). Sendo que, desde o surgimento da agricultura, seu impacto na sociedade possui extrema importância, uma vez que é através dela que se produzem os alimentos, sendo a base da economia mundial (MELO, 2022).

Antes da agricultura, existir as civilizações nômades tinham que estar em constante locomoção em busca de alimentos e locais seguros, que pudessem lhes proporcionar condições ambientais mais favoráveis de sobrevivência (OLIVER, 1994).

Com o desenvolvimento de técnicas para trabalhar com a terra, as populações nômades foram associando as áreas que se estabeleciam com oferta de água, solos férteis e condições edafoclimáticas propícias para o surgimento da agricultura. Assim esses grupos começaram a viver do cultivo de plantas, e criação de animais, que permitiriam a oferta regular de alimentos e a fixação geográfica dessas pessoas. (SANTANA, 2014).

A prática da agricultura por esses povos só foi possível uma vez que houve o emprego de técnicas que atendiam o nível de conhecimento dessas pessoas naquela época. Porém, à medida que o homem foi se modernizando, essas técnicas também foram evoluindo e sendo aprimoradas para satisfazer às necessidades do homem.

A etapa do plantio, uma das mais importantes de um sistema de produção, e fator determinante para o sucesso de uma boa colheita, costumava ser feita totalmente a mão, em que as sementes eram lançadas sobre a terra ou com a ajuda de tração animal. Mas com o tempo e o domínio de novas técnicas de cultivo, novas ferramentas agrícolas foram construídas para auxiliar nessa etapa e tornar o trabalho menos cansativo e assim diminuir a mão-de-obra.

Uma das grandes evoluções no plantio aconteceu na segunda metade do século XVIII, com a implementação do ancinho, ferramenta que permitia o plantio e a cobertura da semente em uma mesma operação.

Com o advento da Revolução Industrial no século XVIII e o aumento da demanda por alimentos, foi visto ser necessário aumentar a produtividade agrícola para suprir a necessidade de subsistência mundial, desta e das futuras gerações. Portanto, é nesse contexto da primeira revolução agrícola, que surgiram os maquinários agrícolas, onde várias empresas começaram a produzir implementos e plantadeiras. Esses equipamentos eram adaptados ao cultivo convencional do solo, método marcado pelo emprego de arados e de grades para intensa mobilização da camada superficial do solo (DERPSCH, 1998).

Outro fato importante para a evolução da agricultura foi o começo da Revolução Verde, época marcada pela grande explosão na produtividade agrícola graças ao desenvolvimento de sementes melhoradas, novas categorias de fertilizantes e de defensivos agrícolas, além de máquinas e equipamentos mais eficientes (CAVECHINI, 2019). Portanto, houve um aumento na mecanização agrícola em larga escala. Além disso, a revolução foi um marco histórico com a introdução do plantio direto, cultivo que mantém os resíduos da cultura antecedente na superfície do solo, e assim mudou-se a concepção e modo de trabalho das semeadoras naquela época.

Já no último quarto do século XX surge a chamada “agricultura de precisão”, com tecnologias que trazem ganhos de produtividade (CAVECHINI, 2019). É nesse contexto que surgem plantadeiras com mais tecnologias embarcadas, permitindo que seus usuários controlem ainda mais a operação, a partir do emprego de ferramentas que otimizam o processo de gestão, como equipamentos com GPS, elaboração de mapas de prescrição e uso mais eficiente de sementes e adubo.

Já com o advento da agricultura 4.0 cresce o uso de ferramentas digitais, como resultado da transformação digital do setor agrícola por meio da coleta massiva de dados para ajudar na tomada de decisão (MASSRUHÁ; LUCHIARI, 2020, apud, CAVECHINI, 2019). As máquinas chegam ao campo com recursos de conectividade que as colocam em outro patamar de eficiência, exemplo disso é a possibilidade de fiscalizar à distância o funcionamento das plantadeiras (CAVECHINI, 2019).

Sendo assim, a evolução da agricultura a partir do emprego de técnicas e melhorias nos maquinários se tornou um facilitador para a rotina de trabalho do produtor. Pois, além de permitir um incremento na produtividade, impulsiona a economia mundial através das demandas de uma população crescente.

Diante do exposto, o presente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica, sendo realizada entre os meses de outubro de 2022 e janeiro de 2023. Buscou-se por

meio de levantamento bibliográfico conhecimento aprofundado em relação ao tema, por intermédio de periódicos, livros, artigos teses e dissertações com o objetivo de trazer um compilado de informações que expliquem como foi a evolução da agricultura focada na operação de plantio desde o início da civilização até os dias atuais, e a importância das plantadeiras e suas tecnologias para a agricultura.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi explicar a evolução do plantio ao longo dos anos, e a importância das plantadeiras e suas tecnologias para a agricultura.

Este trabalho tem como objetivo compilar informações contidas em materiais como artigos científicos, livros e folheteria, que explicam como foi a evolução da operação de plantio desde seu surgimento até os dias atuais. Citando a importância dessa operação, e quais fatores devem ser levados em consideração para o sucesso do plantio. Além disso, aborda a importância dos maquinários de plantio, e da aplicabilidade de seus componentes técnicos para uma melhor performance e produtividade.

3. DESENVOLVIMENTO DO TEMA

3.1 Histórico da sementeira ao longo dos anos

O plantio é uma das etapas mais importantes para o sucesso de uma lavoura, e consiste na deposição de sementes no solo para que possam germinar, crescer e se reproduzir. Alguns anos atrás, o plantio era realizado de forma manual, com o auxílio de ferramentas simples. Uma das primeiras ferramentas criadas foi o ancinho. Posteriormente ao ancinho surgiu a matraca, ferramenta para a deposição de sementes e adubo. Possui estrutura de madeira com duas empunhadoras, na qual são manipuladas para a abertura dos componentes responsáveis pela deposição de sementes, e depois são fechadas para impedir o contínuo escoamento de sementes.

Ao longo do tempo a sementeira manual foi sofrendo modificações para facilitar a vida do homem. Considerando o plantio convencional, o fazendeiro inglês Jethro Tull em 1701 inventou uma nova concepção de implemento puxado por tração animal. Na época, essa máquina foi um marco para a revolução agrícola, que substituía o plantio manual e era adaptada a trabalhar em condições de plantio convencional (ARIEIRA, 2017). Tal implemento consistia em uma sementeira de madeira que distribuía as sementes em linhas e com profundidade definida. As sementes, oriundas de um alimentador no topo do implemento eram depositadas com espaçamento uniforme no sulco, em função do movimento contínuo do cavalo. Em 1785 James Cook aperfeiçoou a plantadeira de Jethro Tull e projetou uma sementeira com princípios de funcionamento utilizados até hoje (BALASTREIRE, 1987).

Ainda na revolução industrial devido ao crescimento do uso de maquinários, foi possível utilizar tratores para tracionarem plantadeiras. Ou seja, a tração animal cede lugar para a tração mecânica. Sendo importante ressaltar que, as plantadeiras dessa época eram projetadas para trabalharem em solos com preparo convencional, sem palhada.

Em 1879, 53% do trigo era semeado mecanicamente nos EUA (BALASTREIRE, 1987). As sementeiras desenvolvidas nessa época eram usadas para o plantio de grãos miúdos (trigo, canola, arroz, cevadas, aveia etc.), e grãos graúdos (soja, milho, feijão, sorgo, algodão e etc). Conforme a ABNT (1987), o sistema de distribuição das sementes disponível era tanto de fluxo contínuo quanto de precisão. O de fluxo contínuo, consiste na formação de uma fileira de sementes no

sulco, e é comum para grãos miúdos (ABNT, 1987). A distribuição das sementes em precisão é indicada para grãos graúdos, sendo colocados obedecendo um espaçamento no sulco de plantio.

Sendo importante ressaltar, que as semeadeiras são usadas para o semeio de grãos miúdos em fluxo contínuo, enquanto as plantadeiras servem para o semeio de grãos graúdos em precisão (MARTINS, 2022).

Já no final da década de XX surge o sistema do plantio direto. Segundo Derpsch (1984, apud, ALMEIDA, 1999), o plantio direto é um sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido e coberto de palhada. De acordo com Tejo (2019, apud, CAVECHINI, 2019), conclui-se que desde sua implantação, o sistema de plantio direto vem trazendo inúmeras vantagens para a conservação do solo, e aumentando a rentabilidade das áreas de exploração agrícola. Portanto, foi fundamental as indústrias desenvolverem soluções técnicas para adequar as máquinas a trabalharem nesse tipo de sistema.

A partir dos anos 2000 houveram grandes mudanças no setor, uma vez que as plantadeiras deixaram de ser mais rudimentares e começaram a ter mais tecnologia embarcada. O investimento em pacotes tecnológicos no campo como sementes melhoradas geneticamente e aumento do uso de fertilizantes, permitiu ao agricultor aumentar a produção de grãos sem precisar aumentar a área plantada. Sendo que, para atender a demanda dos produtores as indústrias de maquinários tiveram que investir em recursos para produzir plantadeiras cada vez mais rápidas, precisas e econômicas (CAVECHINI, 2019). No segmento de plantadeiras, houve a introdução de novos componentes, a exemplo dos reservatórios de polietileno, e plantadeiras pneumáticas e equipadas com ferramentas de agricultura de precisão.

Com a chegada da quarta revolução, de 2010 em diante, as plantadeiras foram intensificadas com o uso de ferramentas digitais, projetadas com maior número de linhas, maior peso, transportabilidade facilitada, além de pacotes tecnológicos para entregar maior rendimento operacional.

3.2 Aspectos importantes da plantadeira para um plantio de qualidade

Segundo Dirceu Gassen (2019), “não adianta ter um preparo de solo bem feito, adubação caprichada e sementes de boa genética na mão, se a semeadura também não tiver qualidade” (apud, CAVECHINI, 2019). Portanto, é fundamental que a

operação de plantio seja bem planejada, com maquinário regulado e com a manutenção em dia. Portanto, a plantadeira deve cumprir sua funcionalidade com a maior eficiência possível para obtenção de um estande uniforme e produtivo.

Existem algumas funções principais que a semeadora deve seguir, como: abrir os sulcos de fertilizante e de sementes, dosar e distribuir as sementes e adubo com precisão e uniformidade, e por fim fazer a cobertura das sementes com solo sem compactá-lo. Para plantadeiras adaptadas ao trabalho em sistema de plantio direto, acrescenta-se mais uma função a plantadeira, que consiste do corte eficiente da palhada, para posterior deposição da semente e adubo.

A semeadora de plantio direto, deve ser capaz de trabalhar em solos cobertos com maior volume de palhada. Os autores Phillips & Phillips (1984), Portella (1985b), Rhoden (1985), Vargas (1985), Schulz (1987) e Landers (1994) mencionam que a plantadeira para plantio direto deve ser: resistente para aguentar altas pressões sem desgaste prematuro ou empenamento; abrir sulcos com pouca remoção de terra e palha; cobrir as sementes, eliminando bolsões de ar; não embuchar com palhada ou terra; entregar boa penetração e controle de profundidade; deixar as sementes em contato com o solo e não envelopadas com palha; e depositar o adubo na profundidade e distância ideal à semente (apud, ALMEIDA, 1999).

Conforme Portella (1985) para uma boa deposição das sementes no sulco é fundamental que a plantadeira tenha capacidade de cortar os resíduos vegetais presentes na superfície do solo. Além disso, os implementos devem ter a capacidade de manejar a palhada eficientemente, para prevenir o embuchamento da linha, que impacta diretamente a qualidade da semeadura (apud, ALMEIDA, 1999).

3.3 Como avaliar a qualidade de plantio

Conforme mencionado, a plantadeira deve entregar excelente distribuição de sementes e adubo. Caso o implemento não esteja com a manutenção em dia, e bem regulado em função da cultura a ser plantada, e das condições de solo para plantio, é comum ocorrerem erros na operação.

Existem dois métodos para avaliar a qualidade de semeadura: Coeficiente Geral de Variação (MAHL, 2006), e Singulação (ABNT, 1994). O coeficiente geral de variação consiste na medição da variação da distância entre sementes, sendo que quanto maior o CoV (coeficiente de variação) maior a variação na distribuição

uniforme das sementes, sendo ideal um CoV próximo de 0%. Já a singulação, diz respeito a quantidade de falhas e duplas, visto que quanto maior a singulação melhor é a distribuição de sementes, sendo ideal o valor de singulação perto de 100%.

Equações para cálculo do valor de CoV e Singulação:

$$\text{CoV} = \frac{\text{Desvio padrão dos espaçamentos}}{\text{Média dos espaçamentos}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Singulação} = (\% \text{ de duplas} + \% \text{ de falhas}) - 100\% \quad (2)$$

Além disso existem outros fatores que vão interferir em um bom plantio, tal como qualidade dos insumos utilizados, aplicação de tecnologias de sensoriamento, e monitoramento da velocidade de deslocamento do conjunto trator com plantadeira. Destaque para a velocidade de plantio, sendo que velocidades elevadas podem comprometer a distribuição longitudinal das sementes, reduzindo a uniformidade dos espaçamentos, o que aumenta a quantidade de erros como falhas e duplas (ZARDO; CASIMIRO, 2016).

3.4 Aspectos técnicos dos componentes da plantadeira

Para um plantio de qualidade, as sementes devem ser depositadas uma a uma no sulco de plantio, com espaçamentos regulares e profundidade igual. De acordo com o professor Molin, "Continuam existindo no mercado os dois modelos de plantadeiras: plantadeira com disco dosador horizontal e com dosador vertical (pneumáticas)" (apud, CAVECHINI, 2019). São plantadeiras mais caras por conta do pacote tecnológico embarcado nas máquinas, mas também são mais eficientes por conta da precisão e confiabilidade no plantio.

3.4.1 - Sistema de Corte

A ferramenta de corte da resteva é responsável por realizar o corte dos restos de palhada presentes na superfície do solo, fator de grande relevância para uma boa deposição de sementes no sulco (PORTELLA, 1985, apud, ALMEIDA, 1999). Além de cortar a palha, o mecanismo de corte contribui para a formação do sulco de

semeadura, sobre o qual passará os restantes dos componentes presentes na linha de plantio.

Atualmente existem no mercado inúmeros mecanismos de corte da palhada. Segundo Faganello et al. (1992) discos planos e afiados cortam melhor os restos culturais e exigem menos peso para penetração, diferenciando-se dos discos estriados e ondulados que possuem maior superfície específica. Os discos mais utilizados são os lisos, com diâmetros de 18 e 20 polegadas. Sendo que, quanto maior o diâmetro do disco maior a área de contato com o solo, portanto maior a força necessária para penetração do mecanismo no solo. Entretanto, se destacam por ao longo do curso da linha apresentarem menos problemas com embuchamento (Casão JR & Siqueira, 2006). Solos mais argilosos e compactados, o disco de corte de 18 polegadas apresenta melhor desempenho em função do maior poder de corte, porém pode apresentar problemas em áreas com grandes quantidades de palha.

Ajustes possíveis nesse mecanismo existem com relação a sua posição (altura) e pressão das molas. No que se refere a altura, quanto mais profunda a camada de corte maior é a mobilização do solo, e quanto menor a profundidade menor é o poder de corte, sendo indicado não ultrapassar a profundidade de 6 cm. No que diz respeito a pressão usada, o excesso de pressão no disco resulta no posicionamento da palha no fundo do sulco, o que acarreta no envelopamento das sementes, e assim prejudicando a germinação da mesma. Por fim, corte deficiente da palhada por ajustes inadequados resulta em problemas na deposição de sementes e fertilizante no sulco (SIQUEIRA, 2008).

3.4.2 Sistema de abertura de sulco

Após o corte da palhada pelo disco de corte é feita a abertura do sulco para deposição de sementes e adubo. A formação do sulco é realizada através de sulcadores. Alguns requisitos para o melhor desempenho desse mecanismo consiste na abertura do sulco de acordo com a profundidade desejada, que depende de fatores como tipo e tamanho da semente, umidade e temperatura de solo (MURRAY e at., 2006). Outros fatores que também interferem na qualidade são a resistência à penetração do solo em função da quantidade de palha, e a pressão de trabalho exercida pela semeadora (SIQUEIRA, 2008).

Existe uma diversidade de mecanismos para abertura de sulco como tipo facão, disco duplo e disco duplo defasado, sendo os tipos mais usados nas lavouras os discos duplos ou hastes (PORTELLA, 1989)

Segundo Siqueira (2008) as hastes, também chamadas de facas ou facões, consistem em ferramentas planas com formatos variados do tipo reto, inclinado ou parabólico. A haste possui uma ponteira na extremidade, responsável por cortar e penetrar o solo. Na parte posterior da haste contém tubos condutores, usados para deposição do adubo ou semente, sendo o adubo depositado normalmente a profundidades maiores que a semente.

No que se refere aos discos duplos, estes são compostos de discos planos, que podem ser do tipo encontrado ou desencontrado. Para discos desencontrados geralmente se utiliza discos com diferentes diâmetros, diferente do tipo encontrado. Esses discos diferem do disco de corte, por serem projetados com ângulo de trabalho para cortar e formar um berço de semeadura no solo (MURRAY, 2006).

Considerando solos mais pesados com alto teor de argila, por possuírem grande resistência à penetração, não recomenda-se o uso do disco duplo para essas condições de solo. Visto que, não conseguem aprofundar bem no sulco, depositando o adubo muito próximo da semente, e a mesma é depositada com pouca profundidade. Já o sulcador tipo facão permite maior profundidade de adubação, em função da sua capacidade de penetração, e maior variabilidade da profundidade de abertura do sulco em relação aos discos duplos. Portanto, é mais indicado para essas condições de solo (SILVA et al. 1985; SIQUEIRA, 2008).

Entretanto, sulcadores tipo facão apresentam maior volume de solo mobilizado quando comparados aos discos duplos, e não foram desenvolvidos para descompactar solo a profundidades maiores que 15 cm (SIQUEIRA, 2008). A partir disso vários estudos continuam sendo feitos para otimizar essa ferramenta, para redução da exigência de potência e menor mobilização de solo no sulco (CASÃO, 2009).

Para solos mais leves, os discos duplos desencontrados são mais usados que as hastes sulcadoras (PORTELLA, 1989). Uma vez que, conseguem trabalhar em condições de maior volume de palhada, e previnem o espelhamento das laterais do sulco. Além disso, os discos duplos proporcionam menor quantidade de sementes descobertas, e melhor distribuição de sementes dentro do sulco, em função da menor mobilização de solo (SILVA et al., 1985).

A profundidade de semeadura reduzida pode resultar em emergência e estande de plantas insuficiente, afetando negativamente a produtividade (BOLLER, 1990, apud ALMEIDA, 1999). Portanto, é fundamental escolher o tipo de sulcador mais adequado, considerando o tipo de solo e condições da lavoura para plantio.

3.4.3 Sistema de dosagem de fertilizante sólido

O mecanismo dosador de fertilizante sólido é responsável por dosar a quantidade de adubo distribuída pelas linhas de plantio, em função da regulação determinada no planejamento do plantio (NEIVA, 2021). Conforme Siqueira (2008), os dosadores devem capturar o fertilizante, desestruturá-lo, e conduzi-lo na quantidade desejada até a tubulação de descarga.

Segundo Portella (1997), para a dosagem de adubo destaca-se os dispositivos do tipo rotor vertical impulsor, rotor acanalado, rotor dentado e rotor helicoidal. O rotor helicoidal e rotor acanalado apresentam maior aderência em equipamentos novos, sendo o helicoidal o mais utilizado entre os mencionados (SILVA, 2003, apud CARDOSO, 2021). Os mesmos apresentam tamanhos diferentes para assim entregarem diferentes vazões de fertilizante. A distribuição pode variar de 50 a 1000 kg ha⁻¹, a depender do passo da rosca sem fim e da granulometria do fertilizante usado. Os rotores helicoidais e rotores dentados são os mais adequados para altas vazões. Para vazões menores recomenda-se utilizar os rotores acanalados. Tais valores de vazões são regulados pela mudança de relação da transmissão, com a troca feita na caixa de engrenagens. Como também da troca da rosca com diferentes passos (passo de 3/4; 1; 1 e 1/2, e 2), ou pela abertura e fechamento da comporta de saída do fertilizante (SIQUEIRA, 2008; BONOTTO, 2013).

Os rotores dentados consistem de um rotor dentado na horizontal, que gira sobre um apoio, no qual contém uma saída para o fertilizante. Foram os primeiros a surgir no mercado, e possuem construção simples e com baixo custo. Já o rotor acanalado consiste em um cilindro com ranhuras, e possuem melhor aplicação para produtos com menor granulometria. Além disso, possuem facilidade de manutenção e limpeza (PORTELLA, 1997; MENEGATTI, 2004 e BRANDT, 2010).

No que se refere às roscas helicoidais, existe tanto o dosador de dupla helicóide, quanto de helicóide simples. O dosador duplo sem fim é constituído de um par de helicóides que rotacionam em sentidos contrários, com a vazão feita por ação

da gravidade. Enquanto o dosador de helicoide simples é constituído por uma rosca posicionada na transversal à caixa de fertilizante, com vazão podendo ser por transbordo transversal ou lateral direto ao tubo condutor (NEIVA, 2021).

Esses mecanismos de rosca sem fim liberam o fertilizante através de pulsos, movimento que entrega desuniformidade ao longo da linha. Fluxos constantes podem ser adquiridos com o uso de dosadores, que minimizem os efeitos desses pulsos. Sendo que, o mecanismo de duplo helicoide apresenta melhor uniformidade na distribuição do adubo ao longo da linha, quando comparado ao mecanismo de helicoide simples (SIQUEIRA, 2008; NEIVA, 2021).

Roscas com passo de 2 polegadas apresentam menor erro na dose de fertilizante aplicada. Enquanto isso, as roscas com passos menores apresentam maiores variações na quantidade de adubo distribuída, quando submetidas às inclinações transversais e longitudinais de terreno (REYNALDO, 2015).

Existem algumas técnicas para melhorar a eficiência da dosagem de adubo, como a aplicação de grafite ao fertilizante. Com a presença de grafite em pó, a dosagem de adubo apresenta maior uniformidade para o duplo helicoide, quando comparado ao helicoide simples. Tais resultados podem ser explicados em função da melhora na escoabilidade do produto, pelo efeito lubrificante do grafite. Como também, pelo aumento na capacidade de captação do adubo dentro do reservatório pelas roscas (NEIVA, 2021).

Considerando as roscas sem fim, estudos continuam sendo feitos para implementação de melhorias na uniformidade de distribuição do mecanismo. Como também para facilitar a manutenção e durabilidade do componente (CASÃO JUNIOR, 2006). Além disso, é importante ressaltar que atualmente é possível aplicar fertilizantes em taxa variável, em função das mudanças no sistema de transmissão, atendendo assim uma semeadura com mais precisão.

3.4.4 Mecanismos dosadores de semente

Os mecanismos dosadores de semente são responsáveis por dosar as sementes oriundas das caixas de sementes, e liberá-las para o mecanismo de entrega das sementes ao berço de semeadura (MURRAY, 2006).

Os dosadores de sementes mais utilizados são os discos horizontais e os discos pneumáticos. Os discos horizontais possuem mecanismo de dosagem por

ação da gravidade, enquanto que os discos pneumáticos utilizam sistema à vácuo para a dosagem de sementes (PORTELLA, 1997). Os dois são indicados para a semeadura de grãos graúdos, mas que podem diferir quanto a eficiência na distribuição das sementes, uma vez que o pneumático tem se mostrado mais eficiente (DAMASCENO, 2017). Mello et al. (2003), também constataram que, o sistema pneumático de distribuição das sementes apresentou desempenho superior ao dosador com disco alveolado, por conta da maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis.

O dosador mecânico possui um disco de sementes alveolado na horizontal, que possui a função de captar, individualizar, dosar e liberar as sementes (SIQUEIRA, 2008). Segundo Portella (1997), a medida que o disco gira as sementes caem por gravidade nos alvéolos do disco, e são conduzidas até a saída. O sistema pode conter elementos raspadores para eliminarem sementes duplas, deixando apenas uma semente por alvéolo. Esses raspadores podem ser do tipo haste ou escova. A haste funciona ao ser forçada contra o disco através de uma mola, enquanto a escova é fixa e atua na superfície do disco. Na saída do sistema é instalado um elemento ejetor, responsável por expulsar a semente do disco para o mecanismo condutor de sementes ao solo. Esses elementos podem ser do tipo punção articulado, rolete liso ou rolete dentado, sendo todos forçados contra o disco por ação de uma mola.

Para dosadores mecânicos a velocidade de plantio recomendada deve estar entre 4,5 e 6 km/h, que quando não respeitada pode afetar na distribuição de sementes e causar maiores danos mecânicos nas mesmas (SIQUEIRA, 2008).

No que se refere ao sistema de dosagem pneumático, o mesmo é constituído de discos verticais com orifícios, no qual a captação das sementes pelo disco é feita por sucção de ar, gerado pelas turbinas instaladas na máquina (DAMASCENO, 2017). Nesse tipo de disco, apenas uma parte do mesmo se encontra em contato com a coluna de sementes presente no reservatório, portanto menor a ocorrência de quebra de sementes por danos mecânicos (PORTELLA, 1997). Sendo importante destacar que, os elementos raspadores e ejetores de semente também estão presentes nesse tipo de mecanismo dosador.

Além disso, para dosadores pneumáticos a velocidade de plantio recomendada deve estar entre 6 a 10 km/h, para melhor regularidade de distribuição das sementes (DAMASCENO, 2017).

Tendo em vista o sistema de acionamento destes dosadores, existem algumas opções no mercado como o mecânico, hidráulico, e o elétrico. O sistema mecânico com uso de correntes apresenta menor custo, porém apresenta maior frequência de manutenção e limpeza, além de baixa durabilidade e emissão de ruídos. O sistema hidráulico possui custo um pouco mais elevado, mas que possui maior rapidez de acionamento, baixa necessidade de manutenção, e maior precisão na deposição de sementes. O sistema elétrico possui custo alto também, todavia, entrega maior exatidão, e possui maior intervalo de manutenção (DAMASCENO, 2017).

Por fim, o sistema de distribuição de sementes mecânico predomina sobre o pneumático no mercado nacional. Todavia, o sistema pneumático encontra-se em difusão, visto que entrega aos clientes maior uniformidade da distribuição de sementes em velocidades maiores que 8 km/h (CASÃO JUNIOR, 2004b).

3.4.5 Mecanismos condutores de semente

Os mecanismos de condução da semente são responsáveis por transportar as sementes que saem do dosador de sementes até a superfície do solo ou dentro do sulco de semeadura. Existem alguns requerimentos importantes para um bom funcionamento desses mecanismos. Um deles é a manutenção da precisão de espaçamento das sementes dosadas, como também permitir que a semente seja bem colocada dentro do sulco (MURRAY, 2006).

Existem alguns opcionais de mecanismos condutores de semente no mercado, a depender do tipo de sistema de condução de sementes. Existem sistemas que funcionam pela ação da gravidade, por ação mecânica ou pneumática.

Mecanismos que funcionam por ação da gravidade, as sementes caem livre do dosador e percorrem um tubo, associado ao sulcador de semente, até chegarem ao berço de semeadura. Os tubos devem ter as paredes internas lisas, para que as sementes possam cair livre sem sofrerem ricocheteamento. Além disso, quanto maior a distância da porção terminal do tubo até o sulco de semeadura, maior a influência sobre a distribuição longitudinal das sementes (FOLLE, 1997, apud, ROCHA, 1998). Portanto, tubos com perfil parabólico conseguem transportar as sementes até o sulco de forma mais suave.

No que se refere aos mecanismos que funcionam por ação mecânica, existem discos giratórios, escovas, e tubos de descarga de maior precisão. A escova permite

entregar com precisão cada semente no solo, em velocidades de até 16 km/h, sem comprometer a qualidade de plantio (DEERE & COMPANY, 2019). Assim como, existe o tubo responsável por entregar as sementes no solo em altas velocidades (PRECISION PLANTING). Porém, são mecanismos que possuem maior valor agregado, em função das tecnologias embarcadas e custo de manutenção.

O sistema de condução pneumático é comum em plantadeiras com várias linhas, com abastecimento das linhas por uma caixa de sementes central. Através de um sistema de pressão constante, as sementes são conduzidas até o sulco de semeadura, para maior acurácia na colocação das sementes no solo (MASCHIO GASPARDI MARKETING DEPT.).

3.4.6 Mecanismos cobridores de semente

O fechamento do berço de semeadura é feito pelas rodas cobridoras, também chamadas de compactadoras. As rodas são responsáveis por depositar terra ao redor das sementes, que é pressionado lateralmente às mesmas (DUGATO, 2019). Como também, possuem a função de eliminar os bolsões de ar ao seu redor, formados no processo de abertura e fechamento do sulco. O íntimo contato das sementes com o solo é fundamental para absorção de água, garantindo assim melhor germinação das mesmas (PACHECO, 1994).

Existem diferentes rodas compactadoras disponíveis para operação, podendo ser de borracha ou de ferro, lisa ou ranhurada. Algumas, possuem apenas uma roda larga, revestida de borracha flexível, pressionando o solo sobre a semente. Como também, existe o sistema de rodas em “V”, muito utilizado atualmente, que pressiona a parede do sulco sobre a semente. Esse último sistema, possui regulagens do ângulo de abertura, fator que influencia na quantidade de terra e palhada mobilizada sobre as sementes. Quanto maior o ângulo de abertura, maior a quantidade de solo jogada sobre as sementes. Quando estão em paralelo à direção de deslocamento apenas compacta o solo, e assim é menor a quantidade de palhada mobilizada (DUGATO, 2019; SIQUEIRA, 2008). Outra regulagem possível é a pressão de adensamento, sendo que o aumento da pressão aplicada ao solo pela roda compactadora, é diretamente proporcional à deformação e a compactação do solo. Sendo importante destacar, que o solo é mais suscetível à compactação e deformação quanto maior o seu teor de água (FURLANI, 2006).

Portanto, as rodas cobridoras interferem diretamente nas características da linha de plantio, e suas regulagens proporcionam distintos perfis de trabalho, que resultam em melhor emergência das plântulas (DUGATO, 2019).

3.4.7 Sistema de controle da profundidade de semeadura

Um bom estabelecimento e desenvolvimento das culturas depende de inúmeros componentes da máquina. Um desses componentes diz respeito à regulagem da profundidade de plantio. Sendo que, a recomendação de profundidade de semeadura está entre 2,5 - 3,0 vezes o tamanho da semente.

O controle da profundidade de semeadura é independente para cada unidade de linha. A regulagem pode ser feita grosseiramente nas molas dos sulcadores, através do cabeçalho das plantadeiras, da pressão hidráulica sobre as molas, ou no curso das molas. Entretanto, uma regulagem mais precisa pode ser feita nas rodas limitadoras de profundidade, em relação ao mecanismo sulcador de deposição das sementes. As rodas, duas em cada linha, são ajustadas na vertical, por meio da modificação do batente limitador de curso (ROSSETO, 2019)

3.4.8 Número de unidades semeadoras

Existem no mercado plantadeiras de diferentes tamanhos, sendo o tamanho definido pela quantidade de linhas de plantio na plantadeira. Portanto, as opções que existem atendem clientes com pequenas, médias ou grandes propriedades rurais. Destacam-se plantadeiras de porte menor, com 7 a 9 linhas, e plantadeiras de porte maior, que podem chegar a ter até 61 linhas (SILVEIRA, 2018). Principalmente em propriedades maiores, a necessidade de tornar a operação mais rápida, exigiu das indústrias fabricar plantadeiras mais largas e com mais linhas. Como também, plantadeiras que trabalhavam apenas com sementes. Assim, chega ao mercado soluções de máquinas maiores, que plantam sem adubar, estratégia adotada por muitos agricultores do Centro-Oeste. O equipamento fica mais leve e torna a operação mais rápida, com a etapa de adubação sendo feita em outra operação.

Para muitas propriedades de médio e grande porte do Sul do país, observa-se uma tendência na preferência de máquinas com maior número de linhas e maior autonomia das caixas de fertilizante (JUNIOR; ARAÚJO, 2009).

Em complemento, há a possibilidade de acoplar um tandem para unir duas plantadeiras, o que permite ao produtor utilizar apenas um trator para puxar duas plantadeiras. Com isso é possível reduzir a mão-de-obra utilizada, como também aumentar a autonomia da operação (JÚNIOR, 2014).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste trabalho conclui-se que desde o surgimento da agricultura o plantio foi uma etapa que desde então sofreu diversas mudanças. O uso das plantadeiras permite atender diferentes necessidades e tipos de realidades que surgem todos os dias no campo. Assim, observa-se que a partir do uso correto dos seus componentes, é possível aproveitar ao máximo as soluções que esses tipos de maquinários entregam, e assim otimizar a implantação de uma lavoura com qualidade e precisão.

5. REFERÊNCIAS

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

ALMEIDA, R. de A; SILVA, J. G. da. Avaliação de desempenho de uma semeadora-adubadora à tração animal, com diferentes sistemas de sulcadores, regulagens de disco de corte e coberturas mortas, no plantio direto do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária tropical**, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 59-66, 1999.

ARIEIRA, J. **Fundamentos do agronegócio**. Indaial: UNIASSELVI, 2017.
BALASTREIRE, L, A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987.

BONOTTO; G. J. *et al.* Distribuição longitudinal de fertilizantes por dosadores de semeadoras-adubadoras em linhas. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.21, n.4, p. 368-378, 2013.

CARDOSO, H. **Desempenho de diferentes mecanismos dosadores de Fertilizantes na cultura da soja**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

CASÃO JUNIOR, R. Evolução do SPD foi possível com adaptação das semeadoras. **Visão agrícola**, 2009. Disponível em:
<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Mecanizacao01.pdf>. Acesso em: 12 out. 2022.

CASÃO JUNIOR, R. Máquinas e qualidade de seameadura em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 95, p. 10-18, set. 2006.

CAVECHINI, B. **O espelho da inovação agrícola no Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2019.

DAMASCENO, A. F. **Sistema dosador de sementes e velocidade de operação na semeadura direta de soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2017.

DEERE & COMPANY. **Incremento em 40% a capacidade operacional com a tecnologia ExactEmerge**. Disponível em:
<https://www.deere.com.br/pt/solu%C3%A7%C3%B5es-para-plantio/plantadeira-db-40-exactemerge-23-a-27-linhas/>. Acesso em: 15 dez. 2022.

DERPSCH, R. Historical review of no-tillage cultivation of crops. In: **Conservation Tillage for Sustainable Agriculture. Proceedings from an International Workshop, Harare**. 1998. p. 22-27.

DUGATO, D.; PALMA, M. A. Z. Carga Exata. **Revista Cultivar**, Pelotas, ano 2019, p. 8, 03 Abril 2019. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/materias/carga-exata>. Acesso em: 18 nov. 2022.

FAGANELLO, A.; KOCHHANN, R. A.; PORTELLA, J. A. Desenvolvimento de mecanismos de corte para semeadoras de plantio direto. In: **21 CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992.

FERNANDES, C. H. dos S.; TEJO, D. P; ARRUDA, K. M. A. Desenvolvimento do sistema de plantio direto no brasil: histórico, implantação e culturas utilizadas. **UNICIÊNCIAS**, v.23, n.2, 2019.

FILHO; A.G. dos S.; SANTOS, J.E.G.G. dos. **Apostila de máquinas agrícolas**, Bauru, São Paulo, p.88, 2001. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/12722286/apostila-de-maquinas-agricolas-unesp>. Acesso em: 24 out. 2022.

GOMES JÚNIOR, C. L. **Cabeçalho em tanden para união de duas plantadeiras de plantio direto**. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Manutenção Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2014.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi et al. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. 2012.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. 2006.

MARTINS, C. Máquinas agrícolas: entenda de uma vez por todas a diferença entre plantadeira e semeadeira. **Banda B**. Curitiba, 11 de agosto, 2022. Disponível em: <https://www.bandab.com.br/fique-sabendo/maquinas-agricolas-entenda-de-uma-vez-por-todas-a-diferenca-entre-plantadeira-e-semeadeira/>.

MELLO, L. M. M.; PINTO, E. R.; YANO, É. H. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 563-567, 2003.

MELO; E. B. de. *et al.* A importância da agricultura para a sociedade: breve revisão de literatura. **Scientia Generalis**, v.2, n. Supl.1, p. 144–144, 2022.

MURRAY, J. R.; TULLBERG, J.N; BASNET, B.B. **Planter and their components: Types, attributes, functional requirements, classification and description**. Monography – School of Agronomy and Horticulture, University of Queensland, Australia, 2006.

NEIVA, M. V. C. **Desempenho de mecanismos dosadores helicoidais com e sem adição de grafite agrícola ao fertilizante químico granulado**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

OLIVER, R. A. **A experiência africana: da pré-história aos dias atuais**. Jorge Zahar Editora, 1994.

PORTELLA, J. A. Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas: 1997. **Embrapa Trigo**, Passo Fundo, 1997.

PRECISION PLANTING. **Bulleyes melhor espaçamento entre sementes**. Disponível em: https://www.precisionplanting.com.br/pt_BR/produtos/bullseye

REYNALDO; É. F.; GAMERO, C. A. Avaliação de mecanismos dosadores de fertilizantes helicoidais em ângulos de nivelamento longitudinal e transversal. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 2, 2015.

ROCHA, F. E. de C. *et al.* Avaliação de três mecanismos de distribuição de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 3, p. 331-337, 1998.

ROSSETO, R. E. *et al.* **Crescimento e produtividade de cártamo em função da profundidade de semeadura e pressão da roda compactadora**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

SANTANA; M.M.S. Reestruturação produtiva no campo e mobilidade geográfica do trabalho no município de Paripiranga/BA. **Revista Percursos**, v. 6, n. 1, p. 215-227, 2014.

SILVA, R. P. da. *et al.* Efeitos da roda compactadora de semeadoras sob cargas verticais na deformação do solo com dois teores de água. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 511-519, 2006.

SIQUEIRA, R. Milho: semeadoras-adubadoras para sistema plantio direto com qualidade. **IAPAR, XX-VII Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Londrina**. 2008.

ZARDO, L.; CASIMIRO, E. L. N. Plantabilidade de diferentes tecnologias de disco para semeadura sob duas velocidades. **Revista Cultivando o Saber**, p. 90-99, 2016.