

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

MARCO ANTÔNIO ALMEIDA DE OLIVEIRA PINHEIRO

**EFEITO DA VELOCIDADE DE SEMEADURA NA DISTRIBUIÇÃO
LONGITUDINAL DE PLANTAS EMERGIDAS E ACÚMULO DE PALHADA
EM FUNÇÃO DO MECANISMO DE ABERTURA DE SULCO**

**Uberlândia - MG
Março de 2022**

MARCO ANTÔNIO ALMEIDA DE OLIVEIRA PINHEIRO

**EFEITO DA VELOCIDADE DE SEMEADURA NA DISTRIBUIÇÃO
LONGITUDINAL DE PLANTAS EMERGIDAS E ACÚMULO DE PALHADA EM
FUNÇÃO DO MECANISMO DE ABERTURA DE SULCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro(a) Agrônomo(a).

Orientador: João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha

Uberlândia – MG

Março de 2022

MARCO ANTÔNIO ALMEIDA DE OLIVEIRA PINHEIRO

EFEITO DA VELOCIDADE DE SEMEADURA NA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE PLANTAS EMERGIDAS E ACÚMULO DE PALHADA EM FUNÇÃO DO MECANISMO DE ABERTURA DE SULCO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo

Uberlândia, 16 de março de 2022

Banca Examinadora:

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha
Orientador

Eng. Agrônomo Matheus Henrique Medeiros
Membro da banca

Eng. Agrônoma Lillian Cristinne de Oliveira Cardoso
Membro da banca

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer primeiramente a Deus por me abençoar nesta jornada que esta chegando ao fim, agradeço à minha família em especial aos meus pais, Mônica Almeida e José Dalber Pinheiro e aos meus irmãos Luiz Felipe, Ana Luiza e Ana Laura, além dos meus avós que sempre apoiaram todas as minhas decisões, em especial a dona Dalva que infelizmente não pode ver esse momento especial e a minha vó Gleide que está lutando bravamente contra um câncer.

Agradeço aos meus amigos que a universidade me deu, em especial ao Flavio Junior que hoje além de amigo posso chamar de irmão. Estendo meus agradecimentos a todos professores do curso que possibilitaram o meu aprendizado, em especial ao João Paulo da Cunha que me orientou neste trabalho.

Agradeço também a minha madrastra Ana Claudia e a ZV AGROPECUÁRIA, por além de possibilitar o meu crescimento como profissional um crescimento pessoal, e que me deram a oportunidade de colocar meus conhecimentos em prática.

Por fim, agradeço a todos que direto ou indiretamente me ajudaram a chegar até a onde eu estou.

SUMÁRIO

RESUMO	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. A cultura do Milho	9
2.2. Aspectos Gerais da Semeadura de Milho.....	10
2.3. Semeadura Mecanizada de Milho em Sistema de Plantio Direto.....	13
2.4. Velocidade de Plantio.....	15
2.5. Mecanismo de Abertura do Sulco	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Caracterização da área experimental.....	18
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	18
3.3 Implantação e condução	19
3.4 Atributos avaliados.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a distribuição de sementes de milho em função da velocidade do conjunto trator-semeadora e o acúmulo de palhada em função do sistema de abertura do sulco de adubo utilizado. O estudo foi conduzido em uma lavoura comercial sob o sistema de plantio direto. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com oito blocos, quatro velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora (4, 6, 7 e 8 km/h) e dois sistemas de abertura de sulco para colocação de adubo (haste sulcadora e kit Tornitec). O maquinário utilizado foi uma semeadora-adubadora de precisão a vácuo de plantio direto, modelo John Deere série 2130 CCS, com sulcadores de semente do tipo discos duplos em “V” e um trator agrícola 8320R para tracionar (rotação máxima de 2200 rpm). Foram semeadas 2,3 sementes por metro para a população desejada de 46 mil plantas por hectare. Como variáveis-resposta, foram avaliadas a regularidade de distribuição longitudinal de sementes e o embuchamento causado pela palhada. Os resultados obtidos demonstraram que o aumento da velocidade do conjunto trator-semeadora está diretamente relacionado com o aumento espaçamentos duplos, falhos e diminuiu os resultados aceitáveis. E no acúmulo de palhada nos sistemas de abertura de sulco de plantio não obteve diferenças.

PALAVRAS-CHAVE: Milho, Mecanismo de Abertura de Sulco, Velocidade de Plantio, Distribuição Longitudinal

1. INTRODUÇÃO

O Agronegócio é o setor que mais cresce no Brasil, ano após ano, sustentando cerca de 26,6% do PIB do país. Em 2020, a agricultura cresceu 24,4%, sendo que os cultivos mais expressivos são as commodities para exportação. O milho é a segunda cultura mais importante produzida no país (CEPEA, 2021). Dados da Companhia Nacional de Abastecimento, evidenciam que a safra brasileira de grãos no ano agrícola de 2020/21 totalizou 268,9 milhões de toneladas, das quais o milho foi responsável por 93,4 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

Anteriormente, o milho cultivado destinava-se apenas à alimentação humana e de alguns animais. Segundo Abreu et al. (2001), quando introduzido na Europa, o milho foi utilizado na alimentação das pessoas menos privilegiadas, porém, ao longo do tempo a cultura foi ganhando espaço no mercado nacional e internacional, sendo largamente utilizada na alimentação animal (como suínos e aves) através das rações, e passou a ter um intenso uso como matéria prima para vários outros tipos de alimentos que chegam à mesa das pessoas (CANAL DO PRODUTOR, 2016).

Atualmente, após a descoberta das inúmeras possibilidades de uso do grão, tem crescido cada vez mais a necessidade de produzir milho em larga escala, um produto que não fica restrito ao mercado interno, mas também é objeto de grande volume de exportações. Segundo a CONAB (2019), os principais países produtores de milho são: Estados Unidos, China, Brasil, União Européia, Argentina e Ucrânia, dos quais os principais exportadores são: Estados Unidos (32%), Brasil (19,9%), Argentina (19,6%) e Ucrânia (16,4%).

Para suprir a crescente demanda do mercado, há necessidade de aumentar a produção de milho através do aproveitamento dos recursos naturais e do desenvolvimento de novas técnicas de cultivo, mais modernas e sustentáveis, do ponto de vista ambiental e econômico. Nota-se nas lavouras brasileiras, a tendência de aumento da produtividade em detrimento da expansão das áreas cultivadas alcançado através do aumento do nível técnico da produção, no qual se inclui uma operação de semeadura/plantio mais eficiente.

A operação de semeadura bem executada é um dos fatores primordiais para o sucesso da lavoura, pois durante o plantio, o potencial produtivo do campo é definido. A semeadura correta proporciona o estabelecimento rápido e uniforme da população de plantas no campo, dispondo as sementes em contato com o solo e possibilitando a absorção de água para que possam germinar. Visto que a semeadura demarca o início da cultura no campo, a implantação

inicial irá afetar todas as operações subsequentes, desde os tratos culturais, manejo de plantas infestantes, controle de pragas e doenças, até a colheita. Além disso, grande parte dos custos de produção de uma lavoura estão embutidos na operação de semeadura, que no caso da cultura do milho chegam a 49,6% do custo total, necessitando de maiores cuidados nesta etapa (CULTIVAR, 2021).

Diversos fatores interferem no resultado final do plantio, tais como a qualidade física e fisiológica das sementes, o conjunto trator-semeadora utilizado e sua regulagem, a velocidade de plantio, a cobertura do solo (palhada) em caso de sistema de plantio direto, a condição e características do solo, entre outros. Para implantação da cultura sob Sistema de Plantio Direto (SPD), as semeadoras executam algumas funções básicas como: cortar a palhada, abrir o sulco onde serão depositados a semente e o fertilizante, distribuir os insumos em quantidades e profundidades adequadas no solo e, por fim, cobrir o sulco com uma camada de solo (CULTIVAR, 2021).

A uniformidade de distribuição de sementes nos sulcos de semeadura está intimamente relacionada ao parâmetro de produtividade e, por sua vez, a variável de uniformidade está condicionada, dentre outros fatores, à velocidade de plantio e ao mecanismo de abertura do sulco. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora deve estar sempre dentro dos limites recomendados, os quais variam de acordo com o sistema de distribuição utilizado (entre 4 km/h e 6 km/h para semeadoras de disco e de até 10 km/h para semeadoras a vácuo) (MASTROGIACOMO, 2020).

O mecanismo de abertura do sulco pode ser de diversos tipos, conforme seu formato, resistência e estrutura construtiva, os principais são os sistemas de discos de corte, de disco duplo e de facas estreitas (sulcadores), os mais utilizados no Brasil são os sulcadores do tipo discos duplos (desencontrados e defasados) e os sulcadores do tipo facão (CRUZ et al., 2011; SILVA, 2003). A correta combinação entre a velocidade de plantio utilizada e a escolha do mecanismo de abertura do sulco influenciam diretamente no estabelecimento do estande de plantas no campo, fazendo com que a tomada de decisão sobre esses fatores seja de suma importância para o sucesso da lavoura.

Devido à importância do milho para o cenário agrícola brasileiro e a crescente demanda por essa commodity, o estudo de novos métodos e técnicas que visam elevar a produtividade dessa cultura são essenciais. O aperfeiçoamento dos sistemas de produção, no que se refere à operação de semeadura, podem contribuir grandemente para esse objetivo, plantios bem

executados permitem que os materiais genéticos utilizados expressem seu máximo seu potencial produtivo, adicionando também maior sustentabilidade à produção (CRUZ et al., 2006).

O objetivo do estudo foi avaliar a distribuição de sementes de milho e acúmulo de palhada, em função da velocidade de semeadura e mecanismos de abertura de sulcos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura do Milho

O milho (*Zea mays L.*) é uma cultura anual, pertencente ao grupo das gramíneas (família Poaceae) e o centro de origem abrange a região sul do México e norte da Guatemala. As plantas são cespitosas, de porte ereto, com altura média variando de 1,70 a 2,50 m, possuem baixo perfilhamento e são monóicas. Possui característica de ser uma planta com metabolismo C4, possui ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (DARÓS, 2015).

Além de ser a principal base energética na alimentação animal (aves, suínos e bovinos) o milho também possui importância na alimentação humana e na própria agricultura, representando uma peça chave na rotação de culturas, devido à grande quantidade de palhada produzida (SLC AGRÍCOLA, 2018). Além disso, podem ser obtidos mais de 160 produtos diferentes a partir do milho. A nível mundial, o milho é o cereal mais produzido, contando com cerca de 960 milhões de toneladas, das quais 70% são oriundas das produções dos Estados Unidos, China, Brasil e Argentina, somadas (PEIXOTO, 2014).

No Brasil, o milho também é o principal cereal cultivado, em área plantada e à produção. De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2021), somadas as três safras de milho de 2020/21, a área plantada correspondeu a 19,8 milhões de hectares, com uma produtividade média de 4,7 toneladas por hectare, o que totaliza uma produção mais de 93,4 milhões de toneladas. Desse montante, 29,5 milhões de toneladas foram exportadas e o restante foi destinado ao consumo interno, o que faz com que o país seja o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial. Esses dados representam uma queda de 9% em relação à safra 2019/20 (que chegou a 102,5 milhões de toneladas) devido às adversidades climáticas vigentes em 2021. Sendo assim, a cadeia produtiva brasileira do milho possui importante impacto socioeconômico..

Com a demanda crescente de alimentos no mundo e as condições brasileiras favoráveis

à agricultura (como disponibilidade de terras, água e clima tropical), as estimativas indicam que o país será responsável por atender 40% da demanda por alimento nos próximos 10 anos, o que implica em uma necessidade constante de aumento das produtividades, que permitam maior produção de alimento na mesma área (PEIXOTO, 2014).

Percebe-se que na última década, a produção brasileira de milho veio crescendo continuamente – cerca de 5% ao ano – sendo inclusive maior que o crescimento da soja (que girou em torno de 1,7% ao ano no mesmo período). No entanto, ainda assim, essa produção segue sendo inferior a de outros países como os Estados Unidos. Porém, uma vez que o milho deixou o status de cultura acessória (como apenas uma alternativa para a rotação de culturas) e passou a ser uma cultura de grande interesse comercial e importância econômica, houve um grande crescimento da qualidade tecnológica da produção no Brasil, o que permitiu incrementos significativos de produtividade (PEIXOTO, 2014).

A introdução de algumas medidas como: melhoramento genético com o surgimento de materiais híbridos mais produtivos, novas tecnologias no manejo sanitário, tratamento industrial de sementes, novas estratégias de adubação e arranjo de plantas no campo, ganhos operacionais no plantio, condução e colheita (através de melhorias no manejo e uso de máquinas e equipamentos mais eficientes) e o advento das práticas de agricultura de precisão, foram alguns dos fatores que possibilitaram a alavancagem da produção brasileira de milho (PEIXOTO, 2014). Contudo, para que o padrão crescente de produtividade se mantenha, é necessário o investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento tecnológico e a difusão desses novos conhecimentos aos produtores.

2.2. Aspectos Gerais da Semeadura de Milho

O resultado de uma lavoura de milho, em termos de produtividade, é fruto da interação entre as condições ambientais do local de plantio, o manejo da cultura e o potencial genético da semente utilizada. Sendo assim, quanto às condições ambientais, o milho possui preferência por solos estruturados, de classe textural francosa, bem drenados e bem arejados, com fertilidade de boa a razoável e acidez corrigida. A cultura também requer temperaturas médias anuais situadas entre 10°C e 30°C, sendo a faixa ideal para o seu desenvolvimento, da emergência à floração, compreendida entre 24 e 30°C e faixa de precipitação anual variando de 250 mm a 5000 mm (a cultura consome cerca de 600 mm durante todo o ciclo). Além disso, o manejo correto da adubação, irrigação (se houver), controle de pragas, doenças e plantas daninhas, bem

como a escolha do material genético mais adaptado para cada região, também são fundamentais na obtenção de boas produtividades (FERREIRA; RESENDE, 2020; CRUZ et al., 2006).

A primeira decisão referente à semeadura do milho é a escolha da semente a ser utilizada. Existem inúmeras cultivares de milho à disposição dos agricultores no mercado, as quais diferem entre si quanto ao ciclo (super precoce, precoce e normal), ao tipo (variedade ou híbrido), ao potencial produtivo; à tolerância ou resistência a pragas e doenças e a adversidades climáticas como déficits hídricos e geadas, bem como a tolerância ao alumínio tóxico e à baixa fertilidade do solo; à qualidade do colmo (resistência ao acamamento e quebraimento), à textura do grão, etc. (FERREIRA; RESENDE, 2020).

O produtor deve basear sua escolha de acordo com as especificidades e finalidade de seu sistema de produção (seja para grãos, silagem ou milho verde), e as características de cada material genético, encontrando a melhor combinação entre os dois fatores. Atualmente, as cultivares híbridas (duplas, triplas ou simples) e de ciclo precoce são as mais utilizadas no Brasil (FERREIRA; RESENDE, 2020).

Em seguida, deve-se pensar na época de semeadura da cultura, sendo a mais adequada aquela em que o período de floração coincide com os dias mais longos do ano e o enchimento de grãos coincide com o período de maior temperatura e radiação solar, isto é, considerando-se que não haja déficit hídrico. No Brasil, há duas épocas principais de semeadura do milho: a safra “normal” ou de “verão”, cuja semeadura é feita de outubro a dezembro e a “safrinha” ou segunda safra, que é semeada entre 01 de fevereiro e 15 de março (CRUZ et al., 2006).

Uma vez definido o planejamento da safra ou safrinha de milho, as próximas etapas do plantio referem-se à operacionalidade no campo, definindo-se a profundidade, densidade e espaçamento de semeadura. A correta profundidade de semeadura visa maximizar o contato da semente com a umidade do solo, logo, dependerá da temperatura, umidade e tipo do solo. Assim, em solos mais pesados, com drenagem deficiente, a profundidade recomendada é de 3 a 5 cm, enquanto em solos mais leves ou arenosos, as sementes podem ser posicionadas um pouco mais profundas, entre 5 e 7 cm (CRUZ et al., 2006).

Souza et al. (2013), trabalhando com quatro profundidades de semeadura (3, 5, 7 e 9 cm) e visando observar a interação dessa variável com a emergência e distribuição longitudinal das plantas, concluíram que conforme a profundidade aumentou de 5 para 9 cm, tanto o estande de plantas quanto a eficiência de semeadura foram influenciados negativamente, ambos sofrendo reduções. Além disso, o maior estande de plantas e a melhor eficiência de semeadura

foram obtidos na profundidade de 5 cm.

A correta definição da densidade de plantio (número de plantas por unidade de área) é fundamental, visto que o milho é muito sensível à variação nesse fator. Sendo assim, a população ideal para maximizar o rendimento de grãos – que caracteriza a densidade ótima – varia conforme o genótipo, o ciclo da cultivar, a disponibilidade hídrica, a fertilidade do solo, a época de semeadura e o espaçamento entre linhas, girando em torno de 30 mil e 90 mil plantas/ha. Em geral, para as variedades utiliza-se densidades entre 40 e 50 mil plantas/ha, para os híbridos duplos entre 45 e 55 mil plantas/ha (podendo chegar a 65 mil plantas/ha) e para os híbridos triplos e simples é comum a densidade de 50 a 60 mil plantas/ha, podendo chegar a 80 mil plantas/ha em alguns casos (CRUZ et al., 2006).

Silva et al. (2008), trabalhando com cinco densidades de plantio (40, 50, 60, 70 e 80 mil plantas por hectare), concluíram que as variáveis de peso de grãos e índice de espiga diminuíram conforme o aumento da população, a variável de rendimento dos grãos teve uma trajetória inversa, sendo diretamente proporcional ao aumento da população, obtendo o melhor resposta na população de 80 mil plantas/ha, ou seja, maximizando a produtividade.

Quanto ao espaçamento entre fileiras, sua definição ainda é bastante variada, mas há uma nítida tendência de sua redução. Pesquisas têm demonstrado uma maior produção de grãos em espaçamentos mais estreitos de 45 a 50 cm, principalmente com materiais os híbridos modernos, que possuem porte mais baixo e arquitetura mais ereta. Os espaçamentos mais estreitos trazem ainda outras vantagens como a redução da erosão, melhor qualidade de plantio (pela menor velocidade de rotação dos sistemas de distribuição de sementes e maximização da utilização de plantadoras) e distribuição mais uniforme da palhada sobre a superfície após a colheita (CRUZ et al., 2006).

Dourado Neto et al. (2003), trabalhando com diferentes espaçamentos em unidades de pesquisa tanto nacionais quanto internacionais (Estados Unidos), concluíram que, de maneira geral, a redução do espaçamento possibilitou incremento da produtividade ao permitir aumento da densidade de plantas, sendo que em solo americano esse incremento de produtividade traduziu-se em um aumento de cerca de 340 kg/ha, quando o espaçamento entre linhas foi reduzido em 26 cm.

Outro fator a ser considerado é o sistema de plantio a ser adotado, isto é, sistema de plantio convencional ou sistema de plantio direto. O SPD (Sistema de Plantio Direto) é uma tecnologia conservacionista que tem por base a cobertura permanente do solo e proporciona

inúmeras vantagens, como a melhoria nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, redução da erosão, aumento do teor de matéria orgânica e da retenção de umidade, melhoria da fertilidade do solo através da reciclagem de nutrientes, melhoria no rendimento das culturas, redução do potencial de contaminação do meio ambiente, maior estabilidade da produção e o somatório de tudo isso possibilita uma maior sustentabilidade e competitividade à atividade agrícola (CRUZ et al., 2006).

Devido a isso, o uso do SPD é uma realidade inquestionável na agricultura moderna e estima-se que sua adoção já tenha sido feita em cerca de 50% da área com culturas anuais no país, com grande potencial de crescimento a cada ano. Nesse contexto, a participação do milho em sistemas de rotação e sucessão de culturas é fundamental, visto que este possui a capacidade de deixar uma grande quantidade de restos culturais após a colheita, contribuindo para o sistema e para as culturas subsequentes, ao mesmo tempo em que proporciona rentabilidade econômica ao produtor (CRUZ et al., 2006).

Uma vez tendo todos os parâmetros relacionados à semeadura estabelecidos, a etapa seguinte é a adequação dos equipamentos a serem utilizados na operação.

2.3. Semeadura Mecanizada de Milho em Sistema de Plantio Direto

A mecanização agrícola iniciou-se durante a revolução industrial, período no qual os métodos de produção mecanizados começaram a gradualmente substituir os métodos artesanais. Para a agricultura, a utilização de maquinários permitiu que a produção de alimentos pudesse ser feita em larga escala, melhorando a capacidade do campo de suprir a necessidade de subsistência mundial, através do incremento das produtividades. A partir daí, novas tecnologias foram sendo desenvolvidas e incrementadas às máquinas agrícolas a cada ano, até chegar ao atual patamar de excelência, com alto desempenho e elevado grau de automação (CARPANEZZI et al., 2018).

A garantia de uma boa safra sempre começa em uma boa operação de plantio/semeadura, assim, a mecanização teve especial relevância a partir do desenvolvimento das semeadoras, uma vez que constatou-se que a aplicação dessa tecnologia no plantio de culturas de grãos era capaz de economizar a quantidade de sementes utilizada e elevar a produtividade da colheita por hectare (CARPANEZZI et al., 2018).

A evolução das semeadoras acompanhou a evolução dos tratores, de forma que estas foram se tornando cada vez maiores e mais pesadas. Até a década de 1970, o sistema de cultivo

mais adotado era o convencional, entretanto, mas adiante nessa época surgiu o plantio direto e esse sistema fez com que as semeadoras tivessem de ser mais pesadas e eficientes no processo de abrir o sulco no solo, distribuir as sementes e o adubo e fechá-lo em seguida (CARPANEZZI et al., 2018).

Com o passar dos anos, novas tecnologias foram sendo aprimoradas, como as plantadeiras de arrasto, os reservatórios de polietileno, sistemas de agricultura de precisão (como GPS e piloto automático) e plantadeiras pneumáticas. A eficiência das semadoras também passou por melhorias, partindo de cerca de 60% a anos atrás, para 90% nos dias atuais. Toda essa tecnologia acabou encarecendo os custos de aquisição desses maquinários, mas sem dúvidas, eles podem ser compensando pelos inúmeros benefícios (ROSA et al., 2017).

O uso de máquinas e equipamentos de maior qualidade, agilidade e precisão, aliados a uma mão-de-obra melhor qualificada, possibilitam a realização de plantios cada vez mais uniformes, seguindo a janela de plantio mais adequada, o que, conseqüentemente, melhora toda a condução subsequente da cultura quanto ao manejo dos tratos culturais e da colheita, uma vez que o plantio tenha sido bem executado (PEIXOTO, 2014).

No sistema de plantio direto, deve-se tomar alguns cuidados na semeadura do milho, como quanto às condições da palhada. É necessário garantir uma boa massa de palha que cubra toda a superfície de solo e tenha alta relação C/N, garantindo uma degradação mais lenta e mantendo a cobertura por mais tempo. Cerca de 10 a 20 dias antes do plantio, a vegetação de cobertura deve ser dessecada corretamente (com períodos e doses de herbicidas variando conforme a cultura), pois a palha úmida ou ainda verde pode dificultar o corte pelo disco da semeadora, provocando falhas e desuniformidade no plantio, reduzindo o estande de plantas no campo, prejudicando a emergência das plântulas. O uso de discos de corte ondulados otimiza a capacidade de corte da semeadora e podem mitigar o problema (NOGUEIRA, 2020).

Além disso, a escolha do maquinário também deve ser observada. Há três tipos de máquinas utilizadas para plantio direto, a semeadora com enxada rotativa (que lança a semente rente ao solo, atrás das lâminas, com a vantagem de ter boa distribuição em faixa e ser resistente e a desvantagem de requerer tratores de alta potência, poder desgastar mais em solos abrasivos e ter baixo rendimento), a semeadora com discos (equipamento de arrasto, cuja penetração no solo é feita de maneira individual e requer tratores de menor potência e é altamente dependente da umidade do solo no momento do plantio) e a semeadora com facas (sistema simples e barato, porém com desvantagens quanto a movimentação excessiva do solo, alto consumo de combustível, maior formação de torrões, má colocação de sementes e embuchamento onde há muita palha) (MASTROGIACOMO, 2020). No SPD de milho, é necessário o uso de

semeadoras com sulcadores (facão), visando eliminar compactações na linha de plantio e fazer a deposição do adubo em maior profundidade.

Alguns fatores que interferem na plantabilidade devem ser levados em consideração quando se visa uma semeadura eficiente, como a escolha do disco, as condições físicas das plantadeiras e dos discos de plantio, a umidade do solo, a regulagem do equipamento, o tratamento de sementes utilizado ou não, o uso de grafite, a velocidade de plantio, a população de plantas, espaçamento e profundidade de plantio, entre outros.

2.4. Velocidade de Plantio

A velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora está intimamente relacionada à profundidade de deposição das sementes no sulco, o que afeta diretamente o estabelecimento do estande de plantas. Essa velocidade deve estar sempre dentro dos limites recomendados, os quais variam de acordo com o sistema de distribuição utilizado, sendo que para semeadoras de disco deve se situar entre 4 km/h e 6 km/h e para semeadoras a vácuo pode chegar até 10 km/h, caso o relevo, a umidade e a textura do solo permitam (MASTROGIACOMO, 2020).

Diversas pesquisas experimentais já foram feitas visando a determinação das velocidades de plantio mais adequadas, como a de Garcia et al. (2006), trabalhando com as velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora de 3, 5, 7 e 9 km/h, observaram uma tendência de aumento na percentagem de espaçamentos falhos e múltiplos e uma queda de espaçamentos aceitáveis conforme houve a elevação da velocidade. O incremento de velocidade também prejudicou a população de plantas com espigas, que foi reduzida e, conseqüentemente, nesses casos a produtividade também foi afetada, sofrendo uma queda.

Em outra pesquisa, Oliveira et al. (2017) que avaliaram em seu trabalho sob SPD, a influência de três velocidades de semeadura diferentes (1,38; 1,66 e 1,94 m/s) na profundidade das sementes de milho. Os autores concluíram que a velocidade de 1,38 m/s proporcionou melhor profundidade de deposição e maior uniformidade de distribuição de sementes, em comparação às velocidades de 1,66 e 1,94 m/s, que não diferiram entre si.

Assim, uma vez constatado que a velocidade do conjunto trator-semeadora é uma variável de grande influência na qualidade final da semeadura de milho, o estudo desse componente se torna cada vez mais necessário na busca por incrementos de produtividade.

2.5. Mecanismo de Abertura do Sulco

Enquanto no sistema de plantio convencional o solo se encontra previamente preparado antes da operação de semeadura, no sistema de plantio direto isso não ocorre, sendo necessário que a semeadora utilizada esteja equipada com mecanismos sulcadores de solo responsáveis por cortar a palhada, abertura de sulco de semeadura e possibilitar a colocação de sementes e fertilizantes. Há diversos tipos de mecanismos sulcadores de solo, que variam quanto ao seu formato, resistência e estrutura construtiva, sendo que os principais são os sistemas de discos de corte, de disco duplo e de facas estreitas (sulcadores). Fatores como tipo de solo e seu preparo, teor de água, grau de compactação, profundidade de semeadura, velocidade de deslocamento, etc. influenciam na escolha dos mecanismos, sendo que as combinações mais utilizadas no Brasil, são os sulcadores discos duplos (desencontrados e defasados) e os sulcadores do tipo facão (CRUZ et al., 2011; SILVA, 2003).

Os discos de corte estão disponíveis em diversos formatos: plano de borda lisa, plano de borda recortada, estriado, corrugado ou ondulado. Quanto mais lisa a borda do disco, menor a área de contato deste com o solo (e vice-versa), fazendo com que mais força vertical (carga) seja demandada do maquinário para cortar a palhada e fazer a abertura do sulco. Os discos de corte do tipo estriados e ondulados provocam menos embuchamento da semeadora, pois estão menos sujeitos a patinagem (CRUZ et al., 2011).

A largura do sulco aberto por cada tipo de disco varia de acordo com as características do solo, especialmente quanto à textura (em solos argilosos, os discos ondulados retêm muitas partículas de solo aderidas, sendo os menos indicados, seguido dos discos estriado e liso; em solos arenosos, os três tipos de discos não diferem) e umidade (em solos secos, deve-se dar preferência para os discos do tipo liso, estriado e ondulado, respectivamente, devido à ordem do poder de penetração). A preferência é dada para a abertura de sulcos mais estreitos, pois estes demandam menor esforço de tração e removem menos o solo, sendo que as larguras são de 3, 5 e 7 cm, respectivamente, para os discos do tipo liso, estriado e ondulado (CRUZ et al., 2011).

Já os discos duplos estão disponíveis em diversas combinações: disco duplo simples, defasado, diferenciado e descontrado. O disco duplo do tipo simples é constituído por dois discos de mesmo tamanho em um mesmo eixo, sendo pouco eficiente no corte da palhada e na abertura do sulco. Já o disco duplo (defasado, diferenciado e descontrado) é constituído por uma diferença (defasagem) mínima de duas polegadas entre o disco maior da parte frontal e o disco menor. Assim, o disco maior corta a palhada e abre uma estreita fenda-sulco que será ampliada pela união do disco menor, depositando a semente e/ou o fertilizante no solo, fazendo

com que seu sistema seja mais eficiente (CRUZ et al., 2011).

Por fim, as facas sulcadoras estreitas são pouco espessas (cerca de meia polegada), possuem face em bixel e uma haste na vertical. Em relação aos sistemas de disco duplo, as facas exigem menos potência da semeadora, devido ao ângulo de ataque da ponteira (entre 20 °C e 25 °C) que proporciona uma maior penetração no solo (CRUZ et al., 2011).

A escolha do melhor mecanismo sulcador adubador está condicionada às características e condições da semeadura. O sistema de discos é recomendado para quando se deseja uma adubação pouco profunda e quando há mais de 3 toneladas de palha/ha, mal distribuída na superfície. Caso não haja muita palha no terreno, os discos de corte não são necessários, podendo-se utilizar somente os mecanismos sulcadores com discos duplos desencontrados. Já as facas estreitas (sulcadores) devem ser utilizadas quando se deseja fazer uma adubação mais profunda e/ou em casos de compactação do solo (por trânsito de máquinas ou pisoteio de animais) ou em solos intrinsecamente pesados (argilosos) (CRUZ et al., 2011).

Diversas pesquisas já foram feitas visando estudar a melhor escolha entre os diferentes mecanismo de abertura do sulco e a interação destes com parâmetros de produtividade das culturas, como por exemplo o trabalho de Arf et al. (2008), realizado com feijoeiro de inverno em SPD, no qual foram testados dois mecanismos de abertura para distribuição de fertilizantes na semeadura (haste escarificadora e disco duplo) aliados à adubação nitrogenada em cobertura. Os autores concluíram que a haste escarificadora é o mecanismo mais recomendado para o feijoeiro de inverno, devido ao fato de que esse método proporcionou uma maior população de plantas no campo (provavelmente devido à minimização dos efeitos salinos dos fertilizantes sobre as sementes, em função da sua melhor distribuição em profundidade se comparado ao disco duplo) e uma maior produtividade final de grãos, muito provavelmente devida à maior população de plantas obtida.

Em outro trabalho, Trogello et al. (2013), trabalhando com a cultura do milho, testaram dois mecanismos sulcadores (disco duplo e haste sulcadora) aliados a diferentes manejos da palhada (palha gradeada, rolada, triturada e dessecada) e a duas velocidades de semeadura (4,5 e 7,0 km/h). Os autores concluíram que nas condições de campo do trabalho, nenhuma das variáveis testadas influenciou significativamente a produtividade média do milho. Entretanto, a velocidade de semeadura afetou uniformidade de distribuição de sementes, de modo que quanto mais elevada a velocidade, maior a ocorrência de espaçamentos falhos e duplos e redução dos aceitáveis.

Silva (2003), trabalhando com a cultura do milho, testou os mecanismos sulcadores do tipo disco duplo e haste sulcadora (essa em três profundidades: 0,10; 0,20; e 0,30 m) em dois espaçamentos entre fileiras (0,45 e 0,90 m). O autor concluiu que não houve diferença significativa entre os mecanismos sulcadores estudados quanto à produtividade de grãos, no entanto, a combinação do sulcador tipo disco duplo com o espaçamento de 45 cm proporcionou um aumento de 21% na produtividade. Nos parâmetros relacionados à operacionalidade no campo (força de tração e potência requerida na barra, área de solo mobilizada, consumo horário de combustível e capacidade de campo efetiva), o mecanismo sulcador tipo disco duplo foi mais eficiente do que o tipo haste, demandando menos energia. Além disso, o disco duplo também possibilitou velocidades de deslocamento 8,4% maiores e manutenção de cobertura vegetal do solo 18,3% superior ao mecanismo sulcador tipo haste (SILVA, 2003).

Uma vez que os resultados obtidos pelo uso de diferentes sistemas de abertura de sulco e diferentes velocidades de plantio variam muito conforme a cultura, a região, a época de semeadura, as características do solo (como teor de água e tipo de solo), o grau tecnológico da produção, etc. O aumento do volume de pesquisas sobre esse tema é fundamental para elevar o conhecimento técnico-científico da produção de milho no Brasil e, conseqüentemente, elevar sua qualidade e produtividade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi implantado em área de lavoura comercial sob o sistema de plantio direto, com Latossolo vermelho na Fazenda Palmeiras da empresa ZV Agropecuária e Participações LTDA, no talhão 202 localizado nas seguintes coordenadas 16°53'34''S 49°48'58''W. Sabe-se que na área o sistema de plantio direto foi adotado a cerca de seis anos, com histórico de culturas como milho, soja, capim e sorgo.

O solo onde foi realizado o experimento é do tipo Argilo-siltoso, possuindo 45% de argila e 53% de silte.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em esquema de blocos casualizados, com oito blocos sendo quatro velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora (4, 6, 7 e 8 km/h) e dois sistemas de abertura de sulco para colocação de adubo (haste sulcadora e kit Tornitec).

As unidades experimentais possuíam 20 m de comprimento e 13 m de largura, sendo compostas por 26 linhas de milho com espaçamento de 0,5 m uma da outra. A área útil considerada foi composta pelas seis linhas centrais de cada parcela, sendo três linhas correspondentes à haste sulcadora e três linhas ao kit Tornitec, totalizando 60 m².

3.3 Implantação e condução

Foi utilizada no experimento uma semeadora-adubadora de precisão a vácuo de plantio direto, com 26 linhas espaçadas em 0,5 m aclopadas a um tandem, da empresa John Deere da série 2130 CCS (figuras A e D), com sulcadores de semente do tipo discos duplos em “V”. Juntamente com o conjunto de discos para milho com 30 células (diâmetro de 3,57 mm). A semente utilizada para o plantio da área foi o híbrido de milho 2 A 401 RR da empresa Brevant Sementes, com o tratamento de semente feito On Farm, e aplicação de grafite, apresentando 97% de germinação, germinação esta que veio informada pelo produtor da semente.

Para tracionar a semeadora-adubadora, foi utilizado o trator agrícola 8320R (figura B), sendo a potência máxima do motor de 259 kW (352 cv) e com potência da TDP de 199 kW. Durante todo o experimento o trator trabalhou em uma rotação máxima de 2200 rpm.

E os sistemas de mecanismo de abertura do sulco de plantio utilizados para a análise de embuchamento foram o kit Tornitec e haste sulcadora (figura C).



Figura 1. Semeadora-adubadora série 2130 JOHN DEERE (A); Trator agrícola série 320R JOHN DEERE (B); Sistema de abertura de sulco do tipo Kit Tornitec (esquerda) e tipo facão (direita) (C); Conjunto trator-semeadora (D)

A população de plantas de milho desejada foi de 46 mil sementes de milho por hectare, resultando em 2,3 sementes por metro. As velocidades testadas (4, 6, 7 e 8 km/h) foram mensuradas através do velocímetro do trator. E a variação de velocidade foi feita através das trocas de marchas do trator, operação esta realizada pelo operador. Assim que o operador chegava na velocidade estabelecida ele passava um rádio para poder ser feita a marcação de onde seria demarcada a parcela.

3.4 Atributos avaliados

Como variáveis-resposta, foram avaliadas a regularidade de distribuição longitudinal de sementes e o embuchamento causado pela palhada. Para análise da distribuição de sementes, esperou-se oito dias após o plantio (21/03/2021), para que houvesse a germinação da semente

e assim pudesse ser realizada a medição de espaçamentos entre sementes em seis linhas, em um comprimento de 20 m, para não ser contabilizado como espaçamento falho os locais onde a planta não emergiu foi verificado se a semente estava depositada no local. Para a verificação do espaçamento foi utilizado uma trena de 30 m (figura 2). Foram considerados falhos os espaçamentos com valor igual ou superior a 1,5 x (recomendado), e para a determinação de duplas foram considerados valores iguais ou abaixo de 0,5 x (recomendado). (TOURINO & KLINGENSTEINER, 1983). Segundo os critérios sugeridos pelos autores, tem ótimo desempenho a semeadora que apresenta de 90 a 100% de espaçamentos aceitáveis; bom desempenho, de 75 a 90%; regular de 50 a 75% e abaixo de 50%, desempenho insatisfatório.



Figura 2. Uso da trena como medição das distâncias

Para a verificação da variável embuchamento, foi analisado a quantidade de vezes que o operador teve que parar a máquina devido o acúmulo de palhada nos sistemas de abertura de sulco.

No presente trabalho os dados referentes aos parâmetros observados foram submetidos a análise de variância, sendo aplicado a análise de regressão a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar, versão 5.6.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a distribuição horizontal de sementes em função da velocidade do conjunto trator-semeadora observou-se que conforme o aumento da velocidade do conjunto ocorre um aumento no número de falhas e no número de duplas, já na distribuição considerada aceitável houve uma diminuição de falhas. Como mostrado nos gráficos a seguir.

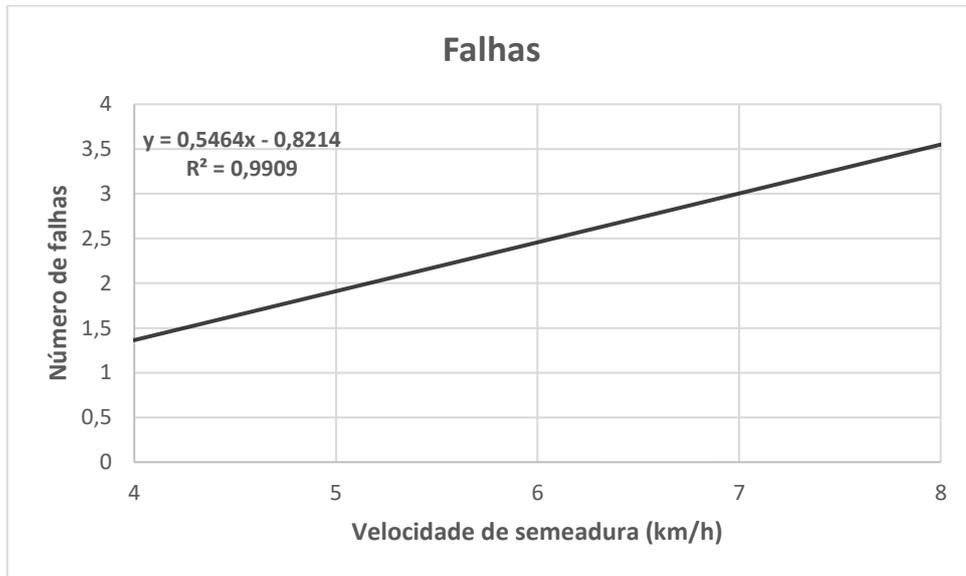


Gráfico 1. Espaços falhos vs Velocidade de sementeira

Nota-se uma tendência crescente para variável de espaçamentos falhos acompanhando o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto. Sendo que para conseguir um melhor resultado na produtividade é necessário um menor número de falhas, número este que foi alcançada ao utilizar a velocidade de 4 km/h (1,375 falhas).

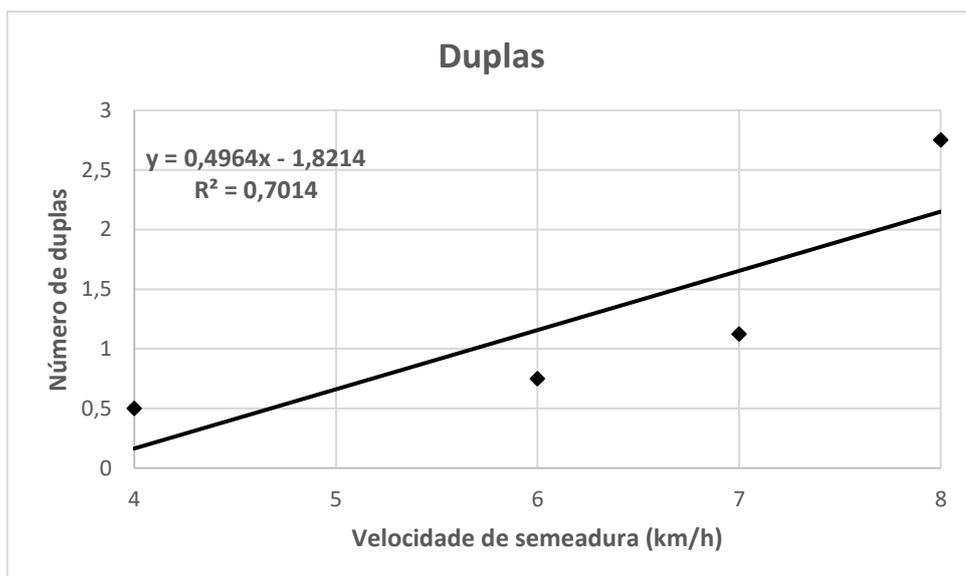


Gráfico 2. Espaços duplos vs Velocidade de sementeira

Para a distribuição caracterizada como duplas, o comportamento foi semelhante ao encontrado analisando as falhas, tendo um incremento com o aumento da velocidade do conjunto. Vale observar que ocorreu uma diferença significativa entre a velocidade de 7 km/h

para a velocidade de 8 km/h.

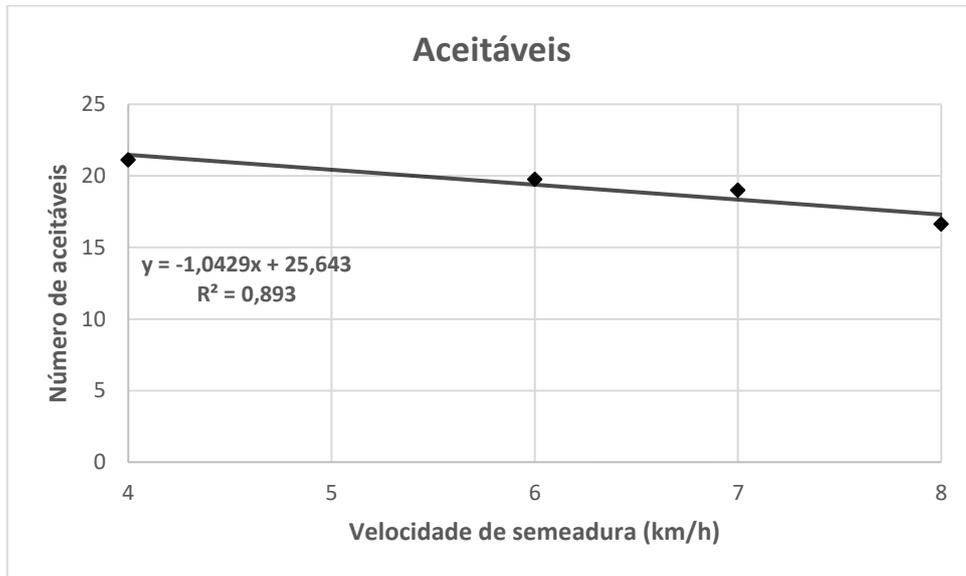


Gráfico 4. Espaçamentos consideráveis vs Velocidade de semeadura

Na variável caracterizada como aceitável pode-se dizer que a velocidade do conjunto influenciou esta variável ($P < 0,05$). Sendo que as velocidades de 4 e 6 km/h ficaram com (91,85% e 85,87% respectivamente) de distribuição aceita como consideráveis. De acordo Coelho (1996) para semeadoras com o mecanismo de dosador de semente pneumático deveriam apresentar no mínimo 90 % de espaçamentos aceitáveis. Desse modo, somente com a velocidade de 4 km/h que conseguiu atingir o padrão determinado por Coelho (1996). Sendo que as demais velocidades 6, 7 e 8 km/h atingiram respectivamente 85,87%; 80,98% e 68,48%. Portanto a maior velocidade foi a que apresentou menor porcentagem de espaçamentos aceitáveis.

Ao analisar o embuchamento o funcionário responsável por conduzir o experimento não teve a necessidade de parar nenhuma vez pelo fato do acúmulo de palhada nos mecanismos de abertura de sulco. Portanto não houve necessidade de realizar a análise estatística, visto que não ocorreu diferença entre o mecanismo do tipo facão e o Kit Tornitec.

5. CONCLUSÃO

O incremento da velocidade do conjunto aumentou espaçamentos considerados falhos e duplos.

O aumento da velocidade do conjunto proporcionou uma diminuição dos espaçamentos

consideráveis aceitáveis.

Não houve diferença ao comparar o sistema de abertura de sulcos do tipo Kit Tornitec e o tipo facão.

Vale observar que para os experimentos futuros seria interessante acrescentar a variável da produtividade nas parcelas, para facilitar na tomada de decisão em relação a velocidade de semeadura. Visto que as vezes a perda com a redução da Capacidade de Campo Teórica (CCT), ao se trabalhar numa velocidade reduzida, poderia ser maior que a pela produtividade. Muitas vezes o tempo é um instrumento essencial para os agricultores.

Na variável de embuchamento seria necessário no próximo experimento realizar a análise sobre uma palhada de milho, pois essa cultura possui o colmo que é um material mais difícil de cortar do que os caules de soja. Isso aumentaria a tendência de embuchamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. S.; VIANA, I. C.; MORENO, R. B; TORRES, E. A. F. S. Alimentação Mundial: Uma reflexão sobre a história. **Saúde e Sociedade**. São Paulo, v. 10, n. 2, p. 3-14, ago/dez 2001. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902001000200002>

ARF, O.; AFONSO, R. J.; ROMANINI JUNIOR, A.; SILVA, M. G. da; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.499-506, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200026>.

CANAL DO PRODUTOR. Milho é uma das principais fontes de alimento do brasileiro com importância estratégica no agronegócio. **Notícias Agrícolas**. Maio 2016. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/milho/173865-milho-e-uma-das-principais-fontes-de-alimento-do-brasileiro-com-importancia-estrategica-no-agronegocio.html#.WfL_17pFzIU>. Acesso em: 09 jul. 2021.

CARPANEZZI, L.; LEARDINI, O.; SILVA, C. G. C.; ZANARDI, R. **História e evolução da mecanização**. 2018. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/CxbNYOvf8fSKep0_2018-1-25-14-45-46.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2021.

CEPEA. **PIB do agronegócio brasileiro**. ESALQ, USP, 2021. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

COELHO, J. L. D. Ensaio & certificação das máquinas para a semeadura. In: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaio & certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. Cap. 11, 722 p.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira:** Grãos. Safra 2020/21, 10º Levantamento, v.8, n.10, Julho 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/38290_d7845cb956077dbc87cdc7fd8ba804b6>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CONAB. **Análise Mensal:** Milho. Junho/Julho 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-milho/item/download/28400_a7ac31374a6551d606bc8939e829427c>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. **Milho:** Coleção 500 perguntas 500 respostas. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília – DF, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81148/1/Mecanizacao.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. M.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do Milho.** EMBRAPA – Circular Técnica, Sete Lagoas – MG, 2006. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/protilp/artigos/Circ_87.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021. CULTIVAR. Qualidade de sementeira. **Revista Cultivar**, Artigos, 2021. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/qualidade-de-semeadura>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

DARÓS, R. **Cultura do milho:** manual de recomendações técnicas. AGRAER - Agência Regional de Dourados, 2015. Disponível em: <http://www.agraer.ms.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/Manual_de_recomenda%C3%A7%C3%B5es_t%C3%A9cnicas_cultura_do_milho.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MAFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da População de Plantas e do Espaçamento sobre a Produtividade de Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.63-77, 2003. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n3p63-77>

FERREIRA, L. F.; RESENDE, J. S. de. **A cultura do milho.** Informação Tecnológica EMATER – MG, 2000. Disponível em: <<https://www.emater.mg.gov.br/doc/site/serevicoseprodutos/livraria/Culturas/Cultura%20do%20Milho.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

GARCIA, L. C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. J.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na sementeira do milho. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.26, n.2, p.520-527, maio/ago. 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162006000200021>

MASTROGIACOMO, S. **Plantadeira de milho:** saiba como acertar na compra. CHB Agro, 2020. Disponível em: <<https://blog.chbagro.com.br/plantadeira-de-milho-saiba-como-acertar-na-compra>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

NOGUEIRA, L. **4 cuidados que você precisa ter no plantio direto de milho**. Blog Lavoura10 - Aegro, 2020. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/plantio-direto-de-milho/>>. Acesso em: 11 jul. 2021.

OLIVEIRA, D. T. DE; BERNACHE, L.; CORRÊA, R. G.; TANAKA, E. M.; KOLACHINSKI, E. F. Avaliação da profundidade de semeadura em diferentes velocidades. **Anais XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Maceió – AL, 2017. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/avaliacao-da-profundidade-de-semeadura-em-diferentes-velocidades/>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

PEIXOTO, C. de M. **O milho no Brasil: sua importância e evolução**. Artigos Pioneer, 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

ROSA, J. P. H. da; DONATO, D.; TAVARES, E. G.; MELLO; P. H. M. de; BURATTI; J. V. M.; CALGARO, L. **Mecanização Agrícola: origem, desenvolvimento e atualidades**. Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica, 2017. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/moeducitec/article/view/8490>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

SILVA, A. G.; CUNHA JÚNIOR, C. R.; ASSIS, R. L.; IMOLES, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho p30k75 em rio verde, Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 89-96, abr./jun. 2008.

SILVA, P. R. A. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema de plantio direto**. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu – SP, Julho de 2003.

Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90711/silva_pra_dr_botfca.pdf?sequencia=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 jul. 2021.

SLC AGRÍCOLA. **Milho**. 2018. Disponível em:

<<https://www.slccagricola.com.br/produtos/milho/>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SOUZA, P. H. N. DE; RODRIGUES, E. F.; RAMOS, L. S.; VIERO, R. M.; CORTEZ, J. W. Efeito da profundidade de semeadura na emergência e distribuição longitudinal do milho (*Zea mays*) em sistema de plantio direto. **XII Seminário Nacional Milho Safrinha – EMBRAPA**, Dourados – MS, 2013. Disponível em:

<<https://www.cpao.embrapa.br/cds/milhosufrinha2013/PDF/49.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

TOURINO, M.C.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 13., 1983, Seropédica, 1983. **Anais**. Seropédica: SBEA, 1983, p.103- 107.