

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

LUANA SANTOS DOS SANTOS

**PRODUTIVIDADE DE MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO:
INFLUÊNCIA DE SULCADORES E MÉTODOS DE MANEJOS DE
PALHADA DE AVEIA**

DISSERTAÇÃO

**PATO BRANCO
2021**

**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

LUANA SANTOS DOS SANTOS

**PRODUTIVIDADE DE MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO:
INFLUÊNCIA DE SULCADORES E MÉTODOS DE MANEJO DE
PALHADA DE AVEIA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO
2021

LUANA SANTOS DOS SANTOS

**PRODUTIVIDADE DE MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO:
INFLUÊNCIA DE SULCADORES E MÉTODOS DE MANEJO DE
PALHADA DE AVEIA**

**Corn productivity in no-tillage system: influence of furrowers and
methods of oat straw management**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Solos e Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.

Orientador: Alcir José Modolo

Coorientador: José Ricardo da Rocha Campos

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco**



LUANA SANTOS DOS SANTOS

PRODUTIVIDADE DE MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO: INFLUÊNCIA DE SULCADORES E MÉTODOS DE MANEJO DE PALHADA DE AVEIA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).Área de concentração: Solos E Sistemas Integrados De Produção Agropecuária.

Data de aprovação: 05 de Fevereiro de 2021

Prof Alcir Jose Modolo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Gilberto Santos Andrade, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Jonatan Muller, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (Ifrs)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 08/04/2021.

Aos meus pais, Maria Lúcia e Rosivaldo Baia por todo amor, por todos os estímulos, e suas renúncias, para cuidar de minha educação, pois sem eles, meus passos não teriam chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por esta à frente dos meus passos e de maneira tão bela desenhar meus caminhos.

À minha família, aos meus pais, Maria Lúcia e Rosivaldo Baia, aos meus irmãos, Rosivaldo Baia Júnior e Ramon Santos. Gratidão por compartilharem dos sonhos que o universo coloca em minha estrada, por entenderem os momentos de ausência para que meus objetivos sejam alcançados.

Ao Prof. Dr. Alcir Modolo por ser meu orientador, pela paciência e pelos conhecimentos compartilhados.

Ao Prof. Dr. José Ricardo, aos colegas de campo experimental e a todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente com a realização desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAG) da UTFPR que ajudou em minha formação acadêmica e profissional.

Ao colaborador da pesquisa José Carlos Cazarotto Madalóz.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR por fortalecer em seus alunos o estímulo aos estudos e a busca para sermos bons profissionais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

“A teoria sem dados é fantasia, mas dados sem teoria é caos.”

Lawler (1971, p 205)

RESUMO

SANTOS, Luana Santos dos. Produtividade de milho em sistema de plantio direto: influência de sulcadores e métodos de manejo de palhada de aveia. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Solos e Sistemas Integrados de Produção Agropecuária), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

Estratégias de manejos de palha aliado ao uso de mecanismos sulcadores, sob Sistema de Plantio Direto podem melhorar a produção na cultura do milho. O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade da cultura do milho em sistema de plantio direto em função do uso de mecanismos sulcadores e formas de manejo de palhada de aveia. O experimento foi conduzido na safra agrícola 2019/2020. O experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial, composto pela combinação de dois mecanismos sulcadores (haste sulcadora e disco duplo) e três manejos de palha de aveia (rolada, dessecada e triturada), com quatro repetições. Foram avaliados a matéria seca de aveia, profundidade de sulco, largura de sulco, área de solo mobilizada, índice de velocidade de emergência, estande inicial e final de plantas, altura inicial e final de plantas, diâmetro inicial e final de colmo, altura de inserção de espiga, número de fileiras por espigas, número de grãos por fileira, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, massa de mil grãos e produtividade. Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a significância de 5% de probabilidade, para os componentes em que o teste F apresentou valor significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. A plantabilidade foi mais influenciada pela haste sulcadora e manejos rolado e triturado. A matéria seca obteve médias entre 3.582,75 a 4.960,17 t ha⁻¹. Os parâmetros de desenvolvimento da cultura não apresentaram diferenças para nenhum dos manejos de palha e mecanismos sulcadores, enquanto os componentes de rendimento e produtividade do milho apresentaram diferenças entre os mecanismos sulcadores, com destaques positivos para uso de haste sulcadora com produtividade entre 8.210,04 a 9.330,10 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: Manejo de palha. Qualidade de semeadura. *Zea mays* L.

ABSTRACT

SANTOS, Luana Santos dos. Corn productivity in no-tillage system: influence of furrowers and methods of oat straw management. 74 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Soils and Integrated Agricultural Production Systems), Federal University of Technology - Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

Straw management strategies combined with the use of furrowers mechanisms under no-tillage system can influence and enable better yields in corn crop. Thus, the objective of this work was to evaluate the productivity of corn crop in no-tillage system due to the use of sulcing mechanisms and forms of oat straw management. The experiment was conducted in the 2019/2020 crop, in a randomized block design, in a factorial scheme, composed of the combination of two furrowers mechanisms (furrow opener and double disc) and three oat straw management (rolled, desofated and crushed), with four replications. Dry matter of oats, groove depth, groove width, mobilized area, emergence speed index, initial and final stand of plants, initial and final height of plants, initial and final diameter of thatch, ear insertion height, rows per ear, number of grains per row, ear length, ear diameter, mass of a thousand grains and yield. The results were submitted to analysis of variance by the F test at a significance of 5% probability, for the components in which the F test presented significant value, the means were compared by the Tukey test. The dry matter obtained averages between 3,582.75 to 4,960.17 t ha⁻¹. Crop development parameters did not differ for any of the straw management and furrow mechanisms, while the corn yield and productivity components showed differences between furrow mechanisms, with positive highlights for the use of furrow stem with productivity between 8,210.04 a 9,330.10 kg ha⁻¹.

Keywords: Straw management. Seeding quality. *Zea mays* L.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Localização da área experimental. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.28
- Figura 2** - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura (°C) e evapotranspiração (ET_o) durante o período condução do experimento, para o município de Pato Branco - PR. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....29
- Figura 3** - Sulcadores utilizados na condução do experimento (a) sulcador tipo haste e (b) sulcador30
- Figura 4** - Croqui da área experimental em esquema fatorial, conduzido em delineamento de blocos ao acaso em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de palha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....31
- Figura 5** - Manejos utilizados na condução do experimento (a) rolado (b) triturado (c) dessecado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....32
- Figura 6** - Perfilômetro utilizado para determinação da profundidade de sulco, largura de sulco e área de solo mobilizado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do Latossolo Vermelho, na profundidade (Prof.) de 0,0-0,20 m, coletadas aleatoriamente na área do experimento. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.	29
Tabela 2 - Relação e designação dos tratamentos. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.	30
Tabela 3 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios da matéria seca (MS) em função de métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	37
Tabela 4 - Matéria seca (MS) de aveia preta, em função de métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	38
Tabela 5 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios dos parâmetros profundidade de sulco (PS), largura de sulco (LS) e área mobilizada (AM) em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	39
Tabela 6 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios dos parâmetros profundidade de semeadura (PSM), índice de velocidade de emergência (IVE), estande inicial de plantas (EIP) e estande final de plantas (EFP) em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	39
Tabela 7 - Profundidade de sulco (PS) na semeadura da cultura do milho, em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	40
Tabela 8 - Largura de sulco (LS), em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	42
Tabela 9 - Área mobilizada (AM) na semeadura da cultura do milho, em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.	42
Tabela 10 - Profundidade de semeadura (PSM) de milho, em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.	44
Tabela 11 - Índice de velocidade de emergência (IVE), em função dos mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.	45
Tabela 12 - Estande inicial (EIP) e final de plantas (EFP) de milho em função dos mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	46
Tabela 13 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios dos caracteres altura inicial de planta (AIP) altura final de planta (AFP), diâmetro inicial de colmo (DIC), diâmetro final de colmo (DFC) e altura de inserção de espiga (AIE)	

em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....48

Tabela 14 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios dos caracteres número de fileiras por espigas (NFE), número de grãos por fileira (NGF), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) massa de mil grãos (MMG) e produtividade kg ha^{-1} .) em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....51

Tabela 15 - Comprimento de espiga (CE), em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....53

Tabela 16 - Diâmetro de espiga (DE), em função dos mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....54

Tabela 17 - Produtividade (PROD), em função dos mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....56

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

Al	Alumínio
C	Carbono
Ca	Cálcio
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
Cl	Cloro
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
Cu	Cobre
DEB	Divisão de Estatísticas Básicas
DERAL	Departamento de Economia Rural
Fe	Ferro
H	Hidrogênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEMEA	Agropecuária Meridional do Ministério da Agricultura
IVE	Índice de Velocidade de Emergência
K	Potássio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
MO	Matéria orgânica
N ₂	Nitrogênio
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico
SB	Soma de Base
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SIMEPAR	Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná
SPD	Sistema de Plantio Direto
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
V	Saturação por Base
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Aspectos gerais e importância econômica da cultura do milho	18
2.2	Sistema plantio direto	19
2.2	Semeadoras-adubadoras de plantio direto.....	21
2.3	Mecanismos sulcadores	22
2.4	Plantas de cobertura	24
2.5	Formas de manejo de plantas de cobertura	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Caracterização do local de realização do experimento	28
3.2	Características químicas do solo.....	29
3.3	Tratamentos e delineamento experimental	30
3.4	Semeadura da aveia e manejo da palha de cobertura	31
3.5	Semeadura do milho e tratos culturais	32
3.6	Parâmetros a serem avaliados	33
3.6.2	Quantidade de palha	33
3.6.3	Profundidade máxima de sulco, largura de sulco e área de solo mobilizado	33
3.6.4	Índice de velocidade de emergência	34
3.6.5	Profundidade de deposição de sementes	35
3.6.6	Estande inicial e final de plantas	35
3.6.7	Diâmetro de colmo, altura de plantas e de inserção da primeira espiga ..	35
3.6.8	Componentes de rendimento da cultura do milho	36
3.6.9	Produtividade de grãos.....	36
3.7	Análise estatística dos dados	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.2	Matéria seca	37
4.3	Parâmetros de plantabilidade	39
4.3.1	Profundidade de sulco.....	40
4.3.2	Largura de Sulco	41
4.3.3	Área mobilizada.....	42
4.3.4	Profundidade de semeadura	43

4.3.5	Índice de velocidade de emergência	44
4.3.6	Estande inicial e final de plantas	46
4.4	Desenvolvimento da Cultura	47
4.4.1	Altura inicial e final de plantas	48
4.4.2	Diâmetro inicial e final de colmo	49
4.4.3	Altura de inserção de espigas	50
4.5	Componentes de rendimento e produtividade	51
4.5.1	Número de fileiras por espiga.....	52
4.5.2	Número de grãos por fileira	52
4.5.3	Comprimento de espiga	52
4.5.4	Diâmetro de espiga	53
4.5.5	Massa de mil grãos	54
4.5.6	Produtividade	56
5	CONCLUSÕES	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
7	REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) está entre as gramíneas mais produzidas no mundo, sendo considerado o terceiro cereal de maior relevância (PRESTES et al., 2019). Essa espécie é utilizada na alimentação humana e animal e seus grãos são passíveis de vários usos, como por exemplo, a produção de óleo, farinha, amido, silagem, etc. (PEREIRA et al., 2007; SILVA, 2017). A cadeia produtiva da cultura ocupa posição de grande relevância no agronegócio brasileiro, cultivado em todas as regiões e com expressões significativas na economia do país (CONTINI et al., 2019).

A produção nacional de milho na safra 2019/2020 foi de 102,5 milhões de toneladas e produtividade média de 5.533 em kg ha⁻¹ (CONAB, 2020a). O cultivo do milho no Brasil é expressivo, e os níveis de produção nacional podem aumentar, com incremento de técnicas de cultivos e manejos que possam cooperar para a máxima expressão do potencial da cultura (EMBRAPA, 2015).

Nessa perspectiva, tem-se no Sistema de Plantio Direto (SPD) uma ferramenta que pode aprimorar o ciclo produtivo do milho, em virtude de ser considerado ambientalmente aceitável, fortalecendo a economia e o meio biofísico em que ele está inserido. O SPD constitui uma estratégia de manejo em que palhadas e restos vegetais são deixados na superfície do solo, com o mínimo revolvimento durante a implantação da cultura subsequente e rotação de cultivos (FERREIRA et al., 2015; FAVARATO, 2016). Ainda permite o controle parcial da erosão, contribui com a maior manutenção da umidade do solo, aumento da atividade microbiana, matéria orgânica, melhoria da estrutura do solo, entre outros (YOUNIS et al., 2020)

Uma premissa no SPD é o uso de palhada por meio do cultivo de plantas de cobertura, pois possibilitam a prevenção de erosão do solo, bem como atuam na barreira física de algumas plantas daninhas e doenças fúngicas, mantendo o solo em temperaturas amenas, favorecendo o incremento nutricional (OLIVEIRA, 2016). Além disso, a inter-relação entre as plantas de cobertura e o solo se torna benéfica ao meio ambiente e aos sistemas produtivos (FARIA et al., 2018).

Entre as plantas de coberturas, destaca-se a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), cuja palhada apresenta liberação gradual de nutrientes, elevada produção de massa verde e capacidade de proteção do solo (CRUSCIOL et al., 2008; FERREIRA et al., 2010). No entanto, o manejo da palhada pode se tornar difícil,

interferindo no desempenho de semeadoras-adubadoras e mecanismos sulcadores que são responsáveis pela abertura de sulco para deposição de adubos e sementes (TROGELLO et al., 2014).

O manejo incorreto de palhadas pode provocar embuchamento, ocasionando irregularidade na abertura de sulcos e na deposição de sementes e adubos, gerar emergência irregular de plântulas, acarretar o aparecimento de faixas heterogêneas de fertilidade, áreas propensas à erosão e a maior incidência de plantas daninhas nas áreas sem a presença de palha (FRANCHINI et al., 2015). Logo, o processo de manejo de palhadas deve ser realizado de maneira que não ocasione problemas operacionais na semeadura, refletindo na cultura principal.

Entre os métodos comumente usados para o manuseio de palhadas, destacam-se o manejo químico, aplicando herbicidas ou dessecantes, e o manejo mecânico, que normalmente são realizados com rolo-faca, roçadoras e trituradoras (ARAÚJO et al., 2001; MORAES et al., 2009; FAVARATO et al., 2018). Aliado aos manejos de palha, os mecanismos sulcadores, implementos de abertura de sulco para deposição de sementes e adubos, também interferem no estabelecimento da cultura.

Os mecanismos sulcadores de maior destaque são os discos duplos e a haste sulcadora, os quais podem apresentar desempenhos que variam com a textura, estrutura e a quantidade de resíduos vegetais nos solos (SILVA et al., 2018). Ainda estes componentes estabelecem relação entre o solo e a máquina de semeadura, em que ambos podem influenciar e otimizar condições para germinação das sementes e instalação das culturas (GIACOMELI et al., 2016).

Sob hipótese de que diferentes manejos afetam a germinação e desenvolvimento da cultura, com possível destaque positivo para o manejo de palha triturada e melhores condições de plantabilidade com utilização de disco duplo se comparado à haste sulcadora, objetivou-se avaliar a produtividade da cultura do milho em sistema de plantio direto em função do uso de mecanismos sulcadores e formas de manejo de palhada de aveia.

Objetivo específicos:

- Avaliar a quantidade de massa seca de aveia após a aplicação dos manejos de palhada;

- Avaliar a profundidade de deposição de sementes, profundidade e largura máxima de sulco e área de solo mobilizado;
- Avaliar o índice de velocidade de emergência da cultura do milho;
- Avaliar o desenvolvimento da cultura do milho, produtividade de grãos e componentes de rendimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais e importância econômica da cultura do milho

Pertencente à ordem Gramineae, família Poaceae e espécie *Zea mays* L., o milho é uma planta C4, eficiente na conversão de dióxido de carbono (CO₂), podendo alcançar 2 metros de altura, que varia de acordo com o material genético, tipo de solo, nível de adubação, etc. (SANTOS et al., 2020). Sua semente é classificada como cariopse, com germinação entre 5 a 6 dias, caule do tipo colmo ereto, com nós e entrenós que se denominam de meristalos, a temperatura ótima varia com os estádios de crescimento e desenvolvimento da planta e seus limites compreendidos em 10°C e 30°C (CRUZ et al., 2010).

O desenvolvimento do milho se dá em duas fases: o vegetativo e o reprodutivo, em que a fase vegetativa compreende a emergência (VE) e o pendoamento (VT), enquanto a fase reprodutiva divide-se em seis estágios entre R1 a R6, que compreende desde o embonecamento à maturação fisiológica (SANGOI et al., 2014). Entender em qual momento está a cultura é fundamental para obter boa produtividade, possibilitando fazer aplicações, adubações e manejos no momento ideal.

O milho é uma das espécies que conta com maior variabilidade genética entre as plantas cultivadas, sob várias condições e distintas adaptações, com grande valor nutricional e importância social (LIMÃO et al., 2019). Logo, a espécie é cultivada em vários países, como Estados Unidos da América, República Popular da China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul e entre outros (SOUSA, 2020).

No Brasil, o milho é considerado produto estratégico na segurança alimentar humana, representa importância econômica e histórico-cultural para a população. No entanto, a maior demanda por esse grão é como matéria prima para a produção de rações, destinadas à nutrição de aves, suínos e gado leiteiro (ARTUZO et al., 2019). Isto requer maiores produções da cultura, que se relaciona também ao crescimento de sua exportação, à grande extensão territorial e ao favorável clima do país (LIMA et al., 2020).

Dessa forma, o milho está entre os cereais mais importante para a economia do Brasil, com produção nacional de 102,5 milhões de toneladas em área plantada de 18,5 milhões de hectares, considerando todas as safras, para as safras

2019/2020 (CONAB, 2020a). No primeiro trimestre de 2020, o Brasil exportou 2,1 milhões de toneladas de milho, volume recorde para esta época do ano, embora a comercialização esteja em ritmo lento, influenciada pelas incertezas relacionadas à pandemia do Covid-19 (CEPEA, 2020a; CEPEA, 2020b).

Para a Região Sul brasileira, a área plantada de milho na safra 2019/2020, considerando primeira, segunda e terceira safra, está em torno de 3,7 milhões hectares, com produção de 24,8 milhões de toneladas (CONAB, 2020b). No estado do Paraná, a produtividade aponta 6.100 kg ha⁻¹, com produção de 15 milhões de toneladas, em área plantada de 2 milhões de hectares (CONAB, 2020b).

Na Região Sudoeste paranaense, o município de Pato Branco é considerado destaque com altas produtividades de grãos, como o milho e a soja (POVOV, 2020). Quando se trata da cultura do milho, o município apresenta dados de produção em torno de 305 mil toneladas, em área de 26,5 mil ha⁻¹, na primeira safra. Na segunda safra, a produção é em 451.500 toneladas em área plantada de 70.000 ha⁻¹ (DEB; DERAL, 2020).

Nesse sentido, o milho, que apresenta alto potencial produtivo por suas características fisiológicas, torna-se cultura rentável para produtores, que, com adoções de técnicas de SPD, pode alavancar a produção.

2.2 Sistema plantio direto

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é um dos mais importantes sistemas conservacionistas de manejo do solo (RAMPIM et al., 2020), por promover menor grau de impacto ao meio ambiente e estimular a restauração da biodiversidade no solo (GÓES et al., 2020). Os primeiros estudos científicos sobre o SPD começaram na década de 40, na estação experimental de Rothamsted, Inglaterra, ao constatarem que as plantas tinham condições de crescerem de forma adequada sem o preparo convencional do solo (KORONKA, 1973). Entretanto, um dos problemas desse novo sistema era a competição das plantas daninhas, sendo as principais razões para arar ou gradear o solo naquela época, que consistia no método mais eficiente de controle dessas espécies, que prejudicavam o desenvolvimento e a produtividade dos cultivos.

No Brasil, o SPD foi iniciado na década de 70, na Região Sul (SALOMÃO, 2020), por técnicos do Instituto de Pesquisa e Experimentação

Agropecuária Meridional do Ministério da Agricultura - IPEMEA, com ensaios experimentais nas Estações Experimentais do Instituto em Ponta Grossa e Londrina (SADE, 2000). O crescimento do uso de SPD esteve vinculado a problemas de erosão, deixado através do intenso processo de sucessão de culturas, principalmente, objetivando minimizar impactos ambientais procedentes do sistema de cultivo convencional (SILVA et al., 2009).

O aumento expressivo de áreas cultivadas em SPD no Brasil ocorreu apenas na década de 90 com o surgimento de tecnologias específicas. Com a evolução da mecanização e adaptação de semeadoras, o modelo se tornou usual promovendo a produção agrícola sem preparo prévio do solo, com objetivo de manter e recuperar a aptidão produtiva de áreas degradadas, ganhando espaço na agricultura brasileira (TORRES et al., 2008).

O SPD é consolidado como uma importante inovação tecnológica da agricultura e caracteriza-se como um sistema de manejo apoiado em três pilares: manutenção de palha sobre o solo, o mínimo revolvimento do mesmo e rotação de culturas (OLIVEIRA; BORSZOWSKI, 2020).

O uso do SPD resulta em ecossistema com grau de perturbação menor ao sistema produtivo, comparado a outras formas de manejo, que utilizam intensa mobilização do solo (MILAGRES et al., 2018). Esse sistema se demonstra vantajoso porque possibilita o controle da erosão, da umidade, da redução da temperatura do solo, e melhoria da estrutura e da atividade microbiana do solo (FERREIRA et al., 2015). Além disso, essa técnica permite a racionalização de insumos, mão-de-obra, mecanização e energia, sendo considerado no Brasil o sistema agrícola mais eficiente para o controle da erosão hídrica em áreas com lavouras anuais (TELLES et al., 2020).

Estima-se que a área manejada sob SPD no Brasil é de 32 milhões de hectares, entre pequenos, médios e grandes agricultores (IBGE, 2017). O Paraná é um dos Estados pioneiros no SPD, com mais de 91% das áreas agrícolas cultivadas nesse sistema (IBGE, 2017). Esse número tende a aumentar devido à expansão de novas tecnologias de manejo do SPD e a necessidade de conservação hídrica que o sistema oferece na lavoura.

2.2 Semeadoras-adubadoras de plantio direto

As semeadoras-adubadoras são máquinas essenciais para o sucesso do plantio direto, no que se refere ao corte eficiente dos restos culturais, a abertura do sulco e a colocação da semente e do fertilizante em profundidades corretas no solo, além da manutenção da cobertura vegetal na superfície (OSTA et al., 2016).

Normalmente, as unidades semeadoras e adubadoras são conjugadas, desempenhando operações de adubação e semeadura simultaneamente (LAMBRECHT et al., 2017), de culturas de sementes graúdas ou miúdas, cujas sementes são depositadas, uma a uma ou dosadas de acordo com um padrão de distribuição, sendo então classificadas como semeadoras-adubadoras de precisão ou de fluxo contínuo.

As semeadora-adubadoras de precisão são empregadas nas culturas de grãos graúdos, como soja, milho e feijão, distribuindo sementes em sulco de semeadura, em linha e intervalos regulares de acordo com a densidade de semeadura requerida, normalmente, em espaçamentos maiores. Enquanto as semeadoras de fluxo contínuo, são indicadas para deposição de sementes de grãos miúdos, uma vez que estas normalmente exigem uma alta população de plantas, como canola, azevém, arroz, trigo, cevada, aveia e outros (CANOVA, 2010).

O desempenho das semeadoras-adubadoras perpassa por suas regulagens, mecanismos de corte e abertura do solo, mecanismos de deposição da semente no sulco, nível de pressão empregado ao solo pela roda compactadora, velocidade de plantio e distribuição das sementes. Esses fatores influenciam diretamente na qualidade e na germinação da cultura (CEPIK et al., 2010; WEIRICH NETO et al., 2015).

As semeadoras-adubadoras para plantio direto têm apresentado problemas de desempenho, relacionados à dificuldade de penetração dos componentes rompedores, sendo frequentes os cortes irregulares da vegetação, embuchamento, abertura inadequada de sulcos, aderência do solo aos componentes, profundidade de semeadura desuniforme e contato inadequado do solo com as sementes (REIS et al., 2007).

Semeaduras, realizadas sob solos com excesso de água, favorecem a redução na infiltração da mesma, ocasionado pela compactação do solo através dos

componentes da semeadora, e quando realizada em solo seco, têm-se problemas com a eficiência dos dispositivos sulcadores e deposição da semente, diminuindo o contato solo-semente (GASSEN; GASSEN, 1996). Fatores, como maior teor de argila e corte inadequado de palha, aumentam a aderência de solos nos sulcadores, levando a embuchamento, além de gerar problemas na deposição de sementes e fertilizantes, influenciando negativamente na germinação das plântulas (CASÃO JÚNIOR; SIQUEIRA, 2006).

Esses problemas afetam a uniformidade e a emergência das plantas e têm exigido constante adaptação das máquinas, e por vezes estão relacionados à falta de treinamento dos operadores. Logo, os cuidados com regulagens, corte das plantas de cobertura e retorno do solo e da palha após abertura do sulco de semeadura tornam-se importantes, objetivando alcançar um bom rendimento nas culturas.

2.3 Mecanismos sulcadores

Os sulcadores desempenham papel importante na semeadura e são essenciais em uma semeadora, pois promovem aberturas de sulcos, possibilitam a deposição de sementes e adubos em profundidades adequadas no solo, com desempenho que varia quanto à textura, à estrutura e à quantidade de resíduos vegetais depositadas no solo. Na semeadura direta, incluem ainda a função de descompactação e mobilização do solo (SUN et al., 2020). No Brasil, os mecanismos mais usados são os sulcadores disco duplo, haste e guilhotina (SILVA et al., 2018).

Os sulcadores do tipo haste são normalmente usados para abertura de sulcos destinados à deposição de fertilizantes em profundidades de 0,10 a 0,15 m (TRÖGER, 2010), promovendo maior movimentação de solo, permitindo o aumento da perda do teor de água no sulco (CHAUDHURI, 2001). Os sulcadores, disco duplo, apresentam boa capacidade de corte de resíduos, trabalhando bem em solos argilosos e pouco propensos a sofrer embuchamentos (LAMBRECHT et al., 2017). Já o sulcador tipo guilhotina consiste em um disco de corte de restos culturais e um cinzel sulcador, estes mostram pequena resistência à tração, como consequência menor mobilização no sulco, com menores alterações na densidade e porosidade do solo (CAMARA; KLEIN, 2005).

Com a utilização de diferentes mecanismos de abertura de sulco, como disco duplo e haste sulcadora, espera-se que ocorram diferenças na relação solo-semente e na qualidade da semeadura (REIS et al., 2004). A escolha do mecanismo sulcador é determinada pelas características do solo e sua viabilidade em relação ao rendimento operacional das máquinas, o rendimento do plantio e a uniformidade do estande de plantas, buscando sempre uma adequação das semeaduras a realidade de cada produtor (KLAVER, 2013).

Enfatiza-se que o desempenho dos sulcadores é afetado por seu projeto, características e propriedades do solo, textura, densidade, resistência do solo à penetração, quantidade de palha, pressão exercida pela semeadora-adubadora, profundidade e velocidade de deslocamento (SIQUEIRA; CASÃO JÚNIOR, 2004).

Modolo et al. (2013) relatam que a utilização do sulcador tipo haste proporciona maior produtividade de grãos de milho em áreas com maior intensidade de pastejo, no entanto, proporciona maior área de solo mobilizada em relação ao mecanismo sulcador tipo disco duplo. Kaneko et al. (2010) e Giacomeli et al. (2016) também obtiveram boa produtividade de milho, em semeadura direta com haste sulcadora, e Camilo et al. (2004) observaram que o uso de haste sulcadora, comparado ao disco duplo, proporcionou maior porcentagem de emergência de plântulas.

No entanto, Silva (2013) relata que a haste não influenciou nos componentes de produtividade do milho, tal como Gimenez e Cortinove (2020) expõem que a haste e o disco sulcador não interferiram na produtividade da soja em suas pesquisas, embora a haste tenha reduzido a população final de plantas. Para mais, o sulcador tipo haste, se comparado ao disco duplo, exige maior esforço de tração (CONTE et al., 2008; OSTAN et al., 2016; FRANCETTO et al., 2016).

Reis (2003) comparou mecanismos do tipo haste sulcadora e discos duplos, em que encontrou maiores profundidades de colocação da semente para mecanismos do tipo disco duplo. Contudo, Silva (2000) encontrou em seus estudos maior profundidade de semeadura, quando utilizou o tipo haste sulcadora, e Trentin et al. (2018) observaram que a haste sobressai ao disco duplo, gerando maior mobilização do solo, com melhor enterrio de sementes, com a cultura da soja.

2.4 Plantas de cobertura

As plantas de coberturas são indispensáveis no SPD, principalmente pela alta capacidade de produção de biomassa, proporcionando melhorias não só para a manutenção da cobertura do solo, através dos resíduos culturais na superfície, como também para aumentar a eficiência sobre as características da produtividade (JUNIOR BALBINOT et al., 2011).

Essa prática de produção sustentável possui vantagens aos sistemas agrícolas pela sua versatilidade, principalmente por possuir baixo impacto ambiental (BENART, 2020). Ademais, este tipo de manejo reduz a erosão, aumenta a infiltração de água no solo, evidencia alterações positivas nas propriedades físicas, química e biológicas do solo (GUEDES et al., 2013; SANCHEZ et al., 2014; FRANZISKOWSKI et al., 2019).

O uso de plantas de cobertura aumenta a concentração de matéria orgânica nos solos e contribui para minimizar problemas relacionados à compactação (NOGUEIRA et al., 2014). Além dessas plantas mitigarem a lixiviação de nutrientes, promovem controle de fitonematóides, minimizam a pressão de pragas e doenças e reduzem a infestação de plantas daninhas (SEIDEL et al., 2015; MICHELON et al., 2019).

As plantas de cobertura apresentam efeitos residuais diferentes, de acordo com a cultura usada. Logo, é indicado buscar plantas que permitam aumento na produtividade das culturas principais, uma vez que a quantidade de nutrientes que será aproveitada pela cultura em sucessão dependerá do acúmulo da ciclagem de nutrientes, do tempo da decomposição da biomassa e da demanda de nutrientes da planta de cobertura (NUNES, 2011).

As leguminosas e gramíneas são comumente usadas para atuar como planta de cobertura, pois aumentam e mantêm a estabilidade de agregados do solo, proporcionam melhores níveis de concentração carbono/nitrogênio (C/N), entre vários benefícios (LOSS et al., 2015; SILVA FILHO et al., 2018). As leguminosas caracterizam-se pela capacidade de associação com rizóbios do solo/inoculados, como *Rhizobium* sp., que são fixadores de nitrogênio (N₂) atmosférico (OLIVEIRA, 2014). As gramíneas têm crescimento vegetativo vigoroso, que facilita o crescimento de raízes da cultura subsequente, pela formação de canais no solo que ajudam a

aliviar a compactação (WANG et al., 1986; MONEGAT, 1991).

No Brasil, diversas espécies são usadas como plantas de cobertura, entre essas o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.), *Pennisetum americanum*) que possuem resistência à seca e rápido crescimento (SALTON; KICHEL, 1997). As braquiárias, da mesma forma, usadas em cobertura, exibem rusticidade, baixa exigência nutricional e tolerância à seca, com boa produtividade de matéria seca.

Na Região Sul brasileira, uma das principais plantas de cobertura é a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), muito usada na produção de grãos em rotação de cultura, especialmente, culturas de verão como o milho, feijão e soja, isto por ser rústica, de fácil implantação, manejo de baixo custo e adaptabilidade às condições edafoclimáticas regionais (COELHO; GALVÃO, 2019). Essa planta de cobertura é muito utilizada por produzir alta quantidade de palha com produtividade em cerca de 30 toneladas de massa verde por hectare, e suas raízes fasciculadas contribuem para transição e fluxo de ar no solo Ferreira et al. (2014).

2.5 Formas de manejo de plantas de cobertura

O manejo das plantas de cobertura é um procedimento no qual o desenvolvimento delas é interrompido e seus resíduos passam a fazer parte da camada de palha na superfície do solo (ALVARENGA, 2001). Através dos manejos, é possível alcançar melhores condições físicas, químicas e microbiológicas do solo, minimizar a perda de água por evaporação, redução nas variações de temperatura, menor incidência de plantas daninhas, retorno de nutrientes ao solo e melhor microclima para o desenvolvimento das culturas (BURATOVICH; ACCIARES, 2019; PEREIRA et al., 2020).

Normalmente, o manejo das plantas de cobertura é realizado de maneira mecânica ou química (ARGENTA et al., 2001). No manejo mecânico, são comumente usados equipamentos como rolo-faca e triturador de restos vegetais. O manejo mecânico tem eficiência comprovada quando realizado no estágio correto de desenvolvimento das plantas, que é a fase de grão leitoso, quando a produção de massa vegetal atinge o seu máximo e o índice de rebrota é reduzido (ARAÚJO; RODRIGUES, 2000).

O rolo-faca é formado de um corpo cilíndrico, no qual se inserem lâminas dispostas ao longo de sua superfície, igualmente espaçadas, apoiado em dois mancais, e girando livremente em torno do seu eixo longitudinal. Estes possuem função de acamamento da vegetação, de modo que impede a circulação da seiva das plantas, resultando na morte e/ou impedindo a rebrota (FERREIRA et al., 2000). Esse tipo de manejo permite trabalhar em maiores velocidades, já que tem maior facilidade de rolagem sobre vegetação com eficiência operacional e custos menores (SOUZA; PEREIRA, 2012).

A palha sob o manejo de rolo-faca proporciona boa cobertura de solo com maior período de decomposição do que quando triturada (CORTEZ et al., 2009; FAVARATO et al., 2018). Santos et al. (2019) relatam que o manejo mecânico com rolo na palha de aveia preta proporciona aumento na cobertura de solo, reduz a massa fresca e seca de plantas daninhas na cultura da soja.

O triturador de restos vegetais, conhecido como triton, é um equipamento que fragmenta o material e o distribui de modo uniforme na superfície do solo. A trituração pode combinar a semeadura de culturas, com um elevado volume de massa verde e sombreamento (FERREIRA et al., 2000). Este tipo de manejo apresenta maior fragmentação dos resíduos vegetais que possibilita maior velocidade de decomposição e a reciclagem de nutrientes (MURAISHI et al., 2005).

Brançalião (2008) relata que o triton é eficaz no manejo da aveia e ervilhaca, produz 50% de fragmentos menores que 25 cm, facilita operações posteriores e os fragmentos cortados não se alteram com a variação da velocidade. Já Cortez et al. (2009) expõem que o manejo de aveia preta com triton não afeta a cobertura, o estande inicial, dias para emergência, estande final e produtividade da cultura do milho.

Tratando-se do manejo químico, a eficiência depende menos do estágio da planta, possibilitando seu emprego em várias situações. Esse manejo é comumente usado, por permitir alta eficiência operacional, baixo custo e controle das plantas daninhas (MODOLO et al., 2019). Em algumas espécies, a quantidade de massa vegetal poderá influenciar na recomendação da dosagem para a sua dessecação e controle das plantas daninhas antes da semeadura, para que a cultura tenha desenvolvimento inicial com menores interferências (TIMOSSI et al., 2006).

Kaefer et al. (2012) relatam que o manejo químico da aveia preta próximo ou simultâneo à semeadura do milho favorece menor incidência de plantas daninhas. Campos (2019), em estudo realizado com a cultura do milho, verificou maior espaçamento médio, maior porcentagem de espaçamentos falho e duplo, e menor porcentagem de espaçamento normal no manejo da aveia preta dessecada.

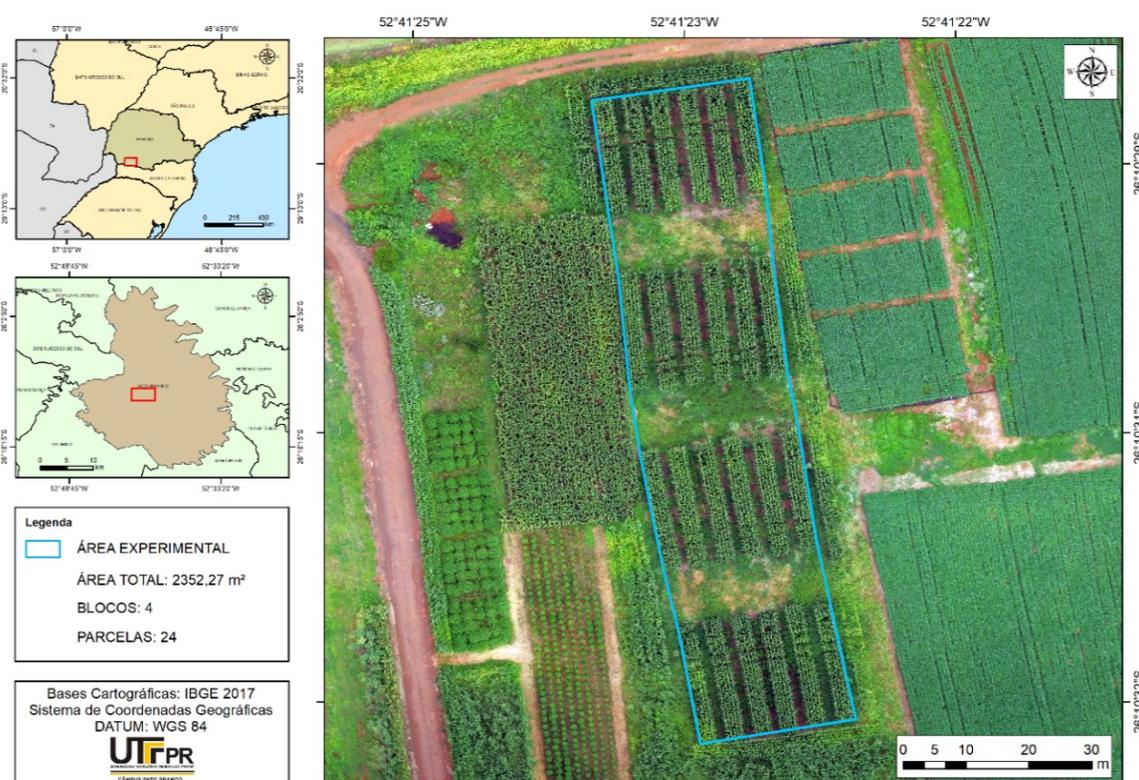
Segundo Casão Júnior e Siqueira (2006), deve-se realizar o manejo das plantas de cobertura de modo a não causar problemas operacionais na semeadura, que possam prejudicar o estabelecimento das culturas principais. A decisão de apenas acamar ou cortar a palha, associado ou não com herbicidas, deve ser analisada conforme as necessidades do produtor, adotando-se o método e o momento mais adequado para o manejo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local de realização do experimento

O experimento foi conduzido na safra agrícola 2019/2020, na Área Experimental do Curso de Agronomia, pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus de Pato Branco, Paraná (Latitude Sul 26°16'36" e longitude Oeste 52°41'20"). (Figura 1).

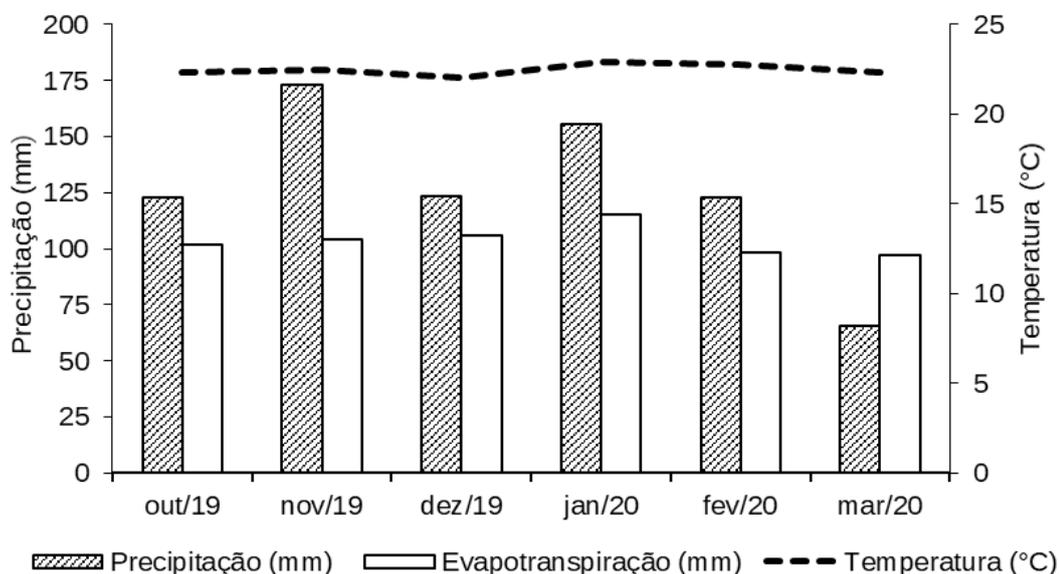
Figura 1 - Localização da área experimental. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021. Arcgis.

O clima da região é, segundo Köppen, subtropical úmido (Cfa), com temperatura média em 18°C para o mês mais frio e 22°C para o mês mais quente, com precipitação média de 2.025 mm ano⁻¹. A região apresenta verões quentes, com maiores concentrações de chuva nesse período, sem estação seca definida e geada pouco frequentes (ALVARES et al., 2013). A precipitação, a temperatura média e a evapotranspiração ocorrida durante o período de condução do experimento são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura (°C) e evapotranspiração (ETo) durante o período condução do experimento, para o município de Pato Branco - PR. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.



Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR).

3.2 Características químicas do solo

O solo da área em estudo é caracterizado como Latossolo Vermelho Distroférico com textura muito argilosa (EMBRAPA, 2018). A amostragem da área foi realizada por meio de dez subamostras na profundidade de 0,0-0,20 m, para formar uma amostra composta. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e os resultados obtidos estão discriminados na (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do Latossolo Vermelho, na profundidade (Prof.) de 0,0-0,20 m, coletadas aleatoriamente na área do experimento. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.

Prof. (m)	pH	M.O. (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	K	Ca ²⁺	Mg	Al ³⁺	H+Al	V (%)
	CaCl ₂								
0,0-0,20	4,80	37,53	3,36	0,40	4,30	2,30	0,09	5,76	54,86

Metodologias: matéria orgânica (M.O.) por digestão úmida; P, K extraídos com solução de Mehlich-1; pH em CaCl 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹.

3.3 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos pela combinação entre dois mecanismos sulcadores: tipo haste com formato parabólico, ângulo de ataque em torno de 20°, espessura da ponteira de 22 mm de largura e sulcador do tipo discos duplos defasados com 381 mm (15") de diâmetro (Figuras 3) e três métodos de manejos de palha: triturada, rolada e dessecada (Figura 5).

Figura 3 - Sulcadores utilizados na condução do experimento (a) sulcador tipo haste e (b) sulcador tipo disco duplo. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Assim, o experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, composto por seis tratamentos arranjados em esquema fatorial 2 x 3, com quatro repetições (Tabela 2).

Tabela 2 - Relação e designação dos tratamentos. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.

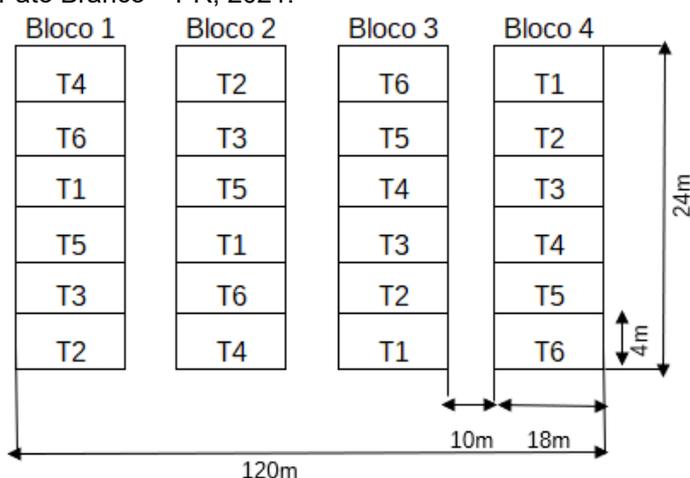
Tratamentos	Mecanismo sulcador de fertilizantes	Método de manejo da palhada
T1	Disco Duplo	Rolada
T2	Disco Duplo	Dessecada
T3	Disco Duplo	Triturada
T4	Haste Sulcadora	Rolada
T5	Haste Sulcadora	Dessecada
T6	Haste Sulcadora	Triturada

Fonte: Autoria própria, 2021.

A área foi dividida em quatro blocos casualizados, totalizando vinte e quatro unidades experimentais, cada uma com área de 72 m² (4 x 18 m), e espaçamento de 10 metros entre blocos, utilizados para manobra e estabilização do conjunto motomecanizado (Figura 4).

As avaliações a campo foram realizadas dentro da área útil de cada parcela, que contou com 5 m de comprimento, nas três linhas centrais de semeadura.

Figura 4 - Croqui da área experimental em esquema fatorial, conduzido em delineamento de blocos ao acaso em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de palha. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.4 Semeadura da aveia e manejo da palha de cobertura

Como planta de cobertura do solo, foi utilizada a cultura da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), na quantidade de 80 kg ha⁻¹. A semeadura foi realizada em 27 de maio de 2019 e quando a cultura atingiu o florescimento, foram realizados os diferentes tipos de manejo, em 13 de setembro de 2019.

Para o manejo de palha de palha rolada, foi utilizado o conjunto trator mais rolo-faca, marca Triton®, com 1,2 m de largura de trabalho (Figura 5A). Para o manejo triturado, foi utilizado o trator mais o triturador de palhas marca Jan/Triton® 1800, com largura de corte de 1,8 m (Figura 5B).

No manejo dessecado foi usado um pulverizador de barras costal, aplicando *glyphosate*, 0,5 L ha⁻¹ (Figura 5C). Somente as parcelas correspondentes a esse tratamento foram submetidas ao *glyphosate*, ficando excluídos os manejos triturado e rolado da dessecação. Todos os manejos foram realizados trinta dias precedentes à semeadura do milho.

Figura 5 - Manejos utilizados na condução do experimento (a) rolado (b) triturado (c) dessecado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.5 Semeadura do milho e tratos culturais

Foi utilizado o híbrido de milho da Pioneer P2719VYH, com biotecnologia LEPTRA[®], semeado em espaçamento de 0,45 m entrelinhas e densidade de semeadura de 80.000 plantas ha⁻¹. O híbrido apresenta ciclo precoce, resistência ao herbicida Glifosato e algumas espécies de inseto praga. A adubação de base foi de 450 kg ha⁻¹, na formulação de 08-26-16, com produtividade esperada de até 15 t ha⁻¹.

A semeadura da cultura do milho foi realizada sob palhada de aveia em 24 de outubro de 2019, dentro do período de zoneamento agrícola para a Região Sudoeste do estado do Paraná (MAPA, 2018). Foi utilizada uma semeadora-adubadora de precisão para plantio direto, marca Vence Tudo[®], modelo SA 14600, com dosador de sementes do tipo mecânico, com cinco linhas de plantio, espaçadas a 0,45 metros entrelinhas e velocidade 5,0 km h⁻¹. Para tracionar a semeadora-adubadora, foi utilizado um trator New Holland[®], modelo TL85E, 4x2 tração dianteira auxiliar, com potência máxima de 57,4 kW (78 cv) no motor a 2.400 RPM, com rodado de pneus.

Após estabilização da emergência do milho, com finalidade de controlar plantas daninhas, como picão-preto (*Bidens pilosa*), buva (*Conyza bonariensis*) e milheto (*Pennisetum glaucum* (L)) realizou-se aplicação do herbicida Primatop[®] (Atrazina + Simazina), na dose de 6,0 L ha⁻¹. Adubação de cobertura a lanço com 200 kg ha⁻¹ de ureia com 45% de nitrogênio em sua formulação.

3.6 Parâmetros avaliados

3.6.1 Quantidade de palha

A quantidade de palha foi analisada um dia antes da semeadura do milho, por meio da coleta da massa de cobertura vegetal, utilizando um quadro de área conhecida de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m), posteriormente o material foi secado em estufa a 70°C, até massa constante. Em seguida, realizou-se a pesagem e a conversão do valor obtido para quilograma de matéria seca por hectare.

3.6.2 Profundidade máxima de sulco, largura de sulco e área de solo mobilizado

Para o levantamento do perfil de solo mobilizado, foi utilizado um perfilômetro (Figura 6), construído em madeira, com réguas verticais graduadas em centímetros, dispostas a cada 2 cm no sentido transversal à linha de semeadura, sendo empregado nas três linhas centrais de semeadura, em cada unidade experimental. Em cada unidade experimental, foi realizado o levantamento de três perfis: perfil da superfície natural do solo, perfil da superfície final do solo e perfil interno do solo mobilizado. O cálculo da área mobilizada foi expresso em cm², obtido por meio da equação:

$$Am = \sum (P_N - P_F) * e \quad (1)$$

Em que:

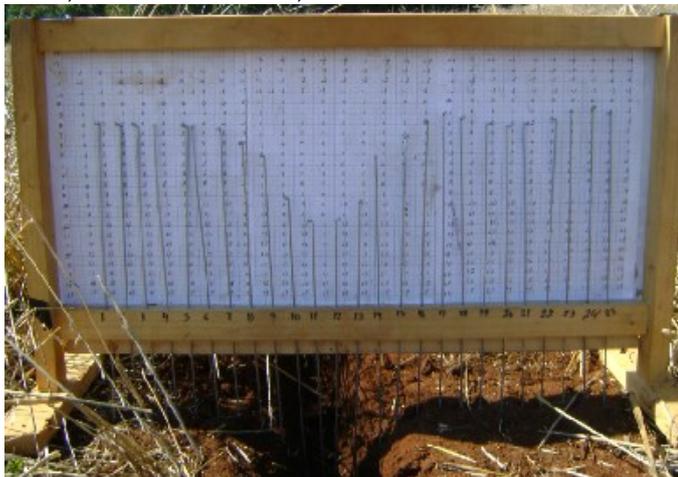
Am = área mobilizada (cm²);

PN = perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro (cm);

PF = perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro (cm);

e = espaçamento entre as réguas verticais (cm).

Figura 6 - Perfilômetro utilizado para determinação da profundidade de sulco, largura de sulco e área de solo mobilizado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

A profundidade máxima de atuação dos sulcadores de adubo foi obtida, considerando a maior diferença entre os perfis da superfície original e interno do solo no sulco de semeadura (ARAÚJO et al., 1999).

A largura superficial de mobilização do solo no sulco de semeadura foi obtida pela determinação da distância entre as extremidades de mobilização superficial do solo gerada pela atuação da haste sulcadora de adubo.

Os parâmetros citados acima foram realizados foram da área útil.

3.6.3 Índice de velocidade de emergência

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi avaliado em um comprimento de cinco metros nas três linhas centrais de semeadura. A contagem das plântulas foi realizada diariamente até que o número de plântulas emergidas se apresentou constante.

Cada planta foi considerada emergida a partir do instante em que ela rompeu o solo e pode ser vista a olho nu, de algum ângulo qualquer, conforme a metodologia proposta por MAGUIRE (1962). A partir dessas contagens, foi determinado o IVE, utilizando-se a equação:

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (2)$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, En = número de plantas emergidas, na primeira, segunda, ..., última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

3.6.4 Profundidade de deposição de sementes

A profundidade de deposição das sementes deu-se em plantas nas três linhas centrais de semeadura em cada unidade experimental, fora da área útil. Com uma tesoura de poda, foi cortada a parte aérea da planta rente ao solo e, com uma espátula, retirada a parte enterrada no solo. Com o auxílio de uma régua, foi medido o comprimento do epicótilo, cortado rente à superfície do solo até a semente, correspondendo à profundidade de deposição da semente. Essa determinação ocorreu quando as plântulas de milho apresentaram aproximadamente 5 cm de altura, entre os estádios V2 e V3 de desenvolvimento.

3.6.5 Estande inicial e final de plantas

Essa variável constituiu na mensuração dos estandes, contando-se as plantas existentes na área útil, em cinco metros de cada linha de semeadura, em três linhas centrais de cada unidade experimental, cujo resultado foi extrapolado para o número de plantas por hectare. A avaliação do estande inicial aconteceu após a estabilização da emergência da cultura, enquanto o estande final foi realizado no estágio de maturação fisiológica da cultura.

3.6.6 Diâmetro de colmo, altura de plantas e de inserção da primeira espiga

No estágio VT foi realizada a medição de altura inicial de plantas. Para tal, utilizou-se uma régua graduada em centímetros e medição de diâmetro inicial de colmo, com auxílio de um paquímetro digital, medindo-se o primeiro entrenó acima do solo.

No período de maturação fisiológica da cultura (R6), foram novamente realizadas medições de altura e diâmetro de colmo final, adotando-se os mesmos procedimentos iniciais. Todas estas avaliações foram realizadas em 10 plantas presentes na área útil de cada unidade experimental.

3.6.7 Componentes de rendimento da cultura do milho

Foram coletadas dez espigas em cada unidade experimental e foram avaliados: número médio de fileiras de grãos por espiga, número médio de grãos por fileira, comprimento de espiga e diâmetro de espiga.

Após a debulha manual das espigas, utilizadas para avaliar os componentes de rendimento, foi determinada a massa de mil grãos por meio de 8 amostras de 100 grãos tomadas ao acaso, de cada parcela, as quais foram submetidas à pesagem.

3.6.8 Produtividade de grãos

A produtividade (kg ha^{-1}) correspondeu à pesagem dos grãos da área útil e extrapolação para um hectare, com correção da umidade para 13%. A colheita foi realizada manualmente e a debulha realizada por um batedor de cereais.

3.7 Análise estatística dos dados

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a significância de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico GENES (CRUZ, 2013). Para os caracteres em que o teste F apresentou valor significativo a 5% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Matéria seca

A matéria seca das plantas de cobertura apresentou diferenças significativas para os manejos utilizados (Tabela 3).

Tabela 3 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios da matéria seca (MS) em função de métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

FV	GL	Quadrado Médio
		MS (t ha ⁻¹)
Blocos	7	345928,072
Manejo (M)	2	3813714,30**
Resíduo	14	254685,68
Média		4299,69
C.V. (%)		11,73

*: Significativo a 5% de probabilidade de erro. **: Significativo a 1% de probabilidade de erro. ns: não-significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. C.V.: Coeficiente de Variação.

A maior quantidade de matéria seca de aveia preta ocorreu quando esta foi submetida a dessecação e manejo rolado com 4.960,17 e 4.356,17 toneladas por ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Esses resultados se relacionam à fragmentação da palha após os manejos, atrelado a fatores que afetam a decomposição da palha, como a distribuição e tamanho de partículas, pois, quanto mais fracionado o material, maior é a superfície passível ao ataque de microrganismos, tornando mais rápido a sua degradação (LIU et al., 2018; RESSETTI; CAMPOS, 2020).

Isto foi observado no manejo triturado com 3.582,75 toneladas por ha⁻¹. Possivelmente este manejo apresentou rápida disponibilidade de nutrientes com decomposição acelerada de matéria. A matéria seca como parte do sistema, é envolto em processos dinâmicos, com fluxo de entra e saída de energias, em interações de componentes bióticos e abióticos do meio (FRIDERICHS et al, 2016). Logo, esses processos são fundamentais para entender a eficiência e produtividade dos ecossistemas, o que reflete na cultura.

Tabela 4 - Valores médios de matéria seca (MS), em função de métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Manejos	MS (t ha ⁻¹)
Rolado	4.960,17 a
Dessecado	4.356,17 a
Triturado	3.582,75 b

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro (Teste F, $p < 0,05$).

No manejo com rolo-faca, houve seccionamento do caule da planta, acamando-a e mantendo a sua distribuição inteira sobre o solo, que é um comportamento retratado na literatura (REIS et al., 2007). Na dessecação química da aveia preta, pode sugerir que houve uma inter-relação entre plantas e o herbicida de ação sistêmica (*glyphosate*), que normalmente provoca morte lenta (JAREMTCHUK et al., 2008). Assim, ambos manejos retardaram a degradação da planta, justificando assim os maiores valores de MS obtidos nesses manejos.

A quantidade mínima ideal de MS para o SPD é de 6.000 kg ha⁻¹ por safra, conforme Alvarenga et al. (2001) e Nunes et al. (2006). Dessa forma as quantidades de matéria seca de aveia preta foram inferiores ao ideal. Isto pode consequenciar em baixo acúmulo de nutrientes ao longo do tempo, com menores fornecimentos de carbono e nitrogênio, perca de organismos vivos do solo, e, ainda favorecer fatores como erosão e lixiviação (DOMINICO et al., 2020). Ressalta-se que os manejos foram realizados trinta dias antes da semeadura e isso faz com que a MS seja reduzida, se comparada a manejos realizados mais próximos ao dia da semeadura.

Embora, as quantidades de matéria seca de aveia preta estejam abaixo do ideal, são interessantes, pois as grandes quantidades de palhada presente no SPD, apesar de propiciarem bom níveis de cobertura de solo e supressão de plantas daninhas pela cobertura física do solo ou alelopatia, se tiverem distribuição inadequada, podem ocasionar problemas na semeadura, como embuchamento e emergência irregular de plântulas, que consequência na má plantabilidade da cultura principal (CHIODEROLI et al., 2012; TROGELLO et al., 2013; CYRINO et al., 2019).

4.2 Parâmetros de plantabilidade

A profundidade de sulco (PS), largura de sulco (LS), área mobilizada (AM) e profundidade de semeadura (PSM) apresentaram diferenças apenas para os sulcadores. Não houve diferenças para os manejos e para a interação entre sulcadores e manejos, para tais variáveis (Tabela 5).

Tabela 5 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios dos parâmetros profundidade de sulco (PS), largura de sulco (LS), área mobilizada (AM) e profundidade de semeadura (PSM) em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

FV	GL	Quadrados médios			
		PS (cm)	LS (cm)	AM (cm ²)	PSM (cm)
Blocos	3	0,01923	0,09765	57,49774	0,27542
Sulcador (S)	1	5,47215**	1,80402*	1101,615**	0,46204*
Manejo (M)	2	0,10095 ^{ns}	0,78365 ^{ns}	7,05093 ^{ns}	0,23366 ^{ns}
S x M	2	0,57165 ^{ns}	0,42858 ^{ns}	1,50886 ^{ns}	0,03579 ^{ns}
Resíduo	15	0,20932	0,28785	42,26999	0,09851
Média		5,56	5,81	53,52	5,02
CV (%)		8,22	9,22	12,14	6,24

*: Significativo a 5% de probabilidade de erro. **: Significativo a 1% de probabilidade de erro. ^{ns}: não-significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. C.V.: Coeficiente de Variação.

O índice de velocidade de emergência (IVE), estande inicial de plantas (EIP) e estande final de plantas (EFP) apresentam efeitos significativos para a interação entre sulcador e manejo (Tabela 6).

Tabela 6 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios dos parâmetros índice de velocidade de emergência (IVE), estande inicial de plantas (EIP) e estande final de plantas (EFP) em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

FV	GL	Quadrados médios		
		IVE	EIP (plantas ha ⁻¹)	EFP (plantas ha ⁻¹)
Blocos	3	0,2887	20240415,97	25697315,87
Sulcador (S)	1	8,12007 **	585264995,03**	629995397,16**
Manejo (M)	2	0,15412 ^{ns}	40145485,17 ^{ns}	35390923,87 ^{ns}
S x M	2	5,14902**	239318409,47*	215180597,16*
Resíduo	15	0,73353	52429990,21	44645620,87
Média		9,33	96048,42	93888,88
CV (%)		9,17	7,54	7,12

*: Significativo a 5% de probabilidade de erro. **: Significativo a 1% de probabilidade de erro. ^{ns}: não-significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. C.V.: Coeficiente de Variação.

4.2.1 Profundidade de sulco

A profundidade de sulco apresentou diferenças para os dois sulcadores, sendo que a maior profundidade foi obtida com a haste sulcadora (6,04 cm) (Tabela 7). Isto pode estar atrelado ao seu formato construtivo que tende a puxar o equipamento para baixo, proporcionando aumento da profundidade (MION et al., 2009). A haste normalmente apresenta maior facilidade em romper as camadas superficiais compactadas do solo, deslocando mais solos para as laterais do sulco de plantio, por onde trafegam as rodas controladoras de profundidade, culminando na alteração da profundidade (SILVA et al., 2000; CIMAROSTI JÚNIOR, 2015).

Deve-se considerar o uso de sulcador tipo haste, especialmente em áreas propensas à compactação (CEPIK et al., 2010), pois estes têm maior capacidade em romper as camadas compactadas do solo e permitem a colocação de fertilizantes em profundidades maiores, evitando o contato direto entre semente e fertilizante, que pode prejudicar a absorção de água pela semente, a germinação e vigor da planta (FOLONI et al., 2009; UEHARA, 2020). Andreolla (2005) relata que sulcos mais profundos beneficiam a penetração das raízes no solo em busca de água e nutrientes, podendo facilitar a germinação e a emergência das plântulas, favorecendo melhor plantabilidade e produção de grãos.

Tabela 7 - Profundidade de sulco (PS) na semeadura da cultura do milho, em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Sulcadores	PS (cm)
Disco Duplo	5,08 b
Haste	6,04 a

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro (Teste F, $p < 0,05$).

Com haste apresentando as maiores profundidades, reflete-se que a profundidade de sulco também influencia a força de tração, normalmente sulcadores que trabalham em maiores profundidades de sulco exigem mais força de tração (LEVIEN et al., 2011), que neste caso é exposto pela haste. Isto pode estar associado ao seu projeto, que objetiva quebrar camadas mais compactadas, alcançando maiores profundidades, que, por consequência, provoca maior demanda de energia para suprir o atrito entre ferramenta-solo, enquanto o disco duplo abre o sulco através do corte (FRANCETTO et al., 2016).

Alguns trabalhos demonstram resultados semelhantes com o desta pesquisa, Andreolla e Gabriel Filho (2006), trabalhando em sistema de integração lavoura-pecuária, sob Latossolo Vermelho Eutroférico, observaram maior profundidade de sulco de adubo utilizando a haste sulcadora com média de 12 cm, enquanto o disco duplo apresentou 5 cm. Assim também Modolo et al. (2019), estudando plantabilidade na cultura do milho com diferentes mecanismos sulcadores (haste e disco duplo), conduzido sob Latossolo Vermelho distrófico, obtiveram maior profundidade de sulco com uso de haste sulcadora com média de 9,41 cm, enquanto o disco duplo obteve média de 5,52 cm.

4.2.2 Largura de Sulco

A maior largura de sulco foi obtida ao utilizar a haste sulcadora (12,16 cm), que diferiu do disco (11,08 cm) (Tabela 8). Esse resultado está relacionado à profundidade de atuação da haste sulcadora e a sua movimentação ser de arraste, que normalmente mobiliza mais solo, tendo uma maior ação de romper as camadas de solo compactadas e assim aumentando a largura do sulco (CIMAROSTI JÚNIOR, 2015). Enquanto, o disco duplo abre o solo por compressão em forma de “v”, fazendo com que a largura do sulco aumente com a profundidade do sulco (SCHLOSSER et al., 1999).

Estudando a atuação das hastes sulcadora em plantio direto no milho, Tricai (2013) observou aumento na largura de sulco com aumento da profundidade de atuação da haste, que, na primeira profundidade (8 cm), foi de 22,6 cm, para a segunda (12,5 cm) foi de 24,3 cm, enquanto que, para a terceira profundidade (15 cm), foi de 27,4 cm. Assim também De Cól (2017), trabalhando com sulcadores haste e disco na cultura do milho sob condições de solo e clima semelhantes, obteve maior largura de sulco com haste sulcadora de 15,04 e 12,00 cm, respectivamente, atuando em profundidade de sulco 9,42 cm para haste e 5,52 cm para o disco duplo e profundidade de semeadura de 7,18 cm para haste e 5,14 cm para o disco duplo.

Tabela 8 - Largura de sulco (LS), em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Sulcadores	LS (cm)
Disco Duplo	11,08 b
Haste	12,16 a

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro (Teste F, $p < 0,05$).

Embora esses resultados concordem com a maior capacidade da haste em desestruturar o solo e provocar maior largura de sulco que o disco duplo, é interessante que na operação de semeadura sejam abertos sulcos com larguras menores, com intuito de evitar incidência de plantas daninhas, evitar erosão do solo, garantir a adequada deposição dos fertilizantes e sementes (REIS et al., 2006; GROTTA et al., 2009). Ainda a haste por abrir maiores sulcos, pode reduzir a cobertura morta sobre o solo e prejudicar o desenvolvimento da cultura com perdas de água por evaporação (SIQUEIRA, 2008).

4.2.3 Área de solo mobilizada

Foi observada maior área de solo mobilizada com uso de haste sulcadora (60,29 cm²), que diferiu estatisticamente do disco (46,74 cm²) (Tabela 9). A área mobilizada está diretamente relacionada com o tipo de sulcador, a profundidade de atuação e largura de sulco, ao passo que, quanto maior estes parâmetros, maior será a área de solo mobilizado. Assim, este resultado é esperado, pois a haste atuou em maior profundidade de sulco (Tabela 7) e largura de sulco (Tabela 8), em comparação ao disco duplo. Isto se associa à configuração da haste sulcadora, que objetiva abrir o sulco para a deposição de fertilizantes e romper camadas de solo mais adensadas, enquanto o mecanismo sulcador tipo disco duplo, visa abrir o sulco de semeadura com o mínimo de mobilização do solo (SILVA et al., 2006).

Tabela 9 - Valores médios de área mobilizada (AM) na semeadura da cultura do milho, em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Sulcadores	AM (cm ²)
Disco Duplo	46,74 b
Haste	60,29 a

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro (Teste F, $p < 0,05$).

A maior capacidade de mobilização de solo pela haste permite a quebra das camadas compactadas com maior facilidade, melhorando a capacidade de aeração, pela criação de maior volume de macroporos, além de diminuir a densidade do solo, o que reflete em menor limitação física ao crescimento mais profundo das raízes das plantas, propiciando melhor desenvolvimento às culturas (NUNES et al., 2014). No entanto, áreas que apresentam maior mobilização do solo estão mais propensas a perder resíduos vegetais remanescente, deixando o solo exposto a intemperes físicos, que pode ocasionar perda de solo, levando a erosão e redução de umidade (GILLES et al., 2009; CARDOSO et al., 2013). Ainda, a maior mobilização de solo na linha de semeadura pode provocar incidência de plantas daninhas, devido ao banco de sementes destas que se encontram viáveis no solo. Essas daninhas são potencialmente capazes de competir com plantas cultivadas, ou impedir seu bom desenvolvimento (GOMES; CHRISTOFFOLETI, 2008).

Os valores desse parâmetro são próximos dos encontrados em alguns trabalhos sob mesmo tipo de comparação, haste sulcadora x disco duplo, tais como: Silva (2003) avaliando o comportamento do mecanismo sulcador do tipo haste e disco duplo em semeadora-adubadora para semeadura direta da cultura do milho em Nitossolo Vermelho distroférico com profundidades de trabalho de 10; 20 e 30 cm, observou aumento da área de solo mobilizada conforme se aumentava a profundidade de atuação da haste, que foi de 88,2, 216 e 267 cm², respectivamente. Outros trabalhos na mesma perspectiva apresentaram resultados semelhantes, como Levien et al. (2011); Modolo et al. (2013) e Modolo et al. (2019).

4.2.4 Profundidade de semeadura

A maior profundidade de semeadura foi obtida quando utilizado a haste sulcadora (5,16 cm), enquanto que no sulcador disco duplo a profundidade foi de 4,88 cm (Tabela 10). Estes resultados se assemelham aos trabalhos de Silva (2000), Trogello et al. (2012), Modolo et al. (2013), Gimenez; Cortinnove, (2020), em que obtiveram maiores profundidade com haste sulcadora quando comparada ao disco duplo. Isto porque, a haste promove maior mobilização do solo em relação ao disco duplo, e isso faz com que a roda limitadora de profundidade de semeadura trafegue

em solo com menor capacidade de suporte de carga e ocasione uma maior profundidade de deposição de sementes, em relação ao local mobilizado com discos duplos.

Tabela 10 - Valores médios de profundidade de semeadura (PSM) de milho, em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Sulcadores	PSM (cm)
Disco duplo	4,88 b
Haste	5,16 a

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro (Teste F, $p < 0,05$).

Em locais com solos argilosos, o ideal é que a profundidade seja entre 3 a 5 cm, uma vez que estes apresentam drenagem menor, que podem dificultar a emergência de plântulas (CRUZ et al., 2010; EMBRAPA, 2010). Logo, os resultados estão em acordo com o encontrado na literatura.

É importante destacar que a uniformidade da profundidade de semeadura deve possibilitar emergência de plântulas mais homogêneas. Caso contrário, plântulas emergidas tardiamente são limitadas pelas emergidas anteriormente, isto pode refletir na diminuição de vigor das plantas e perda de produtividade na lavoura (SOUSA, 2016). Este parâmetro deve estar ao máximo compatível com a cultura, pois maiores profundidades geram mais consumo de energia na emergência e menores profundidades podem deixar a semente susceptível a intemperes, como estresses hídricos (WEIRICH NETO et al., 2007).

4.2.5 Índice de velocidade de emergência

O índice de velocidade de emergência - IVE apresentou interação significativa entre os manejos aplicados e o uso de sulcadores (Tabela 11). Quando se avalia os diferentes níveis de manejo dentro dos sulcadores utilizados, verifica-se que o disco duplo apresenta diferenças significativas, com melhor IVE no manejo triturado (9,45), embora este não seja estatisticamente diferente do manejo rolado (9,07). Isso provavelmente está relacionado ao fato de que os manejos triturados e rolados fragmentam mais a palha apresentando melhores índices, proporcionando melhor penetração de luz e maior homogeneidade de temperatura e umidade na área, criando um microclima favorável à emergência da cultura (TROGELLO et al., 2013).

Quando se fez uso da haste sulcadora, não foram observadas diferenças significativas no IVE para as diferentes formas de manejo de plantas de cobertura.

Ao analisar os sulcadores dentro dos manejos, notou-se que nos manejos rolados e triturados não houve diferenças significativas entre os sulcadores, no entanto, para o manejo dessecado houve diferenças significativas, com a haste proporcionando maior valor de IVE (10,65) em comparação ao disco (7,73). Esse resultado pode estar relacionado a uma combinação da condição de palha ereta (manejo dessecado) com a forma de atuação dos sulcadores, enquanto o disco corta a palha e abre sulco com menores larguras, deixando mais sombreado com palha, a haste abre o sulco por rompimento do solo, aumentando a mobilização e a largura de sulco, fazendo com que haja melhores condições para a emergência da cultura.

Tabela 11 - Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE), em função dos mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.

Manejos	IVE	
	Mecanismos Sulcadores	
	Disco Duplo	Haste
Rolado	9,07 ABa	9,86 Aa
Dessecado	7,73 Bb	10,65 Aa
Triturado	9,45 Aa	9,22 Aa

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro (Teste F, $p < 0,05$).

Maiores capacidades efetivas no processo germinativo, em menor tempo, é fator importante em plantas cultivadas, pois possibilita que estas apresentem dominância sobre plantas daninhas, inviabilizando que utilizem recursos do meio (água, nutrientes e luz) (NI et al., 2000). Altas taxas de IVE também possibilitam o rápido crescimento de raízes permanentes elevando o aproveitamento de água e de nutrientes pela cultura.

Pontua-se que o experimento esteve sob ótimas condições de temperatura e pluviosidade, com média de 22 C° (Figura 2), com maiores acúmulo de água em profundidade, que provocou interferência positiva, diminuindo o número de dias para emergência, favorecendo o crescimento das raízes com uso de haste. Porém, se as condições ambientais apresentassem seca, os resultados poderiam ser

inversos, com destaque ao disco duplo, uma vez que sementes em menores profundidades teriam melhor aproveitamento de água e nutrientes.

4.2.6 Estande inicial e final de plantas

Os estandes iniciais e finais de plantas apresentaram interação significativas para sulcadores e manejos. Ao comparar os manejos dentro dos sulcadores, verifica-se que o disco duplo apresenta diferenças significativas com menor estande inicial e final de plantas no manejo dessecado e maiores estandes no manejo triturado, o qual não difere ao manejo rolado (Tabela 12). O uso da haste não proporcionou diferenças estatísticas em nenhum dos manejos empregados, tanto para o estande inicial quanto para o final.

Ao avaliar os sulcadores dentro dos níveis de manejo, identificou-se que os manejos rolado e triturado não diferem entre os sulcadores, porém houve diferenças significativas para o manejo dessecado, o qual apresentou menores estandes com uso de disco em relação à haste, tanto para o estande inicial quanto para o final. Cabe ressaltar, que apenas esse tratamento apresentou estande final de plantas esperado (em torno de 80.000 plantas ha⁻¹). Os demais tratamentos ficaram com estandes acima do previsto. As explicações prováveis para estes resultados podem estar relacionadas à regulagem no momento da semeadura, que acabou depositando mais sementes por hectare, e à boa distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura do milho (Figura 2) fazendo com que todas as sementes depositadas no solo viessem a germinar, permitindo assim um estande final de plantas maior que o esperado.

Tabela 12 - Valores médios de estande inicial (EIP) e final de plantas (EFP) de milho em função dos mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Manejos	EIP (plantas ha ⁻¹)		EFP (plantas ha ⁻¹)	
	Mecanismos Sulcadores			
	Disco Duplo	Haste	Disco Duplo	Haste
Rolado	92.221,29 ABa	101.480,46 Aa	90.370,36 ABa	100.370,36 Aa
Dessecado	82.962,13 Bb	104.073,03 Aa	81.111,10 Bb	101.851,84 Aa
Triturado	98.147,16 Aa	97.406,43 Aa	94.814,80 Aa	94.814,80 Aa

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro (Teste F, p<0,05).

Independente dos tratamentos houve redução dos estandes iniciais em relação aos estandes finais. Esse comportamento é esperado, uma vez que ocorrem diferenças na emergência de plantas, cujas plantas que demoram para emergir não crescem adequadamente e morrem, levando à redução do estande final.

Observa-se que sob o uso de disco duplo os manejos rolado e triturado apresentaram maiores estandes, isto está associado ao maior fracionamento e melhor distribuição de palha proporcionado por estes manejos, favorecendo a emergência mais rápida das plantas (Tabela 11), resultando assim em maior estande de plantas. Enquanto, que para a haste não houve diferenças entre os manejos.

Nos manejos rolado e dessecado a diferença de estandes ficou em torno de 10 a 20 mil plantas por hectare, entre os sulcadores, enquanto no manejo triturado os valores de estandes se assemelham entre os sulcadores, inclusive, com as mesmas médias entre disco duplo e haste para o EFP. Essa semelhança para os estandes no manejo triturado sob uso de haste e disco duplo, pode estar relacionado ao IVE que não diferiram entre sim, sob o mesmo manejo para os sulcadores, possibilitando com que os estandes fossem parecidos. Enquanto a diferença entre os estandes de plantas nos manejos rolado e dessecado entre os sulcadores pode estar associada ao fato de a haste ter apresentado os maiores IVE para os manejos rolado e dessecado que o disco duplo, o que fez com que esses tratamentos obtivessem mais plantas por hectare.

Além disso, esses resultados corroboram com as pesquisas realizadas por ARF et al. (2008), que conduziram um experimento na cultura do feijão, comparando os mesmos sulcadores e encontraram maior estande final de plantas com uso da haste em relação ao disco duplo. Assim como Modolo et al. (2019), comparando haste e disco duplo, obtiveram maiores valores de estandes finais e iniciais para a cultura do milho, com o uso da haste.

4.3 Desenvolvimento da cultura

Avaliando o desenvolvimento da cultura por meio da altura inicial de planta (AIP), altura final de planta (AFP), diâmetro inicial de colmo (DIC), diâmetro final de colmo (DFC) e altura de inserção de espiga (AIE), verificou-se que nenhum desses

parâmetros mostrou diferenças significativas para a interação entre os fatores sulcador x manejo, bem como de forma individual (Tabela 13).

Tabela 13 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios dos caracteres altura inicial de planta (AIP) altura final de planta (AFP), diâmetro inicial de colmo (DIC), diâmetro final de colmo (DFC) e altura de inserção de espiga (AIE) em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

FV	GL	Quadrados médios				
		AIP (m)	AFP (m)	DIC (mm)	DFC (mm)	AIE (m)
Blocos	3	0,06562	0,02028	0,8366	0,76786	0,0107
Sulcador (S)	1	0,00107 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,2926 ^{ns}	0,1107 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Manejo (M)	2	0,00076 ^{ns}	0,00136 ^{ns}	2,61052 ^{ns}	0,2957 ^{ns}	0,00362 ^{ns}
S x M	2	0,00828 ^{ns}	0,00183 ^{ns}	1,49287 ^{ns}	1,19738 ^{ns}	0,00087 ^{ns}
Resíduo	15	0,02505	0,00996	2,43309	0,42084	0,0063
Média		1,82	2,46	20,79	22,82	1,41
CV (%)		8,67	4,04	7,50	2,84	5,60

*: Significativo a 5% de probabilidade de erro. **: Significativo a 1% de probabilidade de erro. ^{ns}: não-significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. C.V.: Coeficiente de Variação.

4.3.1 Altura inicial e final de plantas

As alturas inicial e final de plantas não demonstraram diferenças significativas para nenhum dos tratamentos aplicados, com médias de 1,82 m e 2,43 m, respectivamente. Maciel et al. (2003) relatam que as plantas tendem a possuir uma maior altura em tratamentos com maior quantidade de palha, devido ao estiolamento inicial da planta para ultrapassar a palhada sobre o solo. Porém, este comportamento não foi observado nesse trabalho, relevando que possivelmente a quantidade de palha não foi significativa para influenciar esse componente, sendo atrelado ao fato de a altura de plantas ser mais controlada por fatores genéticos, sendo pouco influenciada por manejos (VILLELA et al., 2003).

Conforme dados da Pioneer, o híbrido aqui estudado (P2719VYH) pode apresentar médias de altura de 2,30 m. Os maiores valores (2,43 m) obtidos nesse trabalho podem estar associados às condições hídricas favoráveis para a cultura. Além disso, embora a altura de plantas não tenha apresentado diferenças significativas entre os tratamentos aplicados, provavelmente sofreu influência dos altos valores de estandes, isto porque, conforme Argenta et al. (2001), a altura das plantas será tanto maior quanto maior os estandes, devido ao efeito combinado da competição intraespecífica por luz, com conseqüente estímulo da dominância apical das plantas.

A altura de planta na cultura do milho é característica importante, diretamente associada com a tolerância ao acamamento. Isto ocorre na relação inserção de espiga e altura, que pode diminuir o centro de gravidade da planta, tornando-as suscetíveis ao acamamento ou à quebra. Esse acamamento e quebra, além de dificultar a colheita, compromete o transporte de nutrientes e captação de luz (LI et al., 2007; CORRÊA et al., 2020).

Vilela et al. (2012), trabalhando em manejos com herbicida, triturador horizontal, rolo-faca e roçadora na palhada do milheto, verificaram que não houve influência dos manejos sobre a altura de planta. Enquanto, nas pesquisas de Trogello et al. (2014) avaliando o desenvolvimento inicial da cultura do milho em diferentes métodos de manejo de palha (gradeado, rolado, triturado, dessecado), mecanismos sulcadores (disco duplo defasado, haste sulcadora) e velocidades de semeadura (4,5 e 7,0 km h⁻¹), constataram que o sulcador não afetou a altura de plantas, mas os manejos de palha triturada teve efeitos significativos sobre esse componente, justificado por este manejo ter apresentado as melhores condições para o desenvolvimento inicial da cultura.

4.3.2 Diâmetro inicial e final de colmo

Os diâmetros inicial e final de colmo não apresentaram diferenças significativas para nenhum dos tratamentos aplicados, com média de 20,79 e 22,82 mm, respectivamente. Esse componente é importante para a sustentação da planta, com função de suportar as folhas e espigas, é ainda uma estrutura de reserva, armazenamento e translocação de fotoassimilados do colmo para os grãos (MARQUES et al., 2018).

Na cultura do milho o colmo fino é uma característica indesejável, que associada a uma maior altura de plantas, facilita o quebramento e acamamento de plantas. Nesse experimento, embora a altura de plantas tenha apresentado valores altos, foram observadas poucas plantas acamadas, o que provavelmente está associado aos maiores diâmetro de colmo. Conforme Gimenes et al. (2008) maiores diâmetros de colmo podem proporcionar maior acúmulo de reservas, maior sustentação das plantas, melhor formação de grãos e ser mais resistentes ao tombamento.

Demétrio et al. (2008) trabalhando em Latossolo Vermelho eutrófico típico, em combinação experimental de três espaçamentos entre linhas (0,40, 0,60 e 0,80 m) e quatro densidades populacionais (30.000, 50.000, 70.000 e 90.000 plantas ha⁻¹), não obtiveram diferenças significativas para o componente diâmetro de colmo quanto ao espaçamento entrelinhas, porém encontram diferenças à densidade populacional, com diâmetros variando entre 21,4 a 23,2 mm. Os autores justificam seus resultados como normal, pois maiores densidades provocam diminuição no colmo.

Nesse experimento embora o diâmetro de colmo não tenha apresentado diferenças estatísticas para os tratamentos aplicados, provavelmente sofreu influência dos altos valores de estandes, que impossibilitou a expressão de todo potencial do híbrido. Além disso, as médias podem estar associadas a uma compensação, em que o diâmetro de colmo dos tratamentos que obtiveram maiores estandes não pôde se desenvolver ao máximo, sujeito a competição intraespecífica, assim, igualando as médias entre os tratamentos.

4.3.3 Altura de inserção de espigas

A altura de inserção de espigas não foi influenciada por nenhum dos tratamentos aplicados, com média de 1,41 m. Conforme dados da Pioneer, o híbrido aqui estudado (P2719VYH) pode apresentar médias de altura de inserção de 1,20 m.

Este componente é sujeito a alterações fisiológicas e morfológicas da planta, variando em função da cultivar (FORNASIERI FILHO, 2007), ressaltando que existe uma correlação entre altura de inserção de espigas e altura de planta, de modo que plantas mais altas também apresentam maiores inserções de espigas (SANTOS, 2002). Assim é natural que as inserções de espigas neste experimento sejam maiores, uma vez que as plantas chegaram a 2,43 m de altura.

Tanto a altura de plantas quanto a inserção de espigas são responsáveis pelo aumento de plantas acamadas e quebradas, o que pode reduzir o rendimento de grãos. Em função disso, plantas que apresentem menores alturas de inserção de espiga e de planta, são características desejáveis para a cultura do milho, propiciando melhor equilíbrio à planta, evitando quebras de colmo e acamamento da cultura (KAPPES et al., 2014). Muito embora Possamai et al. (2001) ressaltam que plantas

mais altas e com inserção de espigas também mais altas apresentam maior facilidade na colheita mecanizada.

Ferrari Junior et al. (2005), trabalhando em um Latossolo Vermelho distroférico, comparando oito cultivares de milho com relação às características agronômicas e à composição química do material ensilado, encontraram a altura de inserção de espigas variando entre 1,12 a 1,43 m, valores parecidos com o deste experimento. Já Spliethoff et al. (2019), avaliando a influência do manejo mecânico (haste sulcadora e disco duplo) e plantas de cobertura, obtiveram diferenças significativas entre os manejos mecânicos para a inserção de espigas, com destaque ao disco duplo, com 1,15 m, os autores associam seus resultados a melhor qualidade de semeadura proporcionada pelo disco duplo.

4.4 Componentes de rendimento e produtividade de grãos

As variáveis número de fileiras por espigas (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e massa de mil grãos (MMG) não apresentaram diferenças significativas para a interação Sulcador x Manejo e nem para os fatores isolados. A variável comprimento de espiga (CE) apresentou diferenças significativas para os sulcadores, enquanto o diâmetro de espiga (DE) e a produtividade (PROD) apresentaram interação significativa entre sulcadores e manejos (Tabela 14).

Tabela 14 - Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrados médios dos caracteres número de fileiras por espigas (NFE), número de grãos por fileira (NGF), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) em função de mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

FV	GL	Quadrados médios					
		NFE	NGF	CE (cm)	DE (mm)	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Blocos	3	0,28375	2,92833	0,1743	2,59168	80,65469	550842,22
Sulcador (S)	1	0,12042 ^{ns}	0,735 ^{ns}	6,82667 ^{**}	18,00414 ^{**}	37,60007 ^{ns}	9272345,06 ^{**}
Manejo (M)	2	0,08292 ^{ns}	3,75542 ^{ns}	0,6309 ^{ns}	1,71592 ^{ns}	765,34802 ^{ns}	202352,61 ^{ns}
S x M	2	0,30292 ^{ns}	0,05375 ^{ns}	0,30105 ^{ns}	3,6071 [*]	67,88882 ^{ns}	1860461,42 [*]
Resíduo	15	0,28509	1,16333	0,33412	0,80059	297,56501	384166,41
Média		13,8541	37,1083	16,79	44,34	299,19	8326,04
CV (%)		3,85	2,91	3,44	2,01	5,76	7,44

*: Significativo a 5% de probabilidade de erro. **: Significativo a 1% de probabilidade de erro. ^{ns}: não-significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. C.V.: Coeficiente de Variação.

4.4.1 Número de fileiras por espiga

O número de fileiras por espiga não apresentou diferenças significativas para nenhum dos tratamentos aplicados, com média de 13,85. Isto demonstra que esse componente é muito mais influenciado pelo potencial genético do próprio híbrido, do que os manejos utilizados (VALDERRAMA et al., 2011).

Trogello et al. (2013), avaliando manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho, também não encontraram diferenças significativas no número de grãos por fileira em nenhum dos tratamentos avaliados. Enquanto, Modolo et al. (2019), trabalhando com dois sulcadores, encontraram influências destes no número de fileira por espigas, com maiores valores para o disco duplo, o que não ocorreu neste experimento.

4.4.2 Número de grãos por fileira

O número de grãos por fileira não apresentou diferenças significativas para nenhum dos tratamentos aplicados, sendo obtido valor médio de 37,10 grãos por fileira. Valderrama et al. (2011) verificaram em suas pesquisas que o número médio de grãos por fileira não foi influenciado por épocas e formas de manejo da aveia preta, demonstrando que este componente de produção do milho, juntamente com o número de fileiras por espiga, é menos dependente de manejos, e mais sujeitos ao potencial genético da cultura.

Vilela et al. (2012), avaliando quatro métodos de manejo de plantas de cobertura (herbicida, triturador, roçadora e rolo faca), não observaram diferenças no número de grãos por fileira, encontrando valor médio de 35 grãos, dados parecidos ao encontrado no experimento. Weirich Neto et al. (2012) e Trogello et al. (2013) ao avaliarem a influência do manejo mecânico da palha de aveia, não observaram diferenças significativas nos componentes de rendimento da cultura do milho, incluso número de grãos por fileira.

4.4.3 Comprimento de espiga

O comprimento de espigas apresentou diferenças significativas apenas para os sulcadores utilizados, com destaque para o uso de haste (Tabela 15), com

maiores médias. Maiores comprimentos de espiga normalmente são verificados em menores populações de plantas, por oferecer menor competição por água, luz e nutrientes, mas isto não ocorreu nesse experimento, uma vez que o uso de haste apresentou os maiores estandes de planta. Possivelmente, isto está associado ao fato de a haste ter apresentado maior área mobilizada e profundidade de deposição de semente, melhorando as condições de contado solo-semente, favorecendo o desenvolvimento de planta, afetando positivamente essa componente.

Tabela 15 - Comprimento de espiga (CE), em função dos mecanismos sulcadores de adubo. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Sulcadores	CE (cm)
Disco duplo	16,26 b
Haste	17,33 a

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro (Teste F, $p < 0,05$).

O comprimento de espiga é um dos componentes que podem influenciar o número de grãos por fileira e grãos por espigas, afetando a produtividade do milho, visto que, quanto maior for o comprimento da espiga, maior também será o número potencial de grãos a ser formado (KAPPES et al., 2009; GOES et al., 2012). Nesse experimento, verifica-se que os números de grãos por fileira e grãos por espigas, não sofreram influência dos tratamentos empregados ou de algum componente específico, como no caso, o comprimento de espigas.

Ao avaliarem os efeitos de manejos de aveia (triturada, rolada e sem manejo), Riquetti et al. (2012), verificaram que nenhum destes influenciaram o comprimento de espigas. Silva et al. (2014), estudando plantas de cobertura com manejo químico, também não obtiveram diferenças significativas para o comprimento de espigas na cultura do milho. Corroborando com os trabalhos citados, nessa pesquisa também não foram encontrados efeitos dos manejos de palha sobre o comprimento de espigas.

4.4.4 Diâmetro de espiga

O diâmetro de espigas apresentou interação significativa entre os mecanismos sulcadores e métodos de manejos de palha. Ao avaliar os manejos dentro dos níveis de sulcadores, constatou-se que, quando se fez o uso do disco

duplo, o manejo dessecado apresentou o maior diâmetro (44,68 mm), não diferindo do manejo triturado (43,29 mm). Com o uso de haste não houve diferenças significativas entre os manejos usados.

Ao analisar os sulcadores dentro dos manejos, notou-se que os manejos rolado e triturado apresentaram diferenças significativas, com maiores médias quando se fez o uso da haste.

Tabela 16 - Valores médios do diâmetro de espiga (DE), em função dos mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Manejos	DE (mm)	
	Mecanismos Sulcadores	
	Disco duplo	Haste
Rolado	42,45 Bb	45,30 Aa
Dessecado	44,68 Aa	44,93 Aa
Triturado	43,29 ABb	45,40 Aa

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro (Teste F, $p < 0,05$).

O diâmetro de espiga é uma das características que determinam o potencial produtivo do milho, e está relacionado ao peso de grãos, ao número de fileira por espiga e grãos por fileira (OHLAND et al., 2005), muito embora, nesse experimento esses três componentes não tenham sofrido influência dos tratamentos.

As maiores médias de diâmetro de espiga foram sob uso de haste, justificando-se pelo uso dessa também ter alcançado melhores índices para o desenvolvimento da cultura, apoiado sobre os fatores que também fizeram com que o componente comprimento de espigas fosse maior com haste. O manejo dessecado sob uso de disco duplo também não diferiu quanto a haste, isso está vinculado ao fato desse tratamento ter apresentado os menores estandes, diminuindo a competição entre plantas, gerando um mecanismo de compensação.

4.4.5 Massa de mil grãos

A massa de mil grãos não apresentou significância para nenhum dos tratamentos aplicados, obtendo média de 299,19 gramas. Brachtvogel et al. (2009) afirmam que o estande de plantas pode causar redução na massa de mil grãos das espigas de milho devido à competição intraespecífica pelas plantas. Neste trabalho,

embora os estandes tenham apresentado diferenças significativas para os sulcadores e manejos utilizados, não foram fatores que atuaram sobre a massa de mil grãos.

Supõe-se que a não significância de massa mil grãos, em função dos tratamentos, estejam atrelados à precipitação pluviométrica regular durante o desenvolvimento da cultura e a evapotranspiração do milho, que foi menor que a precipitação pluviométrica, logo a cultura possivelmente foi insensível aos efeitos dos tratamentos sobre esse componente. Ainda de acordo com Kopper et al. (2017), esse componente é afetado diretamente pelo número de grãos na espiga, sendo inversamente proporcionais, pois à medida que diminui o número de grãos na espiga ocorre maior alocação de fotoassimilados para os grãos restantes, proporcionando maior massa. Todavia, as condições desse experimento não mostraram efeito sob o número de grãos por espigas, assim, este não influenciou a massa de mil grãos.

Pesquisa como de Vilela et al. (2012), trabalhando com a cultura do milho em Latossolo Vermelho distrófico álico, textura argilosa, avaliando métodos de manejo de plantas de cobertura (herbicida, triturador, roçadora e rolo faca), não obtiveram diferença na massa de mil grãos, apontando que a componente foi mais influenciada por características genéticas. Borrás e Otegui (2001), confirmam que este componente de rendimento é limitado principalmente por características genéticas, sendo pouco influenciado por métodos de manejo, assim como neste estudo.

Porém, outras pesquisas apontam que esse componente pode ser influenciado por fatores externos à genética. Modolo et al. (2019), trabalhando sob Latossolo Vermelho distrófico, na combinação de disco duplo e haste sulcadora na semeadura do milho, encontraram maior massa de mil grãos com uso de disco duplo (323,23 g) em relação à haste (314,77 g). Já, Spliethoff et al. (2019), trabalhando em Latossolo Vermelho com combinações de sulcadores (disco duplo x haste sulcadora), plantas de cobertura (nabo forrageiro, aveia preta, pousio) e escarificação (área escarificada x área sem escarificação), perceberam que a única interferência no peso na massa de mil grãos foi a escarificação, apresentando maior média para área sem escarificação (308,6 g) e área escarificada (303,3 g). Os autores associam este resultado à fertilidade do solo em área sem escarificação com maior quantidade de matéria orgânica e liberação de nutrientes.

4.4.6 Produtividade

Na produtividade, verifica-se que o disco duplo apresentou diferenças significativas quanto aos manejos empregados, com maior produtividade para o manejo dessecado, enquanto os manejos rolado e triturado apresentaram as menores médias, não diferindo entre si (Tabela 17). A haste não proporcionou diferenças estatísticas em nenhum dos manejos empregados, porém proporcionou as maiores médias de produtividade.

Ao avaliar os sulcadores nos níveis de manejos, identifica-se que o manejo dessecado não apresenta diferenças para nenhum dos sulcadores, enquanto os manejos rolado e triturado diferem, obtendo maiores produtividades com uso da haste em relação ao disco duplo. Isto está associado ao fato de a haste também ter apresentado as melhores condições de semeadura, maior AM e PSM, que permitiu uma melhor penetração das raízes no solo em profundidades maiores, possibilitando maior absorção de água e nutrientes. A haste exibiu ainda melhor desenvolvimento inicial de plantas, com maiores IVE, EIP e EFP, que associado aos maiores comprimento de espiga e diâmetro de espiga, permitiram com que o milho alcançasse maior produtividade em relação ao disco duplo.

Tabela 17 - Valores médios de produtividade (PROD), em função dos mecanismos sulcadores de adubo e métodos de manejo de aveia preta. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Manejos	PROD (kg ha ⁻¹)	
	Mecanismos Sulcadores	
	Disco duplo	Haste
Rolado	7.557,32 Ab	9.330,10 Aa
Dessecado	8.080,16 Aa	8.210,04 Aa
Triturado	7.475,93 Ab	9.302,68 Aa

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro (Teste F, p<0,05).

O uso de disco duplo combinado ao manejo dessecado, também obteve produtividades que não diferiu da haste. Isto está relacionado ao fato desse tratamento ter apontado os menores estandes, que possibilitou com que as plantas se desenvolvessem com menor competição intraespecífica, produzindo um mecanismo de compensação, gerando ganhos no final do ciclo da cultura.

Notou-se que, com uso de haste a produtividade, ficou próxima à

produtividade média para o Estado do Paraná, 9.484 kg ha⁻¹, entre safra e safrinha em 2019/2020 (CONAB, 2020a). Um fator limitante que influenciou na produtividade foram os estandes iniciais e finais que ficaram muito acima do previsto, e ocasionou competição entre as plantas, por luz, água e nutrientes.

Mello et al. (2003) relatam que o mecanismo sulcador tipo haste aumentou a produtividade de grãos em 11,3%, de milho, em relação ao mecanismo sulcador tipo disco duplo, justificando o resultado pela capacidade da haste romper o solo com mais facilidade, reduzindo a densidade, resistência à penetração no solo e aumentando a macroporosidade.

Kaneko et al. (2012) obtiveram diferenças significativas na produtividade de feijoeiro trabalhando com disco duplo e haste sulcadora, com maiores produtividades no uso de haste. Modolo et al. (2013), trabalhando com milho, expõem maiores tendência de produtividade com uso de haste em relação ao disco. Gimenez e Cortinove (2020) também encontraram maiores valores absolutos de produtividade para uso de haste em relação ao disco na cultura da soja.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento da cultura, produtividade de grãos componentes de rendimento foram mais influenciados pelo uso da haste sulcadora

A haste sulcadora apresentou maior profundidade de sulco, largura de sulco, área mobilizada e profundidade de semeadura, em relação ao disco duplo.

Os componentes altura inicial e final de planta, diâmetro inicial e final de colmo, altura de inserção de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos não apresentaram diferenças significativas para nenhum dos tratamentos aplicados.

Os métodos de manejos de palha de aveia associado aos sulcadores proporcionaram diferenças significativas sobre o índice de velocidade de emergência, estandes de plantas, diâmetro de espiga e produtividade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As hipóteses iniciais desse trabalho foram validadas em relação aos manejos de palha triturada, que ofereceu melhores condições de plantabilidade para a cultura. No entanto, as hipóteses são rejeitadas quanto ao uso de disco duplo, uma vez que a haste sulcadora apresentou melhores condições para o estabelecimento da cultura.

Nesse contexto, em que a haste sulcadora possibilitou melhores parâmetros de plantabilidade que influenciou o rendimento do milho, permitindo maior produtividade, recomenda-se este mecanismo, pois pode refletir em bons resultados da cultura para o produtor. Aliado ainda aos manejos rolado e triturado na aveia, antecedendo a cultura do milho, que podem contribuir positivamente nos parâmetros de plantabilidade, favorecendo o melhor estabelecimento da cultura.

Porém, atenta-se que esta recomendação engloba os aspectos ambientais a que este experimento esteve submetido, com condições de temperatura e pluviosidade favoráveis ao plantio. Em condições diferentes, o uso de disco duplo pode se sobressair, com melhores produções, a exemplo, em menores pluviosidades.

Ressalta-se que há muito a se estudar em relação aos mecanismos sulcadores e métodos de manejo de palha, avaliados a longo prazo, sob diferentes combinações experimentais à variabilidade de condições ambientais, durante o ciclo da cultura. Sugere-se, para melhor compreender o universo que engloba esse tipo de pesquisa, realizar estudos físicos dos solos e avaliação de parâmetros como a resistência à penetração do solo, os quais não foram executados no presente trabalho.

Recomenda-se que sejam realizadas pesquisas aliando mecanismos sulcadores a diferentes manejos de densidade populacional desse híbrido, para avaliar seu comportamento, principalmente em relação aos estandes e sua influência sobre os componentes de rendimento da cultura.

Para mais, reforça-se que, para indicar métodos e manejos agrícolas, são necessários estudos de viabilidade econômica, que este trabalho não engloba.

7 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário**, v.22, n. 208, p.25-36, 2001.

ANDREOLLA, V. R. M. **Eficácia de sulcadores de semeadora-adubadora e suas implicações sobre a cultura da soja e nos atributos físicos de um latossolo sob integração lavoura pecuária**. 2005, 174f., Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 2005.

ANDREOLLA, V. R. M.; GABRIEL FILHO A. Demanda de potência de uma semeadora com dois tipos de sulcadores em áreas compactadas pelo pisoteio de animais no sistema integração lavoura-pecuária. **Revista Engenharia Agrícola**, v.26, n.3, p.768-776, 2006.

ARAÚJO, A. D.; CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. **Mecanização do plantio direto problemas e soluções. Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR**. n. 137, p. 18, 2001. ISSN 0100-9508. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/IP137.pdf >. Acesso em: 03 jan. 2020.

ARAÚJO, A. G.; RODRIGUES, B. N. Manejo mecânico da aveia preta e sua influência sobre a taxa de decomposição e o controle de plantas daninhas em semeadura direta de milho. **Planta Daninha**. v.18, n.1, p.151-160, 2000.

ARF, O.; AFONSO, R. J.; ROMANINI JUNIOR, A.; SILVA, M. G. D.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, v.67, n.2, p.499-506, 2008.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; FLECK, N.G.; BORTOLINI, C.G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.36, p.851-860, 2001.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; DE OLIVEIRA, L., SOUZA, Â. R. L. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.12, n.2, p.515-540, 2019.

BENART, L.; ROQUE, C. G.; CAMPOS, C. N. D. A S.; PRADO, R. D. E M.; VILELA, R. G.; TEODORO, P. E. Agronomic performance of cotton and soybean cultivated under different cover crops and lime and gypsum doses. **Bioscience Journal**, v.36, n.2, p.324-331, 2020.

BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E. Maize kernel weight response to post-flowering source-sink ratio. **Crop Science**, v.41, n.6, p.1816-1822, 2001.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J.

Densidades 38 populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2334-2339, 2009.

BRANCALIÃO, S. R. Triton: É sempre eficiente no Manejo da Fitomassa?. 2008. Disponível em: < http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/Triton/index.htm >. Acesso em: 27 jul. de 2020.

BURATOVICH, M. V.; ACCIARESI, H. A. Manejando malezas con cultivos de cobertura: una alternativa tecnológica para disminuir el uso de herbicidas. **Revista de Tecnología Agropecuaria**, v.10, n.39, p.51-55, 2019.

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Ciência Rural**, v.4, n.35, p.813-819, 2005.

CAMILO, A. J.; FERNANDES, H. C.; MODOLO, A. J.; RESENDE, R. C. Influência de mecanismos rompedores e velocidade de trabalho no desempenho de semeadora-adubadora de plantio direto do feijão. **Engenharia na Agricultura**, v.12, n.3, p.203-211, 2004.

CAMPOS, S. D. A. **Épocas e métodos de manejo da aveia preta na cultura do milho**. 2020, 52f., Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2020.

CANOVA, R. **Desempenho de semeadora-adubadora com cinco modelos de hastes sulcadoras na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2010. 57f., Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.

CARDOSO, E.J.B.N.; VASCONCELLOS, R.L.F.; BINI, D.; MIYAUCHI, M.Y.H.; 57 SANTOS, C.A.; ALVES, P.R.L.; PAULA, A.M.; NAKATANI, A.S.; PEREIRA, J.M.; NOGUEIRA, M.A. Soil health: Looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health. **Scientia Agricola**, v.70, n.4, p.274-89, 2013.

CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. In: CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, p.85-126, 2006.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Análise Conjuntural: Milho**. 2020b. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0430738001588786486.pdf> >. Acesso em: 16 mai. 2020.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Milho: exportação atinge volume recorde**. 2020a. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/diarias-de-mercado/milho-exportacao-atinge-volume-recorde.aspx?pagina=1> >. Acesso em: 16 mai. 2020.

- CEPIK, C. T.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R.; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.5, p.561-566, 2010.
- CHAUDHURI, D. Performance evaluation of various types of furrow openers on seed drills-a review. **Journal of Agricultural Engineering Research**, n.2. v.79, p.125-137, 2001.
- CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, v.71, n.1, p.112-121, 2012.
- COELHO, S. P.; GALVÃO, J. C. C. Coberturas vegetais no sistema de plantio direto de milho em transição convencional/orgânico. **Pesquisa em Agroecologia: conquistas e perspectivas**. ed.5, v.8, p.144-162, 2019.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira grãos**. Safra 2019/20, v.7, n.12, p.1-68, 2020a. ISSN: 2318-6852. Disponível em: < file:///C:/Users/Luana/Downloads/BoletimZGrosZSetembroZ2020Z-ZCompleto.pdf >. Acesso em: 30 nov. 2020.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira grãos**. Safra 2019/20, v.7, n.4, p.1-104, 2020b. ISSN: 2318-6852. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, CR; MAZURANA, M.; DEBIASI, H. Resistência mecânica ao solo e força de explosão em aceleradoras sulcadoras de semeadoras-adubadoras em sistema de integração lavoura-pecuária. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p.730-739, 2008.
- CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. D. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. **Milho: caracterização e desafios tecnológicos**. Brasília: Embrapa, Desafios do Agronegócio Brasileiro, n.2, p. 45, 2019. Disponível em:< <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. > Acesso em: 29 nov. 2020.
- CORRÊA, D. P.; GERMANO, M. H. S.; DA SILVA, P. K. M.; DOS SANTOS MENDEIRO, W.; DA SILVA, D. G.; FIORELLI, E. C.; FERREIRA, E. Associação milho-forrageira em Rolim De Moura, Rondônia. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.5, p. 25136-25155, 2020.
- CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; VIGNA, G. P.; BORSATTO, E. A.; SILVA, R. P. Desempenho do trator agrícola no manejo da cultura de cobertura e pressão de inflação do pneu da semeadora. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.1, p.72-80, 2009.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. D. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, v.67, n.2, p.481-489, 2008.

CRUZ, C. D. **Programa genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 648 p. 2013.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. T. M.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **Cultivo do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Ed. 6, 2010. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/index.htm>. Acesso em: 02 mai. 2020

CYRINO, T.; SANTOS, E.; CECCATTO, S.; SORIANI, R.; CONTE, O.; BALBINOT, A.; FRANCHINI, J.; DEBIASI, H. Distribuição de resíduos vegetais na colheita da soja. **Embrapa Soja-Capítulo em livro científico**, p. 138-145, 2019. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1114514>>. Acesso em: 10 out. 2020.

DE CÓL, A. C. M. **Qualidade de semeadura e produtividade do milho sob palhada de aveia preta dessecada em diferentes épocas e mecanismos sulcadores**. 2017. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2017.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DOMINICO, C. D. F. T.; LUSTOSA, S. B. C.; DE ÁVILA, F. W. Acúmulo de matéria seca e absorção de nitrogênio, fósforo e potássio por azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) cultivar BAR jumbo. **Research, Society and Development**. v. 9, n. 10, pp. e8149109115-e8149109115, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília, 2018. 356p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do milho**. 2015. Disponível em:< https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=7905&p_r_p_-996514994_topicold=1309 .> Acesso em: 30 nov. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Plantio do milho**, 2010. Disponível em:

<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.html>. Acesso em: 16 abr. 2020

FARIA, T. G.; DE OLIVEIRA GOLIN, H.; DA SILVA, M. S.; REZENDE, R. P.; DE ABREU, V. L. S. Influência de sistemas de preparo na manutenção da palhada e resistência do solo à penetração. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.5, n.2, p. 25-30, 2018.

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, C. M. D.; GUARCONI, R. C.; BALBINO, J. M. D. S. Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. **Bragantina**, v.75, n. 4, p.497-506, 2016.

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L.; PEREIRA, V. A.; GUARÇONI, R. C. Desempenho e eficiência técnica de implementos e semeadoras para o plantio direto na agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.8, n.1, p. 44-51, 2018.

FERREIRA, A. C. D. B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. D. C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p. 546-553, 2010.

FERREIRA, A. D. M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições de Cerrados**. 2000. 45f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, 2000.

FERREIRA, B. G. C.; FREITAS, M. L.; MOREIRA, G. C. Custo operacional efetivo de produção de soja em sistema de plantio direto. **Revista iPecege**, v.1, n.1, p.39-50, 2015.

FERREIRA, T. M. S.; LIMA, V.; AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L.; MADEIRA, N. R. Uso de adubos verdes como estratégia para restabelecer a produção agrícola do sítio Hikari, Nova Friburgo-RJ, após evento climático. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, n. 3, 2014.

FOLONI, J. S. S.; CUSTÓDIO, C. C.; CALDEIRA, F. J.; CALVO, C. L. Emergência de plântulas de *Brachiaria brizantha* influenciada por escarificação das sementes, uso de adubo e profundidade de semeadura. **Científica**, v.37, n.2, p.89-97, 2009.

FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. ed. 1 Jaboticabal: Funep, p. 273, 2007.

FRANCETTO, T. R.; ALONÇO, A. S.; BELLÉ, M. P.; VEIT, A.; SILVA, W. P. Força de potência e potência exigida por motores de corte e sulcadores de semeadoras-adubadoras. **Energia na Agricultura**, v.31, n.1, p.17-23, 2016.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.12, p.1131-1138, 2015.

FRANCZISKOWSKI, M. A.; SEIDEL, E. P.; FEY, E.; ANSCHAU, K.A.; MOTTIN, M. C. Propriedades físicas do solo nos sistemas de plantio direto e preparo reduzido com diferentes plantas de cobertura. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.27, n.6, p. 556-564, 2019.

GASSEN, D.; GASSEN, F. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia do sul, p.207, 1996.

GIACOMELI, R.; MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; DONATO, G.; SILVA, P. R. F. D.; KAISER, D. R.; ARAMBURU, B. B. Escarificação do solo e sulcadores em semeadora para cultivo de milho em Planossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. n.3, v.51, p.261-270, 2016.

GILLES, L.; COGO, N. P.; BISSANI, C. A.; BAGATINI, T.; PORTELA, J. C. Perdas de água, solo, matéria orgânica e nutriente por erosão hídrica na cultura do milho implantada em área de campo nativo, influenciadas por métodos de preparo do solo e tipos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p.1427-1440, 2009.

GIMENES, M. J.; VICTORIA FILHO, R.; PRADO, E. P.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; CHRISTO-VAM, R. S. Interferência de espécies forrageiras em consórcio com a cultura do milho. **Revista FZVA**, v.15, n.2, p 61-76. 2008.

GIMENEZ, L. M.; CORTINOVE, L. Mecanismos sulcadores afetam a qualidade de semeadura de soja. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n. 6, p. 37706-37712, 2020.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, p.169-177, 2012.

GOMES, J. R. F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta daninha**, v.26, n.4, p. 789-798, 2008.

GROTTA, D. C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES A.; REIS, G. N. Semeadora-Adubadora: Demanda energética em função do manejo da cobertura vegetal e da profundidade da haste de deposição de adubo em sistema plantio direto. **Engenharia Agrícola**, v.26, p.241-248, 2009.

GUEDES, F. O.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B.; TORNEMA, C. A. Structural properties of the soil seedbed submitted to mechanical and biological chiseling under no-tillage. **Geoderma**. v.204, n.2, p.94-101, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e->

pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e >. Acesso em: 15 mai. 2020.

JAREMTCHUK, C.C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; ARANTES, J.G.Z. Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. **Acta Sci. Agron**, v.30, n.4, p.449-455, 2008.

JUNIOR BALBINOT, A. A.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; VEIGA, M.; DIECKOW, J. Estratégias de uso do solo no inverno e seu efeito no milho cultivado em sucessão. **Revista Brasileira Agrocência**. v.17, n.1-4, p.94-107, 2011.

KAEFER, J. E.; GUIMARÃES, V. F.; RICHART, A.; CAMPAGNOLO, R.; WENDLING, T. A. Influência das épocas de manejo químico da aveia preta sobre a incidência de plantas daninhas e desempenho produtivo do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.481-490, 2012.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; FERREIRA J. P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Revista Bragantia**, v.1, n.69, p.125-133, 2010.

KAPPES, C. A. R. F. O.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p.201-217, 2014.

KAPPES, C.; DE CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; DA SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n.3, p.251-259, 2009.

KLAVER, P. P. C. **Programa computacional para otimização da lastragem de tratores agrícolas**. 2013, 80f., Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2013.

KOPPER, C. V.; MEERT, L.; KRENSKI, A.; BORGHI, W. A.; DE OLIVEIRA NETO, A. M.; FIGUEIREDO, A. S. T. Características agronômicas e produtividade de milho segunda safra em função da velocidade de semeadura e população de plantas. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.22, 2017.

KORONKA, P. Machinery development for direct drilling. **Out Agriculture**, v. 7, p. 190-195, 1973.

LAMBRECHT, E.; FERREIRA, M. F.; MEDEIROS, F. A.; REIS, A. V. Semeadoras-adubadoras da atualidade e sua compatibilidade com tratores de baixa potência. **Revista Thema**. v.14, n.2, p.274 -285, 2017.

LEVIEN, R.; FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; CONTE, O.; CAVICHIOLI, F.A. Semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo, em nível e no

sentido do declive do terreno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.1003-1010, 2011.

LI, Y.; DONG, Y.; NIU, S.; CUI, D. The genetics relationships among plant-height traits found using multiple trait QTL mapping of a dent corn and popcorn cross. **Genome**, v.50, n.4, p.357-364, 2007.

LIMA, O. A. P.; BACO, T. B.; BOAS, A. F. V.; DA SILVA, N. R. F.; VEIGA, S. M. O. M. Avaliação higiênica e sanitária de produtos artesanais derivados do milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 46307-46319, 2020.

LIMÃO, M. A. R.; LOPES, K. P.; VIEIRA, H.; LINS, M. V.; SANTOS, A. S. Importância da preservação das sementes crioulas de Milho (*Zea mays* L.) e a importância atrelada aos atributos de qualidade de sementes. **Meio Ambiente**, v.1, n.1, p.34-41, 2019.

LIU, S.; WANG, X.; GUO, T.; ZHAO, B.; ZHANG. Succession and diversity of microorganisms and their association with physicochemical properties during green waste thermophilic composting. **Waste Management**, v.73, p.101-112, 2018.

LOSS, A.; BASSO, A.; OLIVEIRA, B. S.; KOUCHER, L. P.; OLIVEIRA, R. A.; KURTZ, C.; LOVATO, P. E.; CURMI, P.; BRUNETTO, G.; COMIN, J. J. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.4, p.1212-1224, 2015.

MACIEL, C. D. G.; CORRÊA, M. R.; ALVES, E.; NEGRISOLI, E.; VELINI, E. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F. Influência do manejo da palhada de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max*) e amendoimbravo (*Euphorbia heterophylla*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 365-373, 2003.

MARQUES, A. R. F.; DELOSS, A. M.; OLIVEIRA, V. S.; BOLIGON, A. A.; VESTENA, S. Produção e qualidade de mudas de *Eugenia uniflora* L. em diferentes substratos. **Ambiência**, v.14, n.1, p.44- 56, 2018.

MELLO, L. M. M.; PINTO, E. R.; YANO, E. 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.

MICHELON, C. J.; JUNGES, E.; CASALI, C. A.; PELLEGRINI, J. B. R.; NETO, L. R.; DE OLIVEIRA, Z. B.; OLIVEIRA, M. B. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.18, n.2, p.230-239, 2019.

MILAGRES, R. S.; MACHADO, T. A.; VIEIRA, L. B.; FERNANDES, H. C. Avaliação dos atributos físicos do solo em áreas inclinadas com sistema de plantio direto. **Revista Ciência Agrícola**, v.16, n.3, p.57-63, 2018.

MION, R. L.; BENEZ, S. H.; VILIOTTI, C. A.; MOREIRA, J. B. SALVADOR, N. Análise tridimensional de esforços em elementos rompedores de semeadoras de plantio direto. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1414-1419, 2009.

MODOLO, A. J.; FRANCHIN, M. F.; TROGELLO, E.; ADAMI, P. F.; SCARSI, M.; CARNIELETTO, R. Semeadura de milho com dois mecanismos sulcadores sob diferentes intensidades de pastejo. **Engenharia Agrícola**. v. 33, n. 6, p. 1200-1209, 2013.

MODOLO, A. J.; ZDZARSKI, A. D.; SGARBOSSA, M.; JUNIOR, F. D. B. P.; TROGELLO, E.; DALLACORT, R. Plantabilidade e produtividade de milho sob palhada de aveia preta dessecada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.18, n.3, p.340-349, 2019.

MURAISHI, C. T.; LEAL, A. J.; LAZARINI, F. E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JUNIOR, F. G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.2, p. 199-207, 2005.

NI, H.; MOODY, K.; ROBLES, R.P. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. **Weed Sci.**, v.48, n.2, p.200-204, 2000.

NOGUEIRA, M. A.; TELLES, T. S.; FAGOTTI, D.D. S. L.; OSMAR RODRIGUES BRITO, O. R.; PRETE, C. E. C.; GUIMARÃES, M. F. Indicators of soil quality in the implantation of no-till system with winter crops. **Revista Ciência Agrônômica**, v.45, n.5, p.990-998, 2014.

NUNES, M. R.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S. Efeito de semeadora com prensa sulcadora para ação profunda em solo manejado com plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.627-638, 2014.

NUNES, A. S. Adubos verdes e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo sob plantio direto. **Seminário: Ciências Agrárias**. v.32, n.4, p.1375-1384, 2011.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.943-948, 2006.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERMANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.3, p.538-544, 2005.

OLIVEIRA, D. L.; BORSZOWSKI, P. R. Taxa de decomposição da palhada de trigo e liberação de NPK em sistema de plantio direto no município de Ponta Grossa-PR. **Revista TechnoEng**, ed.5, v.1, 2020.

OLIVEIRA, J. A. G. **Avaliação de atributos físico-químicos do solo sobre palhadas de diferentes poáceas e adubação nitrogenada em semeadura direta na cultura do feijoeiro**. 2016. 64f., Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira Universidade Estadual Paulista, 2016.

OSTA, A. N.; CAMPOS, L. H.; VIEGAS NETO, A. L. Revisão de literatura sobre sistemas de abertura de sulco em semeadoras: haste sulcadora e disco duplo. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia**. v.5, n.8, p.7, 2016.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; PINHEIRO, S. M.; VILLAROEL, A. B. S.; CLEMENTINO, R. H. Avaliação nutricional de silagens de milho. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.8-12, 2007.

PEREIRA, L. S.; DE OLIVEIRA, G. S.; DE SOUSA, G. D.; SILVA, J. N.; JAKELAITIS, A. Manejo de plantas daninhas e rendimento de feijão-caupi utilizando plantas de cobertura do solo. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.5, p.23044-23059, 2020.

POSSAMAI, J.; SOUZA, C.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, v.60, n.2, p.79-82, 2001.

PRESTES, I. D.; ROCHA, L. O.; NUÑEZ, K. V.; SILVA, N. C. Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuaria**, v.10, n.4, p.559-570, 2019.

RAMPIM, L.; POTT, C. A.; VOLANIN, A. J. D.; SPLIETHOFF, J.; CAMILO, E. C.; CAMILO, M. L.; CONRADO, A. M. C.; KOLLING, C. E.; CONRADO, P. M.; NETO, E. G. Influence of mechanical management and green manure on physical attributes of Oxisol. **Research, Society and Development**, v.9, n.5, p.173953258, 2020.

REIS, E. F. **Ambiente solo-semente em um Latossolo Vermelho-Amarelo com diferentes mecanismos rompedores e compactadores de uma semeadora de plantio direto na cultura do milho**. 2003. 66f., Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

REIS, E. F.; MOURA, J. R.; DELMOND, J. G.; CUNHA, J. P. A. R. Características operacionais de una sembradora-fertilizadora de siembra directa en el cultivo de la soya (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v. 16, n. 3, p. 70-75, 2007.

RESSETTI, R. R.; CAMPOS, S. X. Aceleração do Processo de Compostagem: Uma revisão. **Caderno De Ciências Agrárias**, v.12, p.1-12, 2020.

RIQUETTI, N. B.; SOUSA, S. F. G.; TAVARES, L. A. F.; CORREIA, T. P. S.; SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H. Diferentes manejos da palha de aveia preta na produtividade de milho em plantio direto. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.22, n.2, 2012.

SADE, M. Uma Breve Histórico do Sistema de Plantio Direto na Palha no Brasil. In.: **Harmonia do Homem com a Natureza: Desafio do 3º Milênio**. Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, 7º, Foz do Iguaçu, PR, 2000. Resumos. Ponta Grossa, FEBRAPDP, n. 18, p. 15-18, 2000.

SALOMÃO, P. E. A.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A. A.; MARTINS, A. C. E. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v.9, n.1, 2020.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. **Milheto - Alternativa para cobertura do solo e alimentação animal**. Dourados: EMBRAPA, p. 6, 1997. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/240532/1/Milheto.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2020.

SANCHEZ, E.; MAGGI, M. F.; GENÚ, A. M.; MULLER, M. M. L. Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista Magistra**, v.26, n.3, p.266-271, 2014.

SANGOI, L.; JUNIOR, G. J. P.; VARGAS, V. P.; VIEIRA, J., SCHMITT, A.; ZOLDAN, S. R.; CARNIEL, G. (2014). Cobertura nitrogenada como estratégia para reduzir os prejuízos da desfolha em diferentes estádios fenológicos do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 671-682, 2014.

SANTOS, A. M. S.; SANTOS, J. F. M.; SANTOS, J. W. F; NUNES DE LIMA, R. S. N.; MOURA, F. B. P.; LEITE, J. Resposta de genótipos de milho a interação com bactérias endofíticas de nódulos de leguminosas. **Avanços e Atualidades na Botânica Brasileira**, p.193-201, 2020.

SANTOS, J.; NOGARA, W. J. P.; CORTEZ, M. G.; OHSE, S. Manejo da palha da aveia preta sobre a cultura da soja em semeadura direta. **Visão Acadêmica**, v.20 n. 4, 2019.

SCHLOSSER, J. F.; BERTOL, O. J.; BERTOL, I.; LAVORANTI, O. J. Desempenho de três mecanismos sulcadores de semeadura na presença de diferentes culturas destinadas à cobertura de inverno. **Engenharia Agrícola**, v.19, n.1, p.64-70, 1999.

SEIDEL, E. P.; MATTIA, V.; MATTEI, E.; CORBARI, F. Produção de matéria seca e propriedades físicas do solo na consorciação milho e braquiária. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 1, p. 18-24, 2015.

SILVA FILHO, J. L.; BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, A. C. B. Decomposição de matéria seca de plantas de cobertura na semeadura direta do algodoeiro. **Revista Caatinga**, v.31, n.2, p.264-270, 2018.

SILVA, A. GALON, L.; FERREIRA, F.A.; TIRONI, S.P.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; AGNES, E. L. Sistema de Plantio Direto na Palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**. v. 56, n. 4, p. 496-506, 2009.

SILVA, A. V. F. **Mobilização do solo e desempenho operacional de semeadora adubadora com dois tipos de hastes sulcadoras em plantio direto de milho**. 2013, 60f., Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2013.

SILVA, B. E. C.; SILVA, M. R. J. Viabilidade econômico-financeira da implantação da cultura do milho no município de Santa Teresa-ES. **Revista Univap**, v. 23, n. 43, p. 17-25, 2017.

SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; BORTOLINI, D.; DA COSTA, A.; FONTOURA, S. M. V. Semeadura direta com diferentes mecanismos sulcadores: alterações em propriedades de um Latossolo Bruno e produtividade das culturas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v. 17, n. 3, p.428-434, 2018.

SILVA, J. G. S.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P. M. DA. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. **Scientia Agrícola**, v.57, n.1, p.7-12, 2000.

SILVA, K. F.; COSTA, A. C. T.; LÁZARO, R. L.; DOMUKOSKI, J. F.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; OLIVEIRA, P. S. R. Desempenho agrônômico do milho para produção de silagem, cultivado em sucessão a plantas de cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 3, p. 210-218, 2014.

SILVA, P. R. A. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema de plantio direto**. 2003. 95f., Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H.; NUNES, G. C.; SEKI, A. S.; MHAL, D.; RODRIGUES, J. G. L. **Força de tração na barra e consumo de combustível de uma semeadora-adubadora de plantio direto em função do mecanismo sulcador**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. 1 CD-ROM.

SILVA, S. L. **Avaliação de semeadoras de plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento**. 2000, 123f., Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2000.

SIQUEIRA, R. **Milho: Semeadoras-adubadoras para sistema plantio direto com qualidade**. XXVII congresso nacional de milho e sorgo. v. 34, 2008.

SIQUEIRA, R., CASÃO JÚNIOR, R. **Trabalho no cultivo de grãos e oleaginosas: máquinas para manejo de coberturas e semeadura no sistema plantio direto**. Curitiba: SENAR-PR, p. 88, 2004.

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

SOUSA, V. F. O. Uso de bactérias como inoculante e fonte de fertilizante na cultura do milho. **Meio Ambiente**, v.2, n.3, p.53-57, 2020.

SOUZA, J. L.; PEREIRA, V. A. Avaliação de máquinas e implementos para manejo de palhas e plantio direto na agricultura orgânica. **Horticultura Brasileira**. v.30, n.2, 2012.

SPLIETHOFF, J.; RAMPIM, L.; POTT, C. A. Performance of cover and corn plants in different mechanical and biological management associations. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.4, p.6655, 2019.

SUN, J.; WANG, Y.; ZHANG, S.; MA, Y.; TONG, J.; ZHANG, Z. The mechanism of resistance-reducing/anti-adhesion and its application on biomimetic disc furrow opener. **Mathematical Biosciences and Engineering**, v. 7, n.5, p.4657–4677, 2020.

TELLES, T. S.; RIGHETTO, A. J.; LOURENÇO, M. A. P.; BARBOSA, G. M. C. No-tillage system participatory quality index. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. v.24, n.2, p.128-133, 2020.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.475-480, 2006.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira Pesquisa**, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

TRENTIN, R. G.; MODOLO, A. J.; VARGAS, T. O.; CAMPOS, J. R. R.; ADAMI, P. F.; BAESSO, M. M. Soybean productivity in Rhodic Hapludox compacted by the action of furrow openers. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 40, p.35015, 2018.

TRICAI, É. **Avaliação de hastes sulcadoras na mobilização do solo em semeadura direta do milho**. 2013. 68f., Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; SCARSI, M.; SGARBOSSA, M. Desenvolvimento inicial e produtividade da cultura do milho no sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Ceres**, v.59, n.2, p.286-291, 2012.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; DALLACORT, R.; BAESSO, M. M.; SCARSI, M. Desenvolvimento do milho sobre diferentes manejos de palhada, sulcadores e velocidades de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p.142-153, 2014.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; SCARSI, M.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, v.72, n.1, p. 01-109, 2013.

TRÖGER, H. C. H. **Análise de sulcadores de adubo empregados em semeadoras-adubadoras para agricultura familiar**. 2010, Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, 2010.

UEHARA, T. H. K. **Produtividade de sorgo granífero em consórcio com Capim Tamani, em diferentes densidades populacionais e sistemas de semeadura**. 2020.36f. Dissertação (Mestrado), Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2020.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; MINHOTO, M. C. T. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.254-263, 2011.

VILLELA, T. E. A.; VON PINHO, R. G.; GOMES, M. D. S.; EVANGELISTA, A. R.; FERREIRA, D. V. Consequências do atraso na época de semeadura e de ensilagem em características agrônômicas do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.2, p.271-277, 2003.

VILELA, R. G.; A. R. F. O.; GITTI, D. C.; KAPPES, C.; GOES, R. J.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R. Manejos do milheto e doses de nitrogênio na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p.234-242, 2012.

WEIRICH NETO, P. H.; FORNARI, A. J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L. C. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.1, p.171-179, 2015.

WEIRICH NETO, P. H.; JUSTINO, A.; ANTUNES, R. K.; FORNARI, A. J.; GARCIA, L. C. Semeadura do milho em sistema de plantio direto sem e com manejo mecânico da matéria seca. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.4, p.794-801, 2012.

WEIRICH NETO, P.H.; SCHIMANDEIRO, A.; GIMENEZ, L.M.; COLET, M.J.; GARBUIO, P.W. Profundidade de deposição de semente de milho na região dos campos gerais, Paraná. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.782-786, 2007.

YOUNIS, A. F.; TAHIR, H. T.; KAREEM, T. H. Development of a device to cover the shank of furrow openers of zero-tillage planters. **Plant Archives**, v.20, n.1, p.576-581, 2020.