

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE AGRONOMIA**

**TAÍS REGINA OSTWALD**

**USO DE ESCARIFICAÇÃO DO SOLO E PLANTAS DE COBERTURA E SEUS EFEITOS  
SOBRE A PRODUTIVIDADE DO MILHO SILAGEM**

**CERRO LARGO**

**2023**

**TAÍS REGINA OSTWALD**

**USO DE ESCARIFICAÇÃO DO SOLO E PLANTAS DE COBERTURA E SEUS EFEITOS  
SOBRE A PRODUTIVIDADE DO MILHO SILAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para a obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser

**CERRO LARGO**

**2023**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Ostwald, Taís Regina

Uso de escarificação do solo e plantas de cobertura e seus efeitos sobre a produtividade do milho silagem / Taís Regina Ostwald. -- 2023.

37 f.:il.

Orientador: Doutor Douglas Rodrigo Kaiser

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

1. Milho silagem. 2. Atributos físicos. 3. Massa seca. 4. Recuperação do solo. I. Kaiser, Douglas Rodrigo, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

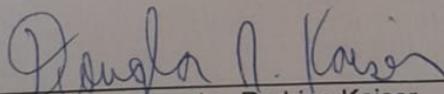
TAÍS REGINA OSTWALD

**USO DE ESCARIFICAÇÃO DO SOLO E PLANTAS DE COBERTURA E  
SEUS EFEITOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DO MILHO SILAGEM**

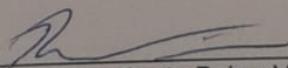
Trabalho apresentado ao curso de Graduação em da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 24/02/2023.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser – UFFS  
Orientador



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira – UFFS  
Avaliador

**gov.br**

Documento assinado digitalmente  
LUCAS RAIMUNDO RAUBER  
Data: 27/02/2023 13:17:38-0300  
Verifique em <https://verificador.itb.br>

Eng. Agr. Ms. Lucas Raimundo Rauber – UFSM  
Avaliador

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e as graças que ele tem me concedido, me guiando em todo o caminho que venho seguindo.

A minha família, meus pais Armando e Clarice, por sempre me incentivar a ir em busca dos meus sonhos. Meu irmão Jeferson, por sempre me apoiar incondicionalmente e me auxiliar com o que fosse necessário durante todo o curso. Enfim, agradecer por todo amor, paciência, carinho e suporte oferecido, foi de grande importância para que eu chegasse até aqui.

Ao meu namorado, Douglas Bender, por todo o suporte e apoio durante o curso, me incentivando sempre a ir em busca daquilo que sonho. Obrigada pelo companheiro incrível que tem sido, tornando meus dias ainda melhores.

Ao meu orientador, professor Dr. Douglas Rodrigo Kaiser, por todo o apoio e auxílio durante o desenvolvimento dessa pesquisa e os ensinamentos passados durante todo o curso. Obrigada por ser um grande incentivador do ensino e da pesquisa.

Aos meus colegas e amigos, pela disponibilidade de tempo para me auxiliar durante o desenvolvimento desse trabalho, em especial a minha cunhada Magali Taís Bender, que esteve comigo em vários momentos. Aos meus amigos, agradeço pela amizade construída ao longo do curso, em especial a minha amiga Milene Gonzalez Pinto, por sempre me incentivar e me apoiar e pela linda amizade que construímos ao longo do curso, muito obrigada.

## RESUMO

O uso de plantas de cobertura vem se intensificando com o passar dos anos como uma alternativa para melhorar a qualidade do solo, aumentando a produção de massa seca sobre o solo e a matéria orgânica do mesmo. Em propriedade com produção de gado leiteiro há uma intensa exploração das áreas para a produção de silagem, a qual é utilizada para alimentar o gado durante o período do vazio forrageiro. Nesse trabalho buscou-se avaliar a eficiência do uso de escarificação e plantas de cobertura sobre os atributos físicos do solo, a produtividade do milho silagem. Esse experimento foi conduzido em uma área manejada sob plantio direto no interior do município de São Pedro do Butiá, na qual foi feita a implantação das espécies de cobertura nabo, ervilhaca, aveia e mix contendo essas três espécies. Foram avaliadas a produção de massa seca das plantas de cobertura e do milho e parâmetros físicos do solo como densidade, porosidade, macro e microporosidade e grau de compactação nas profundidades de 0-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e suas médias ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade. A maior produção de MS das plantas de cobertura foi obtida pelo nabo e a menor pela ervilhaca. Já na avaliação dos parâmetros físicos não houve diferença estatística encontrada nos tratamentos de plantas de cobertura avaliados e parcela com e sem escarificação, assim como na produção de MS do milho. Dessa forma, a escarificação não interferiu na produção de MS das culturas, assim como nos atributos físicos.

Palavras-chave: Atributos físicos. Silagem de milho. Massa seca. Recuperação do solo.

## ABSTRACT

The use of cover crops has been intensifying over the years as an alternative to improve soil quality, increasing the production of dry mass on the soil and its organic matter. In a property with dairy cattle production, there is an intense exploration of the areas for the production of silage, which is used to feed the cattle during the period of forage shortage. In this work, we sought to evaluate the efficiency of the use of scarification and cover crops on the physical attributes of the soil, corn silage productivity. This experiment was carried out in an area managed under a conventional system in the interior of the city of São Pedro do Butiá, in which the covering species turnip, vetch, oats and mix containing these three species were implanted. Dry mass production of cover crops and corn and soil physical parameters such as density, porosity, macro and microporosity and degree of compaction at depths of 0-10 cm were evaluated; 10-20cm; 20-30 cm. The results obtained were submitted to analysis of variance and their averages to the Tukey Test at 5% probability. The highest DM production of cover crops was obtained by turnip and the lowest by vetch. In the evaluation of the physical parameters, there was no statistical difference found in the treatments of cover crops evaluated and plots with and without scarification, as well as in the DM production of corn. Thus, scarification did not interfere in the DM production of the cultures, as well as in the physical attributes.

Keywords: Physical attributes. Corn silage. Dry mass. Soil recovery.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>7</b>
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>8</b>
3.1	A CULTURA DO MILHO.....	8
<b>3.1.1</b>	<b>Milho Grão.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Milho Silagem.....</b>	<b>9</b>
3.2	MANEJO DE RECUPERAÇÃO DO SOLO.....	10
3.3	ESCARIFICAÇÃO.....	11
3.4	USO DE PLANTAS DE COBERTURA.....	12
<b>3.4.1</b>	<b>Aveia Preta.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Ervilhaca.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Nabo forrageiro.....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
5.1	MASSA SECA DAS PLANTAS DE COBERTURAS.....	19
5.2	PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO.....	20
5.3	MASSA SECA DO MILHO SILAGEM.....	21
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>
	<b>Anexo 1.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de milho é uma atividade desenvolvida há muitos anos no Brasil, sendo uma das culturas mais cultivadas e tendo grande importância na alimentação humana e animal. A produção de grãos no país é muito diversificada e abrange muitas outras culturas, entretanto a que mais se destaca é a soja, como a maior produção em toneladas por ano. O milho, apesar de demonstrar grande produtividade, encontra-se em segundo lugar, com uma produção de cerca de 87096,8 toneladas por ano (Conab, 2022).

Essa cultura pode apresentar diferentes finalidades, muito utilizado na alimentação humana através de farinhas ou in natura, também vem se tornando muito útil nos últimos anos para a produção de etanol. Porém seu principal destaque é na alimentação animal como fonte de proteína e energia, tanto na forma de grão para a fabricação de rações, como a planta inteira, para a produção de silagem.

A silagem de milho é feita a partir da planta inteira e verde para preencher o vazio forrageiro, ou seja, a fase em que se tem pouca oferta de pastagens para os animais se alimentar. Ela é de extrema importância, pois além de suprir a falta de alimentos, auxilia na suplementação de energia e na redução dos gastos com ração, que seriam necessários para complementar a escassez de alimentos.

A cultura do milho tem se destacado bastante em relação a sua produção, com o passar dos anos está cada vez mais alta. Grande parte disso se deve ao fato do milho apresentar duas safras anuais, o milho de primeira safra, o qual a semeadura é feita ao final do mês de agosto para a região sul e o milho segunda safra, que também é conhecido popularmente como milho safrinha, o mesmo tem a semeadura feita entre janeiro e março na região sul do país. Além disso, muitos outros fatores influenciam na produtividade do milho, como um manejo adequado do solo, rotação e diversificação de culturas, uso de plantas de cobertura, plantio direto e um bom manejo da fertilidade do solo fazendo uso de adubação e calagem nas medidas adequadas e necessárias.

As plantas de cobertura vêm se sobressaindo com o passar dos anos, áreas que antes predominava o mono cultivo estão buscando novas alternativas que possam aumentar a produtividade das culturas em sucessão, com seu residual de palhada e evitar que prevaleça o pousio, visto que ele pode trazer muitos problemas como uma ponte verde para doenças e a proliferação de plantas daninhas. Isso se deve ao surgimento do sistema plantio direto, que

traz como uma das propostas a rotação de culturas e também o plantio direto na palha residuais das plantas antecessoras.

Após o surgimento e a implantação do sistema plantio direto no Brasil, muitos benefícios surgiram, tanto na conservação do solo, como para a produtividade e lucratividade em muitas áreas que adotaram esse sistema. Isso vem ocorrendo porque o sistema sugere um manejo mais adequado para o solo, visando evitar perdas. Práticas com baixa mobilização do solo, presença de palhada, rotação de culturas e processo de colher-semear estão auxiliando para alcançar esses resultados.

Porém ainda encontramos áreas que promovem a degradação do solo, como ocorre muito em áreas de produção de silagem. Isto se deve ao fato desse cultivo utilizar a planta inteira, não deixando restos vegetais para cobrir o solo, facilitando a ocorrência de erosão. Além disso, no momento da colheita não se tem tanto cuidado com relação a umidade do solo, visando a importância dessa colheita ser feita quando o solo está friável, para que não contribua com a compactação do solo. No entanto, se tem uma dificuldade em conseguir fazer essa colheita no momento adequado, tendo em vista que muitas vezes ela é feita de maneira terceirizada e de acordo com a disponibilidade de tempo da equipe que faz essa colheita.

Diante disso, o objetivo do trabalho é analisar os efeitos de diferentes espécies de plantas de cobertura de inverno, associadas com escarificação do solo, na compactação do solo e produtividade do Milho Silagem, conduzido em plantio direto com escarificação em um Latossolo Vermelho na região das Missões no Rio Grande do Sul.

## 2 OBJETIVO GERAL

- Avaliar os efeitos do uso de plantas de coberturas e escarificação sobre a estrutura do solo e a produtividade do milho silagem.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os efeitos de diferentes tipos de cobertura de solo;
- Mensurar a quantidade de biomassa produzida pelas plantas de cobertura;
- Medir parâmetros físicos do solo em diferentes preparos de solo;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays L.*) é uma planta nativa das Américas e pertencente a família das *Poaceas*. É caracterizada como monoica e seu ciclo é anual, apresentando plantas robusta e eretas, as quais podem ultrapassar os 2 metros de altura dentro de um período de 9 semanas. Ela é caracterizada como uma planta para a produção de grãos, porém pode ser utilizada a planta inteira, isso por ser uma ótima fonte de energia na forma de forragem na alimentação animal (MAGALHÃES, 2002).

Ele foi domesticado e melhorado geneticamente pelo homem, sendo assim, eles teriam uma planta muito produtiva e com ótima adaptabilidade a diferentes ambientes. Por ser cultivado no mundo todo, o milho é de extrema importância na alimentação humana e animal, sendo utilizada cerca de 66% da produção como fonte de energia para os animais e 25% na fabricação de alimento humano (FILHO, 2007). Além disso, vem entrando no mercado de combustíveis, sendo importante fonte de matéria-prima para a fabricação de etanol (CONTINI et al. 2019).

A produção de milho no Brasil tem um grande destaque, isso pelo fato dela estar dividida em duas etapas ou épocas de semeadura, conhecidas como primeira e segunda safra. A primeira safra é caracterizada pelo plantio ao longo do período chuvoso, o qual varia para as diferentes regiões, sendo no final do mês de agosto para a região Sul, Sudeste e Centro-Oeste entre os meses de outubro e novembro e no início do ano para a região Nordeste. Entretanto, o milho segunda safra, ou também conhecido como “safrinha”, tem sua semeadura realizada entre os meses de fevereiro e março, sendo uma alternativa após a colheita da soja precoce e predominando em áreas do Centro-Oeste, São Paulo e Paraná (DUARTE; GARCIA; MIRANDA, 2015).

A cultura do milho está passando por grandes e importantes mudanças na sua tecnologia de produção, com o passar dos anos. No entanto, a mais importante é o maior cuidado que os agricultores estão tendo com o manejo e conservação do solo, considerando que é a partir dele que as plantas vão obter os nutrientes essenciais para seu crescimento (COELHO, 2006). Todavia, podemos observar em muitas áreas do Brasil, a presente degradação do solo e utilização de forma inadequada dos recursos naturais. Para reverter esse caso, uma das alternativas é fazer um estruturado planejamento de manejo, o qual deve trazer benefícios ao solo e tam-

bém garantir uma boa produtividade, satisfazendo uma demanda muito importante no ponto de vista dos produtores (VIANA; CRUZ; ALVARENGA; SANTANA, 2006).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o milho é a segunda cultura com maior área cultivada em todo o território nacional, chegando a ocupar 19943,6 mil ha na safra 20/21. Apesar dos desafios enfrentados em relação ao clima na primeira safra de milho 21/22, as estimativas apostam um aumento de 44,9% na produção, em mil toneladas, para a segunda safra, isto em relação a produção do ano anterior.

### **3.1.1 Milho Grão**

O milho caracterizado como grão é produzido com diversas finalidades por pequenos, médios e grandes produtores, sendo para consumo próprio na fabricação de ração para os animais na propriedade ou para ser comercializado. No entanto, para que a cultura atinja uma grande produtividade e alto rendimento de grãos, deve-se garantir que a planta seja subsidiada com os nutrientes que ela precisa (SANTOS; FONTANELI; PIRES, 2007).

A adubação verde se tornou uma alternativa usual para ampliar o rendimento dos grãos e reduzir os custos, visto que ela pode com sucesso substituir a adubação nitrogenada em cobertura, a qual se destaca por elevar o custo de produção da cultura do milho (LÁZARO et al, 2013).

### **3.1.2 Milho Silagem**

A silagem de milho é muito utilizada na alimentação animal, sendo uma grande fonte de energia para os bovinos. Mais que isso, ela é um complemento da alimentação no período conhecido como vazio forrageiro, que consiste na falta de alimentos volumosos no intervalo entre outono e inverno. Portanto, criaram-se técnicas para aproveitar as épocas de maior oferta de plantas forrageiras e às armazenar para os intervalos com pouca oferta das mesmas (FONTANELI et al, 2007).

Para a produção da silagem, é utilizada a planta inteira e a colheita e ensilagem é feita quando o teor de matéria seca acumulado está próximo de 30% a 35%, sendo um processo mecanizado na maior parte do tempo. Com o intuito de ter a disponibilidade de uma forragem de qualidade, sua conservação é por meio da fermentação, sem proporcionar ambiente favorá-

vel para o crescimento de fungos produtores de micotoxinas e insetos (MANTOVANI et al, 2015).

A ensilagem consiste em uma série de passos para que ela mantenha sua qualidade, iniciando pelo corte e picagem, processo que conta com o auxílio de uma máquina ensiladora. Na sequência, o milho picado é descarregado no silo e inicia-se a compactação do mesmo e, por fim, é feita a vedação do silo a fim de que ocorra a fermentação anaeróbica (DA SILVA, 2001).

O uso da silagem na alimentação animal tem proporcionado inúmeros benefícios, como um maior número de animais por área, aumento na produção de carne e leite, além de possibilitar um fornecimento de alimentos com maior valor nutritivo. (FONTANELI et al, 2007).

No entanto, a silagem de milho pode gerar muitos problemas em relação a degradação do solo, visto que no processo de colheita a planta é removida por completa, deixando o solo totalmente exposto. Além de que, pode haver a compactação do solo durante a colheita, devido ao intenso tráfego da colhedora e/ou trator, podendo afetar futuramente a produtividade das culturas em sucessão. O intenso tráfego das máquinas para a realização da colheita do milho, os danos a estrutura do solo são bem visíveis, visto que pode-se observar reduções na porosidade total e macroporosidade, além de uma maior resistência do solo a penetração. (MACHADO, 2016).

Além de que, os danos causados afetam diretamente as plantas, visto que podem afetar as condições do solo que são mais favoráveis ao crescimento radicular das mesmas. No entanto, a compactação do solo não afeta o crescimento das plantas apenas por limitar o desenvolvimento das raízes, mas é extremamente prejudicial por restringir a disponibilidade de água e oxigênio às mesmas. Dessa forma, a compactação modifica propriedades do solo como disponibilidade de água e aeração através do aumento da densidade do solo, causando diversas perdas na produtividade das culturas e danos ao crescimento e desenvolvimento das plantas (REICHERT; REINERT; BRAIDA, 2003).

### 3.2 MANEJO DE RECUPERAÇÃO DO SOLO

A exploração intensiva do solo para as diversas produções agrícolas trouxe consigo danos severos ao solo, que se não reparados podem levar a perdas expressivas. Tanto sistemas de preparo convencional, como de plantio direto podem vir acompanhados de danos ao solo,

como redução na disponibilidade e retenção de água, porosidade total e microporosidade e aumento da densidade do solo. No entanto, o plantio direto pode trazer outros benefícios na parte de estabilidade dos agregados e teores de matéria orgânica, que passam a ser mais elevados (FLORES et al, 2008).

O uso de plantas de cobertura tem se tornado fundamental para a recuperação de solos degradados, melhorando sua estrutura física, criando bioporos, melhorando a infiltração de água e reduzindo os níveis de compactação, porém sendo mais eficiente em consorciação de coberturas do que em seu cultivo solteiro. Pode-se observar também que a escarificação associada com uso de plantas de cobertura pode aumentar de forma significativa o rendimento de grãos (NICOLOSO et al, 2008).

### 3.3 ESCARIFICAÇÃO

A escarificação é uma prática de manejo muito utilizada, mesmo em áreas com o Sistema Plantio Direto consolidado, isto se deve ao fato dela auxiliar na descompactação do solo. Apesar desse manejo ter como objetivo soltar um pouco as camadas do solo, há poucos dados de que isso traga melhorias a longo nas condições físicas do solo sendo utilizada de maneira isolada, salve por aumentar a macroporosidade e porosidade total em camadas mais superficiais e reduzir a densidade do solo (NICOLOSO et al, 2008).

Um fator importante a ser levado em consideração é que, solos compactados apresentam maior resistência mecânica a penetração, fazendo com que as raízes não consigam penetrar nas camadas mais profundas e gerando danos a cultura que pode sofrer com deficiência hídrica em períodos de seca. Nesse caso, a escarificação é uma importante prática, que vai facilitar o crescimento das raízes em maior profundidade, tornando assim mais fácil a busca por água para suprir as demandas das plantas (ABREU; REICHERT; REINERT, 2004).

Portanto, a utilização do escarificador pode trazer alguns benefícios, mesmo que casualmente, em áreas que são manejadas sob plantio direto. Isso se deve ao fato desse manejo trazer resultados positivos nas condições físico-hídrica-mecânicas do solo e facilitar o desenvolvimento das plantas, além de não reduzir o teor de matéria orgânica presente. A uso de escarificação em sistemas de plantio direto também tem pode redistribuir, para camadas mais profundas, a MO que está presente em camadas mais superficiais e, dessa maneira, aumentar os teores de MO até os 20 cm de profundidade do solo (CAMARA; KLEIN, 2005).

### 3.4 USO DE PLANTAS DE COBERTURA

As plantas de cobertura têm ganhado muito espaço na agricultura, principalmente com o emprego de práticas como a rotação de culturas, que se destacou com o surgimento do Sistema Plantio Direto. Todavia, o mais favorecido com essa inovação agrícola é o solo, pois essa inovação pode melhorar as qualidades físicas do solo (ANDRADE; STONE; SILVEIRA, 2009). Em camadas mais superficiais do solo, observa-se melhoria significativa e com potencial para atingir camadas mais profundas, além de resultados positivos para índices como densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total (TORRES et al, 2015).

#### 3.4.1 Aveia Preta

A aveia preta (*Avena strigosa*) é uma planta de ciclo anual e pertence a família das gramíneas, muito utilizada como forragem na alimentação animal e tem sido muito empregada como planta de cobertura. É uma cultura com alta tolerância a baixas temperaturas e geadas, além de suportar o estresse hídrico (MACHADO, 2000). O uso de gramíneas na cobertura de solo é muito eficiente para melhorar a agregação do solo, sendo mais visível em camadas superficiais do solo (ANDRADE; STONE; SILVEIRA, 2009). Da mesma forma, o uso da aveia preta como cobertura se mostra muito eficiente no controle de plantas daninhas, sendo elas monocotiledôneas ou eudicotiledôneas, reduzindo o custo com herbicidas (MARTINS; GONÇALVES; JUNIOR, 2016).

#### 3.4.2 Ervilhaca

A ervilhaca (*Vicia sativa*) pertence a família Fabaceae e é uma planta anual, embora muito utilizada com planta de cobertura no período invernal, é pouco tolerante a baixas temperaturas e sensível a altas temperaturas e baixa disponibilidade de água. Ela apresenta ótima eficiência na cobertura do solo, produzindo quantidade significativa de fitomassa (SANTOS et al, 2012). Ela é muito utilizada consorciada com outras culturas, sendo uma delas a aveia preta, junto com a qual demonstrou-se muito eficiente no fornecimento de N para a produção de milho em sucessão, reduzindo assim custos com adubação nitrogenada (BORTOLINI; SILVA; ARGENTA, 2000).

### 3.4.3 Nabo forrageiro

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) pertence a família das crucíferas e é predominantemente utilizado como adubação verde, isso pelo fato de apresentar eficiência na descompactação do solo e melhorando a sua estrutura (BARROS; JARDINE, [2021?]). Está cultura vem se destacando e sendo muito utilizada na rotação de cultura nas regiões Centro-Sul do país, visto que expressa alta capacidade de reciclar nutrientes muito importantes, como nitrogênio e fósforo. É uma cultura tolerante ao frio/geadas, a escassez de água e ao ataque de pragas e doenças, além de não exigir elaborado preparo de solo para ser cultivado (HERNANI, [2021?]). A semeadura do nabo ocorre entre os meses de abril e maio e ele leva 120 dias para completar seu ciclo até a fase de maturação, porém em 90 dias ele já atingiu boa altura de crescimento e apresenta boa cobertura do solo. A densidade de semeadura pode variar entre 3 kg/ha até 15 kg/ha, podendo ser a lanço ou com o auxílio de uma semeadoura. A produção de massa verde pode chegar à 35 t/ha enquanto a massa seca atinge, no máximo, 8 t/ha. (BARROS; JARDINE, [2021?])

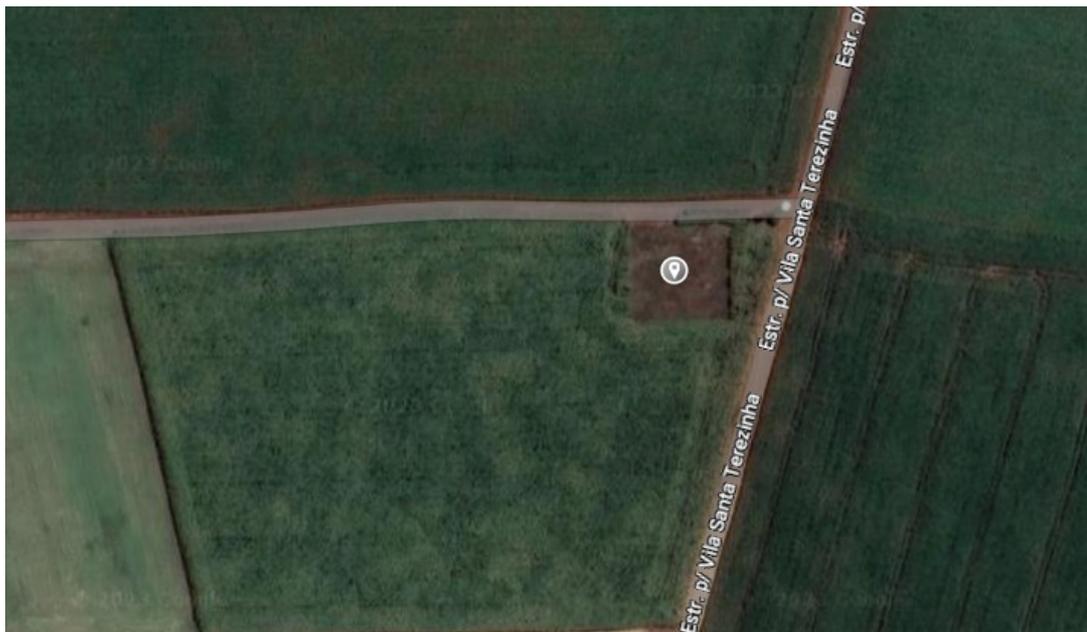
A utilização do nabo como panta de cobertura auxilia na reposição de matéria seca e cobertura para o solo, dado que quanto maior a densidade de plantas, mais matéria seca é produzida. Além de promover o aumento da disponibilidade de N para as culturas em sucessão, o que acarreta no aumento da produtividade de grãos (SILVA et al, 2007). A grande quantidade de massa verde produzida pode fornecer outros macronutrientes, como fósforo e potássio, porém eles são liberados entre 10 a 20 dias após o manejo das plantas, sugerindo que para um melhor aproveitamento a cultura em sucessão deva ser implantada logo após esse manejo (CRUSCIOL et al, 2005).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos de 2022/2023 em uma propriedade particular no município de São Pedro do Butiá, que está situada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A área tem as seguintes coordenadas geográficas, 28° 08 '20.6 " S de latitude e 54° 54' 09.3" W de longitude, apresentando altitude média de 204 m.

Segundo as classificações de Köppen (1928), o clima de São Pedro do Butiá é classificado como Cfa, o qual apresenta como característica um clima subtropical, com temperaturas mais elevadas no verão e chuvas em todos os meses do ano. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico, segundo dados do mapa de solos do Rio Grande do Sul (IBGE, 2005).

Figura 1 – Imagem aérea do local do experimento.



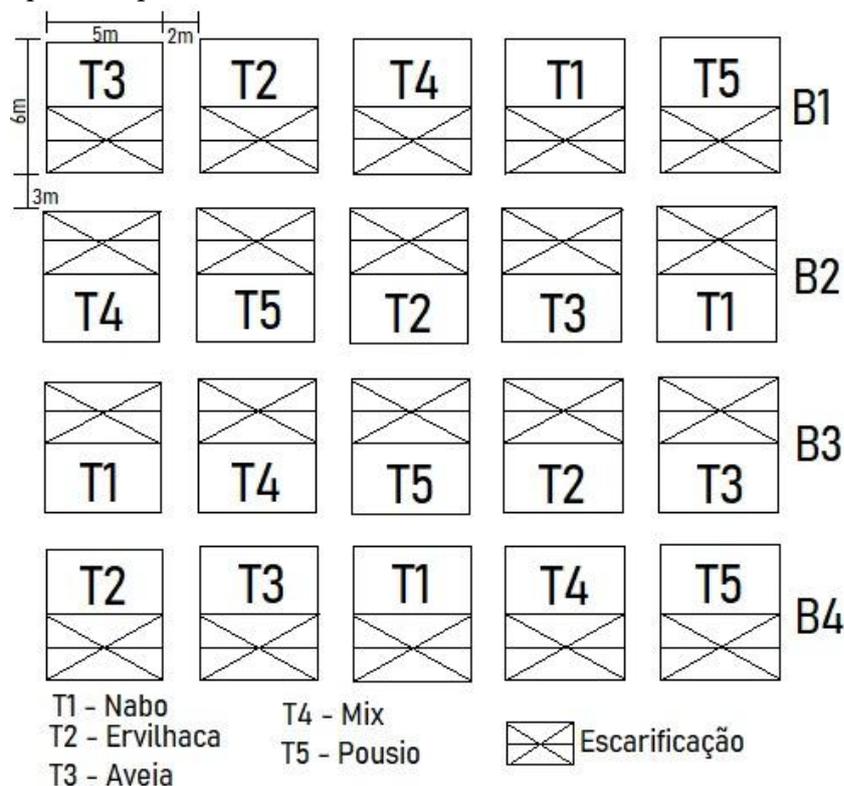
Fonte: Google Maps.

A área vem sendo explorada a mais de 10 (dez) anos para a produção de alimentos na pecuária leiteira, sendo variado entre pastagens de aveia e azevém ou cultivo de trigo para silagem no inverno e, no verão, inicialmente eram cultivadas pastagens e nos últimos anos foi utilizada para o cultivo de milho para silagem em duas safras. Inicialmente essa área essa somente manejada com o cultivo de espécies forrageiras para serem utilizadas como pastagem, sendo que os animais eram conduzidos ao pasto independente das condições de umidade do

solo, ou seja, algumas vezes em condições inadequadas. Além disso, nos últimos dois anos ela foi utilizada para cultivo de silagem no inverno e verão, com duas safras de milho, uma de trigo e seguida por mais duas de milho, deixando uma condição restrita de palha sobre o solo e com intenso tráfego de máquinas e tratores pesados sobre ele. Dessa maneira, favorecendo a ocorrência de compactação do solo e limitando as condições físico-hídricas dessa área.

O delineamento utilizado no experimento foi o Delineamento Blocos ao Acaso (DBC) com parcelas subdivididas. Sendo 4 blocos com 5 parcelas totalizando 20 unidades experimentais, as quais tinham as medidas de 6 m de comprimento e 5 m de largura e cada parcela tendo uma área de 30 m<sup>2</sup>. Os blocos apresentando um espaçamento de 3 m entre eles e entre as parcelas de cada bloco o espaçamento foi de 2 m e os tratamentos foram T1 – Nabo, T2 – Ervilhaca, T3 – Aveia Preta, T4 – Mix e T5 – Pousio (Figura 2).

Figura 2 – Croqui do experimento.



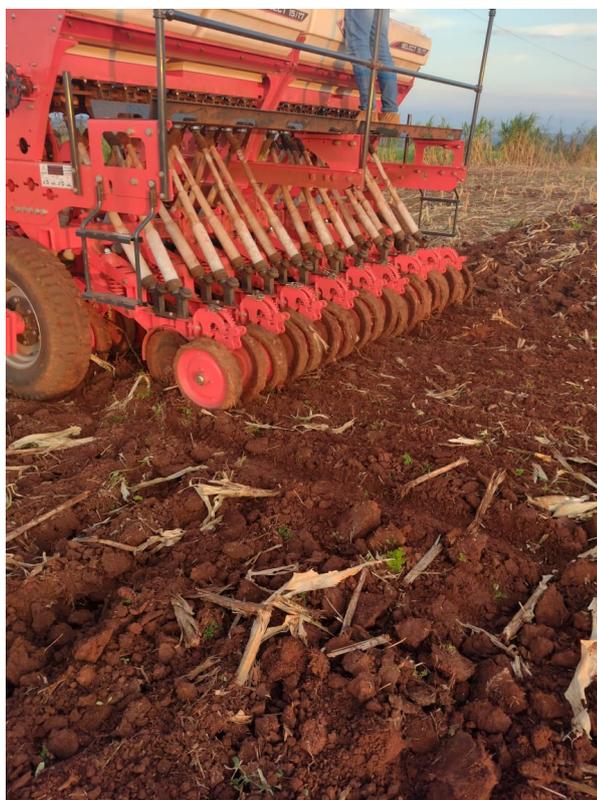
Fonte Elaborado pelo autor.

Para a implantação das plantas de cobertura não foi necessário fazer a dessecação, pois a área estava com as plantas daninhas controladas. Primeiramente a área foi demarcada e, de acordo com os tratamentos realizados, foi feita a escarificação em metade da área de cada blo-

co. Esse procedimento aconteceu com o auxílio de um escarificador de 5 hastes e um trator da marca Valmet 65.

As plantas de cobertura foram implantadas com uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo da marca Kuhn de 17 linhas e trator da marca New Holland, não sendo utilizado nenhuma adubação combinado a semeadura, somente sendo feita uma adubação nitrogenada em cobertura na cultura da aveia (Figura 3). A semeadura foi feita no dia 20 de junho de 2022 e a semeadora foi regulada para a implantação de cada uma de acordo com a dosagem específicas para cada cultura, a qual foi calculada e está disponível na tabela abaixo (Tabela 1).

Figura 3 – Implantação das plantas de cobertura.



Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 1 - Densidade de semeadura das plantas de cobertura, São Pedro do Butiá 2022.

<b>Cultura</b>	<b>Dosagem (kg/ha)</b>	<b>Dosagem (g/parcela)</b>
Aveia preta	80	240
Ervilhaca	80	240
Nabo	30	90
Mix*	75	225

Fonte: elaborado pelo autor.

\*Mix composto por 60% de aveia preta, 20% de nabo e 20% de ervilhaca.

Antes da implantação da cultura do milho, foi coletado 0,25 m<sup>2</sup> das plantas de cobertura em cada parcela e subparcela, sendo cortadas rente ao solo, colocadas em sacos de pano e levadas a estufa de ar forçado, onde foram secas a uma temperatura de 65°C. Após estarem secas, elas foram retiradas e pesadas, em seguida foi calculado a produção de massa seca das plantas de cobertura. Quando as plantas de cobertura estavam chegando ao fim do seu ciclo, no início da fase reprodutiva, foram dessecadas com o auxílio de um pulverizador costal e herbicida à base de glifosato com nome comercial de ZAPP QI 620, utilizando as recomendações de dosagens disponibilizadas pelo fabricante.

Na semeadura do milho foi utilizada a cultivar FS 670 da empresa Forseed, a qual apresenta ciclo precoce e o número de plantas seguiu a recomendação da empresa, sendo realizada no dia 26 de outubro de 2022. A adubação ocorreu seguindo as recomendações do manual de adubação e calagem e de acordo com as necessidades através do laudo de análise química do solo (Anexo 1), na qual foram utilizados 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 13-24-12 e foram utilizados 120 kg de cloreto de potássio a lanço para suprir as necessidades da área. Já a adubação nitrogenada foi feita no dia 21 de novembro de 2022, em cobertura e na dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup>. Na determinação da produtividade da massa seca do milho, foi coletado no dia 25 de janeiro de 2023, 1 (um) m linear em duas linhas de cada parcela e subparcela.

Para determinar a densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, foram coletadas amostras de solo preservadas com o uso de anéis volumétricos, nos quais o volume é de 120 cm<sup>3</sup>, aproximadamente. As amostras foram coletadas a campo e levadas ao laboratório de física do solo da UFFS, sendo limpas, preparadas e saturadas para ir para a mesa de tensão (Figura 4 e 5), onde foram sujeitas a uma tensão de 6 kPa por 24h. Após esse processo, elas foram pesadas e colocadas para secar na estufa de ar forçado por 48h, a uma temperatura de 105° C, posteriormente sendo resfriadas e pesadas novamente.

Com os dados de massa do solo obtidos, foram feitos os cálculos seguindo a metodologia descrita em **Métodos de análise de solo** (EMBRAPA, 2017), a partir das seguintes equações:

**Densidade do solo** = (massa do solo seco/ volume do anel);

**Porosidade total** =  $1 - (\text{densidade do solo} / \text{densidade de partícula})$ ;

**Microporosidade** = (massa do solo 6 kpa – massa do solo seco) / volume do anel;

**Macroporosidade** = porosidade total – microporosidade;

**Grau de compactação do solo** =  $(\text{densidade do solo} / \text{densidade máxima do solo}) * 100$ .

Figura 4 – Amostras limpas e saturadas.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 5 – Amostras na mesa de tensão.



Fonte : Arquivo pessoal.

Essas amostras foram coletadas após as coletas da massa verde do milho, no dia 27 de janeiro de 2023, onde foram abertas pequenas trincheiras em cada parcela e subparcela para facilitar as coletas. As amostras foram coletadas em 40 pontos e nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, sendo um total de 120 amostras.

Em relação a determinação da massa seca do milho, as amostras foram cortadas rente ao solo, colocadas em sacos de pano e levadas a estufa de ar forçado, onde foram secas a uma temperatura de 65°C. Após estarem secas, elas foram retiradas e pesadas, em seguida sendo calculado a produtividade do milho em relação a massa seca para silagem.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 MASSA SECA DAS PLANTAS DE COBERTURAS

Ao realizar as análises estatísticas da massa seca das plantas de coberturas, não foram obtidas diferenças estatísticas entre as parcelas e subparcelas, ou seja, não houve diferença entre o uso somente de plantas de cobertura e ele combinado à escarificação do solo. Porém observou-se que a maior produção foi obtida pelo nabo, o qual produziu  $9,10 \text{ Mg ha}^{-1}$ , não se diferenciando estatisticamente do mix (Tabela 2). Isso se deve ao fato dessas plantas terem apresentado um bom percentual de germinação e rápido desenvolvimento, não deixando espaço para as plantas daninhas competirem com eles. Resultados semelhantes a esses foram obtidos por SILVA et al (2007), no qual a maior produção de massa seca foi obtida pelo nabo, produzindo  $5,9 \text{ Mg ha}^{-1}$  seguido pelo tratamento contendo plantas de nabo e aveia preta, mostrando que essas plantas apresentam alta eficiência na produção de massa seca e sendo uma boa opção como plantas de cobertura.

O tratamento com ervilhaca apresentou a menor produção de MS, produzindo menos que o pousio. Isso se deve ao fato de logo após a semeadura ocorrer um grande precipitação pluviométrica, criando uma camada de solo mais dura, dificultando o rompimento do solo pelas plantas ao germinar e pelo baixo vigor das sementes. Pedo et al (2014) constatou em sua pesquisa que plântulas de feijoeiro tiveram redução na emergência conforme aumenta-se profundidade de semeadura, tendo o menor desempenho em profundidades de 6 cm. O tratamento pousio não diferiu estatisticamente do tratamento ervilhaca, e é seguido pelo tratamento aveia preta e mix. No tratamento pousio podemos observar uma grande produção de massa seca, isto está relacionado a área ter sido de pastagem anteriormente e haver um banco de sementes dessas plantas no solo. Portanto o tratamento pousio alta produção de massa seca porque em suas parcelas ter alta densidade de plantas de azevém.

Tabela 2 – Massa seca produzida pelas plantas de cobertura.

Tratamento	Massa seca
	Mg ha <sup>-1</sup>
Nabo	9,10 a
Ervilhaca	4,01 b
Aveia	5,99 b
Mix	6,81 ab
Pousio	4,41 b
CV (%)	33,44

Fonte: elaborada pelo autor.

\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

## 5.2 PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO

Em relação aos parâmetros físicos do solo não houve diferença estatística entre os tratamentos e entre as parcelas e subparcelas. Ou seja, não houve diferença entre o uso somente de plantas de cobertura e ele combinado à escarificação do solo, ou entre as diferentes plantas de coberturas, para densidade, porosidade total, microporosidade, macroporosidade e grau de compactação nas três camadas de solo avaliadas, 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade (Tabela 3). Após fazer essa avaliação pode-se perceber que os tratamentos não influenciaram nos atributos físicos do solo. Em resultado obtido por Torres et al (2015), evidenciam-se os mesmos resultados, no qual não foram obtidas diferenças nos tratamentos com coberturas. Sendo assim, em apenas um ano de cultivo com rotação de culturas e/ou uso de plantas de cobertura, não é possível obter diferenças nos atributos físicos do solo. Esse resultado pode ser justificado pela intensa exploração e a maneira que era feito o preparo do solo nessa área ao longo dos anos, sendo que nos últimos anos foram utilizadas para pastagem com semeadura a lanço seguida de gradagem no inverno e no verão utilizada para produção de silagem de milho em duas safras, sendo que esse cultivo não possibilita permanência de palhada sobre o solo.

Segundo Reichert et al (2003), solos com densidades avaliadas entre 1,30 e 1,40 Mg m<sup>3</sup> são críticas para o desenvolvimento das raízes para solos classificados como argilosos e, observando resultados obtidos nesse estudo, a densidade abaixo de 1,40 Mg m<sup>3</sup> só foram encontradas na camada 0-10 cm e na camada 10-20 cm nos tratamentos nabo e aveia. Em estu-

dos realizados por Tormena et al (2002), a densidade do solo em camadas abaixo de 10 cm não são influenciadas pelo método de preparo do solo, visto que em sua maioria dos métodos o revolvimento é mais superficial, não atingindo grandes profundidades.

A porosidade do solo máxima encontrada foi de  $0,57 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ , isso na camada 0-10 cm, porém a porosidade foi reduzindo conforme foi aumentando a profundidade do solo. Nicoloso et al (2008) obteve resultados semelhantes a esses, usando também diferentes preparos de solo e plantas de cobertura. Para a macroporosidade percebe-se a mesma situação em relação a redução de poros e aumento de microporos, assim como no estudo de Silva et al (2012), que teve uma redução significativa na macroporosidade e aumentou a microporosidade ao longo do perfil, indo das camadas mais superficiais para as mais profundas.

O tráfego contínuo de máquinas pesadas e tratores para a realização do corte de silagem, além do deslocamento dos animais para pastejo na área, em condições de umidade do solo inadequada, podem ter afetado os atributos do solo, aumentando a densidade do solo e reduzindo os macroporos. Albuquerque et al (2001) constatou que o aumento da densidade do solo e redução da porosidade podem estar relacionados ao manejo do solo em situações de umidade do solo superior ao ponto de solo friável.

Tabela 3 – Parâmetros físicos de um Latossolo vermelho nas profundidades 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm.

Tratamento	Densidade Mg m <sup>3</sup>	Porosidade total	Micro porosidade m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Macro porosidade	Grau de compactação %
Camada 0 a 10 cm					
Nabo	1,28 a*	0,56 a	0,37 a	0,19 a	86,63 a
Ervilhaca	1,27 a	0,56 a	0,36 a	0,20 a	86,01 a
Aveia	1,24 a	0,57 a	0,35 a	0,22 a	83,49 a
Mix	1,32 a	0,54 a	0,37 a	0,17 a	89,10 a
Pousio	1,31 a	0,55 a	0,37 a	0,18 a	88,55 a
CV (%)	8,68	6,94	7,41	32,72	8,67
Camada 10 a 20 cm					
Nabo	1,38 a	0,52 a	0,37 a	0,15 a	93,46 a
Ervilhaca	1,42 a	0,51 a	0,38 a	0,13 a	95,96 a
Aveia	1,39 a	0,52 a	0,38 a	0,14 a	93,91 a
Mix	1,41 a	0,51 a	0,37 a	0,14 a	95,48 a
Pousio	1,40 a	0,52 a	0,37 a	0,14 a	94,94 a
CV (%)	8,31	7,70	6,01	42,55	8,31
Camada 20 a 30 cm					
Nabo	1,42 a	0,51 a	0,39 a	0,11 a	96,22 a
Ervilhaca	1,44 a	0,50 a	0,40 a	0,10 a	97,43 a
Aveia	1,41 a	0,51 a	0,39 a	0,12 a	95,20 a
Mix	1,47 a	0,49 a	0,36 a	0,13 a	99,48 a
Pousio	1,48 a	0,49 a	0,40 a	0,09 a	100,00 a
CV (%)	7,28	7,08	11,65	46,07	7,21

Fonte: elaborada pelo autor.

\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

O grau de compactação do solo é outro atributo que vai aumentando de acordo com as camadas, ou seja, camadas mais superficiais como 0-10 cm apresentam grau de compactação menor. No entanto, nas camadas mais profundas como 20-30 cm ele chega a valores mais elevados de um solo compactado, como visto na tabela acima (Tabela), na qual podemos observar que o tratamento pousio apresentou 100% em relação ao grau de compactação e, nos demais tratamentos ele também não fica abaixo de 95%. Secco (2003) apresentou em seu estudo que em Latossolo Vermelho distroférico típico, quando o grau de compactação está mais elevado, há uma redução na produtividade do milho se comparado a situações onde o grau de compactação é menor. Portanto podemos observar que esse atributo pode afetar o desenvolvimento e a produtividade das culturas causando perdas.

O uso de plantas de cobertura de solo pode trazer muitos benefícios para a estrutura do solo, no entanto necessita de mais ciclos e maior variabilidade de tempo para que possam ser observadas essa melhoria estrutural (LEDUR, 2017).

### 5.3 MASSA SECA DO MILHO SILAGEM

Na produtividade de massa seca do milho, os tratamentos não interferiram significativamente, sendo isso um provável causa da deficiência hídrica sofrida pelas plantas de milho durante seu ciclo, em virtude da falta de chuvas nesse intervalo de tempo. Também não foram obtidas diferenças estatísticas entre as parcelas e subparcelas, não havendo diferença entre o uso somente de plantas de cobertura e ele combinado à escarificação do solo. Porém podemos observar que no tratamento aveia o milho produziu maior quantidade de massa seca que nos outros tratamentos (Tabela 4). Bortolini et al (2000) concluiu em seu estudo que a palha de aveia em cobertura pode trazer benefícios ao crescimento das plantas de milho em sucessão, visto que conforme a quantidade de palha de aveia presente, maior o rendimento de massa seca do milho.

A produtividade mais baixa dentre os tratamentos pode ser observada no tratamento com nabo, tendo em vista que a palhada produzida pelo nabo tem menor eficiência no controle de plantas daninhas se comparada a outras palhadas como de aveia, por exemplo (BALBINOT JR., 2007). Tendo em visto que as plantas daninhas podem competir com o milho por água e nutrientes, esse pode ter sido um fator que afetou a produtividade nesse tratamento, pois ao longo do ciclo do milho houve dificuldade de controle de plantas daninhas pela baixa eficiência dos produtos em situações de baixa umidade relativa do ar enfrentadas nesse período.

Tabela 4 – Massa seca produzida pelo milho.

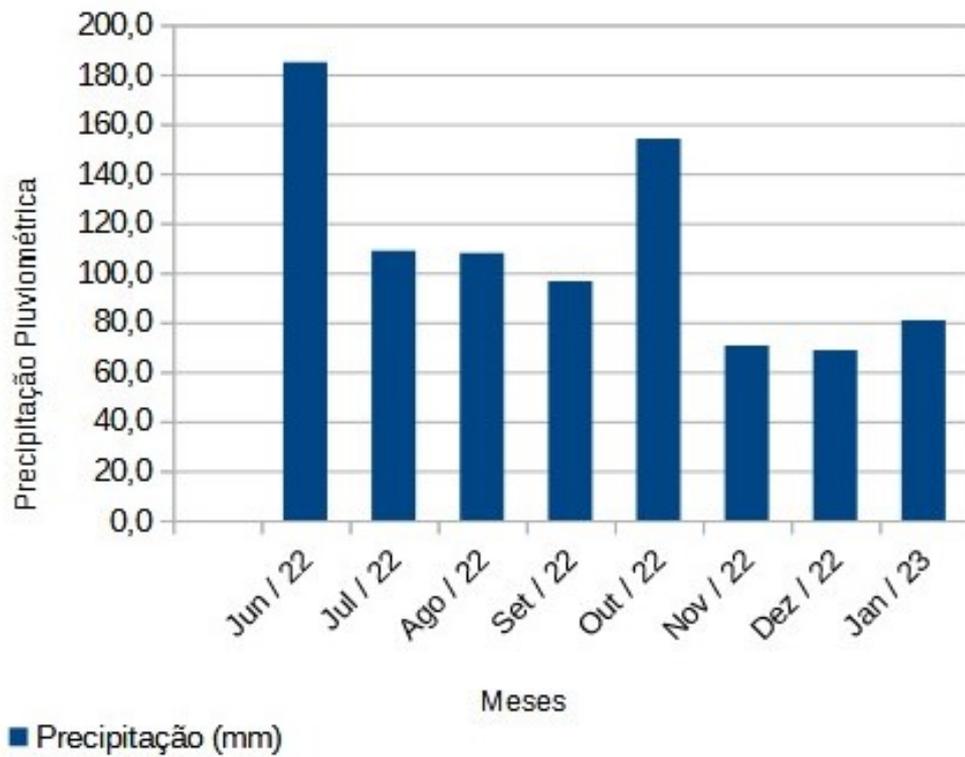
Tratamento	Massa seca
	Mg ha <sup>-1</sup>
Nabo	8,95 a
Ervilhaca	10,18 a
Aveia	12,11 a
Mix	10,11 a
Pousio	10,15 a
CV (%)	30,74

Fonte: elaborada pelo autor.

\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Se comparado aos resultados obtidos por Santos et al (2010), a produção de matéria seca foi baixa em todos os tratamentos, visto que esse autor conseguiu obter uma produtividade de 16 Mg ha<sup>-1</sup> em algumas variedades de milho. Isso se deve ao fato de durante o período de desenvolvimento da cultura do milho, a região ter sido acometida por uma estiagem com baixas precipitações pluviométricas (Figura 6). Os componentes de rendimento do milho são afetados com ocorrência de estresse hídrico pelas plantas, dessa forma a produtividade da cultura do milho é muito afetada pela falta de água disponível para as plantas (NASCIMENTO et al, 2017).

Figura 6 – Gráfico de precipitação pluviométrica durante o período do experimento.



Fonte: elaborado pelo autor.

## 6 CONCLUSÃO

O nabo foi a planta de cobertura que apresentou maior produção de massa seca nesse sistema, de forma que apresentou produção semelhante ao mix. Já a ervilhaca foi a que teve a menor aporte de massa seca.

Os parâmetros físicos como densidade, porosidade, macro e microporosidade e grau de compactação não foram influenciados pelos diferentes tratamentos, isso se deve ao curto período de avaliação. Na produção de massa seca do milho também não houve influência pelos diferentes tratamentos, podendo estar atribuído a estiagem enfrentada pela cultura.

Em nenhuma das avaliações a escarificação apresentou diferença estatística, dessa forma sendo desnecessária nesse experimento.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas de cobertura utilizadas no experimento puderam ser implantadas facilmente com o uso de semeadora de fluxo contínuo, porém como não há muita procura na região por plantas de cobertura como a ervilhaca, as sementes encontradas, dessa cultura, no comércio local apresentava baixo vigor.

Durante o período de avaliação poderiam ter sido feitas avaliações dos atributos físicos do solo antes de iniciar o experimento e ao fim do experimento, para observar se o uso de es-carificador e de plantas de cobertura poderiam ter afetado os mesmos, tendo em vista que nos dois últimos anos a área só foi utilizada para a produção de silagem no inverno e no verão.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 28, p. 519-531, 2004.
- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n.25, p.717-723, 2001.
- ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 411-415, 2009.
- BALBINOT JR., A. A.; MORAES, A.; BACKES, R. L Efeito de cobertura de inverno e sua época de manejo sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v.25, n.3, p.473-480, 2007.
- BARROS, T. D.; JARDINE, J. G. Nabo-forrageiro. **Embrapa**. 2021.
- BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Efeito de resíduos de plantas jovens de aveia preta em cobertura de solo no crescimento inicial do milho. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 6, n. 1, p. 83-88, 2000
- BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 24, p. 897-903, 2000.
- CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto esca-rificado e rendimento da soja. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 813-819, 2005.
- COELHO, A. M. Nutrição e Adubação do Milho. Sete Lagoas, MG: **Embrapa**. 2006.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Tabela de dados – Produção e balanço de oferta e demanda de grãos Junho de 2022**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: jun, 2022.
- CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. Milho – Caracterização e Desafios Tecnológicos. **Embrapa**. 2019.
- CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; NORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.
- DA SILVA, J. M. Silagem de Forrageiras Tropicais. Campo Grande, MS: **Embrapa Gado de Corte**. n. 51, 2001.

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. Cultivo do Milho: Economia da produção. Sete Lagoas, MG: **Embrapa Milho e Sorgo**. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Cultivo do Milho / Israel A. P. Filho ... [et al.]. **Embrapa Milho e Sorgo**, 2015. Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao1of6\\_1gal1ceportlet&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\\_sistemaProducaoId=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=8658](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1of6_1gal1ceportlet&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_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658)>. Acesso em: jun, 2022.

FILHO, D. F. Manual da cultura do milho. Jaboticabal, SP: **Funep**. 2007.

FLORES, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A.; PAULETTO, E. A. Recuperação da qualidade estrutural, pelo sistema plantio direto, de um Argissolo Vermelho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2164-2172, 2008.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; OLIVEIRA, J. T. Silagem de milho. *In*: SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T. (org.). Sistema de Produção para milho, sob plantio direto. 1. ed. Passo Fundo, RS: **Embrapa Trigo**. p.269-295, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Mapa de solos do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos.html>>. Acesso em: 02/08/2022.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. F.; SARTO, M. V. M.; JÚNIOR, J. B. D. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.

LEDUR, C. L. **Uso de plantas de cobertura no período outonal e seu efeito sobre os atributos físicos do solo e a produtividade do trigo**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo. 2017.

MACHADO, C.M. **Impactos da colheita de milho para silagem sobre atributos do solo**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo. 2016.

MACHADO, L. A. Z. Aveia: Forragem e Cobertura do Solo. **Embrapa Agropecuária Oeste**. Dourados – MS. 2000.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do Milho. Sete Lagoas, MG: **Embrapa**. 2002.

MANTOVANI, E. C.; LORINI, I.; DOS SANTOS, J. P.; PIMENTEL, M. A. G.; FONSECA, M. J. de O. Colheita e Pós-Colheita. *In*: FILHO, I. A. P. Cultivo do Milho. 9. ed. Sete Lagoas, MG: **Embrapa Milho e Sorgo**. 2015.

MARTINS, D.; GONÇALVES, C. G.; JUNIOR, A. C. S. Coberturas mortas de inverno e controle químico sobre plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 649-657, 2016.

MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C.; GALVÃO, J. C. C.; JÚNIOR, T. J. P. **Milho (*Zea mays L.*)**. Belo Horizonte, MG: **EPAMIG**. 2007.

NASCIMENTO, F. N.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JR., A. S.; RAMOS, H. M. Desempenho da produtividade de espigas de milho verde sob diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n.1, p.94-108, 2017.

NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 32, p. 1723-1734, 2008.

PEDÓ, T.; SEGALIN, S. R.; SILVA, T. A.; MARTINAZZO, E. B.; NETO, A. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Vigor de sementes e desempenho inicial de plântulas de feijoeiro em diferentes profundidades de semeadura. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife – PE, v.9, n.1, p.59-64, 2014.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos Solos e Sustentabilidade de Sistemas Agrícolas. **Ciência e Ambiente**, n. 27, p. 29-48, 2003.

SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S.; FONTANELLI, R. S.; TOMM, G. O. Leguminosas forrageiras anuais de inverno. In: FONTANELLI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S. (edi.). Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-brasileira. 9. ed. Brasília: **Embrapa**. p.305-317, 2012.

SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S.; PIRES, J. L. F. Rendimento de Grãos de Milho em Sistema de Produção, sob Plantio Direto. In: SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S.; SPERA, S. T. (org.). Sistema de Produção para milho, sob plantio direto. 1. ed. Passo Fundo, RS: **Embrapa Trigo**. p. 269 – 295, 2007.

SANTOS, R. D. DOS; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; AZEVÊDO, J. A. G.; MORAES, S. A. DE; COSTA, C. T. F. Características agrônomicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá – PR, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010.

SECCO, D. **Estados de compactação de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas**. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n.4, p. 928-935, 2007.

SILVA, J. M. Silagem de forrageiras tropicais. Campo Grande, MS: **Embrapa**. 2001.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos**. 3ª edição. 2017.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em um Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agrícola**, Maringá, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ASSIS, R. L.; SOUZA, Z. M. Atributos Físicos de um Latossolo Vermelho Cultivado com Plantas de Cobertura, em Semeadura Direta. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 39, p. 428-437, 2015.

VIANA, J. H. M.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; SANTANA, D. P. Manejo do Solo para a Cultura do Milho. Sete Lagoas, MG: **Embrapa**. 2006.

## Anexo 1



## LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

VINCULADO A REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE DE SOLO E DE TECIDO VEGETAL DOS ESTADOS DO RS E SC

## ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Nome: JEFERSON LUIS OSTWALD  
Município: São Pedro do Butiá  
Estado:   
Localidade: LINHA SANTA TERESINHA  
CPF/CNPJ:

Remetente: COOPERMIL - COOPERATIVA MISTA SAO LUIZ LTDA  
Data de recebimento: 22/07/2022  
Data de expedição: 31/08/2022  
Registro: 22056 Completa

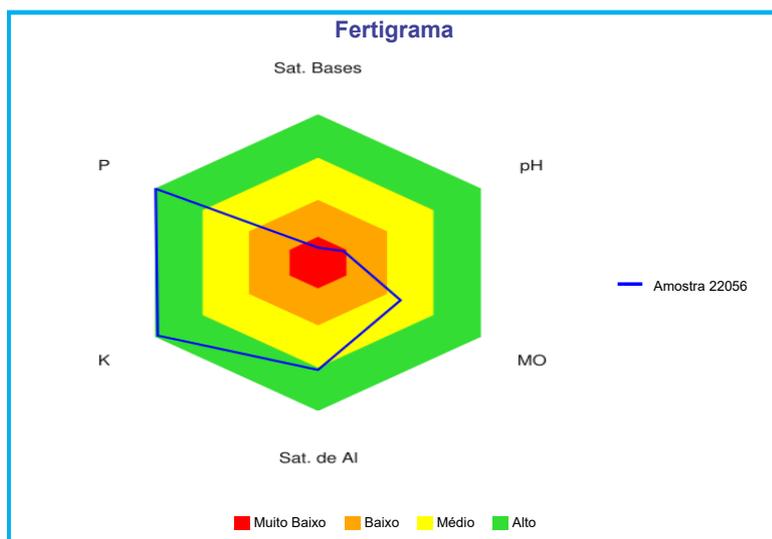
Amostra N°	Área ha	Matricula da Área	Prof.	Gleba	Argila %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	M.O. %	Altroc. cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
-	3	14205	0-10 cm	-	74	4,4	5,1	35,1	176	3,2	1,1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P, K, Zn e Cu determinados pelo método Mehlich - I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; S-SO<sub>4</sub> extraídos com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P; 0,1 mol L<sup>-1</sup>; B extraído com água quente.

Amostra N°	Catroc. cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mgtroc. cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H + Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	% SAT da CTC		S mg dm <sup>-3</sup>	Zn mg dm <sup>-3</sup>	Cu mg dm <sup>-3</sup>	B mg dm <sup>-3</sup>	Mn mg dm <sup>-3</sup>	Fe g dm <sup>-3</sup>
					BASES	Al						
-	2,8	1,0	12,3	16,6	25,6	20,4	35,8	11,9	9,2	0,6	332	nd
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CTC a pH 7,0. UNIDADES: % = massa/volume; mg dm<sup>-3</sup> = ppm (peso/volume); cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> = meq 100<sup>-1</sup>ml

Consulte um Engenheiro Agrônomo para obter as Recomendações de Adubação e Calagem.  
CCGL Tec - Tecnologia com Rentabilidade



## Assinatura digital

2D-1C-68-29-93-22-7A-D8-88-64-94-FB-A6-14-63-43

Para autenticar, acesse [www.cogl.com.br/tec/solos](http://www.cogl.com.br/tec/solos), em "Autenticar" informe a sequência acima.

Aline Pegoraro da Rosa  
Química Responsável  
CRQ 05101733  
CFQ 118.134

Responsável pelo Laboratório de Análises