

Nabo forrageiro: potencialidades da espécie como descompactador do solo, reciclador de nutrientes e produtor de biomassa

Forage turnip: potential of the species as a soil decompactator, nutrient recycler and biomass producer

Nabo forrajero: potencial de la especie como descompactadora de suelos, recicladora de nutrientes y productora de biomassa

Recebido: 02/01/2023 | Revisado: 20/01/2023 | Aceitado: 21/01/2023 | Publicado: 26/01/2023

Pedro Henrique Hansen

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0616-8950>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: pedrohh00@gmail.com

Danni Maisa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3600-0462>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: danni-silva@uergs.edu.br

Luciane Sippert Lanzanova

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3159-0061>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: luciane-sippert@uergs.edu.br

Divanilde Guerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5136-2763>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: divanilde-guerra@uergs.edu.br

Mastrângello Enívar Lanzanova

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2285-1052>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: mastrangelo-lanzanova@uergs.edu.br

Eduardo Lorensi de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4834-0066>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: eduardo-souza@uergs.edu.br

Robson Evaldo Gehlen Bohrer

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-8983>
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: robson-bohrer@uergs.edu.br

Resumo

As plantas de cobertura participam das dinâmicas que ocorrem nas áreas de cultivo agrícolas, principalmente, favorecendo a implantação das culturas posteriores, além de servirem como auxiliaadoras na estruturação do solo, nas relações biológicas, físicas e químicas do sistema, auxiliando a formação e manutenção do equilíbrio do meio agrícola. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo descrever e avaliar a cultura do nabo forrageiro como descompactador do solo, reciclador de nutrientes e produtor de biomassa. Como metodologia foi realizada uma revisão narrativa. Os dados foram obtidos a partir de livros e artigos disponíveis na Base de dados dos Periódicos Capes e Google Acadêmico. Como principais resultados destaca-se que o nabo forrageiro se apresenta como uma planta de cobertura de inverno com grande capacidade de descompactação e estruturação de solos, bem como auxiliar na reciclagem e disponibilização de nutrientes às culturas, além de, produzir biomassa vegetal para cobertura e proteção do solo. As inúmeras pesquisas referentes ao tema de plantas de cobertura, auxiliam na produção de uma vasta literatura, onde profissionais e produtores podem fazer uso e suscitar conhecimentos para práticas mais sustentáveis para a agricultura e que agridam menos o meio ambiente. O uso de plantas como forma de cobertura, é uma alternativa que contribui para o aumento da sustentabilidade nos sistemas agrícolas, devido à capacidade de promover a cobertura do solo, absorver nutrientes das camadas sub-superficiais e liberá-los de forma lenta pela decomposição dos seus resíduos.

Palavras-chave: Adubação verde; Plantio direto; Compactação.

Abstract

Cover plants participate in the dynamics that occur in agricultural cultivation areas, mainly by favoring the implantation of subsequent cultures, in addition to helping to structure the soil, in the biological, physical and chemical relationships of the system, helping the formation and maintenance of the soil. balance of the agricultural environment. In this sense, this work aims to describe and evaluate the radish culture as a soil decompacter, nutrient recycler and biomass producer. As a methodology, a narrative review was carried out. The data were obtained from books and articles available in the database of Periódicos Capes and Google Scholar. As main results, it is highlighted that the forage turnip presents itself as a winter cover plant with great capacity for soil decompression and structuring, as well as assisting in the recycling and availability of nutrients to crops, in addition to producing plant biomass for cover and soil protection. The numerous researches related to the subject of cover plants, help in the production of a vast literature, where professionals and producers can make use and raise knowledge for more sustainable practices for agriculture and that harm less the environment. The use of plants as a form of cover is an alternative that contributes to increasing sustainability in agricultural systems, due to the ability to promote soil cover, absorb nutrients from sub-surface layers and release them slowly through the decomposition of soils its waste.

Keywords: Green manure; No-till; Compression.

Resumen

Las plantas de cobertura participan en la dinámica que se da en las áreas de cultivo agrícola, principalmente al favorecer la implantación de cultivos posteriores, además de ayudar a estructurar el suelo, en las relaciones biológicas, físicas y químicas del sistema, ayudando a la formación y mantenimiento de los suelo equilibrio del medio agrario. En este sentido, este trabajo tiene como objetivo describir y evaluar el cultivo de rábano como descompactador de suelos, reciclador de nutrientes y productor de biomasa. Como metodología se realizó una revisión narrativa. Los datos se obtuvieron de libros y artículos disponibles en la Base de Datos de Publicaciones Periódicas de Capes y Google Scholar Búsqueda bibliográfica de artículos, libros, documentos técnico-científicos y otros materiales disponibles en internet, en las principales plataformas de datos científicos en línea. Como principales resultados se destaca que el nabo forrajero se presenta como una planta de cobertura invernal con gran capacidad de descompresión y estructuración del suelo, además de coadyuvar en el reciclaje y disponibilidad de nutrientes para los cultivos, además de producir biomasa vegetal para cobertura y protección del suelo. Las numerosas investigaciones relacionadas con el tema de las plantas de cobertura ayudan en la producción de una vasta literatura, donde los profesionales y productores pueden aprovechar y aumentar el conocimiento para prácticas más sostenibles para la agricultura y que dañan menos el medio ambiente. El uso de plantas como forma de cobertura es una alternativa que contribuye a incrementar la sustentabilidad en los sistemas agrícolas, debido a la capacidad de promover la cobertura del suelo, absorber nutrientes de las capas del subsuelo y liberarlos lentamente a través de la descomposición de los suelos y sus desechos.

Palabras clave: Abono verde; Labranza cero; Compresión.

1. Introdução

O solo é um recurso natural renovável que desempenha um papel fundamental na produtividade agrícola, o qual possui em sua composição os nutrientes essenciais para as plantas. Um solo fértil possui grande capacidade de fornecer água e nutrientes às plantas, mas sua fertilidade pode variar muito, em uma só propriedade agrícola. Por isso, o agricultor precisa conhecer os solos de sua lavoura, o que só é possível com a análise específica (Novais et al., 2007). A qualidade de um solo agrícola é de fundamental importância para o cultivo, interferindo efetivamente na sanidade e desenvolvimento das plantas (Vezzani & Mielnickzuc, 2009).

A intensidade de animais de pastejo (Conte et al., 2007; Flores et al., 2007; LanzaNova et al., 2007; Comte et al., 2011; Ortigara et al., 2014), e o tráfego de máquinas e implementos de preparo do solo em lavouras tem causado alterações consideráveis nas propriedades físicas do solo, sendo que, tais alterações resultam, não apenas em decréscimo na porosidade do solo, mas também no aumento significativo da densidade do solo, ocasionando um impedimento físico ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas (Carvalho et al., 2006).

A utilização de plantas de cobertura do solo busca melhorar as condições de ambiente para o cultivo agrícola, tendo como principais funções auxiliar na formação de matéria orgânica, beneficiando a estruturação do solo, retenção de umidade, aumento da porosidade, proteção contra processos erosivos, lixiviação de nutrientes, fornecimento de palha principalmente para o sistema plantio direto, isolante térmico, construção do perfil do solo pelas raízes, controle de compactação, ciclagem de

nutrientes, fixação biológica de nitrogênio atmosférico no caso das leguminosas, favorecem a biodiversidade do solo, auxiliam ainda no controle de plantas daninhas, doenças, pragas e nematoides, entre outros fatores (Lamas, 2017; Sousa, 2020). O uso de plantas de cobertura cria um microclima no solo, ou seja, faz com que não se tenha tantas oscilações de temperatura proporcionando um melhor desenvolvimento das plantas (Silva et al., 2019).

O início do uso de plantas de coberturas em lavouras foi considerado uma excelente inovação para a agricultura, contudo, ainda nos dias atuais, se trabalham maneiras de adaptar melhor esse sistema para as especificidades de cada região e aos seus microclimas (Alvarenga et al., 2001). Diferentes tipos de plantas de cobertura favorecem o aparecimento de grupos taxonômicos distintos da macrofauna edáfica no solo, onde as leguminosas apresentam maior taxa de invertebrados e as gramíneas favorecem espécies que atuam na serrapilheira, sendo que essa densidade demográfica das espécies é variável dependendo da época da cultura de cobertura (Santos et al., 2008). Dentre as plantas de cobertura, em geral, as gramíneas tem apresentado maior produção de fitomassa e matéria seca, enquanto que, as leguminosas acumulam maior quantidade de nitrogênio no solo, o qual pode se tornar disponível para a cultura agrícola sucessora (Bertin et al., 2005).

De maneira geral, as plantas de cobertura trazem vantagens para as culturas agrícolas, no entanto, Nunes et al. (2006) não recomendam o uso de algumas leguminosas isoladas para a produção de matéria seca para o cultivo de feijão e sim gramíneas, que produzem matéria seca suficiente para que seja viável à cultura, proporcionando ainda maiores rendimentos. Porém, como citam Albuquerque et al. (2013), para a cultura do milho, as leguminosas são ótimas fontes de nitrogênio, gerando respostas tanto com a adubação verde apenas quanto em conjunto com a adubação mineral nitrogenada.

Tem-se dentre as opções de plantas de cobertura do solo a cultura do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), que é uma planta mundialmente utilizada na cobertura do solo com o objetivo de adubação verde, com o fornecimento de massa seca (palha) para no Sistema de Plantio Direto (SPD), por apresentar uma ampla capacidade de reciclagem de nutrientes como por exemplo, fosforo e nitrogênio, além de possuir um sistema radicular extremamente agressivo, sendo em razão disso considerado um subsolador natural (Boakowicz et al., 2007). Oliveira et al. (2002) demonstraram que o rendimento de feijão cultivado sob plantio direto, apresenta maior variação conforme a cultura de cobertura formadora de palhada, do que pelo método de cultivo.

De acordo com Brasi et al. (2008), o nabo forrageiro é uma planta extremamente vigorosa com um sistema radicular pivotante e agressivo, é uma planta anual da família das crucíferas, de hábito de crescimento ereto, herbáceo, com intensa ramificação e altura variando entre 1,00 e 1,80 m, o mesmo é capaz de romper camadas do solo extremamente adensadas e compactadas, a profundidades superiores a 2,50 m, apresenta ainda características alelopáticas que são capazes de inibir a emergência e o desenvolvimento de uma série de plantas invasoras, o mesmo ainda é pouco exigente quanto a fertilidade, apresentando resistência a solos ácidos e produz de 5 a 10 toneladas de massa seca por hectares. Essa produção de massa seca está condizente com o que cita Alvarenga et al. (2001), onde considera uma quantidade de 6 t ha⁻¹ de palhada na superfície do solo como ideal para cobertura, no entanto, isso varia com as características da área cultivada, clima e fertilidade do solo, principalmente.

A liberação de nutrientes do nabo forrageiro acompanha a decomposição da palhada, sendo que, em que uma fase inicial ocorre de maneira mais rápida, que gira em torno do primeiro mês, e na segunda fase, ocorre de forma mais lenta, o que corresponde em mais um mês e meio, cujo processo de decomposição após esse período se estabiliza, se favorecendo assim a liberação de nutrientes (Heinz et al., 2011).

O nabo forrageiro é uma cultura anual de inverno, com hábito de crescimento ereto, herbáceo e muito ramificado. É tolerante à seca e ao frio, além de ser pouco exigente em fertilidade e tolerante a solos ácidos. A semeadura pode ser realizada a lanço ou em linhas, com espaçamento de 20 cm a 40 cm, distribuindo de 3 a 15 kg de sementes por hectare, porém, para a cobertura do solo, recomenda-se as maiores populações para que se evite a formação de raízes tuberosas (EMBRAPA, 2021).

Sendo assim, este trabalho revisional tem por objetivo descrever e avaliar a cultura do nabo forrageiro como descompactador do solo, reciclador de nutrientes e produtor de biomassa. Este processo de se dará através da análise das principais características da cultura dos efeitos do nabo forrageiro em relação à qualidade do solo, bem como pela definição da importância do nabo forrageiro para a estrutura do solo e dos principais nutrientes reciclados pela cultura.

2. Metodologia

O presente trabalho consta de um artigo revisional, elaborado a partir de uma revisão narrativa (Casarin et al., 2000), baseado em referências selecionadas de forma variável e arbitrária (Cooper, 2016). Os dados foram obtidos a partir de livros e artigos disponíveis na Base de dados dos Periódicos Capes e Google Acadêmico. Para a pesquisa bibliográfica foram utilizadas palavras-chaves tais como: plantas de cobertura do solo, nabo forrageiro, descompactador do solo e plantas recicladoras.

Nas pesquisas, foram selecionados os materiais bibliográficos que tratassem sobre a cultura do nabo forrageiro, bem como elementos técnicos e resultados de pesquisas científicas que apresentassem informações consistentes sobre as potencialidades da espécie como descompactadora do solo, reciclador de nutrientes e produtor de biomassa.

Para análise dos dados selecionados, foi realizada a análise de conteúdos (Bardin, 2016) a partir das seguintes categorias:

- o solo e sua importância;
- plantas de cobertura e compactação do solo;
- cultura do nabo forrageiro;
- reciclagem de nutrientes e fertilidade do solo.

3. Resultados e Discussão

3.1 O Solo e Sua Importância

O solo tem sido formado por relações complexas do intemperismo de rochas e minerais, e é onde se desenvolvem as plantas, acontece a ciclagem de nutrientes, a produção e degradação da biomassa, formando uma camada de material biologicamente ativo. Condições que permitam o funcionamento do sistema do solo, auxiliam na formação e manutenção de agroecossistemas, atuação do ciclo da água, equilíbrio de gases atmosféricos e ainda fomentando a biodiversidade (Lopes & Guilherme, 2007).

O solo é composto por uma fase sólida, que compreende basicamente os minerais, com cerca de 45% da composição e matéria orgânica com cerca de 5%; pela fase líquida, que envolve a solução do solo e apresenta 25%; e pela fase gasosa, que é basicamente o ar do solo, que representa 25% da sua composição, sendo que, essas divisões podem sofrer variações conforme as condições específicas de cada ambiente (Machado & Favareto, 2006). Para que os solos sejam considerados aptos à agricultura, alguns fatores devem ser determinados, como por exemplo, a profundidade efetiva do solo, textura, permeabilidade, declividade, condições de erosão e inundação, pedregosidade, fertilidade, entre outros pontos, que garantam condições agrícolas (Favaretto et al., 2006).

O solo, para o sistema agrícola, é diferente do sistema natural e necessita da interferência humana para mantê-lo e produzir biomassa vegetal, relacionadas às culturas agrícolas ou mesmo florestais (Wisniewski, 2006). Para a agricultura é considerado um solo com fertilidade, quando apresenta os nutrientes essenciais nas quantidades adequadas e balanceadas para proporcionar o desenvolvimento das plantas, com boas características físicas e biológicas e não possuir elementos tóxicos, além de estar situado em local com condições climáticas favoráveis (Lopes & Guilherme, 2007).

Além disso, o solo possui importantes funções, desde o armazenamento e escoamento e infiltração da água na superfície, sendo um componente fundamental para o desenvolvimento de diversos ecossistemas. Por esse motivo, o manejo

adequado e a preservação do solo tornam-se tarefas essenciais, já que é um recurso natural não renovável, ou seja, é limitado, e a exploração desenfreada pode acarretar muitos problemas futuros (Lourente et al., 2011).

3.2 Plantas de Cobertura do Solo

Plantas para cobertura vegetal do solo são compostas por diferentes famílias, incluindo as gramíneas, leguminosas e as brassicáceas. As gramíneas apresentam um crescimento mais vigoroso, com relação C/N maior e por isso demoram mais tempo para se decomporem e com isso, mantêm a proteção do solo; sendo que, as principais espécies são o sorgo, milheto, braquiárias e aveia. As leguminosas produzem menos matéria seca do que as gramíneas, no entanto, são capazes de se associarem a rizóbios no solo e fixarem nitrogênio atmosférico (N₂), diminuindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados para a cultura posterior, em que, as principais culturas são a crotalária, o guandu-anão, estilosantes, mucuna e ervilhaca (Oliveira, 2014). As brássicas, em especial o nabo forrageiro, apresentam baixa relação C/N, fator que propicia sua rápida decomposição e liberação de nutrientes logo após seu manejo, contudo a capacidade de produzir fitomassa e absorver nitrogênio mineral é semelhante às gramíneas e absorve nutrientes nas regiões mais profundas do solo (Giacomini et al., 2004; Silva et al., 2006; Carvalho et al., 2008).

O uso de plantas como forma de cobertura, é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, devido à capacidade de absorver nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e liberando pela decomposição dos seus resíduos (Bernardes et al., 2010; Leite et al., 2010). As plantas de cobertura contribuem para o processo de absorção de elementos químicos de diferentes profundidades do solo, contribuindo na ciclagem de nutrientes mesmo depois de passado seu ciclo, deixando nutrientes disponíveis às culturas sucessoras (Borket et al., 2003).

O uso contínuo de plantas de cobertura durante os anos no sistema plantio direto favorecem o incremento de carbono orgânico no solo, principalmente na camada superficial de 2,5 cm, isso beneficiado por plantas de cobertura que produzam maior taxa de massa seca, como no caso do tremoço-azul (Gonçalves & Ceretta, 1999). A utilização de plantas para a cobertura de solo não está somente relacionada com o setor de produção de grãos, mas tem grande importância também na fruticultura, já que a utilização de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), e outras espécies como aveia preta (*Avena strigosa*), proporcionam o aumento da atividade microbiana do solo, possibilitam o aumento nos teores de umidade no solo e matéria orgânica, disponibilizando nutrientes para os pomares, como por exemplo nitrogênio (N), potássio (K), magnésio (Mg) e cálcio (Ca), além de baixar o custo para os produtores que economizam com fertilizantes, pois a utilização de plantas de cobertura como o nabo forrageiro, favorecem a incorporação de alguns nutrientes no solo como por exemplo o nitrogênio (Balbinot & Zorzi, 2014).

Plantas de cobertura favorecem o controle de plantas daninhas através da supressão que estas proporcionam (Borges et al., 2014). No período do verão, a utilização de milho, dente-de-burro, sesbânia e mucuna-verde apresentaram capacidade de suprimir a germinação, a emergência e o estabelecimento de *Raphanus* spp (Lamego et al., 2015). A redução da emergência e acúmulo de matéria seca de plantas daninhas na cultura do tomateiro rasteiro, foi obtido com as plantas de cobertura *Pennisetum glaucum* e *Crotalaria juncea* sementeadas separadas ou em consórcio entre ambas ou com *Stizolobium aterrimum* (Silva et al., 2009). A planta daninha picão-preto (*Bidens pilosa*) teve redução de seu crescimento quando utilizado o nabo forrageiro e a canola como plantas de cobertura (Moraes et al., 2010). Para Gatzke (2017), o nabo forrageiro consorciado com aveia-preta tem apresentado melhores resultados na supressão de plantas daninhas, do que a utilização dessas plantas em cultivo único.

3.3 A Cultura do Nabo Forrageiro

3.3.1 Características Agronômicas do Nabo Forrageiro

O nabo forrageiro é uma planta de origem asiática, muito cultivada para a extração de óleo nessa região. No Brasil não existem dados oficiais sobre essa cultura, sendo que na grande maioria é utilizada como planta de cobertura de solo nas entressafras principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Planta herbácea, anual, ramificada, flores brancas com matizes de lilás ou roxas, raízes tuberosas e pivotantes profundas, podendo atingir altura de 1,90 m em solos férteis (Hernani et al., 1995).

É uma cultura que já estava no Mediterrâneo a cerca de 2000 a.C., que posteriormente se espalhou para a China em 500 d.C. e Japão em no ano 700 d.C., tendo grande importância nesses países, bem como na Coreia e Sudeste Asiático, especialmente na Tailândia e Birmânia. Avançou para a Europa, onde sua importância é maior para forragem e adubo verde. Suas raízes são muito apreciadas como condimentos, sopas, molhos ou cozidas com carnes, podendo também ser consumido cru (Cabi, 2022).

É uma cultura bastante tolerante à seca e ao frio, aos 60 dias cobre cerca de 70% do solo, inibindo a entrada e o desenvolvimento de plantas daninhas, seja nas culturas em andamento seja nas futuras, reduzindo ou dispensando o uso de herbicidas. Floresce entre 70 e 80 dias após o plantio e atinge sua plenitude aos 100 a 120 dias (Brasi et al., 2008). Entre 50 e 80 dias após a semeadura, o solo está praticamente todo coberto pela cultura, sendo importante para a repressão de plantas daninhas, o que auxilia na redução de custos de herbicidas para a cultura posterior, além de apresentar rusticidade e resistência às doenças (Hernani et al., 1995). Wolschick et al. (2016) destacam que o nabo forrageiro é uma cultura com rápido desenvolvimento inicial, assemelhando-se a aveia, proporcionando rápida cobertura do solo, pelo célere desenvolvimento do dossel.

No que se refere às características agronômicas da cultura do nabo forrageiro, pode-se destacar que esta espécie é pouco exigente em fertilidade e resistente a solos ácidos (Hernani et al., 1995). O nabo forrageiro é capaz de produzir 20 a 35 t ha⁻¹ de massa verde, 3,5 t a 8 t ha⁻¹ de massa seca e 0,5 a 1,5 t ha⁻¹ de grãos. Os grãos possuem cor marrom-amarelada com 2 mm a 3 mm de diâmetro. O teor de óleo presente nos grãos varia de 27% a 42%, com uma média de 35%. A produtividade do óleo está em torno de 150 kg ha⁻¹ a 550 kg ha⁻¹ (Andrade & Silveira, 2004).

Visando adaptar genótipos de nabo forrageiro para o plantio em regiões mais quentes do país, Oliveira et al. (2014) realizaram testes com 100 progênies de meio-irmãos e observaram um valor baixo, de 53% de emergência a 20-35°C em laboratório e de 55% de emergência de plântulas no plantio em campo no período de primavera, demonstrando que há genótipos com potencial para serem cultivados nessas áreas, necessitando de seleção destes materiais.

Além do mais, o nabo apresenta potencial para utilização na produção de biodiesel, ou mesmo, como incremento na formulação com outras matérias primas, tendo importância por ser uma fonte renovável (Shah et al., 2013). Conforme Valle et al. (2009), o nabo forrageiro é uma importante fonte produtora de óleo, que não é utilizado no consumo humano, com custo de produção baixo, podendo ser produzido entre outras safras.

A Índia é um país que trabalha o desenvolvimento de novas cultivares híbridas F1 de nabo forrageiro, estas, com características mais vantajosas como precocidade, maior rendimento, melhor desenvolvimento e qualidade em raiz, resistência a pragas e doenças, além de adaptabilidade. Na grande maioria, estes são híbridos para produtores mais tecnificados, contudo, também são produzidas sementes de cultivares nativas a preços acessíveis a todos os produtores (Singh et al., 2001).

O nabo forrageiro é utilizado em cruzamentos com a cultura da colza (*Brassica napus*), para incrementar as características genéticas desta cultura, buscando características agronômicas com importância econômicas (Wang et al., 2006). No entanto, em geral, trabalhos de seleção de plantas de nabo forrageiro são escassos na literatura. Sá (2008), avaliou 100 progênies de meios-irmãos da cultivar CATI AL 1000 e observou variabilidade de 36 dias entre o ciclo da cultura. Essa condição foi superior a 1% conforme os testes aplicados e passível de seleção para homogeneização entre as populações

buscando mais semelhança entre os ciclos das plantas, favorecendo o controle de pragas e doenças e qualidade de sementes, pela maturação homogênea. A produtividade entre as progênies avaliadas por Sá (2008) variou em mais de 500 kg ha⁻¹, demonstrando ampla variabilidade genética e a seleção desta característica proporciona aumento de rendimento para a cultivar.

As sementes produzidas por produtores quando bem armazenadas e manejadas favorecem a qualidade fisiológica do lote, bem como, evitar o uso de sementes da safra anterior para plantio, refletem em melhor germinação (Pires et al., 2019). O beneficiamento de sementes em peneiras, mesa gravitacional e máquinas de ar, favorecem a qualidade fisiológica e físicas das sementes, tendo em vista que sementes com densidade menor apresentam qualidade menor (Nery et al., 2009).

Os testes de germinação do nabo forrageiro, são realizados com substrato de areia e papel com temperatura que alternam entre 20 a 30 °C (Kataoka et al., 2011). O uso do teste de tetrazólio se mostra eficiente para determinar a eficiência de um lote de sementes, quanto seu potencial germinativo e viabilidade para a sementeira (Salazar Mercado et al., 2020). Para o estabelecimento inicial da cultura, o vigor é determinante para a lavoura apresentar um bom estande, no entanto, as condições ambientais, de clima e solo irão determinar a produção (Marcos Filho & Kikuti, 2006).

3.3.2 Principais Nutrientes Reciclados pela Cultura do Nabo Forrageiro

Plantas de cobertura, de maneira geral, trazem benefícios para a fertilidade do solo e auxiliam na nutrição das culturas, sendo que, são capazes de realizar a ciclagem de nutrientes e disponibilizar esses às plantas (Pereira et al., 2017). Gama (2019) demonstra que plantas de cobertura são capazes de elevar teores de nutrientes para as culturas implantadas, isso, de certa forma, pode favorecer a redução de uso de adubação química com o passar do tempo em que se vá construindo o sistema de cultivo.

As plantas de cobertura tendem a condicionar melhor o solo para o cultivo de culturas comerciais, no entanto, os processos que melhorem as qualidades físico, químicas e biológicas do solo são resultados de investimentos em trabalhos subsequentes de diversos anos (Fonseca, 2017). Efeitos sobre plantas daninhas, incremento de produtividade para as culturas sucessoras, liberação de nitrogênio e disponibilidade de demais nutrientes, são concebidos pelo uso de plantas de cobertura no manejo do plantio direto (Brito, 2016).

Segundo Balbinot et al. (2014) a reciclagem de nutrientes da cultura do nabo tem uma rápida liberação para as plantas pois a cultura tem decomposição rápida, ciclando a matéria seca transformando em nutrientes e liberando para as culturas implantadas, onde o nabo com seu sistema radicular agressivo além de descompactar o solo e capaz de ciclar nutrientes em camadas mais profundas, diferencial que não é encontrado em outras culturas.

Em relação a reciclagem de nutrientes e acúmulo, até a fase de pré – florescimento o nabo forrageiro é capaz de produzir elevada produção de massa seca na parte aérea, e acumulando boas quantidades de N, P, K, Ca, Mg e S por hectare onde estes nutrientes são disponibilizados nas culturas seguintes, onde os primeiros a serem utilizados pelas culturas sucessoras são N e P, pois se tornam disponível mais rapidamente (Crusciol et al., 2005).

Para Lima et al. (2007) a quantidade de nutrientes acumulados em g kg⁻¹ da matéria seca em nabo forrageiro, foram de 25, 2, 31, 14 e 11, respectivamente, para N, P, K, Ca e Mg, podendo ressaltar que os teores de K e Mg são maiores do que em crotalaria juncea e aveia preta e, o N é menor do que em crotalaria juncea e o Ca é menor do que em aveia preta e milheto, demonstrando que o nabo forrageiro é uma ótima espécie recicladora de nutrientes.

A liberação de N em nabo forrageiro é relativamente rápida, devido em partes, pela baixa relação C/N desta espécie, onde com cerca de 30% da liberação do N total já ocorrendo nos primeiros 15 dias após o manejo e os 60% de liberação aos 30 dias após o manejo da cobertura (Heinz et al., 2011). O K é o elemento mais rapidamente mineralizado, em grande parte por ser um elemento que não realiza ligações complexas no organismo dos vegetais, sendo assim facilmente perdido, sendo que Heinz et al. (2011) observaram redução de 95,5% do total desse elemento na palhada já nos primeiros 45 após o manejo e o

acúmulo na planta foi de 235 kg ha⁻¹.

Em trabalho realizado por Wolschick et al. (2016), o nabo forrageiro se mostrou uma planta boa acumuladora de Ca na parte aérea. Em comparação a aveia+ervilhaca e aveia preta, aos 30 dias após a dessecação, a liberação de N pelo nabo forrageiro foi de 50%, contra 44 e 42% para os dois outros tratamentos, respectivamente. Quando a avaliação se deu aos 120 dias, a liberação de N em nabo forrageiro foi de 94%, na aveia+ervilhaca de 91% e em aveia preta de 85%, demonstrando que para esse nutriente ser mais facilmente aproveitado pela cultura sucessora, essa deve ser implantada de maneira mais rápida possível após o manejo do nabo forrageiro (Ceretta, et al., 2002).

Ceretta et al. (2005) avaliando a ciclagem de nutrientes através da aplicação de dejetos de suínos, observaram que o nabo forrageiro se destacou em relação ao milho e a aveia preta, na reciclagem de N, P e K, sendo essa cultura uma alternativa para um melhor aproveitamento desses nutrientes da adubação de origem animal.

3.3.3 Efeitos do Nabo Forrageiro sobre a Qualidade Física, Química e Biológica do Solo

De acordo com Pereira et al. (2013), com o aumento da área cultivada, cresce também a demanda por novas tecnologias de produção. Nesse sentido, é fundamental que se busquem alternativas que reduzam os impactos e promovam ganhos de produtividade, sem comprometer o balanço energético da cultura. Além dos avanços tecnológicos, a adoção de sistemas de produção sustentáveis e conservacionistas tem contribuído para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, refletindo positivamente no aumento de produtividade das lavouras.

Entre as principais culturas hibernais utilizadas na cobertura do solo, o nabo forrageiro recebe destaque por proporcionar a maior taxa de cobertura do solo de maneira mais rápida, juntamente com trigo mourisco e o consórcio de aveia-preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro, favorecendo a proteção contra a ação erosiva da chuva e a perda de umidade do solo pela incidência solar (Ziech et al., 2015).

Em relação as características hídricas, o solo com cobertura de nabo forrageiro e aveia preta, foi capaz de infiltrar 46% mais água do que um solo escarificado mecanicamente, isso beneficia o desenvolvimento radicular e armazenamento de água no solo para as culturas (Nicoloso et al., 2008).

Lopes (2017) estabeleceu o nabo forrageiro em casa de vegetação com o intuito de avaliar o desenvolvimento das raízes e capacidade de descompactação de camada compactada de solo. Os resultados obtidos demonstraram diminuição da densidade do solo e ocorreu o desenvolvimento das raízes na zona compactada do solo, sem alterações na massa verde e secas das plantas, demonstrando a capacidade dessa planta em penetrar camadas compactadas nos solos de lavouras, favorecendo a descompactação. Segundo Nicoloso et al. (2008), o uso de nabo forrageiro, ou o consórcio deste com outras culturas apresenta relativa vantagem para servir de escarificador do solo, em relação a escarificação mecânica, onde as raízes, são muito mais eficientes na formação da macroporosidade e microporosidade do solo.

O nabo forrageiro tem excelentes resultados de manejo de solo, sendo capaz de abrir poros no solo favorecendo a infiltração da água e melhorando a aeração do mesmo. Onde tem-se nabo como planta de cobertura em pré-implantação do milho com a cobertura de nabo, o milho desenvolve um maior número de raízes apresentando um colmo mais forte, além também de ser um supressor de plantas daninhas reduzindo o seu aparecimento, onde também é responsável por disponibilizar nitrogênio para as plantas (Torres et al., 2008).

A relação C/N do nabo forrageiro permaneceu em torno de 29,2 em trabalho realizado por Lima et al. (2007), valor que define a rápida degradação da palhada da cultura, que tende a favorecer a fertilidade e a estruturação de agregados no solo. No entanto, parte da massa seca da cultura do nabo forrageiro permanece na superfície do solo pelo período de uma safra posterior, servindo como alternativa para a manutenção de palhada para o sistema plantio direto (Ziech et al., 2015).

O desenvolvimento do nabo forrageiro, sua produção de fitomassa e conseqüentemente, sua disponibilização de

nutrientes para o solo após seu manejo, sofre grande interferência da distribuição da palhada da cultura anterior a sua semeadura. Como observado por Marschall (2021), o desenvolvimento e produção de massa seca do nabo forrageiro se correlaciona com as faixas de distribuição da palhada da soja após a colheita, o que forma gradientes físicos, químicos e biológicos nas áreas de produção. Segundo Nicoloso et al. (2008), quando o nabo forrageiro é consorciado com a aveia, proporciona maior cobertura morta para a proteção do solo e beneficia a manutenção de umidade, controle de invasoras e estabilização de temperatura no solo para a próxima cultura.

Fernandes (2021) trabalhou o consórcio de nabo forrageiro com a cultura do girassol, com o objetivo de diminuir a temperatura do solo, principalmente em períodos mais quentes do dia. Neste quesito, o nabo forrageiro obteve destaque, principalmente sobre a *Brachiaria ruziziensis*.

3.3.4 Persistência da Palhada no Solo

A persistência da palhada das plantas de cobertura sobre o solo está diretamente ligada com a umidade do solo, de tal modo que em tempos em que há índices pluviométricos mais elevado, tem-se uma decomposição mais rápida da palhada, e conseqüentemente uma maior liberação dos nutrientes ao solo, com fenômenos adversos temos o processo ocorrendo de forma contrária (Ceretta et al., 2002).

O nabo forrageiro apresenta maior teor de lignina em sua constituição no período de maturação, em relação ao período de florescimento, sendo assim, apresenta respostas de degradação mais lenta da palhada, quando manejado nessa fase (Carvalho et al., 2009). O nabo forrageiro pode não apresentar diferença significativa de lignina em relação a aveia preta (Lang, 2002). A hemicelulose não apresenta diferença quando o nabo forrageiro é manejado na floração ou na maturação. Já a celulose e a lignina apresentam níveis mais acentuados no final do ciclo, no momento da maturação. A lignina, em especial é um constituinte que é referência para uma decomposição mais lenta da palhada, auxiliando a permanência da cobertura do solo (Carvalho et al., 2009).

Entre nabo forrageiro e aveia preta não houve diferença significativa para a relação C/N entre as culturas, compreendendo o período de maior relação o momento do florescimento das culturas, sendo essa uma informação importante por ser a aveia uma gramínea, as quais possuem nível mais elevado de relação C/N (Lang, 2002).

Apenas 27% da massa seca do nabo forrageiro permaneceu no solo decorridos 53 dias após o manejo da cultura, é uma baixa persistência quando se compara às gramíneas (Crusciol et al., 2005).

No período de florescimento é quando se obtém a maior massa seca do nabo forrageiro, sendo nesse período o ideal para realizar o manejo para iniciar a safra subsequente, contudo, cerca de 70 a 75% desses resíduos são decompostos rapidamente e nem todo o restante da massa seca é aproveitada no solo (Lang, 2002).

4. Considerações Finais

O uso de plantas como forma de cobertura, é uma alternativa que contribui para o aumento da sustentabilidade nos sistemas agrícolas, devido à capacidade de promover a cobertura do solo, absorver nutrientes das camadas subsuperficiais e liberá-los de forma lenta pela decomposição dos seus resíduos.

O nabo forrageiro produz, até o estágio do florescimento, elevada quantidade de parte aérea em cultivo de inverno, tendo um grande acúmulo de vários nutrientes entre eles macros e micronutrientes como por exemplo, N, P, K, Ca, Mg e S. O manejo do nabo forrageiro no estágio de pré-florescimento apresenta rápida degradação da palhada, liberando quantidades altas de substâncias como macronutrientes, o K e N são os nutrientes disponibilizados em maior quantidade e velocidade para a cultura subsequente.

A maior velocidade de liberação de macronutrientes pelo nabo forrageiro ocorre entre 10 e 20 dias após o manejo da

fitomassa, sendo capaz de descompactar as camadas do solo com o seu sistema pivotante que rompe o perfil do solo promovendo a micro e macroporosidade, melhorando a infiltração da água e a estrutura do solo.

Como sugestões para estudos futuros recomenda-se fortemente que sejam realizadas pesquisas capazes de avaliar a relação entre a biologia e a microbiologia do solo com a cultura do nabo forrageiro e a sua capacidade de atuação em processos de descompactação do solo.

Referências

- Albuquerque, A. W. D., Santos, J. R., Moura Filho, G., & Reis, L. S. (2013). Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17, 721-726.
- Alvarenga, R. C., Cabezas, W. A. L., Cruz, J. C., & Santana, D. P. (2001). Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36.
- Andrade, S. A. L. D., & Silveira, A. P. D. D. (2004). Biomassa e atividade microbianas do solo sob influência de chumbo e da rizosfera da soja micorrizada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39, 1191-1198.
- Balbinot, M. et al. (2014). Uso de plantas de cobertura e cobertura morta em pomar de pessegueiro. In: *Congreso Nacional de Ciencias Agrarias: Producción sostenible de alimentos para el desarrollo de Paraguay*. n. 3. 2014. San Lorenzo - Paraguay. Anais...San Lorenzo: Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción, p. 73-74.
- Balbinot, M.; Zorzzi, I. C. (2014) Relação entre manejo de plantas de cobertura e estado nutricional de pessegueiro. In: *Congresso Brasileiro de Fruticultura*. n. 23. 2014. Cuiabá - MT. Anais.... Cuiabá: Sociedade Brasileira de Fruticultura. 2014.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo São Paulo*: Edições 70. Brasil.
- Bernardes, T. G., da Silveira, P. M., Mesquita, M. A. M., de Aguiar, R. A., & Mesquita, G. M. (2010). Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 40(3), 370-377.
- Bertin, E. G., Andrioli, I., & Centurion, J. F. (2005). Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 27(3), 379-386.
- Boakowicz, G., Müller, J., Kamimura, K. M., & Mazurana, M. (2007). Nabo forrageiro como método biológico para descompactação do solo. *Salão de Iniciação Científica* (19.: 2007: Porto Alegre). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2007.
- Brasi, L. A. C. S., Denucci, S., Portas, A. A. (2020). *Nabo - adubo verde, forragem e bioenergia*. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/nabo/index.htm>. Acesso em: 26 ago 2021.
- Brito, L. F. *Plantas de cobertura no sistema de plantio direto orgânico do milho no monocultivo e consorciado com feijão-de-porco (Canavalia ensiformes)*. 2016. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- Cabi. Invasive Species Compendium, *Raphanus sativus* (radish) (2022). Disponível em: <<https://www.cabi.org/isc/datasheet/46796>>. Acesso em: 02 fev 2022.
- Carvalho, A. M. D., Bustamante, M. M. D. C., Sousa Junior, J. G. D. A., & Vivaldi, L. J. (2008). Decomposição de resíduos vegetais em Latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 2831-2838.
- Carvalho, A. M., de Souza, L. L. P., Alves, P. C. A. C., & Júnior, R. G. (2009). *Composição Química de Plantas de Cobertura e Decomposição de Resíduos Vegetais*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 15 p.
- Carvalho, G. J., Carvalho, M. D. P., Freddi, O. D. S., & Martins, M. V. (2006). Correlação da produtividade do feijão com a resistência à penetração do solo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10, 765-771.
- Casarin, S. T., Porto, A. R., Gabatz, R. I. B., Bonow, C. A., Ribeiro, J. P., & Mota, M. S. (2020) *Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health*. J. nurs. health. 10(n.esp.):e20104031. <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/enfermagem/article/view/19924>.
- Ceretta, C. A., Basso, C. J., Herbes, M. G., Poletto, N., & Silveira, M. J. D. (2002). Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, 32, 49-54.
- Ceretta, C. A., Basso, C. J., Pavinato, P. S., Trentin, E. E., & Giroto, E. (2005). Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. *Ciência Rural*, 35, 1287-1295.
- Conte, O., Levien, R., Trein, C. R., Cepik, C. T., & Debiassi, H. (2007). Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. *Engenharia Agrícola*, 27, 220-228.
- Cooper D. (2016) What is a “mapping study?”. J. med. libr. assoc. 104(1):76-8. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4722648/>. Acesso em 10 nov. 2022.
- Crusciol, C. A. C., Cottica, R. L., Lima, E. D. V., Andreotti, M., Moro, E., & Marcon, E. (2005). Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40, 161-168.

- EMBRAPA. (2022). Nabo-forrageiro. Agência Embrapa de Informações Tecnológicas. <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn002wx5eo0sawqe38tspejq.html>>..
- Favaretto, N., Cogo, N. P., & Bertol, O. J. (2006). Uso, manejo e conservação do solo e da água: aspectos agrícolas e ambientais. Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos. Ed. por Lima, MR et al. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 293-341.
- Fernandes, H. C. (2021). Cultura do girassol em consórcio com diferentes plantas de cobertura: temperatura do solo e produtividade. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Curso de Agronomia. Faculdade da Amazônia. Vilhena, 2021.
- Flores, J. P. C., Anghinoni, I., Cassol, L. C., Carvalho, P. C. D. F., Leite, J. G. D. B., & Fraga, T. I. (2007). Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31, 771-780.
- Fonseca, J. S. (2017). Plantas de cobertura e sua influência nas propriedades físicas do solo e no rendimento de culturas estivais em Alegrete, RS. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Curso de Engenharia Agrícola. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha. Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2017.
- Gama, L. A. D. (2019). Plantas de cobertura no manejo sustentável das infestantes e na produtividade do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). 111 f. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia Tropical. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2019.
- Gatzke, V. (2017). Uso de aveia preta e nabo forrageiro no período outonal sobre atributos físicos do solo e produtividade do trigo. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Curso de Agronomia. Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, 2017.
- Giacomini, S. J., Aita, C., Chiapinotto, I. C., Hübner, A. P., Marques, M. G., & Cadore, F. (2004). Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto: II-Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 751-762.
- Gonçalves, C. N., & Ceretta, C. A. (1999). Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23, 307-313.
- Heinz, R., Garbiate, M. V., Viegas Neto, A. L., Mota, L. H. D. S., Correia, A. M. P., & Vitorino, A. C. T. (2011). Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crambe e nabo forrageiro. *Ciência Rural*, 41, 1549-1555.
- Hernani, L. C., Endres, V. C., Pitol, C., & Salton, J. C. (1995). *Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul* (Vol. 4). Dourados: EMBRAPA-CPAO.
- Kataoka, V. Y., Carvalho, M. L. M. D., Oliveira, M. S. D., & Caldeira, C. M. (2011). Validação de metodologia para o teste de germinação em sementes de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*). *Revista Brasileira de Sementes*, 33, 69-79.
- Kunz, M., Gonçalves, A. D. M. D. A., Reichert, J. M., Guimarães, R. M. L., Reinert, D. J., & Rodrigues, M. F. (2013). Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em Latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37, 1699-1708.
- Lamas, F. M. Plantas de cobertura: o que é isto? *Embrapa Agropecuária Oeste*, Brasília, [s. l.] 2017.
- Lamego, F. P., Caratti, F. C., Reinehr, M., Gallon, M., Santi, A. L., & Basso, C. J. (2015). Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. *Comunicata Scientiae*, 6(1), 97-105.
- Lang, C. R. (2002). Dinâmica da decomposição e liberação de nutrientes da palhada de aveia preta e nabo forrageiro cortadas em diferentes estágios de desenvolvimento. *Scientia Agraria*, 3(1-2), 115.
- Lanzanova, M. E., Nicoloso, R. D. S., Lovato, T., Eltz, F. L. F., Amado, T. J. C., & Reinert, D. J. (2007). Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31, 1131-1140.
- Lima, J. D., Aldrighi, M., Sakai, R. K., Soliman, E. P., & da Silva Moraes, W. (2007). Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabíça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 37(1), 60-63.
- Lopes, A. S., & Guilherme, L. R. G. (2007). Fertilidade do solo e produtividade agrícola. Fertilidade do solo, 2-64. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa.
- Lopes, E. L. (2017). Efeito da compactação do solo no desenvolvimento de nabo forrageiro e sua ação como descompactador biológico. 46 p. Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2017.
- Lourente, E. R. P., Mercante, F. M., Alovise, A. M. T., Gomes, C. F., Gasparini, A. S., & Nunes, C. M. (2011). Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41, 20-28.
- Machado, M. D. M., & Favaretto, R. (2006). Atributos físicos do solo relacionados ao manejo e conservação dos solos. *Recomendações de manejo do solo: Aspectos tecnológicos e metodológicos*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 233-254.
- Marcos Filho, J., & Kikutí, A. L. P. (2006). Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, 28, 44-51.
- Marschall, L. S. (2021). Variabilidade na distribuição de resíduos da soja durante a colheita e seu efeito sobre a produção de matéria seca do nabo forrageiro em sucessão. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Curso de Agronomia. Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, 2021.
- Salazar Mercado, S. A., Quintero Caleño, J. D., & Bustos Urbano, V. J. (2020). Implementación de la prueba de tetrazolio en las semillas de *Raphanus sativus* L. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*, 15(2 (2019)), 7-15.
- Moraes, P. D., Agostinetto, D., Panozzo, L. E., Brandolt, R. R., Tironi, S. P., Oliveira, C., & Markus, C. (2010). Efeito alelopático de plantas de cobertura, na superfície ou incorporadas ao solo, no controle de picão-preto. *Revista da FZVA*, 17(1), 51-67.

- Nery, M. C., Carvalho, M. L. M. D., Oliveira, J. A., & Kataoka, V. Y. (2009). Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. *Revista Brasileira de Sementes*, 31, 36-42.
- Nicoloso, R. D. S., Amado, T. J. C., Schneider, S., Lanzanova, M. E., Girardello, V. C., & Bragagnolo, J. (2008). 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 Ciência do Solo*, 32, 1723-1734.
- Novais, R., Alvarez, V., De Barros, M. F., Fontes, R., Cantarutti, R., & Neves, J. Fertilidade do solo. Viçosa: *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. 2007.
- Nunes, U. R., Andrade Júnior, V. C., Silva, E. D. B., Santos, N. F., Costa, H. A. O., & Ferreira, C. A. (2006). Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41, 943-948.
- Oliveira, L. E. Z. (2014). Plantas de cobertura: Características, benefícios e utilização. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- Oliveira, S. S. C. D., Martins, C. C., Cruz, S. J. S., & Silva, C. J. D. (2014). Seleção de progênies de nabo-forrageiro para germinação sob altas temperaturas. *Ciência Rural*, 44, 217-222.
- Oliveira, T. K. D., Carvalho, G. J. D., & Moraes, R. N. D. S. (2002). Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37, 1079-1087.
- Ortigara, C., Koppe, E., Luz, F. B. D., Bertollo, A. M., Kaiser, D. R., & Silva, V. R. D. (2014). Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38, 619-626.
- Pereira, A. P., Schoffel, A., Koefender, J., Camera, J. N., Golle, D. P., & Horn, R. C. (2017). Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. *Revista de ciências agrárias*, 40(4), 799-807.
- Pires, A. A., Bortolotto, R. P., dos Santos Salazar, R. F., Zamberlan, J. F., & Souto, K. M. (2019). Qualidade fisiológica de sementes nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) E o crescimento de plântulas. *Ciência & tecnologia*, 3(2), 9-18.
- Sá, R. O. de. (2008). Seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.) cultivar CATI AL 1000. 69 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2008.
- Santos, G. G., Silveira, P. M. D., Marchão, R. L., Becquer, T., & Balbino, L. C. (2008). Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43, 115-122.
- Shah, S. N., Iha, O. K., Alves, F. C., Sharma, B. K., Erhan, S. Z., & Suarez, P. A. (2013). Potential application of turnip oil (*Raphanus sativus* L.) for biodiesel production: physical–chemical properties of neat oil, biofuels and their blends with ultra-low sulphur diesel (ULSD). *BioEnergy Research*, 6(2), 841-850.
- Silva, P. R. F. D., Argenta, G., Sangoi, L., Strieder, M. L., & Silva, A. A. D. (2006). Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. *Ciência Rural*, 36, 1011-1020.
- Silva, A. C. D., Hirata, E. K., & Monquero, P. A. (2009). Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 22-28.
- Silva, P. L. F. D., Oliveira, F. P. D., Tavares, D. D., Nóbrega, C. C. D., & Amaral, A. J. (2019). Water availability in a Planosol under integrated crop-livestock-forestry system in the agreste region of Paraíba, Brazil. *Revista Caatinga*, 32, 449-457.
- Singh, P. K., Tripathi, S. K., & Somani, K. V. (2001). Hybrid seed production of radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of New Seeds*, 3(4), 51-58.
- Sousa, M. *O que são e quais as vantagens das plantas de cobertura*. Embrapa, [s. l.], 2020.
- Torres, J. L. R., Pereira, M. G., & Fabian, A. J. (2008). Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43, 421-428.
- Valle, P. W., Rezende, T. F., Souza, R. A., Fortes, I. C., & Pasa, V. M. (2009). Combination of fractional factorial and Doehlert experimental designs in biodiesel production: Ethanolysis of *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* stokes oil catalyzed by sodium ethoxide. *Energy & fuels*, 23(10), 5219-5227.
- Wang, Y. P., Sonntag, K., Rudloff, E., Groeneveld, I., Gramenz, J., & Chu, C. C. (2006). Production and characterization of somatic hybrids between *Brassica napus* and *Raphanus sativus*. *Plant cell, tissue and organ culture*, 86(2), 279-283.
- Wisniewski, C. A propriedade agrícola como um sistema. In: LIMA, N. R. et al. (ed.). *Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos*. Curitiba, UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006. p.1-8.
- Wolschick, N. H., Barbosa, F. T., Bertol, I., dos Santos, K. F., de Souza Werner, R., & Bagio, B. (2016). Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 15(2), 134-143.
- Ziech, A. R. D., Conceição, P. C., Luchese, A. V., Balin, N. M., Candiottto, G., & Garmus, T. G. (2015). Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50, 374-382.