



EFEITO DE DIFERENTES RESÍDUOS DE PLANTAS DE COBERTURA NA PRODUÇÃO DE REPOLHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO.

EFFECT OF DIFFERENT COVER CROP RESIDUES ON CABBAGE PRODUCTION A NO-TILL PLANTING SYSTEM.

Wallyson Marinho MARTINS

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: wallysonmmartinsc@outlook.com

ORCID <https://orcid.org/0009-0004-2943-0319>

André Rodrigues PUENTES

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: puentesandre06@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0009-0004-9595-7557>

Carlos Cicinato Vieira MELO

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: carlos.melo@unitpac.edu.br

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5203-0215>

RESUMO

A agricultura direta e o sistema de gestão de vegetais são ferramentas importantes na transição para sistemas de produção sustentáveis, segurança da terra e reabilitação de áreas abandonadas. Portanto, os sistemas SPDH são concebidos para melhorar o bem-estar das plantas e melhorar as características biológicas, as propriedades químicas e físicas do solo aumentam o rendimento das culturas. O trabalho possui o objetivo de compreender o efeito dos variados tipos de hábitos de cobertura dentro das virtudes físicas do solo e na criação de repolho. O teste foi realizado na área experimental do Campus Cerro Largo da Universidade Federal de Frontera do Sul, que conta com 20 laboratórios com área de 8 metros quadrados. O planejamento experimental consistiu em blocos casualizados de 5 tratamentos e 4 repetições. Os procedimentos utilizados foram: porco-do-campo (FP), feijão (CJ), capim Sudão (CP), milho (MI) e pousio (SC). As plantas são cultivadas e cortadas no intervalo do ciclo e sua biomassa é colocada abaixo do solo para posterior plantio do repolho. O ciclo de cultivo do repolho teve duração de 135 dias e após o término amostras foram coletadas no solo para análise de densidade, porosidade total e macroporosidade do solo. Parâmetros da cultura apreciados foram massa fresca de cabeça (MFC), diâmetro de cabeça (DC) e

produtividade média. A espessura e a porosidade total da camada de 5–10 cm variaram significativamente, com valores maiores para o tratamento FP e valores menores para o SC. Não houve distinções relevantes na microporosidade e macroporosidade entre os tratamentos, indicando que as técnicas foram semelhantes para este parâmetro. A produção do repolho foi maior no tratamento FJ, que é a condição ótima de produção para utilização de variedades de feijão cinza em sistema de rotação de culturas.

Palavras-chave: Manejo do Solo. Física do Solo. Hortaliças.

ABSTRACT

Direct agriculture and vegetable management system are important tools in the transition to sustainable production systems, land security and rehabilitation of abandoned areas. Therefore, SPDH systems are designed to improve plant well-being and improve the biological characteristics, chemical and physical properties of soil and increase crop yields. The aim of the work is to understand the effect of different types of covering habits on the physical properties of the soil and on cabbage cultivation. The test was carried out in the experimental area of the Cerro Largo Campus of the Federal University of Frontera do Sul, which has 20 laboratories with an area of 8 square meters. The experimental design consisted of randomized blocks of 5 treatments and 4 replications. The procedures used were: wild pig (FP), beans (CJ), Sudan grass (CP), millet (MI) and fallow (SC). The plants are cultivated and cut at intervals in the cycle and their biomass is placed below the ground for later planting of cabbage. The cabbage cultivation cycle lasted 135 days and after completion, samples were collected from the soil to analyze soil density, total porosity and macroporosity. Culture parameters assessed were fresh head mass (MFC), head diameter (DC) and average productivity. The thickness and total porosity of the 5–10 cm layer varied significantly, with higher values for the FP treatment and lower values for the SC. There were no relevant distinctions in microporosity and macroporosity between treatments, indicating that the techniques were similar for this parameter. Cabbage production was higher in the FJ treatment, which is the optimal production condition for using gray bean varieties in a crop rotation system.

Keywords: Soil Management. Soil Physics. Vegetables.

INTRODUÇÃO

A couve- repolho nativa da região do Mediterrâneo, da Ásia Menor e da costa ocidental da Europa, é a espécie de maior importância social e econômica da família Brassicaceae. No Brasil, o repolho é uma das hortaliças mais utilizadas pelo homem e é considerada uma das hortaliças mais eficientes na produção de alimentos devido ao seu rápido crescimento, ao seu conteúdo de vitaminas C e K e às suas propriedades complexas. b) Baixo teor calórico. Segundo a Sociedade Brasileira de Sementes e Sementes (ABCSEM, 2011), a produção brasileira de couve atingiu 1,257 milhão de toneladas em 2012, ante 350 mil toneladas em 2006 segundo o (IBGE). Toneladas, é necessário quase triplicar a produção (IBGE, 2006).

Atualmente, o rendimento do repolho entre as hortaliças é inferior ao da melancia, tomate, alface e cebola. Outros fatores que auxiliaram para a melhoria da produção dessas hortaliças, a criação de cultivares adaptadas a altas temperaturas, portanto, as épocas de plantio e colheita), além melhorar a propriedade de produção da muda que segundo Silva Junior, Stuker e Macedo (1995) é uma das categorias mais importantes no cultivo de hortaliças. Por isso, vem reunindo principalmente entre os pequenos agricultores o sistema de plantio direto médio (SPDH), que muitas vezes é muito semelhante há grandes árvores que são plantadas, onde faz o revolvimento para poder ser plantado no solo, para limitá-lo na linha de plantio, além de manter a manutenção com plantas de cobertura.

Portanto, as plantas de cobertura utilizadas para a manutenção de gramíneas em sistemas de plantio direto, podem ter diferentes efeitos de mitigação a perda de solo por erosão, amplitude térmica do solo, germinação de ervas daninhas, atividades biológicas e ciclagem de nutrientes, favorecendo um melhor ambiente físico-químico. O trabalho justifica-se pela a importância do cultivo de hortaliças para os agricultores do Brasil, que na maioria das vezes ainda usa técnicas agrícolas convencionais, sendo um deles o revolvimento do solo. Este sistema empregado demonstra-se insustentável devido aos climas quentes e úmidos da região.

A precipitação elevada e o terreno variável são fatores que contribuem para a perda de nutrientes através de inundações e perda de solo através da erosão. Portanto,

o objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de cultivo de hortaliças, especialmente repolho, com o objetivo de reduzir ervas daninhas e melhorar a rotação de culturas alimentares no solo, proporcionando assim um ambiente adequado para o crescimento do repolho.

Como resultado, à medida que os agricultores um sistema de cobertura vegetal em SPDH, é possível a curto prazo reduzindo o uso de agroquímicos e combustíveis fósseis, reduzindo ainda mais os custos rentáveis na produção, o que torna esses sistemas de produção mais sustentável. Portanto, o objetivo geral do presente estudo foi avaliar a produtividade do repolho em sistemas de cultivo direto de hortaliças utilizando diferentes coberturas de inverno. Especificamente, analisamos o efeito do tipo de cultura de cobertura na produtividade do repolho e na resposta das propriedades do solo no cultivo direto de hortaliças.

Este sistema empregado demonstra-se insustentável devido aos climas quentes e úmidos da região. A pluviosidade elevada e terreno variável, fatores que facilitam a perda de nutrientes por submersão e solo por erosão. Como resultado, à medida que os agricultores têm um sistema de cobertura vegetal em SPDH, é possível a curto prazo reduzir o uso de agroquímicos e combustíveis fósseis, reduzindo ainda mais os custos rentáveis na produção, o que torna esses sistemas de produção mais sustentável. Diante do exposto, o objetivo desta análise bibliométrica foi inventariar os artigos sobre o tema sobre o efeito de resíduos de plantas de cobertura na produção de repolho.

REFERENCIAL TEÓRICO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) é uma planta herbácea, tem folhas arredondadas e cerosas, formando uma cabeça compacta. O repolho é uma planta nativa de regiões temperadas (Costa Mediterrânea, Ásia Menor e Costa Oeste da Europa) clima semelhante ao da região Sul e Sudeste do Brasil (FILGUEIRA, 2013). Segundo o (IBGE), em 2006, essa região foi responsável por 83% da produção nacional desta hortaliça. No entanto, o tempo melhorou e a genética contribuiu para encontrar cultivares adaptadas a temperaturas quentes aumentando, como resultado, locais e épocas de plantio e colheita. É considerada a cultura econômica mais importante entre

as variedades de Brassica oleracea oferecidas aos consumidores brasileiros (SILVA, 2009), repolho movimentado em 2012, R\$ 619,8 milhões de reais.

A couve (Brassica oleracea var. Capitata) é um vegetal pertencente à família Brassicaceae, nativo da Europa Ocidental, perto do Mediterrâneo, derivado da espécie selvagem Brassica oleracea var. Silvestris Couve e de plantas desta família. Está adaptada a climas amenos e pode ser cultivada o ano todo (FILGUEIRA, 2013). É uma planta particularmente excelente no seu conteúdo de vitaminas C, B1 e B2, além de minerais como cálcio e fósforo (RODRIGUES DA SILVA, 2013). É uma planta herbácea com muitas folhas arredondadas que se sobrepõem formando uma cabeça. O treinamento da cabeça continua interrompendo o crescimento do meristema terminal e o crescimento das folhas internas. Os caules, assim como o sistema radicular, são curtos, retos, não ramificados e atingem profundidade de 1,5 m (FILGUEIRA, 2013; LENHARDT; CASSOL; GABRIEL, 2017).

Em termos de manejo, é uma planta ideal para crescer em solo com faixa de pH de 5,5 a 6,8, estrutura adequada e boa retenção de água. É uma planta que necessita de muita água, por isso é necessário manter níveis de umidade elevados e consistentes durante todo o ciclo. Portanto, existem exigências nutricionais de nitrogênio e fósforo principalmente durante a formação e produtividade das panículas (FILGUEIRA, 2013). A cadeia produtiva de hortaliças crucíferas é importante e cultivada no Brasil, sendo as plantações de repolho as de maior valor comercial, abrangendo mais de 30 mil hectares, principalmente no Sul e Sudeste do Brasil. O cultivo dessas culturas é impulsionado pela sua produtividade e importância socioeconômica para os agricultores familiares (LENHARDT; CASSOL; GABRIEL, 2017).

A cobertura contínua do solo é uma prática de plantio extremamente importante, podendo ser feita com o uso de plantas vivas ou resíduos da cultura anterior. Essa técnica traz benefícios notáveis, como a promoção de um programa de sucessão de culturas e a utilização de espécies que produzem uma quantidade significativa de biomassa. Além disso, contribui para melhorar a qualidade física do solo, aumentar a proporção de matéria orgânica, promover a formação de bioporos, estabilizar os agregados e prevenir processos erosivos (ANDRADE; STONE; SILVEIRA, 2009). É uma abordagem indispensável para garantir a manutenção do solo saudável e produtivo.

Dentre os benefícios da prática da adubação verde está o estímulo aos microrganismos presentes no solo, como as bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, que em simbiose com espécies da família Fabaceae são capazes de fixar nitrogênio e aumentar seus níveis neste macronutriente no solo, favorecendo a mineralização para próximas safras. Além disso, o ciclo de nutrientes, principalmente o carbono mineralizado e o nitrogênio, serve como substrato para outros fungos e bactérias benéficos no solo, contribuindo para a otimização da qualidade do solo e sua capacidade produtiva (ESPÍNDOLA; GUERRA; ALMEIDA, 1997).

Plantas de Cobertura

A cobertura permanente do solo é uma área de plantio direto importante, seja uma cobertura de plantas vivas ou restos culturais. Os benefícios incluem um programa de sucessão de culturas incluindo espécies com produção intensiva de biomassa, são uma melhoria na qualidade física do solo, um aumento na proporção de matéria orgânica, formação de bioporos e estabilização de agregados e prevenção de processos erosivos (ANDRADE; STONE; SILVEIRA, 2009).

A adubação verde favorece microrganismos do solo, como bactérias *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, que fixam nitrogênio, aumentando os níveis desse nutriente no solo. Isso otimiza a qualidade do solo e sua capacidade produtiva. A qualidade da palhada depende da rotação de culturas, tipo de planta e manejo. O sistema de plantio direto é uma alternativa para controlar a degradação do solo no cultivo de hortaliças, envolvendo rotação de culturas, adubação verde e redução de agroquímicos.

Sistemas de Plantio Direto de Hortaliças

O sistema de plantio direto foi proposto em 1990 como uma medida de redução de custos e controle da degradação do solo no cultivo de hortaliças. Envolve a rotação de culturas, adubação verde e uso reduzido de agroquímicos. O primeiro teste desse sistema ocorreu em Santa Catarina, com o cultivo de cebola, devido à importância dessa cultura e à deterioração das condições do solo nas regiões produtoras.

Um sistema que consiste no plantio pautado em três premissas básicas: a efetiva rotação de culturas com a inserção de plantas de cobertura produtoras de resíduos vegetais ou biomassa verde para a formação de palhada; permanente proteção do solo, com cobertura

morta ou viva (SPDH no verde); revolvimento localizado do solo, restrito às linhas ou covas do plantio (MADEIRA et al, 2019, p. 5).

Assim, em comparação ao sistema de produção convencional, o SPDH apresenta benefícios econômicos comprovados e contribui para aprimorar o manejo e a qualidade física, química e biológica do solo (CASTRO; MADEIRA; LIMA). No entanto, a transição entre esses sistemas deve ser adequada à área, levando em consideração as condições meteorológicas, características geográficas e disponibilidade de recursos, a fim de promover uma melhor integração das unidades de produção (MAFRA et al., 2019). O solo desempenha um papel fundamental na agricultura, servindo como um meio poroso e trifásico para o crescimento das plantas, sendo composto por corpos naturais e dinâmicos resultantes de complexas formações de rochas e minerais, que interagem com o ecossistema ao longo de milhões de anos (BRADY; WEIL, 2013; LEPSCH, 2010). No entanto, a intensificação acelerada da agricultura, combinada à necessidade crescente de alimentos e à má gestão da terra, tem agravado sua degradação.

Desta forma, é necessário utilizar para substituir os sistemas de monumentos da agricultura convencional, sendo a outra agricultura baseada no cultivo primário e solo secundário com arados de discos, grades e grades rotativas (ROSSET 2014). Essas práticas estão associadas à perda da fertilidade natural e à erosão hídrica de compactação de horizontes subterrâneos, que subsequentemente leva a subsidência produtividade da cultura (STONE; SILVEIRA, 2001), enfatizando assim a importância de uso de sistema de gestão sustentável.

Capim Sudão

A espécie forrageira conhecida como Capim Sudão, cientificamente chamada *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf, pertence à família das gramíneas e tem sua origem no norte da África. Foi introduzida na América em 1909 e é adaptada a altas temperaturas e climas secos. Com excelente capacidade de germinação e rebrota, o Capim Sudão pode atingir até 3 metros de altura e proporciona uma grande quantidade de matéria seca no solo. É amplamente utilizado na alimentação animal e como planta de cobertura. O período ideal de semeadura vai de outubro a dezembro, podendo ser feita de forma linear ou lançada. A variedade BRS Estribo, desenvolvida pela Embrapa,

é a mais cultivada no Brasil, sendo utilizada tanto para alimentação animal quanto para adubação verde. Recomenda-se o plantio adensado com uma densidade de 25 kg/ha e profundidade de plantio não superior a 2 cm.

Milheto

O milheto, também conhecido como milho-zaburro, é uma planta originária da África e é cultivada há milhares de anos. Foi domesticado pelos antigos povos africanos e se espalhou por diferentes regiões do mundo. O milheto é um cereal de grãos pequenos e redondos, que pode ser utilizado na alimentação humana e animal. Ao longo da história, o milheto desempenhou um papel importante na subsistência de muitas comunidades. Sua resistência a condições climáticas adversas, como seca e calor, tornou-o um cultivo popular em regiões áridas e tropicais. Além disso, o milheto é rico em nutrientes, como proteínas, fibras e minerais. Na África, o milheto é amplamente consumido na forma de farinha para a produção de alimentos tradicionais, como pães, bolos e mingaus. Em alguns países asiáticos, como a Índia, o milheto também é utilizado na preparação de pratos típicos. Atualmente, o milheto continua sendo cultivado em várias partes do mundo e tem ganhado destaque como um alimento saudável e sustentável. Sua versatilidade e valor nutricional fazem dele uma opção interessante para diversificar a dieta e promover a segurança alimentar. Essa é uma breve história do milheto, um cereal que tem desempenhado um papel significativo na alimentação humana ao longo dos tempos.

Crotalaria

Crotalaria juncea, muitas vezes simplesmente *Crotalaria*, é nativa da Índia e está adaptada a regiões tropicais e subtropicais, tolerando altas temperaturas e solos de baixa fertilidade. É uma árvore pertencente à família Fabaceae, é densa e pode crescer até 3 metros (FORMENTINI, 2008). Seus principais usos são em programas de rotação de culturas de plantio direto, devido às suas espécies de rápido crescimento, aos seus efeitos antagônicos sobre uma diversidade de pragas agrícolas e ao seu grande potencial na produção de biomassa e na fixação biológica de nitrogênio, tornando-o uma escolha ideal para adubação verde (PEREIRA et al., 2005).

Esta espécie é uma das leguminosas de maior destaque no uso de cobertura do solo, graças ao seu grande potencial na produção de biomassa. Calegari (2016) sugere que a produtividade de matéria seca da *Crotalaria* pode variar de 10 a 15 toneladas. Além da grande quantidade de palha produzida, a palha de arroz também contém grande quantidade de nitrogênio, pois pode fixar até 450 kg.ha⁻¹ por ano, com relação C/N em torno de 19 (WUTKE; CALEGARI; WILDNER, 2014) para que o nitrogênio seja rapidamente incorporado ao solo e fornecido para a próxima safra.

Além disso, devido à sua taxa de crescimento, grande porte e capacidade de sombreamento, esta espécie apresenta vantagem competitiva em relação às plantas daninhas (AVISO, 2010). Esse tipo de manejo é específico das condições climáticas da região, como temperatura, fotoperíodo e disponibilidade hídrica. A *Crotalaria juncea* é semeada de outubro a janeiro, podendo ser semeada em fileiras ou em fileiras espaçadas de 0,5 m. Seu ciclo pode durar até 150 dias, mas o corte deve ser feito entre 90 e 100 dias quando a planta estiver totalmente florida, pois neste período é utilizada mais biomassa (PEREIRA et al, 2005). Outra característica importante da *Crotalaria* é que o sistema radicular pode atingir profundidade de até 4,5 metros, o que é importante na formação de bioporos e no desenvolvimento de nutrientes, principalmente nitrogênio, pois suas raízes formam simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Suas raízes secretam substâncias benéficas às plantas espécies sucessoras apresentam efeitos medicinais sobre plantas daninhas (DOURADO; SILVA; BOLONHESI, 2001).

Feijão de Porco

O feijão cinza (*Canavalia ensiformis*) também conhecido como feijão silvestre e é uma leguminosa utilizada no sul e sudoeste do Brasil como cultura de cobertura, consorciação ou rotação. Seu centro de origem é a América Central, portanto adaptada às altas temperaturas e resistente à seca, é uma planta da família das leguminosas, herbácea e ereta. Seu crescimento inicial é lento e pode atingir 120 cm (LOPES, 1998; WUTKE; CALEGARI; WILDNER; 2014). O rendimento de biomassa do feijão cinzento depende de vários fatores, como tipo de solo, data de semeadura e condições climáticas. Produtividade do feijão em suínos Os Latossolos podem produzir 13,5 t.ha⁻¹ de matéria seca (RODRIGUES et al, 2004) e 2,7 t.ha⁻¹ em

solos arenosos (LOPES, 1998). O valor de nitrogênio fixado por simbiose por bactérias do gênero *Rhizobium* varia de 57 a 190 kg.ha⁻¹ dependendo das condições do solo e da profundidade de enraizamento (WUTKE; CALEGARI; WILDNER, 2014).

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização e Histórico da Área

Características e histórico da área A pesquisa foi realizada na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul? A instalação de Cerro Largo (Rio Grande do Sul, Brasil) está localizada a 28° 9' 2" de latitude S e 54° 44' 19" de longitude W. O clima da área onde o experimento foi realizado se enquadra na classificação climática de Köppen Cfa (subtropical úmido), com temperaturas médias acima de 18°C nos meses mais quentes e temperaturas médias entre 3°C a 18°C nos meses mais frios a precipitação média anual é de 1600 mm, variável na primavera e no verão. O tipo de solo onde o experimento foi instalado foi classificado, segundo STRECK et al. (2018), como Latossolo pertencente à unidade de mapeamento Santo Ângelo e possui textura argilosa, pesando 583,2 g.kg⁻¹ argila; 92,7 g.kg⁻¹ e 324,02 g.kg⁻¹ de lodo para camada 0-30m. O experimento foi instalado no local em fevereiro de 2021, durante o processo de limpeza do espaço e delimitação de salas de tratamento e unidades laboratoriais. De dezembro de 2018 a fevereiro de 2019, alguma cobertura vegetal.

As plantas cultivadas foram: Crotalária, Capim Sudão, Mucuna Cinza, Feijão-boer e Milho e foram dispostas em blocos aleatórios de 4 plantas em cada repetição. No final da temporada, planta-se aveia na área para cobertura de inverno e depois milho para cobertura de verão. A área ficou em pousio de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021, quando o experimento foi lançado. Análises e testes químicos foram realizados em 2018 (tabela 1) e no mesmo ano foi realizada calagem para aumentar o pH para 6,0. Tabela 1: Análise química do solo na profundidade de 0,20 m, área experimental, Cerro Largo, 2018.

Tabela 1: Análise química do solo na profundidade de 0,20m, Área Experimental, Cerro Largo, 2018.

Argila Classe
Textural
pH H₂O
Índice SMP
Matéria
Orgânica P K Al
Al + H
+

(%) 1:1 (%) mg/dm³ cmol.dm³

Fonte: Laboratório de análise química e fertilidade da UFSM. Adaptada pela autora.

586

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As culturas de cobertura foram amostradas quando as espécies estavam em plena floração para estimar o rendimento de matéria seca por hectare. Dentre os tratamentos, o maior rendimento de fitomassa foi registrado no capim Sudão, seguido do milho, que apresentou melhor rendimento que as leguminosas, conforme Tabela 2. Portanto, os dados encontrados confirmam o estudo de Silva et al. (2010), que demonstrou que as gramíneas fornecem maior quantidade de biomassa que as leguminosas e que para o bom funcionamento do SPDH é necessário que existam essas espécies capazes de produzir grandes quantidades de matéria seca para mobilizar nutrientes no solo.

A crotalaria apresenta baixa produtividade, atingindo 7,38 Mg.ha⁻¹ de matéria seca, não atingindo o nível mínimo recomendado por Alvarenga et al (2001) de 8 t.ha⁻¹. O baixo rendimento é explicado pela baixa pluviosidade e períodos de baixas temperaturas por se tratar de uma cultura adaptada a climas quentes e úmidos. Tabela 2: Rendimento seco da cultura de cobertura em Mg por hectare aos 86 DAS em plena floração. Cerro Largo, 2021

Tabela 2: Produção de Massa Seca das plantas de cobertura em Mg por hectare aos 86 DAS em pleno florescimento. Cerro Largo, 2021

Espécie	Produção de Massa Seca (Mg.ha ⁻¹)
Capim Sudão (<i>Sorghum sudanense</i>)	14,57
Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i>)	12,08
Feijão de porco (<i>Canavalia ensiformis</i>)	11,47
Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i>)	7,38

Fonte: Elaborado pela a autora

Ao analisar diferentes tratamentos nas camadas de solo de 0-20 cm (Tabela 3), constatou-se que não houve diferenças significativas nos parâmetros de densidade do solo para a camada de solo de 0-5 cm. Ramos et al. (2015) determinaram o valor limite de Ds para crescimento e compactação radicular do solo em 1,30 Mg.cm⁻³, ou seja, todos os tratamentos com adição de massa A quantidade de vegetação apresenta valores acima do limite crítico, demonstrando cobertura eficaz em a camada superficial do solo. Na camada de 5?10 cm, os valores de densidade do solo diferiram significativamente no tratamento FP em comparação ao tratamento SC, e os tratamentos CJ, MI e CP não diferiram. Os tratamentos com maior D foram o tratamento com leguminosas, seguido do tratamento com espécies de gramíneas e por último o tratamento sem cobertura do solo.

A densidade do solo tende a aumentar na camada do subsolo (5-10 cm) em sistemas de plantio direto, conforme apontado por Silva et al. (2006) e Carvalho et al. (2020), pois esses autores também observaram aumento de densidade em diferentes tipos de solo. Cubra as plantas com uma camada de 5 a 10 cm. A microporosidade não apresentou diferenças significativas, portanto os tratamentos afetaram este parâmetro de forma semelhante. A macroporosidade não diferiu significativamente em nenhum dos estratos, pois este parâmetro exigiu mais anos de estudo do que as diferenças entre os tratamentos. Todos os tratamentos apresentam valores de Ma maiores que 0,10 m⁻³. Susuki et al (2007) consideram este um valor importante para o desenvolvimento radicular.

O grau de compactação apresentou diferenças significativas na camada de 5?10 cm, sem diferenças significativas nas camadas de 0?5 e 10?20 cm. Verificou-se que o

GC é mais importante no processamento do FP, ao contrário do CP e do SC. Susuki et al. (2007) estabeleceram a faixa ideal de GC em Latossolos como 75-89%, ou seja, nenhum desses tratamentos apresentou alta compactação do solo. De acordo com os dados obtidos verifica-se que para o subsolo o manejo com culturas de cobertura é melhor do que o manejo sem cobertura, apresentando maiores valores de porosidade e compactação do solo. Assim, a relação raiz/cobertura arbórea está diretamente relacionada às propriedades físicas do solo também observadas por Redin et al.(2016).

Tabela 3: Valores de densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma) e compacidade (GC) na camada 0-20 cm, Cerro Largo, 2021 Fonte: Elaborado pelo autor

Camada	FP	CJ	MI	CP	SC	DMS	CV (%)
Densidade do Solo g.cm⁻³							
0-5	1,12 a	1,11 a	1,12 a	1,09 a	1,33 a	0,18	7,38
5-10	1,21 a	1,15 ab	1,04 ab	1,09 ab	1,07 b	0,12	4,93
10-20	1,27 a	1,23 a	1,20 a	1,23 a	1,27 a	0,12	4,44
Porosidade Total m³.m⁻³							
0-5	0,60 a	0,60 a	0,60 a	0,61 a	0,59 a	0,69	5,05
5-10	0,57 b	0,59 ab	0,59 ab	0,61 ab	0,62 a	0,04	3,55
10-20	0,55 a	0,56 a	0,57 a	0,56 a	0,55 a	0,04	3,42
Microporosidade m³.m⁻³							
0-5	0,35 a	0,40 a	0,32 a	0,36 a	0,42 a	0,12	14,70
5-10	0,34 a	0,37 a	0,36 a	0,35 a	0,35 a	0,07	9,44
10-20	0,38 a	0,36 a	0,38 a	0,41 a	0,39 a	0,09	11,89
Macroporosidade m³.m⁻³							
0-5	0,26 a	0,20 a	0,28 a	0,25 a	0,18 a	0,15	28,14
5-10	0,26 a	0,22 a	0,23 a	0,26 a	0,27 a	0,08	17,04
10-20	0,17 a	0,20 a	0,19 a	0,15 a	0,16 a	0,11	29,09
Grau de Compactação (%)							
0-5	73,00 a	72,50 a	72,70 a	71,20 a	74,30 a	1,121	7,36
5-10	79,20 a	75,00 ab	74,50 ab	71,20 b	70,20 b	0,078	4,87
10-20	83,00 a	80,50 a	78,50 a	80,25 a	83,00 a	0,079	4,51

Fonte: Elaborado pela a autora

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas de comparação e não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05), assim como as Médias seguidas pelas mesmas letras são diferentes. FP: Feijão Suíno; CJ: Cascavel; MI: milheto; CP: capim Sudão; SC: sem seguro. DMS: diferença menos significativa CV: Coeficiente de variação. Fonte: elaborado pelo autor. Em comparação com o FCM (Tabela 4), houve diferenças significativas entre os tratamentos, notadamente o FP, que produziu 1.579 kg de brotos. Foram produzidos 4.444 animais utilizando o tratamento SC de 0,633 kg, o que foi estatisticamente equivalente aos demais tratamentos.

O tratamento com CJ foi significativamente diferente do SC e não diferiu do IM e CP. Os resultados mostraram diferenças na produtividade quando utilizadas plantas da família Fabaceae, devido à capacidade das espécies que a compõem em disponibilizar nitrogênio ao solo através da FBN (GIACOMINI et al, 2003). A resposta da produtividade foi melhor no tratamento FP, produzindo 52,55 Mg.ha-

1, apresentando valores significativamente superiores aos demais tratamentos. A razão é que esta espécie produz grandes quantidades de fitomassa, combinada com a capacidade de fixar N, o que afeta maiores rendimentos.

TEIXEIRA et al.(2005) estabeleceram um valor médio de nitrogênio na palha da ervilha de 2,67 dac.kg-1. O menor valor obtido para o parâmetro produtividade foi 21,12 Mg.ha-1 no tratamento SC obtido por Almeida (2021). Outros tratamentos cultivados com culturas de cobertura produziram rendimentos mais elevados do que o tratamento SC, demonstrando a viabilidade da implementação do SPDH e os benefícios económicos para os produtores quando utilizam adubo verde. Os dados de rendimento foram confirmados pelos dados obtidos por PERIN et al. (2015) e foi associado à melhor retenção de água em solos arados com cobertura morta e à absorção de nutrientes devido à mineralização da palha.

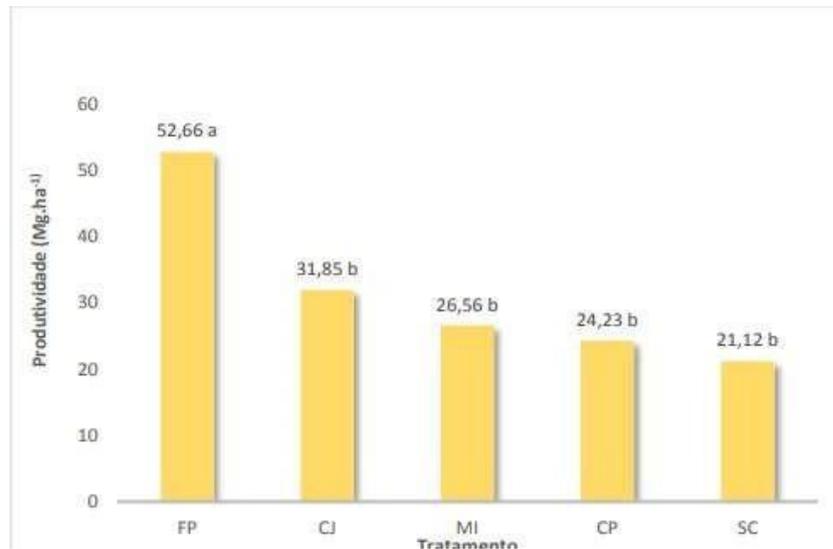
Tabela 4: Massa fresca de cabeça, diâmetro de cabeça do repolho cultivada nos diferentes tratamentos, Cerro Largo, 2021.

Tratamento	Massa Fresca de Cabeça (kg)	Diâmetro de Cabeça (cm)
Feijão de Porco	1,579 a	17,11 a
<i>Crotalária</i>	0,955 b	14,87 b
Milheto	0,796 b	13,86 bc
Capim Sudão	0,727 b	13,27 bc
Sem Cobertura	0,633 b	12,68 c
DMS	0,348	32,83
CV	2,05	12,34

Fonte: Elaborado pela autora

* Médias em linhas seguidas da mesma letra são comparadas e não diferem entre si por teste Tukey ($p < 0,05$), e seguidas de letras diferentes possuem significados diferentes entre si. FP: carne suína e feijão; CJ: Jujubas suínas; MI: Painço; CP: Capim Sudão; SC: Não reportado. DMS: diferença minimamente significativa. CV: coeficiente de variação. MFC: massa fresca; DC: diâmetro da cabeça.

Figura 7: Gráfico da produtividade do Repolho. FP: Feijão de Porco; CJ: Crotalária; MI: Milheto, CP: Capim Sudão e SC: Sem cobertura.



Fonte: detalhado pelo autor.

Ressalta-se que os dados apresentados foram obtidos durante o processo inicial de adoção do sistema Cultivar hortaliças diretamente, restaurar terras degradadas e melhorar suas condições físicas é uma tarefa importante. Um processo gradual e contínuo. Isso mostra a importância de gerenciar e manter adequadamente os equipamentos. SPDH garante a melhor qualidade de produção.

CONCLUSÕES

O tratamento com feijão-espada apresentou maior densidade de solo e menor porosidade total, mas todos os valores ficaram abaixo do limite crítico $D_s 1,3 \text{ g.cm}^{-3}$, enquanto as gramíneas no tratamento sem cobertura morta ficaram abaixo do limite crítico para raiz crescimento: 75% a 89%. A produtividade da colheita de repolho foi significativamente maior no feijão-espada em comparação com outros tratamentos de leguminosas com alto potencial de produção de biomassa, indicando a importância da rotação de culturas.

REFERÊNCIAS

Andrade, R da S. **Efeito de culturas de cobertura na qualidade física do solo sob plantio direto**. Goiânia: UFG, 2008. 78p. Tese Doutorado.

CALEGARI, A.; DONIZETI CARLOS, J.A.; Recomendações de plantio e informações gerais sobre o uso de espécies para adubação verde no Brasil. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, cap. 27, p. 453-478. Onde está destacado é por não constar no texto.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. **Evaluation of perennial herbaceous legumes with different phosphorus sources and levels in a Brazilian Ultisol**. Renewable Agriculture and Food Systems, v.20, p.56-62, 2005.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E.R.O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R.S. & FRIES, M.R. **Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo**. R. Bras. Ci. Solo, 27:325-334, 2003.

LENHARDT, Enéias Roberto; CASSOL, Silmara Patrícia; GABRIEL, Vilson José. **COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DO TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO**. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 2, 2017.

MARTINS DA SILVA, M.; ALVE, M.C.; PÁDUA SOUSA, A.; CARVALHO, F.F. **Plantas de cobertura e sistemas de preparo: impactos na qualidade física de um solo de Cerrado**. Revista Ceres, Viçosa, v.56, n.1, p.103-111, 2009.

MAFRA, G.S., AMARAL JUNIOR, A.T., VIVAS, M., SANTOS, J.S., SILVA, F.H.L., Guimarães, A.G., Pena, G.F. (2019) The combining ability of popcorn S7 lines for Puccinia polysora resistance purposes. **Bragantia**, 77:519-526.

PEREIRA, C. A. R. et al. Health impact assessment in **Latin American countries: current practice and Saúde Soc**. São Paulo, v.26, n.3, p.829-835, 2017 835
Contribuição dos autores Pereira foi responsável pela concepção do estudo.

SILVEIRA, L. F. L. & Mermudes, J. R. M. 2013. **Memoan ciceroi gen. et sp. nov.**, a remarkable new firefly genus and species from the Atlantic Rainforest (Coleoptera: Lampyridae).

REDIN, M. **Produção de biomassa, composição química e decomposição de resíduos culturais da parte aérea e raízes no solo**. 114 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2014^a

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C. **Cultivos de primavera: alternativa para produção de palha no Mato Grosso do Sul**. In: Reunião Brasileira De Manejo E Conservação Do Solo E Da Água, 10, 1994, Florianópolis. Anais 10^o SBCS, 1994.

Wallyson Marinho MARTINS; André Rodrigues PUENTES; Carlos Cicinato Vieira MELO. EFEITO DE DIFERENTES RESÍDUOS DE PLANTAS DE COBERTURA NA PRODUÇÃO DE REPOLHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. 2023. FLUXO CONTÍNUO - MÊS DE NOVEMBRO. Ed. 47. VOL. 02. Págs. 576-592. ISSN: 2526-4281 <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTA, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: Incaper, 2008. 27 p.

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília: **Embrapa**, 2014. v.1, p.59-168.