

**FACULDADE DE ENSINO SUPERIOR DO CENTRO DO PARANÁ
ENGENHARIA AGRONÔMICA**

JEFERSON BERTÃO EGGERS

**AVALIAÇÃO DE MIX DE PLANTAS DE COBERTURA PARA
DESCOMPACTAÇÃO DE SOLO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA**

PITANGA - PR

2021

JEFERSON BERTÃO EGGERS

**AVALIAÇÃO DE MIX DE PLANTAS DE COBERTURA PARA
DESCOMPACTAÇÃO DE SOLO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA**

Trabalho De Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica, Área das Ciências Agrárias da Faculdade UCP Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná, como requisito à obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Professora Orientadora: Enelise Osco Helvig.

PITANGA - PR

2021

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
5. AGRADECIMENTOS	18
6. REFERÊNCIAS	19

AVALIAÇÃO DE MIX DE PLANTAS DE COBERTURA PARA DESCOMPACTAÇÃO DE SOLO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

EGGERS, Jeferson Bertão.¹

HELVIG, Enelise Osco.²

RESUMO: O objetivo foi avaliar a evolução com o mix de variedades enfrentando a descompactação do solo sem a necessidade de arar a superfície, avaliamos três tratamentos com quatro repetições com diferentes dosagens de sementes por hectares, comparados com a testemunha com quatro repetições, donde obtivemos bons resultados em relação a testemunha, resultados verificados através do penêtrometro, e, também verificar a produção de massa vegetal seca na cobertura com o benefício da ciclagem de nutrientes oriundos das variedades de cobertura no inverno.

Palavras-chave: Descompactação de solo. Rotação de cultura. Produção de matéria seca. Plantio direto.

EVALUATION OF COVER PLANTS MIX FOR SOIL DECOMPACTATION AND DRY MATTER PRODUCTION

ABSTRACT: The objective was to evaluate the evolution with the variety mix facing the soil decompaction without the need to plow the surface, we evaluated three treatments with four repetitions with different seed dosages per hectare, compared to the control with four repetitions, where we obtained good results. in relation to the control, results verified through the penetrometer, and also verify the production of dry vegetal mass in the covering with the benefit of nutrient cycling from the covering varieties in the winter.

Keywords: Soil decompaction. Crop rotation. Dry matter production. No-till.

¹ Jeferson Bertão Eggers, Engenharia Agrônômica. E-mail: jeferson.eggers@ucpparana.edu.br;

² Enelise Osco Helvig, UCP – Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná. E-mail: prof_enelisehelvig@ucpparana.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Em algumas regiões no Brasil, principalmente no Sul e Centro-Oeste, o sistema de produção de soja é predominante, a sucessão de culturas é realizada após a safra de verão, e é implantada uma segunda safra de milho, trigo, sorgo ou milheto (FERREIRA et al., 2016). Apenas o sistema de sucessão de cultura não é suficiente para promover a contínua cobertura de solo com relação à quantidade e qualidade de palhada para cobertura (DENARDIN et al., 2012).

Plantas de cobertura, também denominadas como plantas condicionadoras de solo ou adubos verdes, podem ser cultivadas de forma isolada ou consorciada e são utilizadas principalmente visando a manutenção da cobertura do solo, a descompactação e a ciclagem dos nutrientes. Após o seu manejo de corte ou de dessecação são adicionados os resíduos vegetais ao solo, formando a palhada verde para cobertura de solo (WUTKE et al., 2014).

Conforme destacado por Fries (2018), o cultivo de plantas no período de inverno, sejam elas culturais comerciais ou plantas de cobertura, além de contribuir para o incremento de produtividade da cultura sucessora, possibilitam o controle de plantas daninhas através da cobertura do solo, especialmente se tratando de plantas fotoblásticas positivas, as quais necessitam de luz para germinar.

O sistema de palhada evita as oscilações bruscas na temperatura do solo, mantendo a umidade, protege contra intempéries climáticas, processos erosivos (FREITAS et al., 2012), plantas espontâneas (BORGES et al., 2014) e fitopatógenos (COSTA et al., 2012). Atua na estruturação do solo, na descompactação (VALICHESKI et al., 2012), incrementa a fertilidade, aumenta o teor de matéria orgânica do solo e reduz perdas de nutrientes por lixiviação (PACHECO et al., 2011a; PACHECO et al., 2011b).

O consórcio de plantas de cobertura consiste no cultivo concomitante de duas ou mais espécies. Essa prática pode aumentar a produção de biomassa e o acúmulo nutricional, além de reduzir a velocidade de decomposição e de liberação dos elementos por possuir relação carbono/nitrogênio (C/N) intermediária, beneficiando a cultura em sucessão com a proteção do solo concomitante à liberação dos nutrientes. (VALICHESKI et al., 2012; COSTA et al., 2011; GIACOMINI et al., 2003a, 2003b).

As Crucíferas, que podem ser utilizadas na rotação de culturas trazem inúmeros benefícios ao sistema de produção, além de ser considerada uma planta

com habilidade de reciclar nutrientes do solo, tais como nitrogênio, fósforo e potássio. Possuem um significativo sistema radicular que possibilita além da descompactação do solo, o aumento da infiltração de água e melhoria de seus atributos físicos e biológicos (HEINZ et al., 2011).

A compreensão da ciclagem dos nutrientes nos permite inferir sobre modificações na qualidade do sítio resultantes das técnicas de manejo aplicadas, pois os resíduos vegetais estão entre os principais contribuintes para o processo de ciclagem de nutrientes (Corrêa et al., 2013). O processo de decomposição e a liberação dos nutrientes são influenciados por diversos fatores, tais como: espécie plantada, densidade do plantio, qualidade do resíduo, organismos decompositores, variações climáticas e fertilidade do solo (Ferreira et al., 2016).

Segundo Brenner et al. (2017) além de proporcionar melhor controle de plantas daninhas, pragas e doenças, a rotação de culturas utilizando plantas de cobertura em consórcio implica diretamente na qualidade do solo e na qualidade e quantidade de produção.

Segundo a desenvolvedora do mix de sementes RAÍX (2019), o RX610 é um mix composto por gramíneas, crucíferas e leguminosas anuais de ciclo longo, recomendado para cobertura de solo antecedendo as culturas de verão: milho, soja e feijão. Dentre seus benefícios estão: Produção de uma cobertura vegetal uniforme com raízes diversificadas capazes de melhorar a qualidade do solo e fixar elevadas quantidades de nitrogênio, construindo um ambiente ideal para o desenvolvimento das culturas comerciais subsequentes. A diversidade de espécies presentes no mix contribuem para o aumento da atividade biológica do solo; Melhorias nos parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo, resultando no incremento de produtividade das culturas comerciais já no primeiro ano de plantio.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a evolução com o mix de variedades enfrentando a descompactação do solo sem a necessidade de arar a superfície e verificar a produção de massa vegetal na cobertura e a ciclagem de nutrientes oriundos das variedades de cobertura no inverno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido nas dependências da propriedade Sítio São Miguel, localizada na comunidade Borboleta Berardi, município de Pitanga - PR, nas coordenadas geográficas 24°41'32"S 51°48'34"W, com elevação média de 925 m (Figura 1).

Figura 1. Imagem da área em que foi conduzido o experimento.

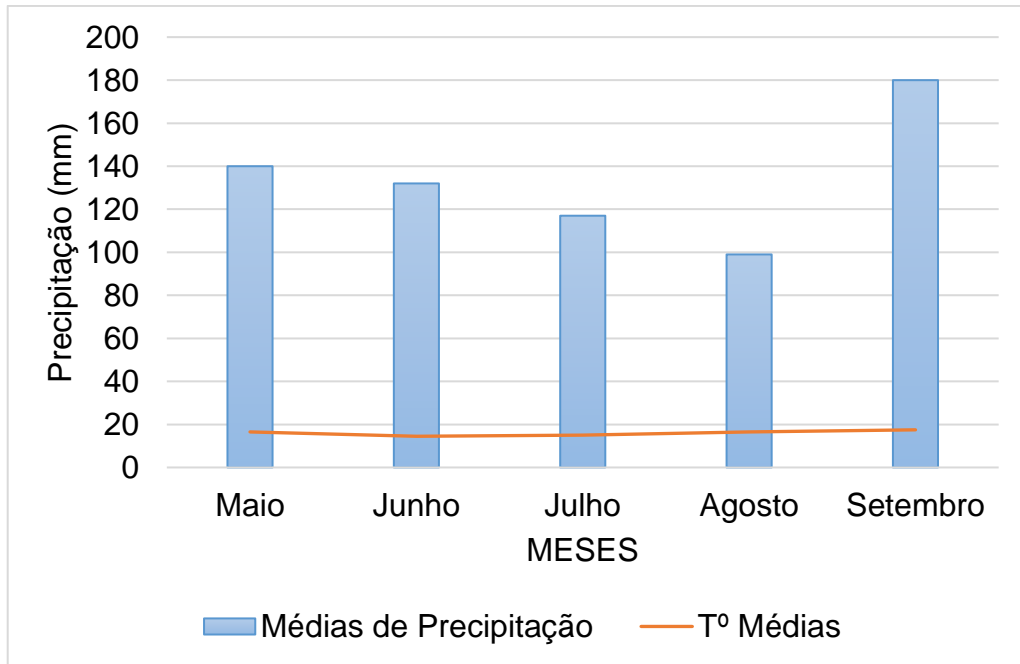


Fonte: Google Earth PRO, 2021.

O local onde foi implantado é mecanizado e atua em plantio direto há cerca de 10 anos, situado em área agrícola. O solo da área experimental é descrito Nitossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013), de Tipo 3, com 19% de areia, 27% Silte e 54% de argila em uma amostra de 0-50cm. A análise química do solo inicial apontou as seguintes composições químicas: $K= 0,13 \text{ cmol/dm}^{-3}$; $P= 3,89 \text{ mg/dm}^3$, $Mg 1,75 \text{ cmol/dm}^{-3}$, $Ca= 5,09 \text{ cmol/dm}^{-3}$, $MO= 41,05 \text{ g dm}^{-3}$ e $pH 5,37 \text{ (CaCl}_2\text{)}$.

O clima da região é caracterizado como Cfa (subtropical), segundo a classificação de Köppen (IAPAR, 2006). Os dados de precipitação e temperaturas, ao longo do ano de 2021 são apresentados na Figura 2.

Figura 2. Precipitação pluviométrica e temperatura média, no período de maio/2021 a setembro/2021. Pitanga - PR, 2021.



Fonte: Dados obtidos pelo IDR - Paraná, 2021, tabela elaborada pelo autor.

Antecedendo a implantação do experimento, foi realizada dessecação com glifosato (Zapp QI®) e 2,4-D (D.M.A®), sendo 3,0 e 1,5 L ha⁻¹ com a utilização de óleo adjuvante. A semeadura ocorreu no dia 07 de abril de 2021, sendo o mix de sementes RX610 composto por gramíneas, crucíferas e leguminosas de ciclo anual longo, sendo a aveia preta (*Avena sativa*), ervilhaca (*Vicia craca*) e nabo (*Raphanus sativus*), indicado para cobertura do solo antecedendo as culturas de Milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*) e/ou feijão (*Phaseolus vulgaris*) da marca comercial Raix semente.

A semeadura foi realizada utilizando a tração do trator para puxar a semeadeira já com as áreas das parcelas demarcadas, simulando a condição real de campo no momento da instalação das parcelas, adotando-se o plantio direto (Figura 3A). Para a calibração da semeadeira, foi demarcada uma área de 10 metros lineares com auxílio de uma trena de 30 metros, e, de posse dos resultados dos cálculos da quantidade de sementes em gramas por metro linear para alcançar a dosagem desejada por Hectares, coletamos em duas linhas simultâneas na área demarcada e com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão para realizar a pesagem. O mesmo procedimento foi adotado para o cálculo da adubação Supersimples (Figura 3B).

Figura 3. A) Demonstrando a semeadura da cultura do Raix 610. B) Pesagem da adubação



Fonte: EGGERS, Jeferson Bertão, 2021.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições (Tabela 1), sendo T1 = Testemunha (pousio); T2 = 21 kg ha⁻¹; T3 = 46 kg ha⁻¹ e T4 = 89 kg ha⁻¹. As unidades experimentais foram parcelas com área de 6 x 2,7 m (16,2 m²). Todas as parcelas foram cultivadas com auxílio da adubação supersimples fosfatada (00-19-00) na dosagem de 315 kg há⁻¹, implantado na linha com o auxílio da semeadeira, conforme croqui de localização das parcelas abaixo:

Tabela 1. Distribuição do experimento à campo, de acordo com seus tratamentos e repetições.

T1R4	T2R2	T3R1	T4R1
T4R4	T3R2	T2R1	T1R1
T2R4	T3R3	T1R3	T4R2
T3R4	T2R3	T4R3	T1R2

Fonte: EGGERS, Jeferson Bertão, 2021.

O desenvolvimento das plantas foi acompanhado semanalmente, por meio de visita na área. Para avaliação da compactação do solo, foi utilizado um penetrômetro eletrônico da Falken, modelo penetroLOG PLG2040, com a precisão de medir cm/cm, em kPa (Figura 4A). Na implantação do experimento foi realizado a primeira

avaliação (10 de abril de 2021), medindo-se seis medições por parcela, de 0 – 60 cm. A segunda avaliação, no final do ciclo das culturas de cobertura, ocorreu no dia 17 de agosto de 2021, seguindo a mesma metodologia (Figura 4B).

Figura 4. A) Modelo de penetrômetro utilizado; B) Avaliações sendo realizadas no experimento.



Fonte: EGGERS, Jeferson Bertão, 2021.

A coleta da matéria seca (MS) foi realizada no dia 17/08/21, em uma área de 1 m² no centro de cada parcela, as quais foram acondicionadas em papel kraft e então secas em estufas de circulação de ar forçada, durante 4 dias e temperatura de 60°C. Posteriormente os resultados coletados de MS foram submetidos à análise de variância (NOVA) e as médias comparadas pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente o desenvolvimento das plantas foi prejudicado pela estiagem, o que dificultou a germinação e emergência. Após a ocorrência da chuva, a cultura respondeu bem, entretanto algumas plantas não conseguiram emergir (Figura 5 A e B).

Figura 5. A) Dificuldade de emergência das plântulas, 19 dias após a sementeira, devido à falta de chuva e umidade. B) Mal formação do nabo devido às condições climáticas.



Fonte: Eggers, Jeferson Bertão, 2021.

Com relação aos dados de matéria seca (MS) (Tabela 1) obtidos no término do experimento, pode-se observar que os tratamentos com 21 e 46 kg há⁻¹ do mix de cobertura proporcionaram a maior MS, diferindo estatisticamente da testemunha.

Tabela 1. Matéria seca de plantas obtidas no término do experimento.

Tratamentos	MS Kg ha ⁻¹
T1. Testemunha	2801,7 B
T2. 21 kg ha ⁻¹	6458,5 A
T3. 46 kg ha ⁻¹	6262,4 A
T4. 89 kg ha ⁻¹	5466,3 AB
Fcal	0,0272*
CV (%)	28,98

- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05\%$). * = Significativo e ^{NS}= não significativo.

Fonte: Eggers, Jeferson Bertão, 2021.

Segundo a Raix (2019/2020) em estudos de desenvolvimento, constataram que a cultura da aveia produz cerca de 3,4 toneladas há⁻¹ e o mix 8,4 toneladas há⁻¹ em boas condições climáticas e de desenvolvimento.

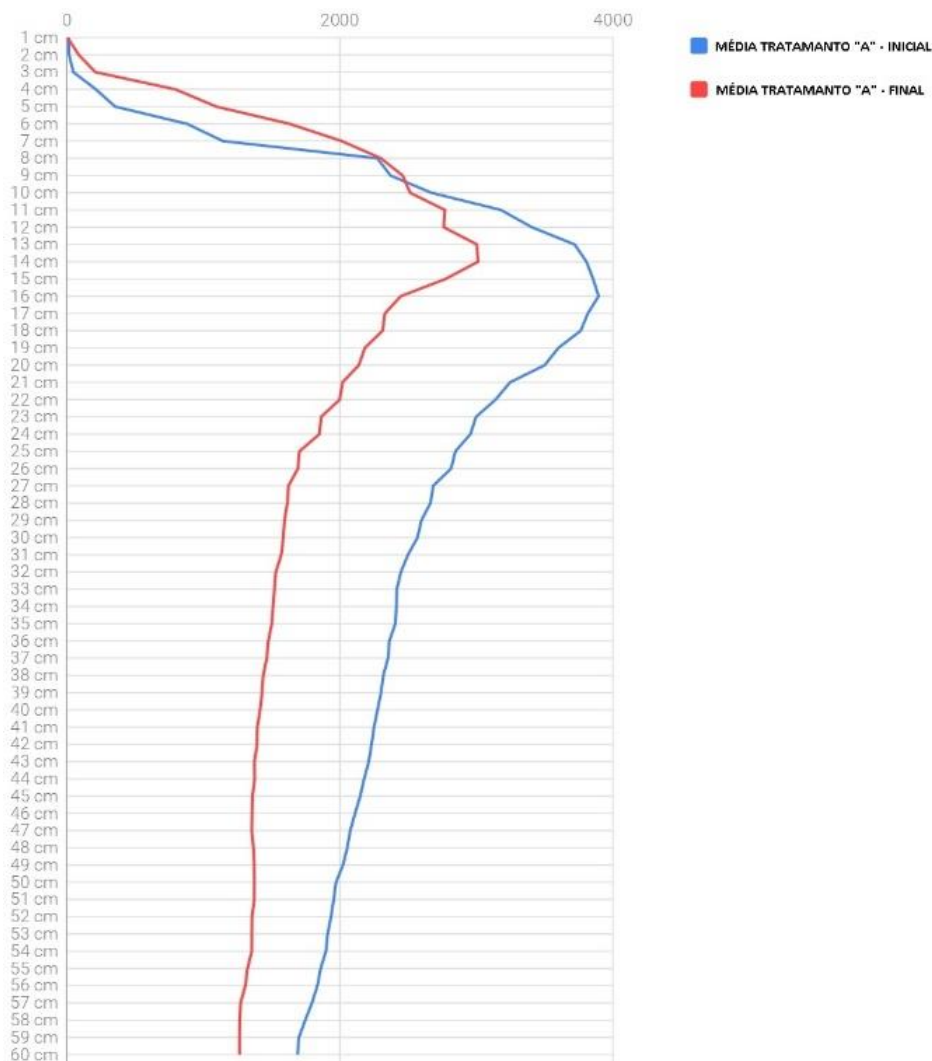
De acordo com o trabalho realizado por MACHADO (2000), alguns genótipos de aveia como o FAPA 2 e IA 96101b de ciclo tardio, destacaram-se pela produção média de 2.871 e 2866 kg há⁻¹ de matéria seca.

Com relação à compactação de solo, segundo CAMARGO et al. (1997) valores até 2500 kPa são considerados baixos e apresentam pouca limitação ao desenvolvimento das raízes, já valores acima deste pode haver limitações no desenvolvimento radicular e conseqüentemente redução de produtividade.

De maneira generalizada, os valores acima de 2.000KPa são mais levados de maneira crítica sobre resistência do solo ao crescimento e desenvolvimento das raízes, podendo estar na entre 2.000 á 5.000KPa (Silva et. al. 1998; Reinert et. al., 2001). Em revisão sobre, realizado por Reinert et. al. (2001), uma resistência à penetração de 2.800 a 3.200KPa retarda a alongação das raízes, já valores maiores de 4.000KPa paralisa e retarda o crescimento.

Considerando as medições com o penetrômetro, e os dados de produção de matéria seca das plantas de cobertura, pode-se observar que a testemunha teve uma produção 2801,7 Kg ha⁻¹ de matéria seca de plantas. Os resultados da compactação na medição inicial foram de 3894 kPa em 15 cm de profundidade, passando para 3012 kPa em 13 cm de profundidade na segunda avaliação, ou seja, melhoria de 882 kPa (Figura 6). Essa informação leva à conclusão de que até mesmo a área com presença de grande pressão de azevém natural, pode-se obter bons resultados em relação à descompactação do solo.

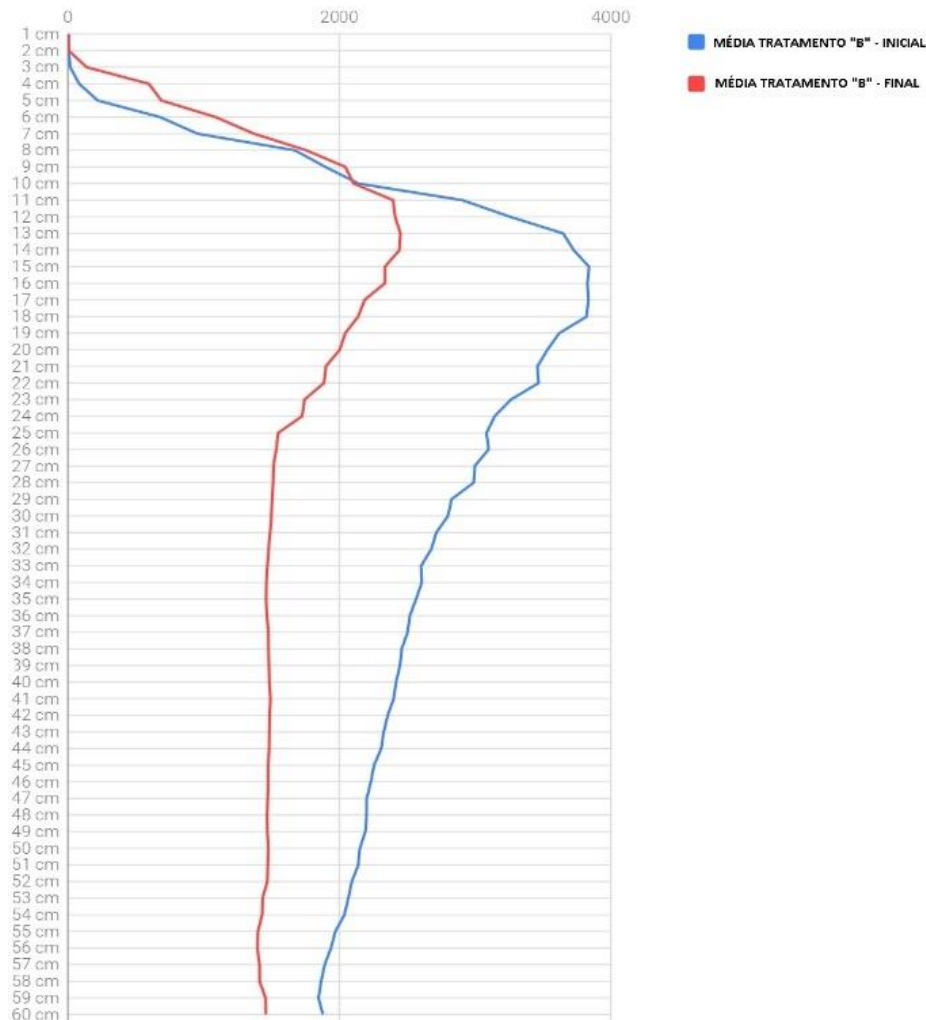
Figura 6. Comparação entre a média da avaliação inicial (linha azul) e final (linha vermelha), do tratamento 1 (pousio) obtidas com o penetrômetro.



Fonte: Eggers, Jeferson Bertão, 2021.

Com relação ao tratamento 2 (21 kg ha^{-1}) verificou-se resultado inicial com o penetrômetro de 3838 kPa à 14 cm de profundidade e última medição de 2449 kPa à 12 cm de profundidade, uma melhoria de 1389 kPa , muito relevante para o desenvolvimento das raízes (Figura 7). Para a produção de matéria seca das plantas de cobertura, obteve-se resultado médio de $6458,5 \text{ kg ha}^{-1}$, sem presença de plantas daninhas.

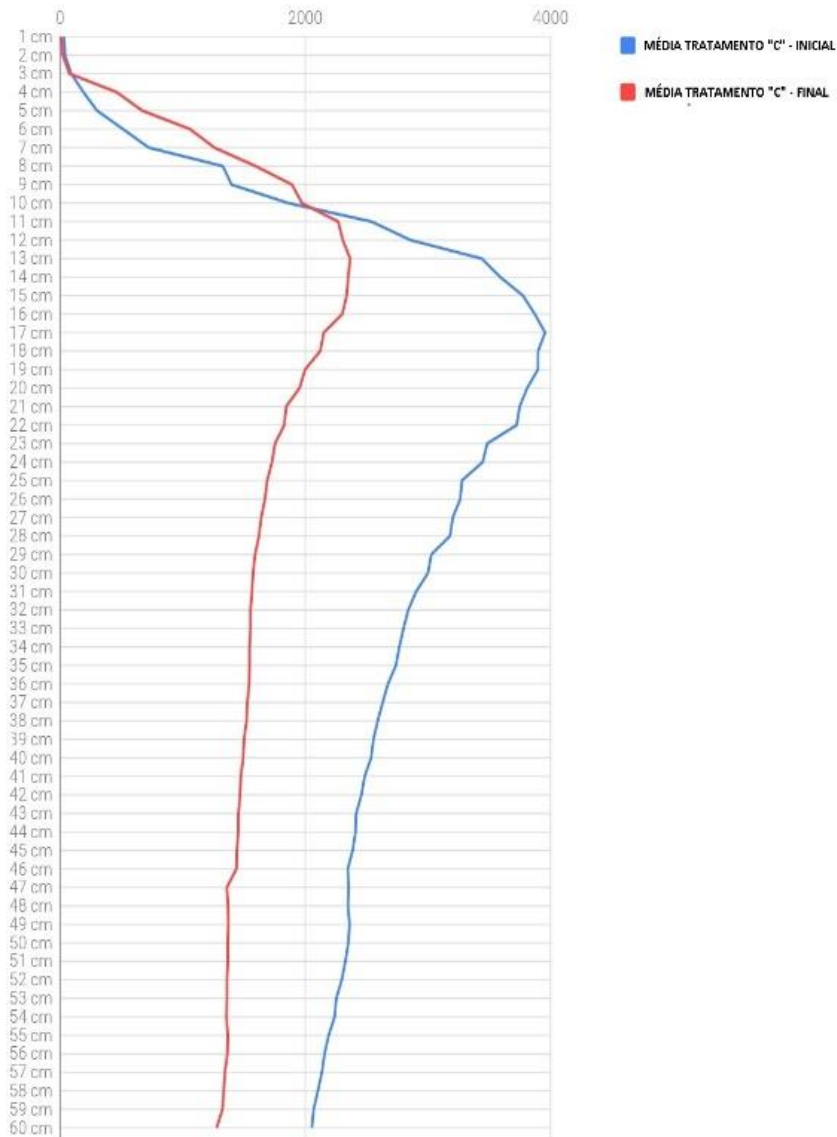
Figura 7. Comparação entre a média da avaliação inicial (linha azul) e final (linha vermelha), do tratamento 2 (21 kg ha⁻¹) obtidas com o penetrômetro



Fonte: Eggers, Jeferson Bertão, 2021.

O tratamento 3 (46 kg ha⁻¹), dosagem recomendada comercialmente, foi obtida na primeira avaliação com penetrômetro 3955 kPa a 16 cm de profundidade, seguida de 2365 kPa a 12 cm de profundidade na última avaliação, diferença de 1590 kPa (Figura 8), e produção de matéria seca média de 6262,4 kg ha⁻¹, sem a presença de plantas daninhas.

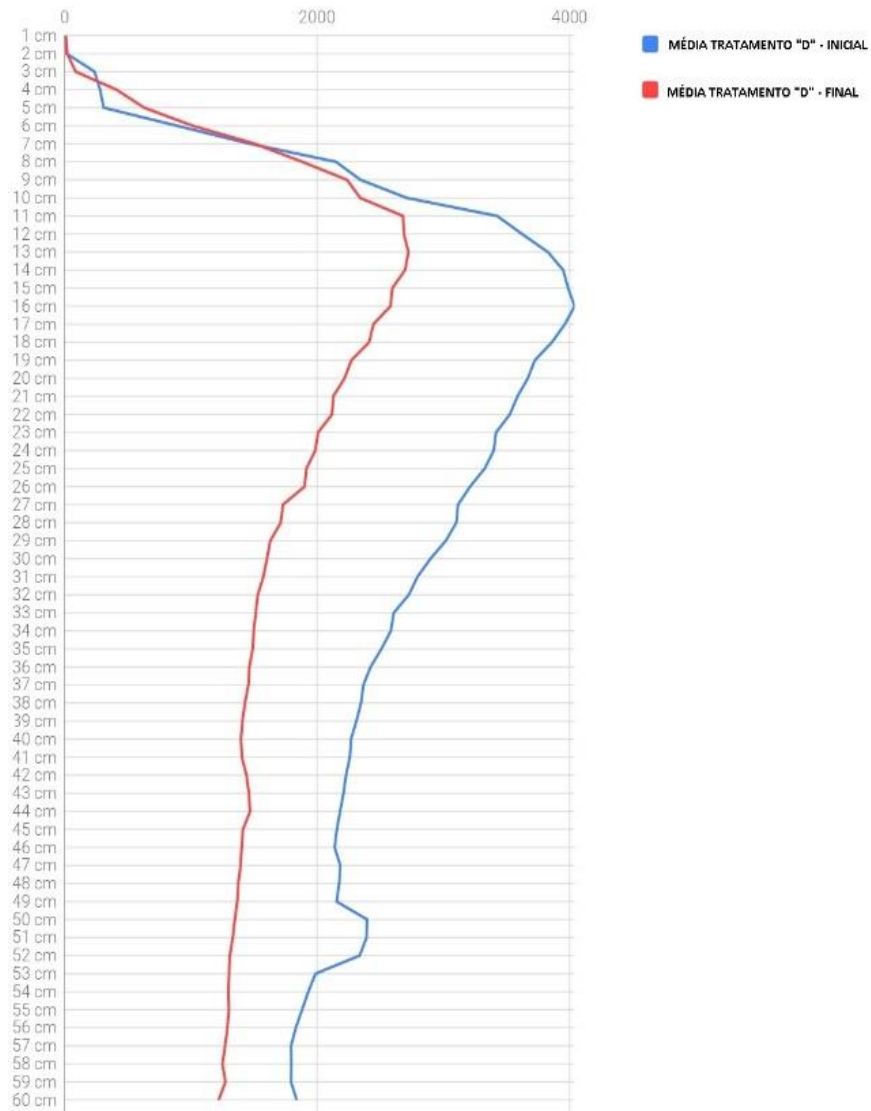
Figura 8. Comparação entre a média da avaliação inicial (linha azul) e final (linha vermelha), do tratamento 3 (46 kg ha⁻¹) obtidas com o penetrômetro.



Fonte: Eggers, Jeferson Bertão, 2021.

De acordo com os resultados obtidos no tratamento 4 (89 kg ha⁻¹), verificou-se na primeira medição o valor de 4039 kPa a 15 cm de profundidade e na última avaliação 2723 kPa a 12 cm de profundidade, uma diferença positiva de 1316 kPa. Com relação à produção de matéria seca, o resultado médio foi de 5466,3 kg ha⁻¹, sem a presença de plantas daninhas.

Figura 8. Comparação entre a média da avaliação inicial (linha azul) e final (linha vermelha), do tratamento 4 (89 kg ha⁻¹) obtidas com o penetrômetro.



Fonte: Eggers, Jeferson Bertão, 2021.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com o problema inicial de déficit hídrico, o mix de coberturas influencia positivamente na estruturação do solo, devido à presença de aveia preta e nabo pivotante, que possuem o sistema radicular agressivo para descompactar e penetrar no solo com maior resistência, juntamente com a ervilhaca, uma planta capaz de absorver e armazenar nitrogênio para a cultura sucessora.

Em todos os tratamentos, exceto a testemunha, obteve-se melhorias em relação a compactação de solo, entretanto com resultados pequenos em relação aos tratamentos entre si. Estas semelhanças dos tratamentos “2”, “3” e “4”, podem ser resultados das faltas de chuvas no início do trabalho, devido à competição entre as plantas por água e nutrientes, fazendo assim que a população fosse mais uniforme independente da dosagem de semente utilizada.

Para a matéria seca das plantas de cobertura, ocorreu melhora significativa nos tratamentos com 21 e 46 kg há⁻¹ do mix, em relação à testemunha. Possivelmente, o tratamento com 89 kg ha⁻¹ não diferiu estatisticamente da testemunha, pois a quantidade de sementes utilizada foi muito acima da recomendada, o que reduziu o espaço para desenvolvimento das plantas, suprimindo o seu crescimento da parte aérea.

Podemos concluir que, as coberturas de inverno são influenciadoras positivas para uma estruturação de solo saudável e ciclagem de nutrientes, utilizando-se de recursos naturais para obter-se uma produção sustentável e possíveis acréscimos na produtividade posterior, além de evitar erosões e nutrientes lixiviados, segurar a emergência de plantas daninhas, podendo assim reduzir custos com herbicidas.

5. AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, com que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todo o período de cinco anos de estudos, que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho e, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

À minha família, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Aos amigos que sempre estiveram do meu lado, pela amizade construída e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho.

A professora Enelise Osco Helvig, por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e comprometimento.

A coordenação do Curso, Andricia Verlindo, que sempre se mostrou disposta a ajudar e demonstrou comprometimento durante todo o curso.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa e desenvolvimento, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

6. REFERÊNCIAS

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta daninha**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 755-763, 2014.

Brenner, M. S.; Passinato, J. H.; Hübner, M. H.; Nicolodi, N. M.; Cruz, S. M.; Campos, B. C. **Influência das plantas de cobertura do solo de inverno na produtividade da cultura do milho**. 2017. Disponível em: <http://www.abms.org.br/eventos_anteriores/rtams_2017/trabalhos_anais/1381.pdf>. Acesso em: 18 de jul. de 2021.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba – SP, Degaspar, 1997. 132p

CORRÊA, R. S.; SCHUMACHER, M. V.; MOMOLLI, D. R. Deposição de serapilheira e macronutrientes em povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden sobre pastagem natural degradada no Bioma Pampa. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 65–74, 2013.

COSTA, C. H. M. da; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa de crotalária em função da fragmentação. **Bioscience journal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 384-394, 2012.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; DENARDIN, N.; WIETHOLTER, S. **Diretrizes do Sistema Plantio Direto no contexto da agricultura conservacionista**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2012, 15 p. (Documentos online, n. 141).

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. **rev. ampl.** – Brasília, - DF, 2013.

FERREIRA, A. D. B.; BOGIANI, J. C.; SOFIATTI, V.; LAMAS, F. M. **Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016, 15 p. (Comunicado Técnico, n. 377).

FERREIRA, G.W.D.; SOARES, E.M.B.; OLIVEIRA, F.C.C.; SILVA, I.R.; DUNGAIT, J.A.J.; SOUZA I.F.; VERGÜTZ, L. Nutrient release from decomposing *Eucalyptus* harvest residues following simulated management practices in multiple sites in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 370, p. 1–11, 2016.

FREITAS, D. A. F. de; SILVA, M. L. N.; CASTRO, N. E. A. de; CARDOSO, D. P.; DIAS, A. C.; CARVALHO, G. J. de. Modelagem da proteção do solo por plantas de cobertura no sul de Minas Gerais. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 6, n. 2, p. 117-123, 2012.

FRIES, L. V. **Influência de coberturas de inverno na produtividade da soja e na população de plantas espontâneas**. Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus

de Laranjeiras do Sul, Trabalho de Conclusão de Curso, 2018. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2900>>. Acesso em: 18 de jul. de 2021.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VEDRUSCOLO, 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003a.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1097-1104, 2003b.

HEINZ, R. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de carambe e nabo forrageiro. **Ciência Rural**, v.41, n.9, set, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cr/v41n9/a11611cr5315.pdf>>. Acesso em: 18 de jul. de 2021.

IAPAR-INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Mapas climáticos do estado do Paraná**. 2006. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/iapar/sma/Rosa_dos_ventos.htm>. Acesso em: 14 de jul. de 2021.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. D. A.; ASSIS, R. L. D.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p.

PLANTE RX 610. **Raix**, 2021. Disponível em: < <https://raixsementes.com.br/rx610/>>. Acesso em: 29, Agosto, 2021. 1787-1800, 2011a.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011b.

VALICHESKI, R. R.; GROSSKLAUS, F.; STÜRMER, S. L.; TRAMONTIN, A. L.; BAADE, E. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 9, p. 969-977, 2012.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. D. 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. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**. Brasília: Embrapa Agropecuária Oeste, v. 1, p. 59-168, 2014.

MACHADO, L.A.Z. Aveia: **Forragem e cobertura do solo. Embrapa agropecuária oeste. Coleção sistema plantio direto, 3.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 16p. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/243576/1/COL20003.pdf>>. Acesso em 10/11/2021

SILVA, V. R.; REINERT, D.J. **Efeito do sistema de cultivo na resistência de um latossolo roxo.** In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 1998, Brasília. Cd-rom, VI ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. Qualidade Ambiental e Prosperidade na Agricultura. Brasília – DF: 1998. v.1. p.1-3.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. & SILVA, V.R. **Propriedades físicas de solos em sistema de plantio direto irrigado.** In: CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; ROSA, G.M.; CERETTA, C.A., Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria, 2001, p. 114-133.