

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO PLETSCH

**EFICIÊNCIA DE MIX DE PLANTAS DE COBERTURA EM FUNÇÃO DA TAXA DE
SEMEADURA**

DOIS VIZINHOS

2024

FERNANDO PLETSCH

**EFICIÊNCIA DE MIX DE PLANTAS DE COBERTURA EM FUNÇÃO DA TAXA DE
SEMEADURA**

Efficiency of cover crops mix as a function of seeding rate

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Conceição.

Coorientador: Dr. Cidimar Cassol.

DOIS VIZINHOS

2024



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

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

FERNANDO PLETSCH

**EFICIÊNCIA DE MIX DE PLANTAS DE COBERTURA EM FUNÇÃO DA TAXA DE
SEMEADURA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 20/ junho/ 2024.

Paulo Cesar Conceição - Orientador
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos

Antonio Pedro Brusamarello
Doutorado
Centro Universitário Mater Dei (UNIMATER), Pato Branco

Caroline Amadori
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos

DOIS VIZINHOS

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar em toda a trajetória da graduação, e principalmente no desenvolvimento deste trabalho.

A minha família por todo o apoio e incentivos durante essa etapa.

Ao professor e orientador Dr. Paulo Cesar Conceição pela oportunidade e pelos conhecimentos compartilhados.

Ao Dr. Cidimar Cassol por ser coorientador deste trabalho, com todos seus ensinamentos, conselhos e ajudas durante esta etapa.

A todos que de alguma forma estiveram presentes e contribuíram nesta etapa.

RESUMO

No sistema plantio direto preconiza-se que o revolvimento do solo seja restrito apenas ao sulco de plantio, ocorra rotação de culturas e haja cobertura permanente do solo por resíduos de culturas comerciais ou de plantas de cobertura. As plantas de cobertura entram no sistema propiciando uma série de benefícios, como a cobertura do solo através de sua palhada, que minimiza os riscos de erosão, contribui para melhorias das características biológicas, físicas e químicas do solo, melhora a porosidade e a ciclagem de nutrientes, além de se encaixarem facilmente na rotação devido sua diversidade e plasticidade de cultivo. A adição de massa seca em quantidade e qualidade é fundamental para o sistema plantio direto, desta forma a utilização de mix de plantas de cobertura vem ganhando espaço, pois consegue atender a estes objetivos. No entanto, pouco se sabe sobre o comportamento da eficiência de produção de massa seca dos consórcios em diferentes doses de semeadura. Objetivou-se encontrar o ponto de máxima eficiência técnica da produção de massa seca e eficiência da produção de massa seca por kg de semente utilizada na semeadura, bem como avaliar a eficiência das espécies consorciadas em relação as espécies solteiras. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, foram testados 8 tratamentos, sendo 4 mixes (310M, 310S, 410M, 410S), oriundos de combinações de plantas de cobertura hibernais, aveia preta (*Avena strigosa*), centeio (*Secale cereale*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), e as mesmas espécies que de forma solteira com a finalidade de comparar a eficiência de produção de massa seca por kg de sementes, nos cultivos solteiros e consorciados. As parcelas apresentaram dimensões de 24x1,55 m e as subparcelas de 6 m de comprimento e 1,55 de largura, onde foram testadas as taxas de semeadura, 60%, 100% (taxa configurada/recomendada), 140% e 180%, totalizando 32 subparcelas em cada bloco e um total final de 96 parcelas. A avaliação de massa seca foi realizada coletando-se 1,5 m linear (0,25 m²) em cada sub parcela, depois procedeu-se a separação botânica das espécies nos mixes para estimar a participação de cada uma no total de massa seca. Também foram realizadas avaliações de fechamento de dossel com auxílio do programa SISCOB. A cobertura do solo pelo dossel aéreo é maior nas maiores taxas nas avaliações mais próximas a emergência, se igualando ao final do ciclo. A produção de matéria seca é maior com uso de taxas maiores, porém seu incremento é baixo.

Palavras-chave: Sistema plantio direto; Sementes; Consórcio; Massa seca;

ABSTRACT

In the no-till system, it is recommended that soil disturbance be limited to the planting furrow, crop rotation be practiced, and the soil be permanently covered by residues of commercial crops or cover crops. Cover crops provide a range of benefits, such as soil coverage through their straw, which minimizes erosion risks, contributes to improvements in the biological, physical, and chemical characteristics of the soil, enhances porosity and nutrient cycling, and easily fits into rotation due to their diversity and cultivation flexibility. The addition of dry mass in both quantity and quality is fundamental for the no-till system, and thus, the use of cover crop mixes is gaining ground as they meet these objectives. However, little is known about the efficiency behavior of dry mass production in different seeding rates of consortia. The objective was to find the point of maximum technical efficiency of dry mass production and the efficiency of dry mass production per kilogram of seed used in seeding, as well as to evaluate the efficiency of the intercropped species compared to single species. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal University of Technology - Paraná, Dois Vizinhos campus. The experimental design was randomized blocks with three replications, testing 8 treatments, consisting of 4 mixes (310M, 310S, 410M, 410S) derived from combinations of winter cover crops, black oat (*Avena strigosa*), rye (*Secale cereale*), common vetch (*Vicia sativa*), and forage radish (*Raphanus sativus*), and the same species in single cultivation to compare the efficiency of dry mass production per kilogram of seed in both single and intercropped cultivation. The plots measured 24x1.55 m and the subplots 6 m in length and 1.55 m in width, where seeding rates of 60%, 100% (configured/recommended rate), 140%, and 180% were tested, totaling 32 subplots in each block and a final total of 96 plots. Dry mass assessment was performed by collecting 1.5 linear meters (0.25 m²) in each subplot, followed by botanical separation of the species in the mixes to estimate the contribution of each to the total dry mass. Canopy closure assessments were also conducted using the SISCOB program. Soil cover by the aerial canopy is higher at the higher rates in assessments closer to emergence, leveling off at the end of the cycle. Efficiency is greater with the use of lower seeding rates; however, dry mass production is higher with the use of higher rates.

Keywords: No-tillage system; Seeds; Consortium; Dry mass;

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Combinação de cada tratamento e as taxa de semeadura.....	24
Tabela 2 - Participação e área ocupada por cada espécie nos mixes.....	25
Tabela 3 - Cobertura do solo 20 DAE (%) com diferentes arranjos e taxas de semeadura.....	28
Tabela 4 - Cobertura do solo 40 DAE (%) com diferentes arranjos e taxas de semeadura.....	28
Tabela 5 - Cobertura do solo 60 DAE (%) com diferentes arranjos e taxas de semeadura.....	29
Tabela 6 - Cobertura do solo 80 DAE (%) com diferentes arranjos e taxas de semeadura.....	30
Tabela 7 - Altura de plantas (cm) em diferentes cultivos e taxas de semeadura.....	30
Tabela 8 - Tabela 9. Eficiência de produção de massa seca individual por kg de semente utilizado de cada espécie em diferentes cultivos e taxas de semeadura.....	31
Tabela 9 - Produção de massa seca individual por kg de semente utilizado de cada espécie em diferentes cultivos e taxas de semeadura.....	32
Tabela 10 - Produção de massa seca em kg/ha ⁻¹ total em diferentes cultivos e taxas de semeadura.....	33
Tabela 11- Produtividade máxima de MS e ponto de máxima eficiência técnica.....	34
Tabela 12- Ajuste de densidade de semeadura nos mixes com base no ponto de máxima eficiência técnica (MET).....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca	Cálcio
cm	Centímetros
C/N	Relação Carbono/Nitrogênio
CTC	Capacidade de troca catiônica
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
K	Potássio
kg ha⁻¹	Quilogramas por Hectare
m	Metro
m²	Metro Quadrado
m³ m⁻³	Metro Cúbico por Metro Cúbico
MET	Máxima eficiência técnica
Mg	Magnésio
Mg ha⁻¹	Megagramas por Hectare
MO	Matéria Orgânica
MS	Massa seca
N	Nitrogênio
P	Fósforo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
SPD	Sistema Plantio Direto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	JUSTIFICATIVA	10
3	HIPÓTESE	11
4	OBJETIVOS	12
4.1	Objetivo geral	12
4.2	Objetivos específicos	12
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
5.1	Sistema Plantio Direto	13
5.2	Plantas de cobertura	14
5.2.1	Aveia Preta (<i>Avena strigosa</i>).....	15
5.2.2	Centeio (<i>Secale cereale</i>)	16
5.2.3	Ervilhaca comum (<i>Vicia sativa</i>).....	16
5.2.4	Nabo forrageiro (<i>Raphanus sativus</i>).....	17
5.3	Mixes de Plantas de Cobertura	18
6	MATERIAL E MÉTODOS	21
6.1	Descrição da área experimental	21
6.3	Tratamentos e delineamento experimental	21
6.4	Parâmetros avaliados	24
6.4.1	Massa seca	24
6.4.2	Eficiência de produção de MS	24
6.4.3	Fechamento do dossel e altura de plantas	24
6.4.4	Ponto de máxima eficiência técnica	25
6.5	Análise estatística	25
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
7.1	Cobertura do solo pelo dossel de plantas de cobertura	26
7.2	Altura de plantas	28
7.3	Produção de matéria seca	29
7.4	Ponto de máxima eficiência técnica de produção de MS	32
8.	CONCLUSÃO	35
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Com a modernização da agricultura, o surgimento de novas tecnologias possibilitou que atingíssemos altas produtividades por unidade de área, todas essas etapas e processos são sustentados pelo solo, por isso devemos trabalhar em sintonia, para que este possa expressar todo seu potencial aumentando a lucratividade por área. Uma das formas mais eficientes e sustentáveis de se manejar o solo é o plantio direto (PD), que teve seus primeiros estudos no Paraná, na década de 70, no município de Rolândia, com o agricultor Herbert Bartz, pioneiro desta técnica que preconiza por alguns pilares indispensáveis para seu sucesso, sendo eles o mínimo revolvimento do solo, rotação de cultivos e a cobertura permanente do solo.

Nesse sentido, muitos produtores já cientes dos benefícios do SPD, fazem o posicionamento de plantas de cobertura hibernais, que terão como finalidade a produção de biomassa para cobertura do solo, com potencial de elevar a matéria orgânica a longo prazo, proteger da ação de impacto da chuva, minimizando os riscos de erosão, impedir que a radiação solar incida diretamente no solo, diminuindo a amplitude térmica, melhorando a drenagem e retenção de água no sistema. Além disso, favorece a microbiota do solo e melhora as propriedades químicas pela ciclagem de nutrientes e as propriedades físicas, pela ação biológica das raízes das culturas de cobertura que melhoram a micro e macro porosidade.

Os mixes apresentam diferentes combinações e proporções de espécies, onde se busca por uma relação C/N equilibrada, com boa capacidade de fixação biológica de N através das leguminosas e bom tempo de permanência de resíduos na superfície do solo pelas gramíneas, atendendo assim uma ampla gama de possíveis benefícios ao sistema. Com a utilização de consórcios é possível fornecer ao sistema benefícios isolados de cada uma das espécies que o compõe, sendo uma prática que deve ter seu uso estimulado em SPD (ZIECH et al., 2015).

Portanto, deve-se fazer o posicionamento desses consórcios de forma correta, em época e condições edafoclimáticas adequadas, bem como a densidade de semeadura indicada para que possa permitir maior eficiência na conversão de kg de sementes utilizadas em kg de massa seca (MS).

2 JUSTIFICATIVA

O SPD consiste no mínimo revolvimento do solo, na rotação de culturas e na manutenção da cobertura do solo. Esse sistema preconiza um manejo conservacionista do solo, para produzir sem que haja um maior risco de degradação, minimizando as chances de erosão, um dos principais problemas enfrentados em regiões de relevos declivosos, como o da região de estudo. As plantas de cobertura hibernais são usadas como uma ferramenta dentro do sistema, pois tem capacidade de manter o solo coberto na época da entre safra.

A densidade de semeadura é baseada na porcentagem de cada espécie ou na área que será coberta por cada espécie em um hectare. Geralmente, a participação de leguminosas é baixa, reduzindo o custo visando aumento da rentabilidade. Diante disso, as empresas se baseiam na realização da proporção em estudos reservados ao consumo interno, já que não são referenciados em publicações científicas para justificar tal proporção de espécies e dose de semeadura.

O presente trabalho visa encontrar o ponto de máxima eficiência técnica entre a produção de massa seca e a densidade de semeadura, ou seja, até onde a produção de massa seca responde positivamente a taxa de semeadura, buscando uma explicação técnica do que acontece na produção de massa seca, para então definir a recomendação de semeadura de cada mix.

3 HIPÓTESE

A hipótese do estudo é que mixes de plantas de cobertura hibernais, com a maior densidade de semeadura, gerarão maior produção de massa seca, porém a maior eficiência de produção de MS por kg de semente utilizado será nas menores taxas de semeadura.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi encontrar a maior eficiência técnica na produção de massa seca das plantas de cobertura por quilograma de semente utilizado.

4.2 Objetivos específicos

Avaliar o comportamento produtivo das diferentes plantas de cobertura, solteiras ou mix, com base na altura de plantas, fechamento do dossel e produção de matéria seca.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Sistema Plantio Direto

No sul do Brasil, a partir da década de 70, iniciaram-se as primeiras implantações de lavouras em plantio direto (PD), este representou maiores potenciais produtivos da agricultura brasileira (PISKE, 2016). Ao longo do tempo, o aprimoramento em sistema plantio direto (SPD) trouxe consigo uma grande contribuição para agricultura brasileira, havendo crescimento sustentável da agricultura no país, regidos por métodos conservacionistas, como cobertura vegetal ininterrupta no solo, rotação de cultivos e a possibilidade de realização de mais de uma safra ao ano (FUENTES-LLANILLO et al., 2021). Uma forma de manejo conservacionista, que cada vez mais tem adesão dos produtores, pois impulsiona os atributos de qualidade do solo (ZIECH et al., 2015), sua utilização no Brasil, corresponde a cerca de 33 milhões de hectares (RODRIGUES, 2021).

Segundo Freitas (2004), o SPD é um conjunto de fatores que buscam melhorias nas condições ambientais, maximizando a genética das culturas, precedido de três requisitos indispensáveis, movimentação do solo apenas no sulco de plantio, variedades de espécies no sistema através de rotação de culturas e permanência constante de palhada para cobertura do solo, podendo ser obtida de culturas específicas com a finalidade de proteger o solo contra sol, chuva e conseqüentemente ter uma maior retenção de água no solo.

O menor revolvimento gera vários fatores positivos, como uso diminuto de maquinários que corresponde a economia, e os fatores ambientais havendo redução de queima de combustível fóssil (RODRIGUES, 2021). O SPD não recomenda o revolvimento do solo, portanto mantém toda a estrutura do mesmo intacta, não havendo degradação acelerada da matéria orgânica (DENARDIN & KOCHHANN, 2000). Auxilia na diminuição de possíveis perdas de solo no sistema, confere estabilidade aos agregados por revolver apenas no sulco, e pela manutenção de palhada sobre o solo (SALOMÃO et al., 2019). Além disso o sistema fornece lentamente os nutrientes resultantes da decomposição do material orgânico, favorecendo a cultura sucessora (MANFRE et al., 2019).

O sistema atua diretamente na matéria orgânica, pela adição de biomassa e conseqüentemente na ciclagem de nutrientes, que resulta em um menor uso de fertilizantes químicos e risco de contaminações ambientais (RODRIGUES, 2021).

Segundo Cassol (2019) os princípios do SPD podem ser alcançados com uso de plantas de cobertura sejam elas de verão ou inverno de maneira prática e econômica, usufruindo de períodos de entre safra.

A melhoria das técnicas de manejo do SPD é proveniente de tecnologias, dedicação por parte dos agricultores, juntamente com órgãos de pesquisa e extensão rural, instituições de ensino e participação da iniciativa privada (FREITAS, 2004). O SPD auxiliou a reduzir riscos frente a sustentabilidade ambiental em várias regiões agrícolas que não possuíam tanta tradição produtiva (LLANILLO et al., 2021). Promovendo condições mais benéficas a qualidade do solo, que ajuda a obter ganhos socioeconômicos ao ramo agrícola (RODRIGUES, 2021).

5.2 Plantas de cobertura

Em geral as plantas de cobertura são cultivos que visam fornecer ao sistema contribuições nas questões físicas, químicas e biológicas do solo, conseqüentemente melhorando a capacidade produtiva (EQUIPE MAIS SOJA, 2021). As plantas de cobertura ocupam as lavouras em períodos do ano que o solo ficaria em pousio, desta maneira tem grande importância para melhoria do SPD, são de baixo custo e acarretam ganhos de até 20% na produtividade das culturas comerciais, e elevam a taxa de sequestro de carbono (CHERUBIN et al., 2022). Segundo Piske (2016) as plantas de cobertura do solo têm por finalidade conferir proteção contra o impacto da chuva, melhorar a ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo. A sustentabilidade ambiental ganhou ênfase mundial em termos de preocupação com o manejo do solo, onde o uso de plantas de coberturas deve ser incentivado, pois promove a conservação do solo, contribui para um menor uso de insumos e faz parte de um conjunto de práticas demandadas na agricultura atual (CASSOL, 2019).

Os resíduos de materiais orgânicos oriundos do pós-colheita de culturas anuais geralmente não atendem à demanda em quantidade e em tempo de permanência para conferir proteção ao solo, podendo comprometer a eficácia do SPD, e visando proporcionar esta proteção ao solo é aceito um total mínimo de MS em torno de 7 Mg ha^{-1} . (AMBROSANO et al., 2005). Nesse sentido, é interessante que se faça a utilização de plantas de cobertura para elevar o suprimento de resíduos na entre safra, visando atender a demanda de matéria seca em anos de condições climáticas não favoráveis as culturas anuais, quando há um comprometimento da produção,

consequentemente redução no aporte de resíduos. Por isso, busca-se por plantas de cobertura de solo com maior capacidade de adaptação as mais variadas condições edafoclimáticas e que se encaixam no sistema de rotação (ALVARENGA *et al.*, 2001).

Para Ambrosano *et al.* (2005), rotação de culturas pode propiciar o alcance a máxima eficiência no SPD, onde as gramíneas produzem resíduos com maior tempo permanência, devido a relação C/N maior, porém é das leguminosas os resíduos de maior qualidade e que conferem melhores resultados. Diante disso, deve-se optar por espécies de cobertura com potencial de produção de biomassa mais elevada, bem como acúmulo de C e N, e entender o funcionamento do processo de decomposição dos resíduos, ciclagem e liberação dos nutrientes (DONEDA *et al.*, 2012).

A variação diminuta da temperatura do solo, o incremento de matéria orgânica proveniente da produção de massa verde ao longo dos anos, melhoria na atividade biológica são pontos diretamente ligados a cobertura do solo (EQUIPE MAIS SOJA, 2021). O sucesso do SPD passa pela palha resultante de culturas comerciais e de cobertura que propiciam um ambiente favorável ao crescimento vegetal, estabilizando produções e auxiliam na manutenção da qualidade do solo (ALVARENGA *et al.*, 2001).

5.2.1 Aveia Preta (*Avena strigosa*)

É uma cultura anual, com porte ereto e sistema radicular fasciculado. Apresenta capacidade produtiva em torno de 50 Mg ha⁻¹ de massa verde e 6 Mg ha⁻¹ de massa seca (WUTKE *et al.*, 2007). Dentro das espécies da família Poaceae, é a principal cultura de cobertura de solo outono/inverno utilizada na região sul do Brasil e aparece bastante em sistema de consórcio, como por exemplo, em mix de aveia + ervilhaca + nabo forrageiro (TIECHER, 2016). Também pode ser usada como planta forrageira para alimentação animal, possui teor elevado de proteína e boa digestibilidade, sua precocidade se destaca em relação aos demais cereais de inverno, ótimo perfilhamento e crescimento acelerado, se encaixando perfeitamente para adubação verde e cobertura (CHERUBIN *et al.*, 2022).

Quando posicionadas de forma solteira e com semente de qualidade, a densidade de semeadura fica entre 70-80 kg ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 20 e 30 cm e profundidade máxima de 3-4 cm, se semeada a lanço, recomenda-se usar em torno de 30 a 50% a mais de sementes (PEREIRA, 2016). Seu sistema radicular profundo auxilia na estruturação do solo e estabilidade, elevam a capacidade

de troca de cátions (CTC) e ciclagem de nutrientes, devolvendo ao solo, em média, 68 kg ha⁻¹ de Ca e 20 kg ha⁻¹ de Mg (CHERUBIN *et al.*, 2022).

5.2.2 Centeio (*Secale cereale*)

A temperatura ideal para seu desenvolvimento é entre 25 e 31 °C, em regiões de altitude, invernos vigorosos mais frios e secos, o centeio se sobressai na produção de matéria seca e precocidade em relação as demais espécies hibernais em condições parecidas (PEREIRA, 2016). Como uma cultura rústica, apresenta boa produção em solos de baixa fertilidade, capaz de apresentar uma produção de matéria verde entre 20 e 30 Mg ha⁻¹, e matéria seca de 2 a 4 Mg ha⁻¹. Possibilita cultivo pós milho, soja e feijão, ou também em meio a frutíferas perenes, como a videira (WUTKE *et al.*, 2007). De crescimento rápido e vigoroso, consegue absorver nutrientes que estavam indisponíveis as demais espécies, devido a sua rusticidade e sistema radicular profundo apresenta resistência a acidez, frio e doenças (TIECHER, 2016).

A densidade de semeadura é de em torno de 40 a 60 kg ha⁻¹, com florescimento entre 60 e 90 dias após a semeadura, seus resíduos têm capacidade de suprimir daninhas pela presença de substâncias químicas alelopáticas, sendo usado como planta de cobertura no outono/inverno, pois tolera geadas, auxilia na redução de doenças de solo e sua palhada tem altos teores de lignina, hemicelulose e celulose, e alto tempo de persistência sobre a superfície do solo (CHERUBIN *et al.*, 2022).

5.2.3 Ervilhaca comum (*Vicia sativa*)

Originária do Mediterrâneo e da Ásia Ocidental, propicia boa cobertura do solo, alcançando altura entre 50 e 80 cm, flores de cor azul, violácea ou arroxeadas (CHERUBIN *et al.*, 2022). Planta anual, decumbente, muito utilizada e bem adaptada a região Sul, apresenta de 4 a 6 Mg ha⁻¹ de matéria seca, seu florescimento pleno acontece de 120 a 150 dias (WUTKE *et al.*, 2007).

A semeadura ideal se dá de abril a maio, porém pode ser feita de março a junho, densidade de semeadura em linha com espaçamento de 50 cm é de 30 kg ha⁻¹, se feita a lanço há um incremento de 10 kg, utilizando 40 kg ha⁻¹, profundidade das sementes é em torno de 2-3 cm (PEREIRA, 2016).

Planta herbácea de crescimento trepador, boa capacidade de crescimento radicular apresentando volume considerável, também apresenta boa cobertura do solo, muito utilizada na adubação verde. Empregada em consórcios junto de outras espécies como aveia preta e nabo forrageiro, e devido a seu excelente teor nutricional é usada como forrageira para alimentação animal. Sua característica mais marcante é a grande capacidade de fixação biológica de N, sendo que apresenta somatório da parte aérea e da FBN de 150 kg ha⁻¹ (TIECHER, 2016).

Ocupa o solo no período da entre safra das culturas de interesse econômico, desde que não ocorra um déficit hídrico muito acentuado, apresenta associações simbióticas com bactérias fixando e elevando o teor de N para a cultura subsequente, acarretando na diminuição do uso de N na adubação de base, por cobrir o solo auxilia a diminuir risco de erosão. Seus resíduos são capazes de fornecer em média 145 kg ha⁻¹ de N, 30 kg ha⁻¹ de P, 177 kg ha⁻¹ de K, 49 kg ha⁻¹ de Ca e 49 kg ha⁻¹ de Mg em 5,5 Mg ha⁻¹ de MS (CHERUBIN *et al.*, 2022).

5.2.4 Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*)

Pertence à família Brassicaceae, muito cultivada na Ásia Oriental e Europa, já no Brasil, se planta em regiões de temperaturas amenas, como nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (TIECHER, 2016). É uma cultura anual, herbácea, com hábito de crescimento ereto, sistema radicular pivotante profundo, desenvolvimento e vigor inicial excelente, alcançando de 1 a 1,80 m de altura. Apresenta capacidade de produzir de 25 até 60 Mg ha⁻¹ de massa verde (WUTKE *et al.*, 2007), e produção de matéria seca variando de 3.5 Mg ha⁻¹ até 8 Mg ha⁻¹ (TIECHER, 2016).

O nabo forrageiro é amplamente usado na adubação verde e em sistemas de rotação de cultivos com soja e milho, suas raízes pivotantes conseguem desenvolver atividade em profundidade em solos compactados, com 60 dias apresentam potencial de cobertura de 70% do solo, e ajudam a inibir o aparecimento de plantas daninhas devido suas características alelopáticas (CHERUBIN *et al.*, 2022), além de tolerar déficit hídrico e geadas durante seu ciclo (TIECHER, 2016). Destaca-se que o nabo forrageiro auxilia na diversidade bacteriana no meio, seus resíduos possuem baixa relação C/N acarretando a rápida decomposição e para maior tempo de permanência se recomenda o consórcio com uma gramínea (CHERUBIN *et al.*, 2022).

5.3 Mixes de Plantas de Cobertura

Importantes estudos sobre consórcios de plantas de coberturas foram implantados no Brasil na década de 90, principalmente experimentos com ervilhaca comum e aveia preta sobre diferentes porcentagens dessas espécies consorciadas afim de avaliar como se comportavam as variáveis de produção de biomassa, relação C/N e o teor de N acumulado nos tecidos (HEINRICHS, 2001; AITA *et al.*, 2004; AITA & GIACOMINI, 2003).

Os consórcios de culturas de cobertura geralmente apresentam maior eficiência de rendimento devido a complementaridade das espécies, resultando em efeitos benéficos, porém ainda são pouco utilizados por agricultores, portanto deve-se explicar os benefícios das misturas em busca de aumentar a sua difusão e uso na agricultura (ELHAKEEM *et al.*, 2019). Para Silva (2021), há um aumento na utilização de mix de plantas de cobertura, sobretudo quando há características contrastantes entre as espécies que o compõe, pois conseguem aportar maiores benefícios ao sistema do que cada espécie cultivada de forma isolada, maximizando a disponibilidade de nutrientes e conferindo um aumento na proteção do solo, se estabelecendo como uma excelente alternativa para melhorar a qualidade do solo.

O consórcio entre plantas de cobertura auxilia nas mais variadas características do solo, sendo químicas, físicas e biológicas, pois também propiciam diferentes características fisiológicas e exploração das raízes (HASKEL, 2017). Também pelo fato de possuírem diferentes tipos de crescimento, espaço de exploração radicular e composição nutricional que melhoram a qualidade do solo (PREVEDEL, 2021). Devido as questões relacionadas ao C do solo e a ciclagem de nutrientes é importante observar as características radiculares de cada espécie da cultura de cobertura, para maximização do aporte de benefícios ao sistema (BUKOVSKY-REYES, 2019).

O mix é um conjunto de duas ou mais espécies pensadas estrategicamente para serem posicionadas em uma mesma área, onde preenchem diferentes espaços, havendo benefício mútuo no seu desenvolvimento, visando aumento da produção de matéria seca, volume e diversidade de raízes, contemplando algumas características desejadas (FRIES, 2021). Em cultivos consorciados se reduzem os riscos, pois se uma espécie tiver seu crescimento comprometido devido alguma situação desfavorável, outra espécie pode não sofrer o mesmo efeito e continuar seu desenvolvimento normalmente, em uma forma equilibrada e compensatória,

reduzindo os riscos de frustração de safra, diferente de cultivos solteiros (ELHAKHEEM *et al.*, 2019).

Utilizando mixes de plantas de cobertura se atribui produção de palhada e acúmulo de N, reduzindo o uso de fontes externas deste nutriente (SANDRIN, 2022). O mesmo autor destaca que se deve visar a eficiência de cada espécie dentro da combinação, que é importante posicionamento quando há condições edafoclimáticas positivas para as mesmas, além de realizar um levantamento das características desejadas a serem fornecidas ao sistema para potencializar a produtividade de cultura sucessora. Pois, a mistura proporciona uma exploração de nichos complementares no sistema, acarretando em uma maior produção de biomassa e acúmulo de nitrogênio que cultivos solteiros (ELHAKHEEM *et al.*, 2019).

Segundo Heinrichs *et al.* (2001), o cultivo consorciado de aveia e ervilhaca propiciou uma biomassa com relação C/N mais equilibrada, que se decompõe vagorosamente no sistema, diferente do mono cultivo apenas de ervilhaca. Em mixes de plantas de coberturas hibernais a proporção de cada espécie influenciará na dinâmica do N no sistema (AITA *et al.*, 2004).

Pensando nos processos de imobilização e mineralização de N, uma relação C/N em torno de 25 é tida como equilibrada (CASSOL, 2019). O mesmo autor ainda destaca que em cultivos consorciados de A+E (aveia+ervilhaca) e A+E+N (aveia+ervilhaca+nabo) é possível se obter uma relação C/N mais equilibrada de que as mesmas espécies cultivadas de forma solteira, com alta produção de massa seca com essas características, elevando o tempo e permanência dos resíduos visando proteção mais longa ao solo.

Para Heinrichs *et al.* (2001), o acúmulo de N, tempo de permanência de resíduos e relação C/N variam de acordo com a porcentagem de cada espécie, em que, misturas com maior participação de gramíneas, terão menor acúmulo de N nos tecidos, maior relação C/N e, conseqüentemente, maior tempo de permanência. Essas variáveis são inversamente proporcionais quando se eleva a participação das leguminosas no mix, por isso busca-se o equilíbrio e que não comprometa a eficiência das espécies. Pois há um decréscimo de produção de biomassa da ervilhaca quando em misturas em comparação ao cultivo solteiro, diferente da aveia e do nabo que apresentam aumento de produção de massa seca em cultivos consorciados (CASSOL, 2019).

A eficiência dos mixes também está relacionada a um evento chamado simbiose tripartite que proporciona através de uma rede de hifas externa dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) a realização de uma interconexão entre as diferentes raízes das culturas de cobertura, acarretando em uma transferência de N para as espécies não fabáceas, possível explicação pela maior produção de biomassa observada nos consórcios (CRUZ & MARTINS, 1998). Para CASSOL (2019), a adoção do plantio direto e o uso contínuo de culturas de cobertura proporcionaram diferentes efeitos benéficos a qualidade do solo, observado devido haver aumento de produtividade de grãos mesmo em áreas que a adubação de base suprimiu as exigências nutricionais das culturas.

Embora uma prática antiga, o uso comercial de mix de cobertura é recente no mercado. Desse modo, os trabalhos avaliando a taxa de semeadura e eficiência de produção de MS não são encontrados na literatura científica. Carecendo esse tema de aprofundamento de pesquisas para geração de resultados, os quais possam ser utilizados para melhorar a recomendação dessas misturas e com isso aumentar a eficiência dos benefícios ecossistêmicos aportados ao sistema de produção.

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Descrição da área experimental

O experimento foi implantado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Dois Vizinhos, localizada no sudoeste do Paraná, latitude 25°42'52" S, longitude de 53°03'94" O, e a 530 metros acima do nível do mar. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho (CABREIRA, 2015). O clima local é classificado como Cfa (subtropical úmido) sem estação seca definida (ALVARES *et al.*, 2013). A área do experimento era utilizada previamente para produção de grãos com a cultura de milho safra, no sistema plantio direto, e com trigo mourisco como cobertura no verão. E no inverno é semeado mix de plantas de cobertura.

6.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foram testados 8 tratamentos, compostos de 4 mixes de plantas hibernais em fase de avaliação, sendo eles o 310S (aveia preta+ervilaca+nabo), 310M 310S (aveia preta+ervilaca+nabo), 410S 310S (aveia preta+ervilaca+nabo+centeio), 410M (aveia preta+ervilaca+nabo+centeio), compostos pelas espécies de aveia preta (*Avena strigosa*), centeio (*Secale cereale*), ervilhaca (*Vicia sativa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) em diferentes combinações. A densidade das culturas solteiras foi baseada no Guia Prático de Plantas de Cobertura (CHERUBIN, 2022). Também foram implantadas essas espécies em cultivos solteiros para servirem de comparação nos parâmetros avaliados, conforme explicitado na tabela 1.

A configuração do mix de plantas de cobertura foi baseada em alguns princípios técnicos:

- Diagnóstico da necessidade da área, observando a cultura subsequente a ser implantada.
- Cultura que se pretende beneficiar;
- Escolha das espécies para combinar benefícios ecossistêmicos, como estruturação e descompactação do solo proveniente das raízes, fixação de nitrogênio e cobertura do solo por resíduos vegetais.
- Participação mínima de 40% da área com espécies poáceas para adição de raízes, quando for quatro ou mais espécies na mistura, 50% de participação quando for três e 60% de poáceas quando for mistura dupla.

- Recomendação das espécies em função da área e não da proporção kg da densidade de semeadura.

No trabalho em questão foram realizadas configurações de mix de plantas de coberturas para antecederem as culturas da soja (310 e 410 S) e do milho (310 e 410 M).

Tabela 1- Composição dos tratamentos avaliados, plantas de cobertura solteira e mix, e taxas de semeadura.

Arranjos de plantas	Espécies	60% (kg ha ⁻¹)	100% (kg ha ⁻¹)	140% (kg ha ⁻¹)	180% (kg ha ⁻¹)
310S	Aveia preta				
	Ervilhaca comum	30,7	51,1	71,6	92,1
	Nabo forrageiro				
310M	Aveia preta				
	Ervilhaca comum	30	50	69,9	89,9
	Nabo forrageiro				
410M	Aveia preta				
	Ervilhaca comum	29,5	49,2	68,8	88,5
	Nabo forrageiro				
410S	Aveia preta				
	Ervilhaca comum	31,8	53	74,2	95,4
	Nabo forrageiro				
Aveia preta	Aveia preta	42	70	98	126
Centeio	Centeio	30	50	70	90
Ervilhaca comum	Ervilhaca comum	24	40	56	72
Nabo forrageiro	Nabo forrageiro	9	15	21	27

Fonte: Autor (2024).

Nos mixes cada espécie representa uma parte da formulação, bem como uma respectiva área, como demonstra a tabela 2.

Tabela 2- Participação na mistura e área ocupada por cada espécie nos mixes.

Tratamento	Espécies	Densidade kg ha⁻¹	Participação %	Área ocupada em m²
310S	Aveia preta	36,8	72	5.000
	Ervilhaca comum	9,3	18	2.000
	Nabo forrageiro	5	10	3.000
Total		51,1	100	10.000
310M	Aveia preta	29,5	59	4000
	Ervilhaca comum	16,3	33	3500
	Nabo forrageiro	4,2	8	2500
Total		50	100	10000
410M	Aveia preta	17,9	36	2300
	Ervilhaca comum	16,3	33	3500
	Nabo forrageiro	3,9	8	2200
	Centeio	11,1	23	2000
Total		49,2	100	10000
410S	Aveia preta	28,3	53	3800
	Ervilhaca comum	10,2	19	2200
	Nabo forrageiro	3,3	6	2000
	Centeio	11,1	21	2000
Total		53	100	10000

Fonte: Autor (2024).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, com parcelas subdivididas, sendo oito tratamento de plantas de coberturas e quatro taxas de semeadura, totalizando 96 parcelas de 6 m de comprimento por 1,55 m de largura. As taxas de semeadura foram pesadas em balança de precisão, sendo que a semeadura foi realizada no dia 05 de junho de 2023, sem adubação de base utilizando a semeadora de parcela de capacidade de 1,55 m de largura operacional, e compreende um espaçamento entre linhas de 0,17 m. Não foi realizado nenhum tratamento fitossanitário nos tratamentos.

6.4 Parâmetros avaliados

6.4.1 Massa seca

A determinação da massa seca das plantas de cobertura foi realizada coletando-se todas as plantas em 1,5 m linear (0,25 m²) em cada sub parcela, através do corte rente ao solo, em um ponto aleatório de cada parcela no dia 12 de setembro de 2023. Nos tratamentos constituídos por mixes, se procedeu a separação botânica das espécies visando mensurar a contribuição individual de cada espécie na produção de biomassa total. O material coletado foi seco em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 55 ±5 °C por 48-72 horas, até que se atingiu peso constante, posteriormente, foi realizado a pesagem para cálculo da produção de massa seca (MS).

6.4.2 Eficiência de produção de MS

Após a obtenção das produções de MS das espécies solteiras, assim como sua participação de MS nos consórcios, foi obtida a eficiência de produção de MS, através da divisão da quantidade de MS pela densidade de semeadura de cada espécie no sistema solteiro e no sistema consorciado.

6.4.3 Fechamento do dossel e altura de plantas

Para a taxa de cobertura de solo foi utilizado o programa computacional SISCOB (JORGE, 2009), a partir da leitura de uma fotografia pela configuração de cores, originada com auxílio de uma foto mãe, onde foi indicado ao programa as cores de referência de plantas, palha e solo. A avaliação foi realizada 20, 40, 60 e 80 dias após a emergência das plantas, sendo a primeira avaliação realizada dia 03 de julho, e finalizado no dia 01 de setembro com a quarta avaliação, sempre no mesmo local da parcela para maior homogeneidade nos dados coletados.

A altura das plantas foi medida com auxílio de uma régua, de uma extremidade a outra das plantas, no dia da avaliação de MS.

6.4.4 Ponto de máxima eficiência técnica

A avaliação do ponto de máxima eficiência técnica (MET) da produção total de MS foi realizada pela análise de regressão dos resultados, utilizando o programa SIGMAPLOT 15. Após a geração das equações polinomiais de segundo grau ($Y = ax^2 + bx + c$) foram utilizados os modelos matemáticos $X = -b/2a$, $Y = -\Delta/4a$ sendo calculado o $\Delta = b^2 - 4ac$. Onde encontramos a estimativa da máxima eficiência técnica representada pelo X (MET) e o valor da maior produtividade de MS, representada pelo Y.

6.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), pelo software Genes (CRUZ, 2016). Os dados de eficiência de produção de MS foram submetidos a análise de regressão com equação polinomial de segundo grau.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Cobertura do solo pelo dossel de plantas de cobertura

Na avaliação realizada 20 dias após a emergência (DAE), os tratamentos de plantas de cobertura não apresentaram diferenças significativas. Contudo, na média das taxas de semeadura verificou-se que na de 60% a cobertura foi menor, na taxa de 100 e 140% apresentaram cobertura do solo intermediária (Tabela 3). A maior cobertura do solo foi de 42% encontrada na taxa de 180%, isso acontece devido a maior concentração de sementes, que resultam em uma maior quantidade de plantas finais por unidade de área, proporcionando uma maior cobertura do solo. O nabo forrageiro com 20 DAE na taxa de semeadura recomendada (100%) apresentou dados semelhantes aos observados por Texeira *et al.* (2023) em avaliação realizada 18 DAE, corroborando com os dados do presente estudo.

Tabela 3. Cobertura do solo 20 DAE (%) com diferentes arranjos e taxas de semeadura

Trat./Taxa	310M	310S	410M	410S	A	C	E	N	Média
60%	27	23	30	26	19	21	24	22	**24 C
100%	32	30	30	31	44	42	32	36	34 B
140%	35	40	35	34	48	43	25	34	36 B
180%	46	44	42	45	59	36	37	29	42 A
Média	^{ns} 34	34	34	34	42	35	29	30	
					CV 1 (%) 16,85		CV 2 (%) 16,76		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Onde: letras maiúsculas comparam médias na vertical e minúsculas na horizontal, ns: não significativo. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente. A=aveia; C=centeio; E=ervilhaca; N=nabo. CV 1 e CV2 representam os tratamentos e as subparcelas respectivamente. Fonte: Autoria própria (2024).

Com 40 DAE, aveia e todos os mixes apresentaram maior cobertura do solo ficando acima dos 79%, e nos demais cultivos solteiros foram observados os menores dados de cobertura, ficando abaixo dos 70% (Tabela 4). Possivelmente, isso ocorreu devido ao sinergismo presente nos mixes, que favorecem o desenvolvimento das espécies presentes (CASSOL, 2019). Texeira *et al.* (2023) encontrou valores de 73% de cobertura do solo em mixes de plantas constituídos por aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro em avaliação realizada com 52 DAE, similares aos dados obtidos no presente estudo para os mixes 310M e 310S que apresentaram cobertura de 71 e 81% respectivamente, mesmo que tenham 12 dias a menos de ciclo. Isso ocorre devido a cobertura no início do ciclo das plantas ser maior em cultivos consorciados (WOLSCHICK *et al.*, 2016). Outro ponto importante é a supressão de plantas

daninhas, que será maior nos mixes, devido a cobertura mais acelerada do solo pelo dossel vegetativo das plantas.

Tabela 4. Cobertura do solo 40 DAE (%) com diferentes arranjos e taxas de semeadura

Trat./Taxa	310M	310S	410M	410S	A	C	E	N	Média
60%	84	69	71	67	74	46	43	665	**65 B
100%	71	81	81	80	82	62	60	63	72 B
140%	81	92	86	82	89	70	57	69	78 A
180%	94	97	88	86	79	82	73	78	85 A
Média	**82 a	85 a	82 a	79 a	81 a	65 b	58 b	69 b	

CV 1 (%) 14,42 CV 2 (%) 19,45

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Onde: letras maiúsculas comparam médias na vertical e minúsculas na horizontal, ns: não significativo. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. Onde: A=aveia; C=centeio; E=ervilhaca; N=nabo. CV 1 e CV2 representam os tratamentos e as subparcelas respectivamente. Fonte: Autoria própria (2024).

Os cultivos tanto solteiros quanto em mixes não apresentaram diferença com 60 DAE (Tabela 5). Porém, nas taxas de 60 e 100% a cobertura foi menor na média das culturas, em comparação com as taxas de 140 e 180% que apresentaram valores de 93 e 95%, respectivamente. Wolschick *et al.* (2016) encontraram cobertura de 81% para ervilhaca com 60 DAE, reforçando os dados do presente estudo, que obteve cobertura de 86% para dose recomendada. Porém, o mesmo autor verificou cobertura de apenas 60% para aveia, contrapondo os dados do presente estudo onde se verificou cobertura superior a 80%. Possivelmente, isso ocorreu devido a diferenças nas condições de ambiente para seu desenvolvimento.

Tabela 5. Cobertura do solo 60 DAE (%) com diferentes arranjos e taxas de semeadura

Trat./Taxa	310M	310S	410M	410S	A	C	E	N	Média
60%	95	89	90	80	79	81	82	88	**86 B
100%	92	97	96	92	84	87	86	84	90 B
140%	93	95	97	95	96	89	84	94	93 A
180%	99	98	97	90	89	95	95	98	95 A
Média	^{ns} 95	95	95	89	87	88	87	91	

CV 1 (%) 13,46 CV 2 (%) 8,17

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Onde: letras maiúsculas comparam médias na vertical e minúsculas na horizontal, ns: não significativo. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. Onde: A=aveia; C=centeio; E=ervilhaca; N=nabo. CV 1 e CV2 representam os tratamentos e as subparcelas respectivamente. Fonte: Autoria própria (2024).

Na avaliação realizada 80 DAE observou-se que na de 60 e 100% houve menores níveis de cobertura do solo sendo de 84 e 88% respectivamente, e 140 e 180% os maiores índices de cobertura (Tabela 6). Quanto aos tratamentos de plantas

de cobertura observou-se que apenas a aveia se diferiu dos demais com a menor cobertura do solo. Isso ocorreu devido à alta pressão de ferrugem na espécie, fazendo com que o programa fizesse a leitura das imagens identificando as folhas atacadas como palha. As pústulas são pequenas, e quando a severidade da doença é alta as folhas basais apresentam aspecto de queima (FORCELINI & REIS, 1997). A ervilhaca apresentou cobertura média de 99%, indo de encontro com os dados encontrados Wolschick *et al.* (2016) e Ziech (2015).

Tabela 6. Cobertura do solo 80 DAE (%) com diferentes arranjos e taxas de semeadura

Trat./Taxa	310M	310S	410M	410S	A	C	E	N	Média
60%	92	86	94	78	46	81	100	91	*84 B
100%	93	88	93	90	60	88	100	88	88 B
140%	95	93	98	95	72	90	100	92	92 A
180%	95	96	95	77	91	95	98	96	93 A
Média	**95 a	91 a	95 a	85 a	67 b	89 a	99 a	92 a	
CV 1 (%) 11,17 CV 2 (%) 9,56									

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Onde: letras maiúsculas comparam médias na vertical e minúsculas na horizontal, ns: não significativo. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. Onde: A=aveia; C=centeio; E=ervilhaca; N=nabo. CV 1 e CV2 representam os tratamentos e as subparcelas respectivamente. Fonte: Autoria própria (2024).

7.2 Altura de plantas

A altura das plantas não apresentou variação quanto a forma de cultivo, seja nos tratamentos consorciados ou solteiros. Já a altura em relação as taxas de semeadura obtivemos a de 60 e 100% com as menores alturas, já nas taxas de 140 e 180% a altura das plantas foi maior (Tabela 7).

Tabela 7. Altura de plantas (cm) em diferentes arranjos e taxas de semeadura

Plantas de cobertura/ Taxa de semeadura	310M	310S	410M	410S	A	C	E	N	Média
60%	98,8	96,1	111,2	97,5	116,6	125,0	90,0	108,3	**105,4 B
100%	107,2	98,8	109,5	109,5	113,3	128,3	93,3	113,3	109,2 B
140%	112,7	106,6	113,3	105,8	120,0	128,3	95,0	118,3	112,5 A
180%	113,8	102,7	111,6	116,6	113,3	126,6	113,3	126,6	115,6 A
Média	^{ns} 108,19	101,1	111,4	107,4	115,8	127,0	97,9	116,6	
CV 1 (%) = 17,90 CV 2 (%) = 13,99									

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Onde: letras maiúsculas comparam médias na vertical e minúsculas na horizontal, ns: não significativo. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente. Onde: A=aveia; C=centeio; E=ervilhaca; N=nabo. CV 1 e CV2 representam os tratamentos e as subparcelas respectivamente. Fonte: Autoria própria (2024).

Isso possivelmente ocorre devido a maior competição entre plantas, fazendo com que cresçam mais em busca de luminosidade, devido a maior quantidade de plantas por unidade de área.

7.3 Produção de matéria seca

A produção de MS da aveia nos mixes não foi diferente entre as taxas de semeadura. No cultivo solteiro a produção foi maior, explicado pelo uso exclusivo dela no tratamento, ocupando 100% da área (Tabela 8). A ervilhaca na taxa de 60% apresentou maior produção no mix 410M, para os demais mixes apresentou produção similares, sendo possível observar o mesmo comportamento para taxa de 140%. Possivelmente, isso ocorreu devido a quantidade de semente utilizada nesse mix ser maior do que nos demais, e também pela menor participação da aveia (Tabela 2), devido a participação do centeio na mistura que proporciona uma maior eficiência de produção de MS por kg de semente utilizado para ervilhaca (Tabela 8).

O nabo apresentou maior produção somente no tratamento 310S na taxa de 140%, já para os demais mixes e taxas de semeadura não apresentou diferença considerável. O centeio também não apresentou diferença quanto a taxa e o mix de semeadura.

Nos cultivos solteiros a ervilhaca e o centeio produziram a menor quantidade de MS na taxa de 60%, na taxa de 100% não foi encontrada diferenças, porém para a taxa de 140 e 180% a produção de MS foi menor para ervilhaca.

A produção média de MS foi maior nas doses de 140 e 180%, superando 1600 kg/ha⁻¹. Atribuído ao maior número plantas presentes nas maiores taxas.

Tabela 8. Produção de massa seca individual de cada espécie em diferentes cultivos e taxas de semeadura

Trat./Taxa	60%	100%	140%	180%	Média
MS (kg/ha ⁻¹)					
Aveia 310S	2090,66 b	1877,33 a	2410,66 b	2544,00 b	2230,66 b
Ervilhaca 310S	157,33 c	224,00 b	170,66 c	170,66 c	180,66 d
Nabo 310 S	997,33 c	677,33 b	1397,33 b	757,33 c	957,33 c
Aveia 310M	1797,33 b	2624,00 a	2597,33 b	2810,66 b	2457,33 b
Ervilhaca 310M	224,00 c	250,66 b	570,66 c	597,33 c	410,66 d
Nabo 310M	1210,66 c	837,33 b	997,33 c	864,00 c	977,33 c
Aveia 410M	1770,00 b	2330,66 a	2277,33 b	1584,00 b	1990,66 b
Ervilhaca 410M	1584,00 b	810,66 b	1050,66 b	970,66 c	1104,00 c
Nabo 410M	650,66 c	304,00 b	544,00 b	250,66 c	437,33 d
Centeio 410M	250,66 c	464,00 b	304,00 c	250,66 c	324,00 d
Aveia 410S	1770,66 b	2197,33 a	2384,00b	2357,33 b	2177,33 b
Ervilhaca 410S	837,33 c	1290,00 b	837,33 c	1530,00 b	1124,00 c
Nabo 410S	170,66 c	624,00 b	357,33 c	357,33 c	377,00 d
Centeio 410S	250,66 c	277,33 b	517,33 c	410,66 c	364,00 d
Aveia	2768,00 a	3381,33 a	3621,33 a	3968,00 a	3434,66 a
Ervilhaca	2021,33 b	2448,00 a	2154,66 b	2048,00 b	2168,00 b
Nabo	3301,33 a	2421,33 a	3568,00 a	3861,33 a	3288,00 a
Centeio	2234,00 b	3114,33 a	3168,00 a	3941,33 a	3114,66 a
Média	1339,70 B	1453,03 B	1607,11 A	1626,37 A	
CV 1 (%) 41,61 CV 2 (%) 35,56					

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Onde: letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, ns: não significativo. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. CV 1 e CV2 representam os tratamentos e as subparcelas respectivamente. Fonte: Autoria própria (2024).

Para a MS produzida na aveia para cada quilograma de semente utilizado verificamos que a MS foi maior nos cultivos consorciados, exceto para o mix 310S que não apresentou diferença em relação a eficiência do cultivo solteiro (Tabela 9).

Já a ervilhaca apresentou eficiência similar no cultivo solteiro com os mixes triplos, enquanto a eficiência foi maior nos mixes com centeio na sua composição. Isso pode estar associado com a menor densidade de aveia no mix, já que esta gramínea possui uma alta capacidade de perfilhamento e em competir pelos recursos disponíveis (HEINRICHS *et al.*, 2001).

O nabo forrageiro se comportou de forma contrária a ervilhaca, sendo que sua maior eficiência foi encontrada nos mixes com três espécies (310S e 310M), e eficiência inferior quando adicionamos o centeio no consorcio. Observamos também, que o nabo apresentou redução de eficiência quanto maior a taxa de semeadura utilizada, independente se solteiro ou consorciado, com exceção do nabo no mix 410S. Que pode ser explicado pela menor participação da espécie no mix, reduzindo

seu poder de competição. O centeio não apresentou diferença na sua eficiência, seja ele cultivado em mix ou de forma isolada.

A eficiência dos cultivos foi observada na taxa de 60% uma produção de 148 kg de MS por kg de semente utilizado, corroborando com os dados obtidos em Tomazoni (2023), que verificou uma produção de 146 kg para uma taxa de semeadura de 50% (Tabela 9). Reforçando que em menor competição, as plantas conseguem apresentar melhor desempenho e conseqüentemente, apresentarem uma maior produção de biomassa por kg de semente utilizada.

Tabela 9. Eficiência de produção de massa seca individual por kg de semente utilizado de cada espécie em diferentes cultivos e taxas de semeadura

Trat./Taxa	60%	100%	140%	180%	Média
AVEIA 310S	94,64 Ab	50,98 Ab	65,47 Ab	38,38 Aa	62,37 c
Ervilhaca 310s	28,50 Ab	24,35 Ab	13,24 Ab	10,30 Aa	19,10 c
Nabo 310 s	417,29 Aa	78,34 Bb	195,16 Ba	82,32 Ba	193,27 a
AVEIA 310M	101,72 Ab	89,09 Ab	88,19 Ab	53,03 Aa	83,01 b
Ervilhaca 310M	22,67 Ab	15,22 Ab	24,74 Ab	20,14 Aa	20,69 c
Nabo 310 M	395,64 Aa	209,85 Ba	178,41 Ba	120,33 Ba	226,06 a
AVEIA 410M	166,88 Ab	131,75 Aa	119,33 Aa	50,96 Aa	117,23 b
Ervilhaca 410M	162,79 Ab	48,77 Ab	46,23 Ab	33,24 Aa	72,76 b
Nabo 410 M	276,88 Aa	77,54 Bb	98,91 Bb	35,45 Ba	122,15 b
Centeio 410 M	40,90 Ab	41,06 Ab	19,21 Ab	12,32 Aa	28,37 c
AVEIA 410S	105,14 Ab	78,28 Ab	60,62 Ab	46,65 Aa	72,67 b
Ervilhaca 410S	138,86 Ab	128,29 Aa	57,85 Ab	84,52 Aa	102,38 b
Nabo 410S	89,82 Ab	196,84 Aa	80,48 Ab	62,47 Aa	107,40 b
Centeio 410S	37,58 Ab	24,94 Ab	33,22 Ab	20,51Aa	29,06 c
Aveia	65,90 Ab	48,30 Ab	36,95 Ab	31,49 Aa	45,66 c
Ervilhaca	84,22 Ab	61,20 Ab	38,48 Ab	28,44 Aa	53,98 c
Nabo	366,81 Aa	161,42 Ba	169,90 Ba	143,01 Ba	210,28 a
Centeio	74,48 Ab	62,29 Ab	45,25 Ab	43,79 Aa	56,45 c
Média	148,37 A	84,90 A	76,20 A	50,96 A	

CV 1 (%) 58,89 CV 2 (%) 62,96

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Onde: letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, ns: não significativo. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. CV 1 e CV2 representam os tratamentos e as subparcelas respectivamente. Fonte: Autoria própria (2024).

Para produção total de MS (Tabela 10), verificamos para as plantas, na taxa de 180% uma produção foi menor para o mix 410M e a ervilhaca. Para as demais taxas e formas de cultivo não houve diferença significativas.

A produção média foi menor nas taxas de 60 e 100%, com valores de 3030,33 e 3269,33 kg ha⁻¹, respectivamente. As maiores produções foram encontradas nas taxas de 140 e 180%, isso ocorre devido a maior densidade de sementes utilizadas, colaborando com os dados encontrados em Tomazoni (2023).

Entre as plantas de cobertura a ervilhaca apresentou a menor produção de MS com média de 2168 kg/ha⁻¹, indo ao encontro com os dados de produção de MS observados em Cassol (2019).

Tabela 10. Produção de matéria seca total em diferentes cultivos e taxas de semeadura

Trat./Taxa	60%	100%	140%	180%	Média
	MS (kg ha⁻¹)				
310M	3232,00 a	3712,00 a	4164,33 a	4272,00 a	3845,33 a
310S	3245,33 a	2778,66 a	3978,66 a	3472,00 a	3368,66 a
410M	4410,66 a	3909,33 a	4176,00 a	2698,66 b	3798,66 a
410S	3029,33 a	4389,33 a	4096,00 a	4656,00 a	4042,66 a
A	2768,00 a	3381,33 a	3621,33 a	3968,00 a	3434,66 a
C	2234,66 a	3114,66 a	3168,00 a	3941,33 a	3114,66 a
E	2021,33 a	2448,00 a	2154,66 a	2048,00 b	2168,00 b
N	3301,33 a	2421,33 a	3568,00 a	3861,33 a	3288,00 a
Média	3030,33 B	3269,33 B	3614,66 A	3616,00 A	
	CV 1 (%) 22,97 CV 2(%) 24,04				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Onde: letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, ns: não significativo. *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. Onde: A=aveia; C=centeio; E=ervilhaca; N=nabo. CV 1 e CV2 representam os tratamentos e as subparcelas respectivamente. Fonte: Autoria própria (2024).

7.4 Ponto de máxima eficiência técnica de produção de MS

Para os resultados de máxima eficiência técnica (Tabela 11), esperava-se encontrar para todos os tratamentos o ponto dentro das taxas estudadas, porém alguns tratamentos indicaram pontos de MET acima das taxas avaliadas no trabalho, isso ocorreu devido a não inflexão da curva (Anexo 1) de produção de MS.

Tabela 11. Produtividade máxima de MS (kg ha⁻¹) e a taxa de máxima eficiência técnica (%)

Tratamento	Ponto de produtividade máxima kg/ha ⁻¹	Ponto de máxima eficiência técnica (%)	R
AVEIA 310S	2.013,81	77	R=0,75 ^{ns}
Ervilhaca 310s	207,64	123	R=0,42 ^{ns}
Nabo 310 s	80,16	152	R=0,69 ^{ns}
AVEIA 310M	2.792,91	159	R=0,90 ^{ns}
Ervilhaca 310M	19,79	114	R=0,04 ^{ns}
Nabo 310 M	881,06	147	R=0,60 ^{ns}
AVEIA 410M	2.384,45	116	R=1,0 ^{**}
Ervilhaca 410M	844,01	138	R=0,73 ^{ns}
Nabo 410 M	37,24	163	R=0,42 ^{ns}
Centeio 410 M	397,20	114	R=0,62 ^{ns}
AVEIA 410S	2.403,37	155	R=1,0 ^{**}
Ervilhaca 410S	907,32	76	R=0,49 ^{ns}
Nabo 410S	519,63	125	R=0,52 ^{ns}
Centeio 410S	433,73	165	R=0,65 ^{ns}
Aveia	4031,01	228	R=0,98 [*]
Ervilhaca	2390,79	118	R=0,85 [*]
Nabo	2845,03	101	R=0,64 ^{ns}
Centeio	5719,90	521	R=0,91 ^{ns}
310S	4448,50	585	R=0,24 ^{ns}
310M	4309,09	197	R=0,99 [*]
410M	4339,37	79	R=0,81 ^{ns}
410S	4549,50	166	R=0,79 ^{ns}

Onde: ns: não significativo. *, ** significativo a p≤0,05 e p≤0,01. Fonte: Autoria própria (2024).

Para os mixes foi ajustada a taxa de semeadura (Tabela 12), com base no ponto de máxima eficiência técnica de cada espécie presente no mix, e comparado com a recomendação feita levando em consideração a MET do mix, sem observar cada espécie isoladamente. Onde foi observado a importância de realizar o estudo separadamente, pois é possível entender o comportamento de cada espécie isolada, pois os pontos de MET são diferentes em relação ao mix analisado na sua totalidade quando comparada a análise individual. Quando o tratamento não apresenta inflexão da curva de produção de MS, o ponto da MET se eleva, como por exemplo o mix 310S (Anexo 1), resultando em uma taxa 585%, sendo totalmente inviável sua utilização, ressaltando a importância da análise individual de cada espécie para recomendação mais precisa.

Tabela 12- Ajuste de densidade de semeadura nos mixes com base no ponto de máxima eficiência técnica (MET)

Tratamento	Espécies	Densidade (kg ha ⁻¹)	Taxa de MET (%)	Densidade ajustada (kg ha ⁻¹)	Dose ajustada pela avaliação do mix (kg ha ⁻¹)
310S	Aveia preta	36,8	77	28,3	298,4
	Ervilhaca comum	9,3	123	11,4	
	Nabo forrageiro	5	182	9,1	
Total		51		48,9	
310M	Aveia preta	29,5	159	46,9	98,5
	Ervilhaca comum	16,3	114	18,6	
	Nabo forrageiro	4,2	147	6,2	
Total		50		71,7	
410M	Aveia preta	17,9	116	20,8	38,9
	Ervilhaca comum	16,3	138	22,5	
	Nabo forrageiro	3,9	163	6,4	
	Centeio	11,1	114	12,7	
Total		49,2		62,3	
410S	Aveia preta	28,3	155	43,9	88,0
	Ervilhaca comum	10,2	75	7,7	
	Nabo forrageiro	3,3	125	4,1	
	Centeio	11,1	165	18,3	
Total		53		74	
Aveia	Aveia	70	228	159,6	
Ervilhaca	Ervilhaca	40	118	47,2	
Nabo	Nabo	15	101	15,15	
Centeio	Centeio	50	521	260,5	

Fonte: Autor (2024).

8. CONCLUSÃO

A produção de MS é maior com uso das maiores taxas de semeadura, porém, o incremento na produção é baixo sendo inviável a utilização de maiores taxas de semeadura.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessário dar continuidade aos estudos, buscando maior precisão para a metodologia de validação dos mixes, estabelecendo a semeadura taxas de 40, 80, 160 e 320%, visando encontrar a inflexão na curva de produção de todos os tratamentos. Aumentar o tamanho das parcelas, e utilização de uma semeadora de inverno. Também que se realize os ajustes nas proporções das espécies, buscando encontrar taxa recomendada de semeadura.

REFERÊNCIAS

- AITA, C.; *et al.* **ConSORCIAÇÃO de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto: I-Dinâmica do nitrogênio no solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, p. 739-749, 2004.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. **Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas.** Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 27, p. 601-612, 2003.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto.** v.22, n.208, p.25-36, 2001.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v.22, p.711-728, 2013
- AMBROSANO, E. J. *et al.* **Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto.** Informações Agronômicas, v. 112, n. 1, p. 1-16, 2005.
- BUKOVSKY-REYES, S.; ISAAC, M. E.; BLESCH, J. **Effects of intercropping and soil properties on root functional traits of cover crops.** Agriculture, ecosystems & environment, v. 285, p. 106614, 2019.
- CABREIRA, M. A. F. **Levantamento das classes de solos da Área Experimental Da Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.** 2015. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, 2015.
- CALEGARI, A. **Manual técnico de Plantas de Cobertura.** 2. Ed. Local: Editora, 2016.
- CASSOL, C. **Plantas de cobertura e adubação nitrogenada como fonte de nitrogênio à cultura do milho em plantio direto.** 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.
- CHERUBIN, M. R. *et al.* **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo.** p. 90-110, 2022.
- CRUZ, A. F.; MARTINS, M. A. **Transferência de nitrogênio entre plantas interconectadas por fungos micorrízicos arbusculares (FMAs).** Revista brasileira de ciência do solo, v. 21, p. 559-565, 1997.
- CRUZ, C. D. **Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen.** Acta Scientiarum. v.38, n.4, p.547-552, 2016.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. **Implantação e manejo do sistema plantio direto.** Embrapa Trigo, 2000.
- DONEDA, A.; *et al.* **Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, p. 1714–1723, 2012.

ELHAKEEM, A. *et al.* **Cover crop mixtures result in a positive net biodiversity effect irrespective of seeding configuration.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 285, 106627, 2019.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Embrapa. 2º ed. Revisão Ampliada. Brasília DF: Embrapa Informações Tecnológica, 627p.2009.

EQUIPE MAIS SOJA, **A importância da utilização de plantas de cobertura, MAIS SOJA**, 2021 - Pensou Soja, Pensou Mais Soja, disponível em: <<https://maissoja.com.br/a-importancia-da-utilizacao-de-plantas-de-cobertura/>>. acesso em: 8 maio. 2024.

FORCELINI, C.A.; REIS, E.M. **Doenças da aveia** In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Org.). *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 3. ed. São Paulo, 1997. v.2, p.105-111.

FREITAS, P. L. **Sistema Plantio Direto (Zero Tillage Conservation Agriculture in Goiás, Brazil)**, **ResearchGate**, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308726284_Sistema_Plantio_Direto_Zero_Tillage_Conservation_Agriculture_in_Goias_Brazil>. acesso em: 8 maio. 2024.

FRIES, E. G. **Relatório de estágio curricular com mix de plantas de cobertura.** 2021.

FUENTES-LLANILLO, R. *et al.* **Expansion of no-tillage practice in conservation agriculture in Brazil.** *Soil and Tillage Research*, v. 208, p. 104877, 2021.

JORGE, LA de C.; SILVA, DJ da CB. **SisCob: manual de utilização.** 2009.

HASKEL, M. K. **Sistemas de preparo, plantas de cobertura e produtividade do milho.** 34 f., 2017. Trabalho de conclusão de curso II – Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

HEINRICH, R. *et al.* **Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 331-340, 2001.

LIMA, C. G. R. *et al.* **Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP).** *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 31, p. 1233-1244, 2007.

MANFRE, E.R. *et al.* **O sistema de plantio direto na produção de milho. A importância das plantas de cobertura em lavouras.** *Anais Sintagro*, v. 11, n. 1, 2019.

PEREIRA, L. E. T.; HERLING, V.R.; ALMEIDA, O.J.I. **Gramíneas forrageiras de clima temperado e tropical.** 2016.

PISKE, D. R.; **FERTILIDADE DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO COM USO DE PLANTAS DE COBERTURA.** 47 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenheiro Agrônomo). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

PREVEDEL, D. Por que o mix de plantas de cobertura é uma boa opção para sua lavoura?, **Blog da Aegro**, 2021. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/mix-de-plantas-de-cobertura/>>. acesso em: 8 maio. 2024.

RODRIGUES, R.; PUGAS, J. **O Sistema Plantio Direto (SPD) e a conservação do solo**. Embrapa Solos-Capítulo em livro científico (ALICE), p. 75-77, 2021.

SANDRIN, F. L. **Biomassa, teor de nitrogênio e relação c/n de mixes de plantas de cobertura**. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná, 2022.

SALOMÃO, P. E. A. *et al*, **A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica**. Research, Society and Development, v. 9, n. 1, p. e154911870, 2020.

SILVA, M.A. *et al*. **Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado**. Research, Society and Development, v. 10, n. 12, p. e11101220008-e11101220008, 2021.

TEIXEIRA, Mateus *et al*. **ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA NA AVALIAÇÃO DE MIX DE PLANTAS DE COBERTURA DE INVERNO**. ENCICLOPEDIA BIOSFERA, v. 20, n. 44, p. 215-224, 2023.

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. 2016.

TOMAZONI, Angela Regina. **Densidades de semeadura de mix de cobertura: produção de massa seca e acúmulo de nitrogênio**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia.

WOLSCHICK, Neuro Hilton *et al*. **Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura**. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 15, n. 2, p. 134-143, 2016.

WUTKE, E. B. *et al*. **Bancos comunitários de sementes de adubos verdes: Informações técnicas**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 52 p., 2007.

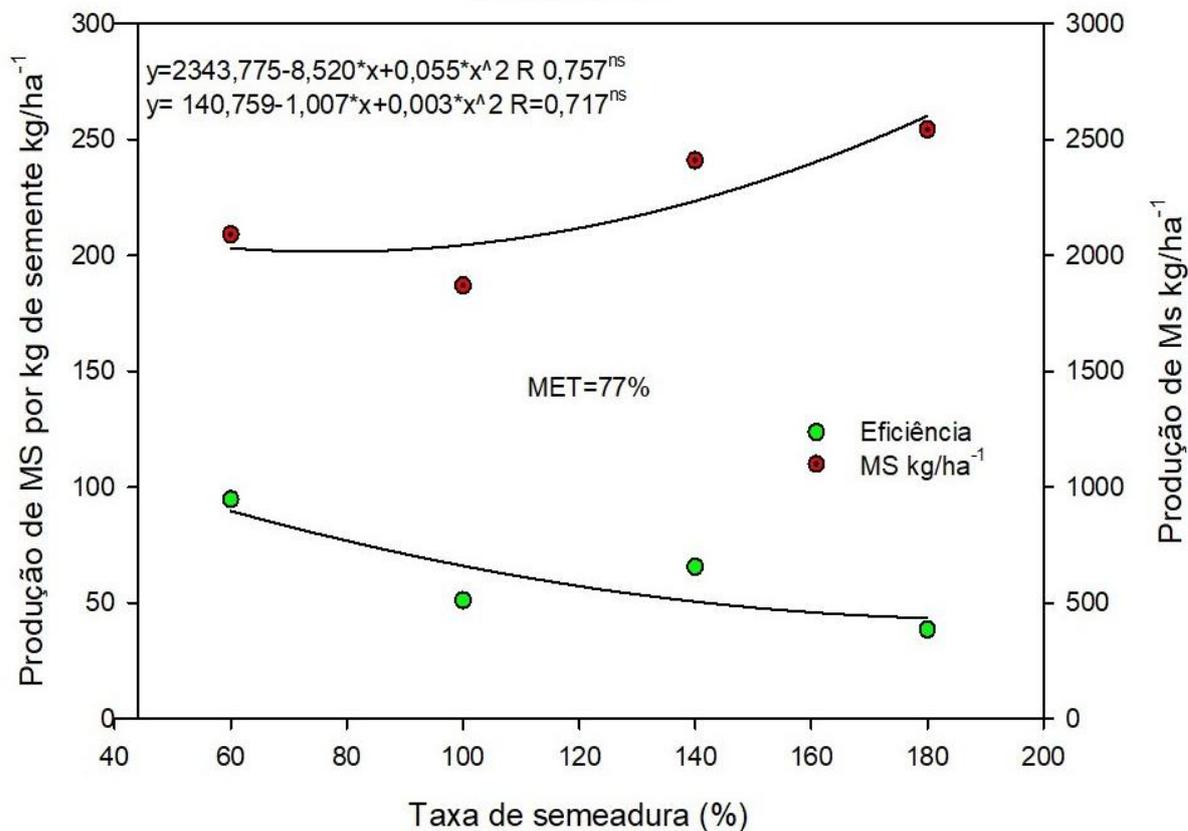
YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.19, p.1467- 1476, 1988.

ZIECH, A. R. D. *et al*. **Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernal na região Sul do Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 5, p. 374–382, 2015.

ANEXOS

ANEXO A- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado da aveia 310S.

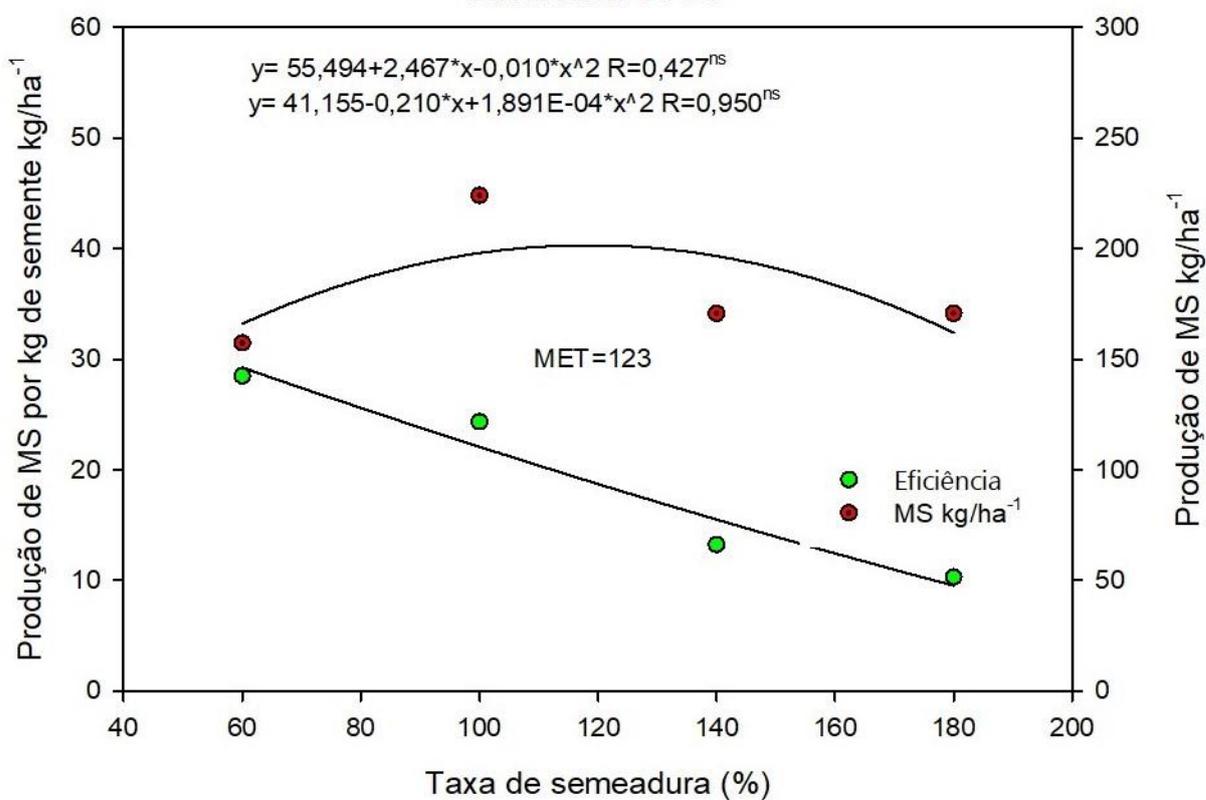
Aveia 310S



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

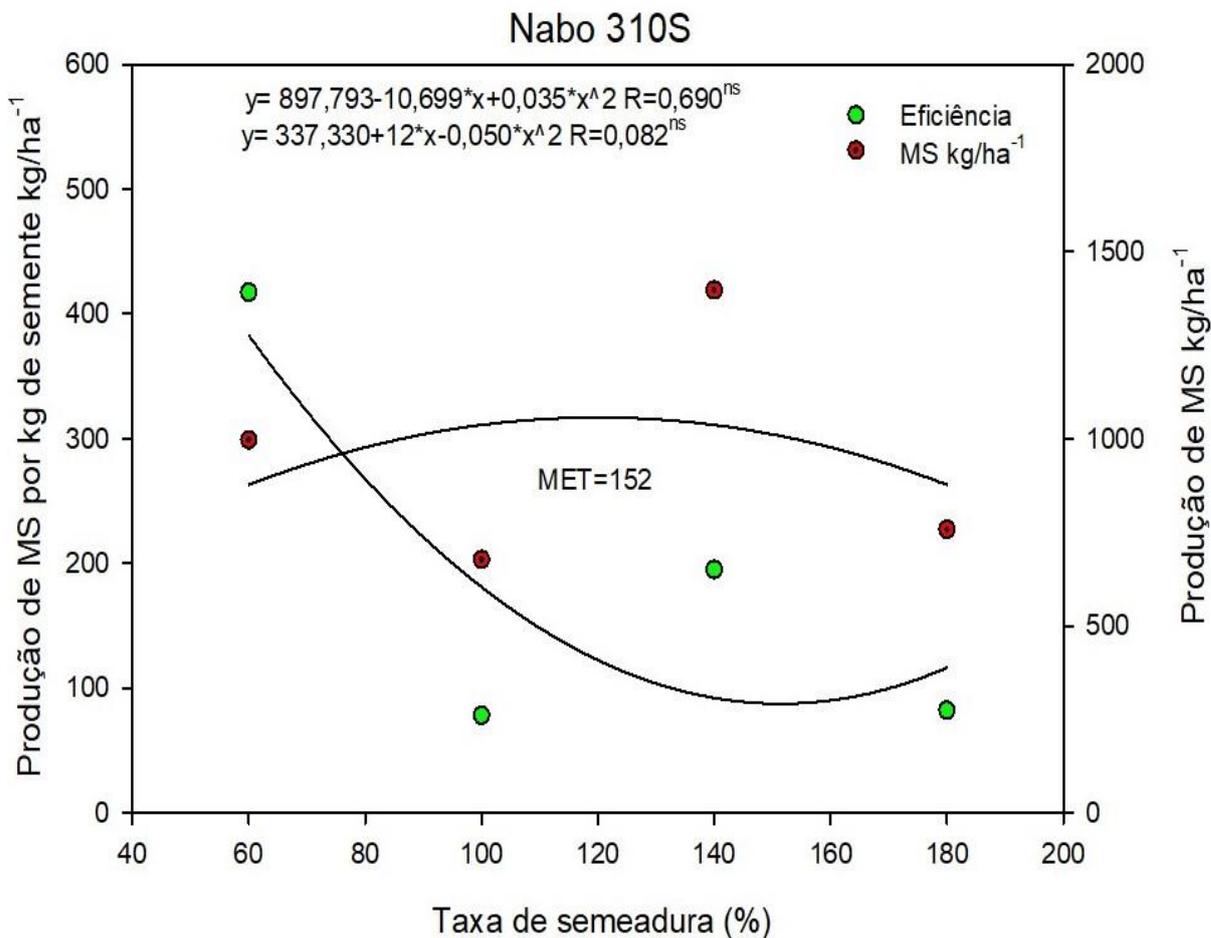
ANEXO B- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado da ervilhaca 310S.

Ervilhaca 310S



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

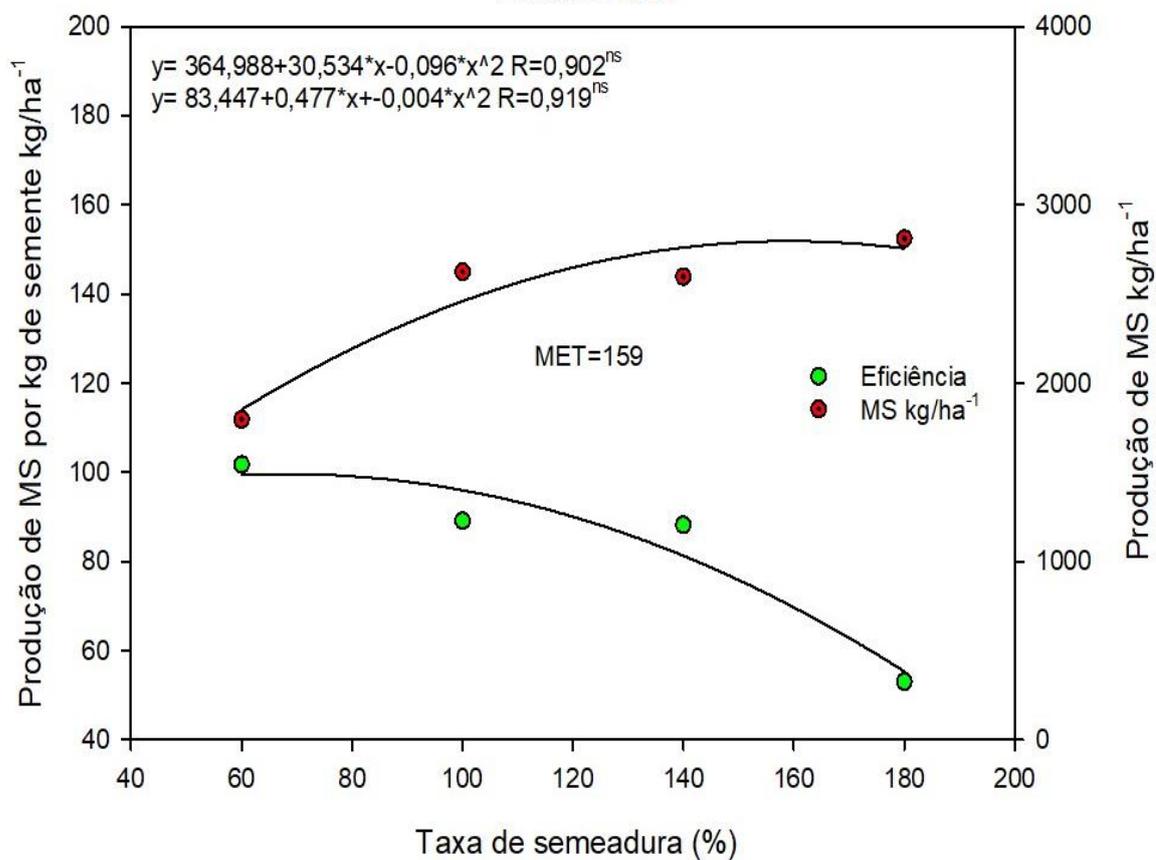
ANEXO C- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado do nabo 310S.



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

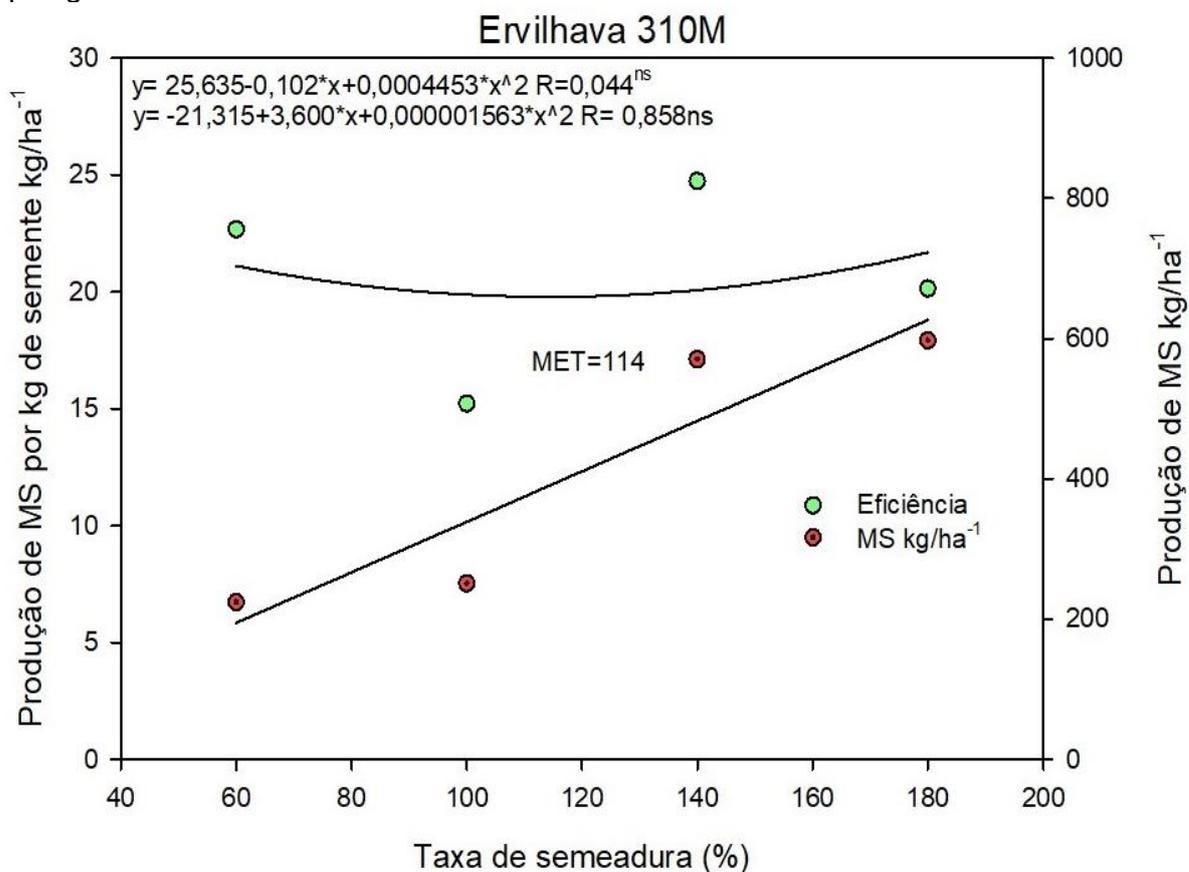
ANEXO D- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado da aveia 310M.

Aveia 310M



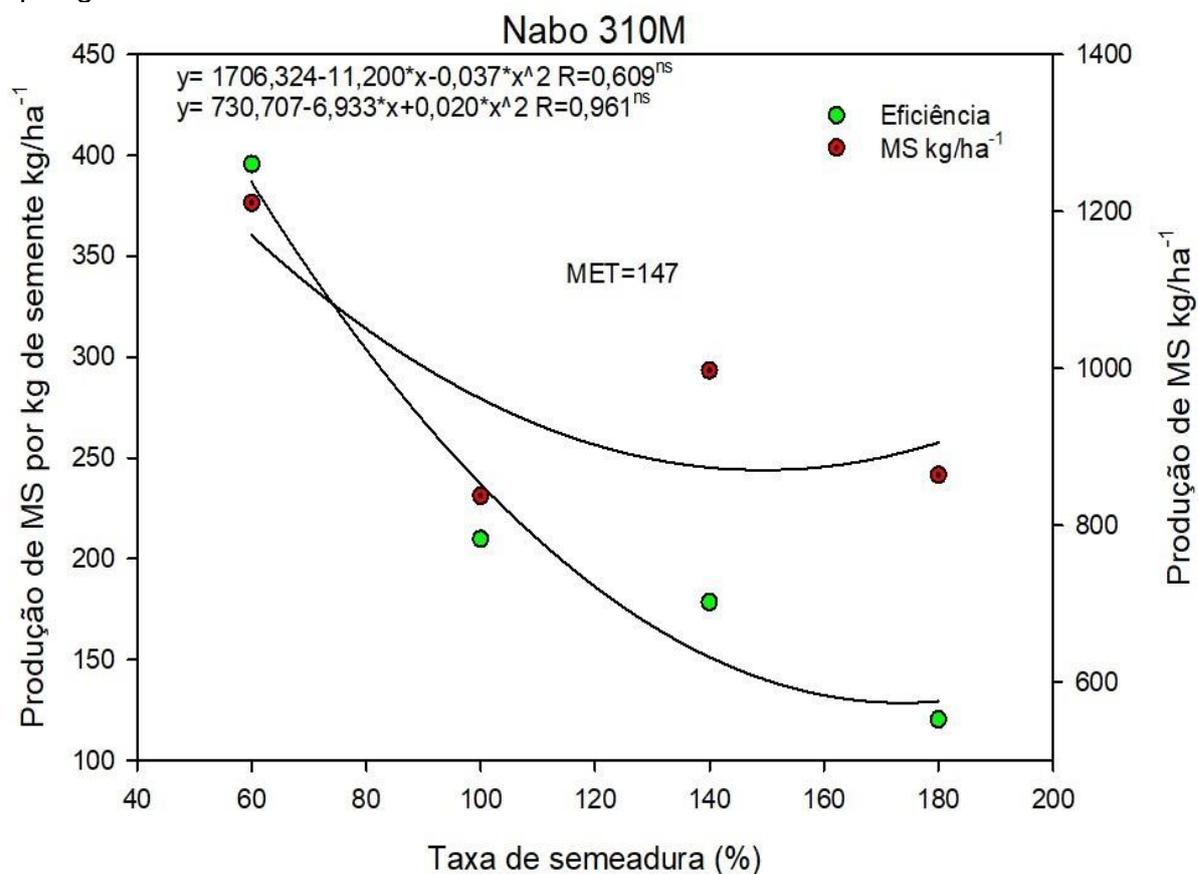
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO E- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado na ervilhaca 310M.



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

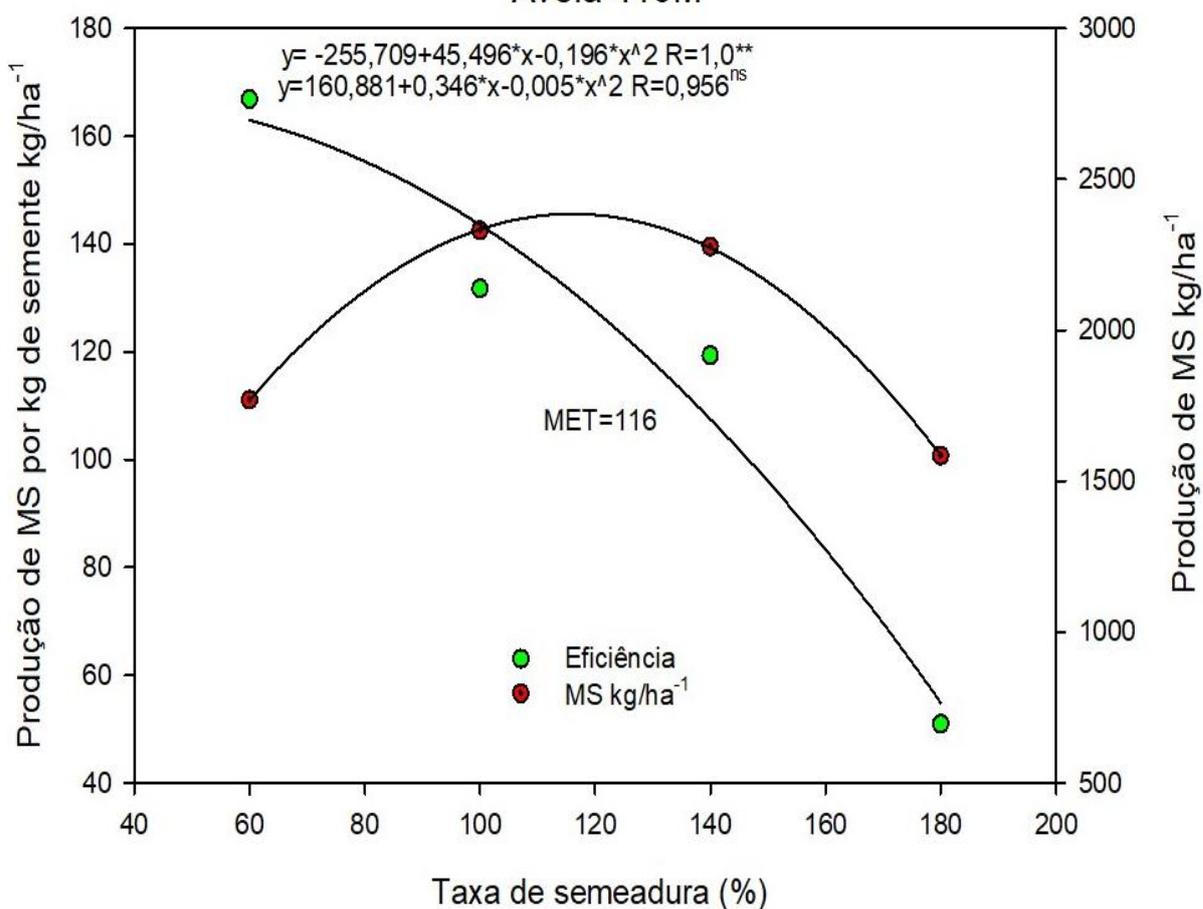
ANEXO F- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado no nabo 310M.



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

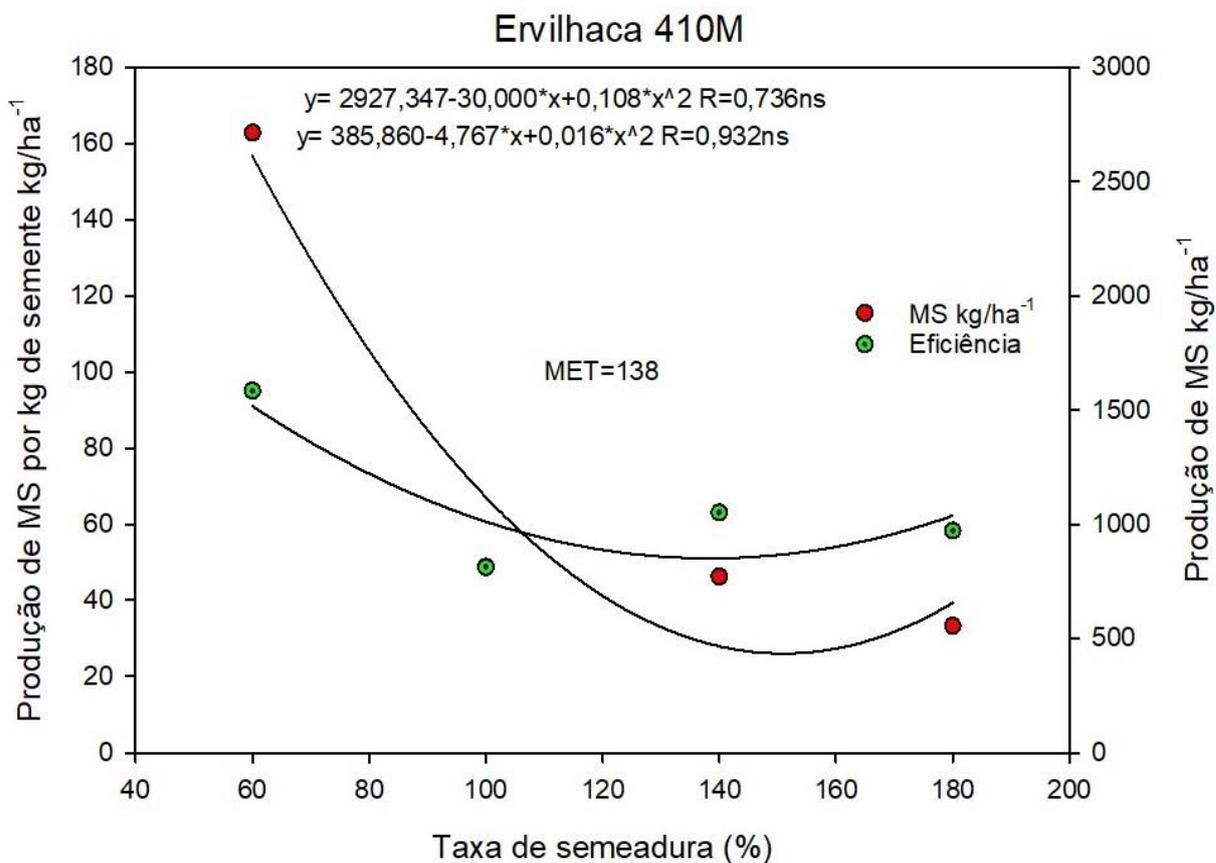
ANEXO G- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado na aveia 410M.

Aveia 410M



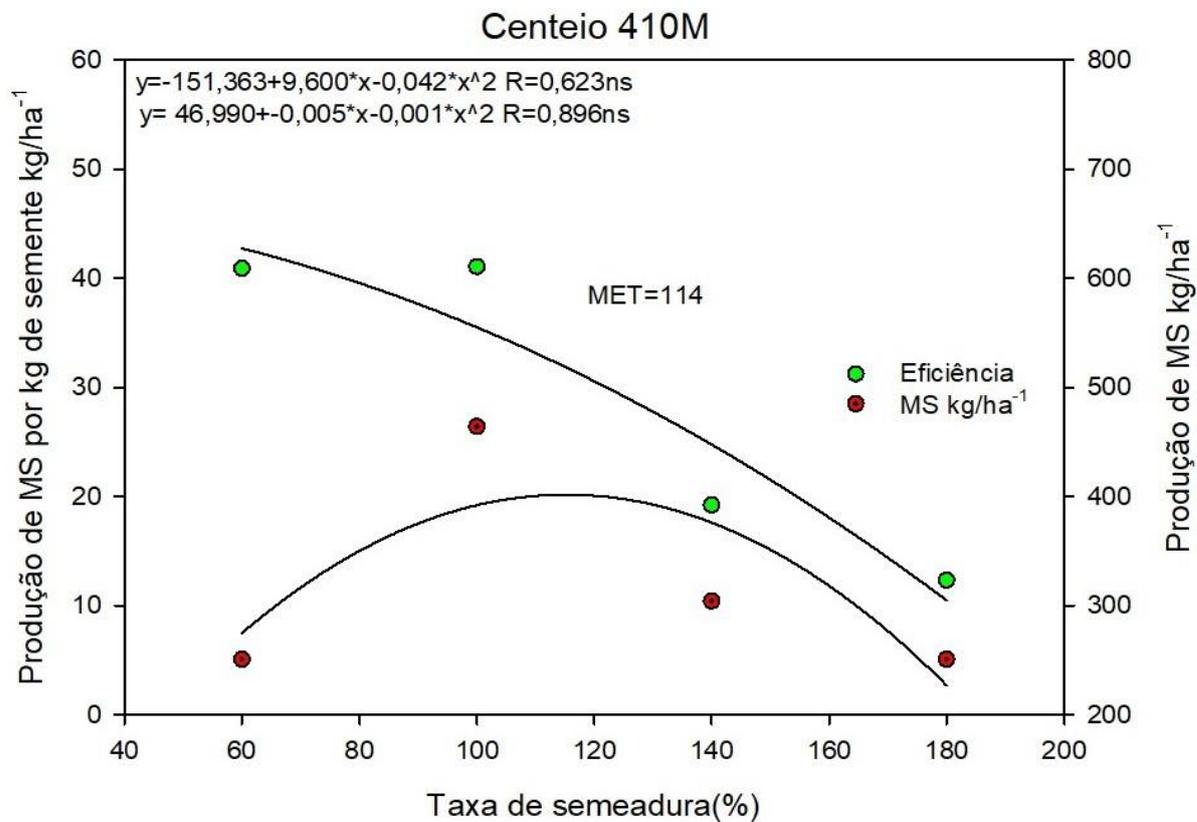
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO H- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado na ervilhaca 410M.



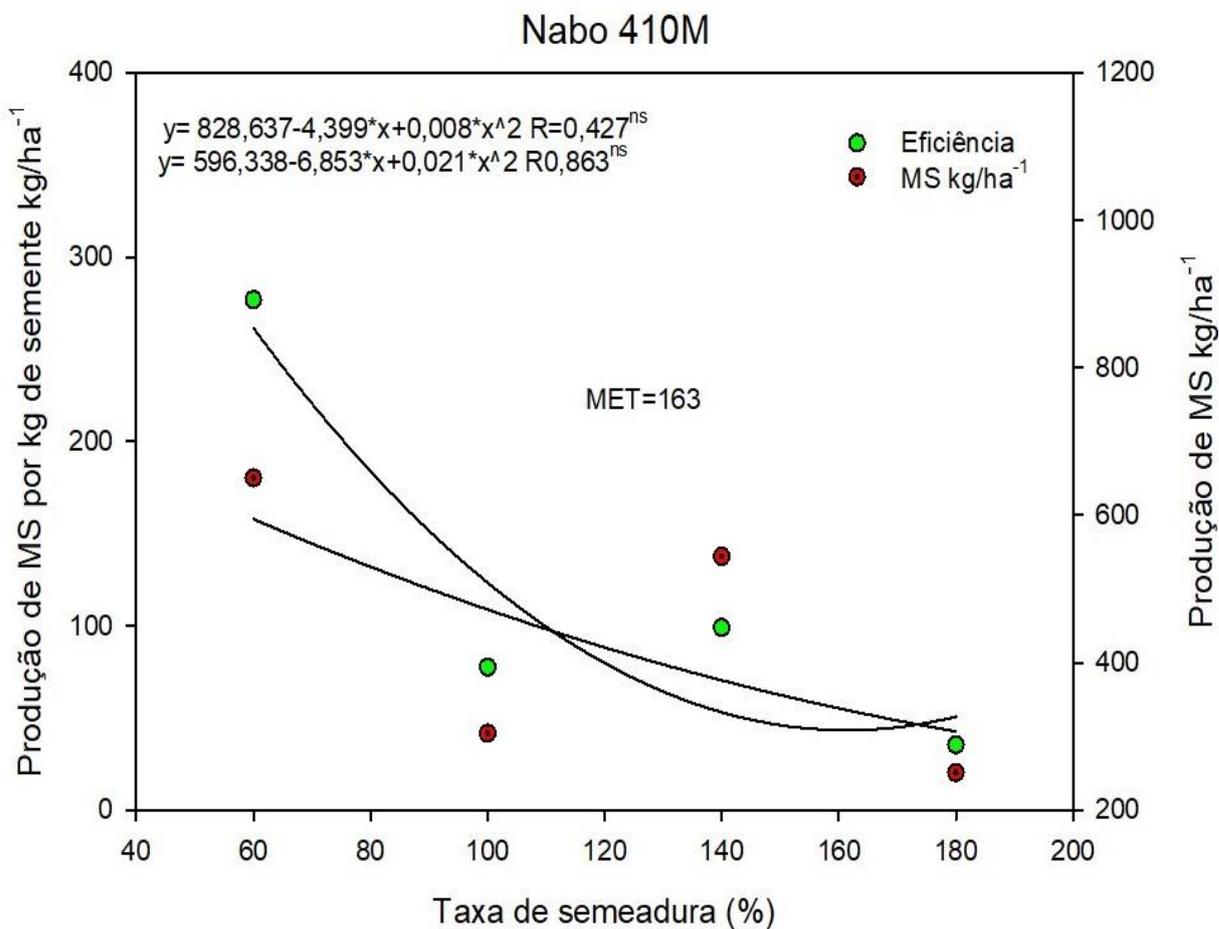
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO I- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado no centeio 410M.



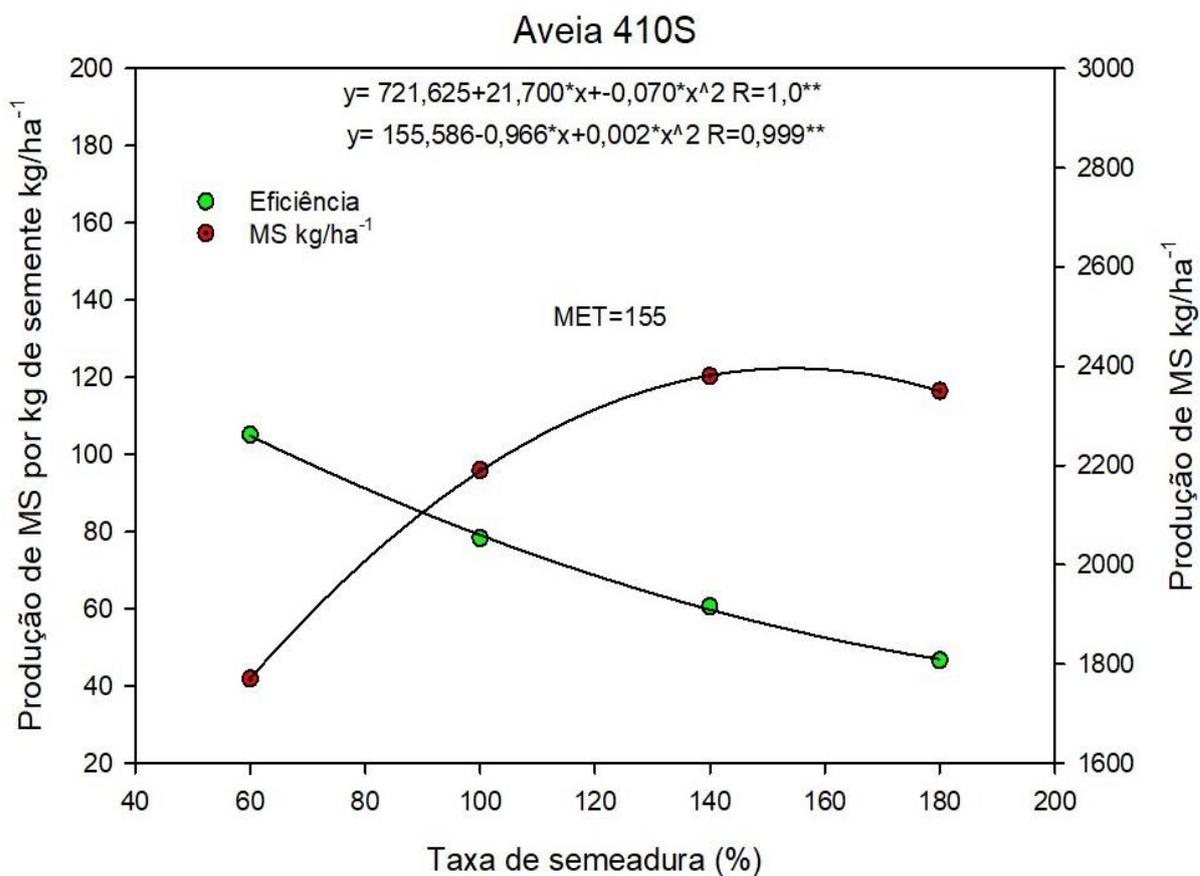
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO J- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado no nabo 410M.



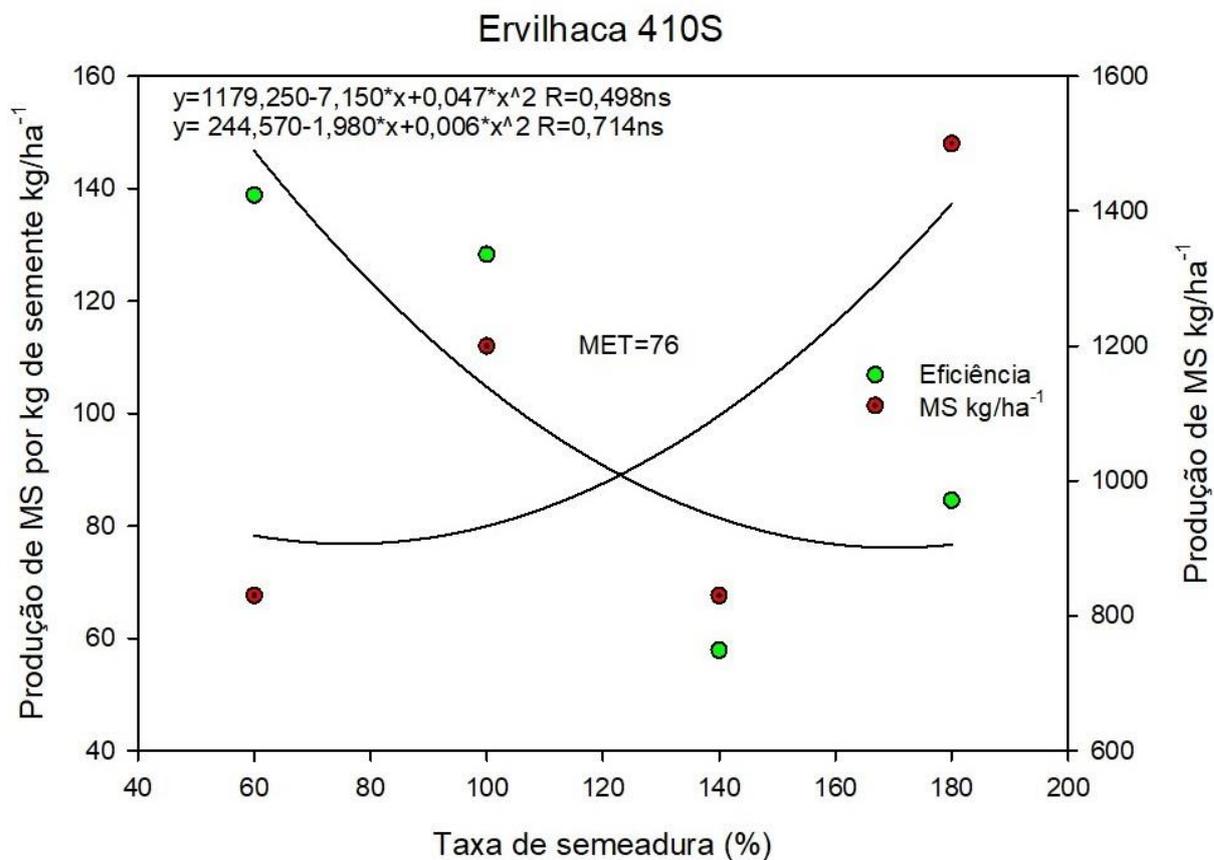
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO K- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado na aveia 410S.



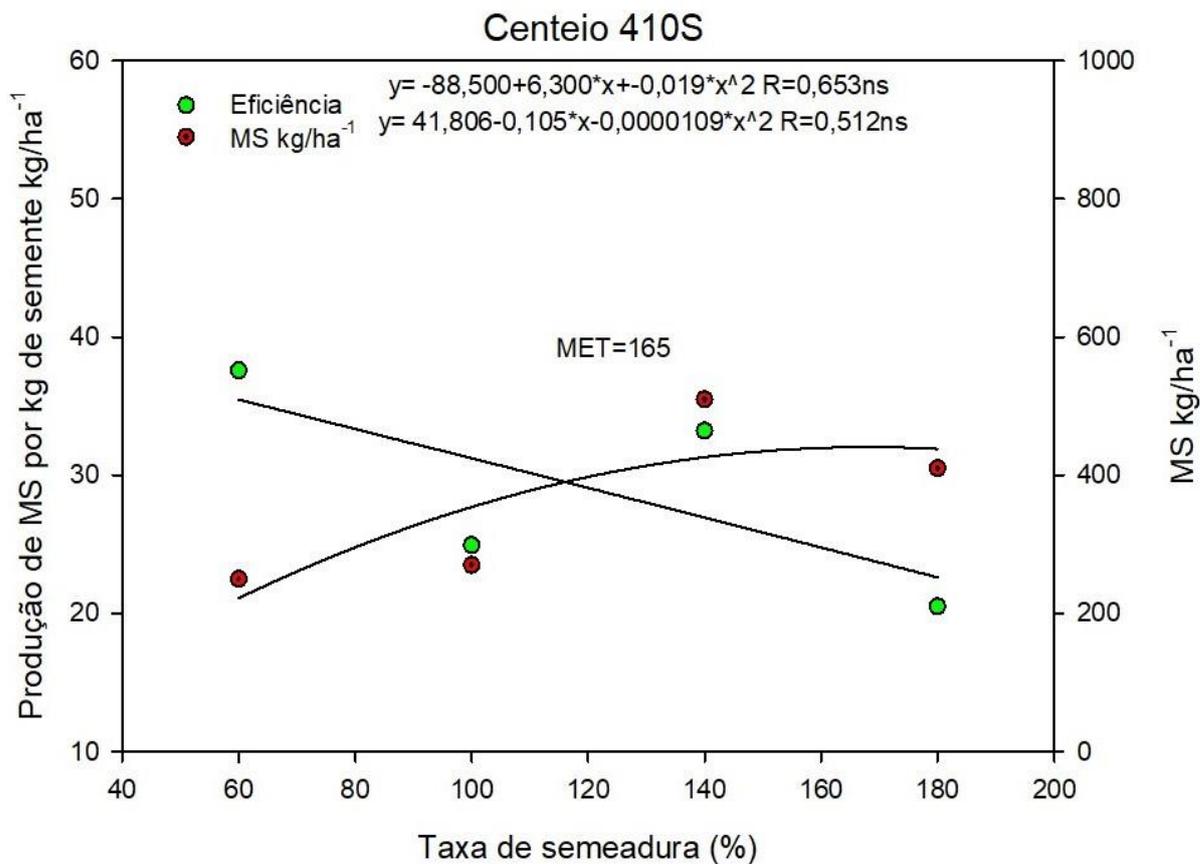
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO L- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado na ervilhaca 410S.



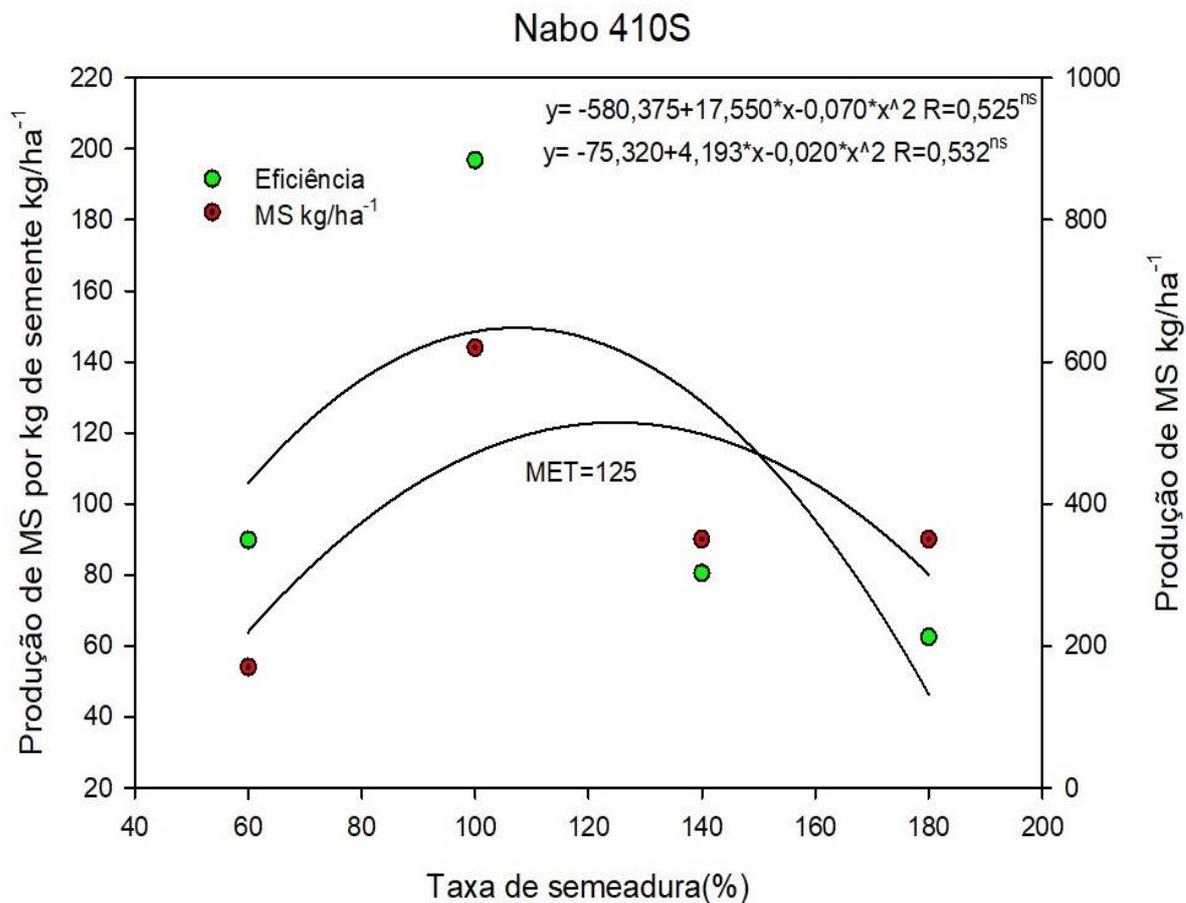
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO M- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado no centeio410S.



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

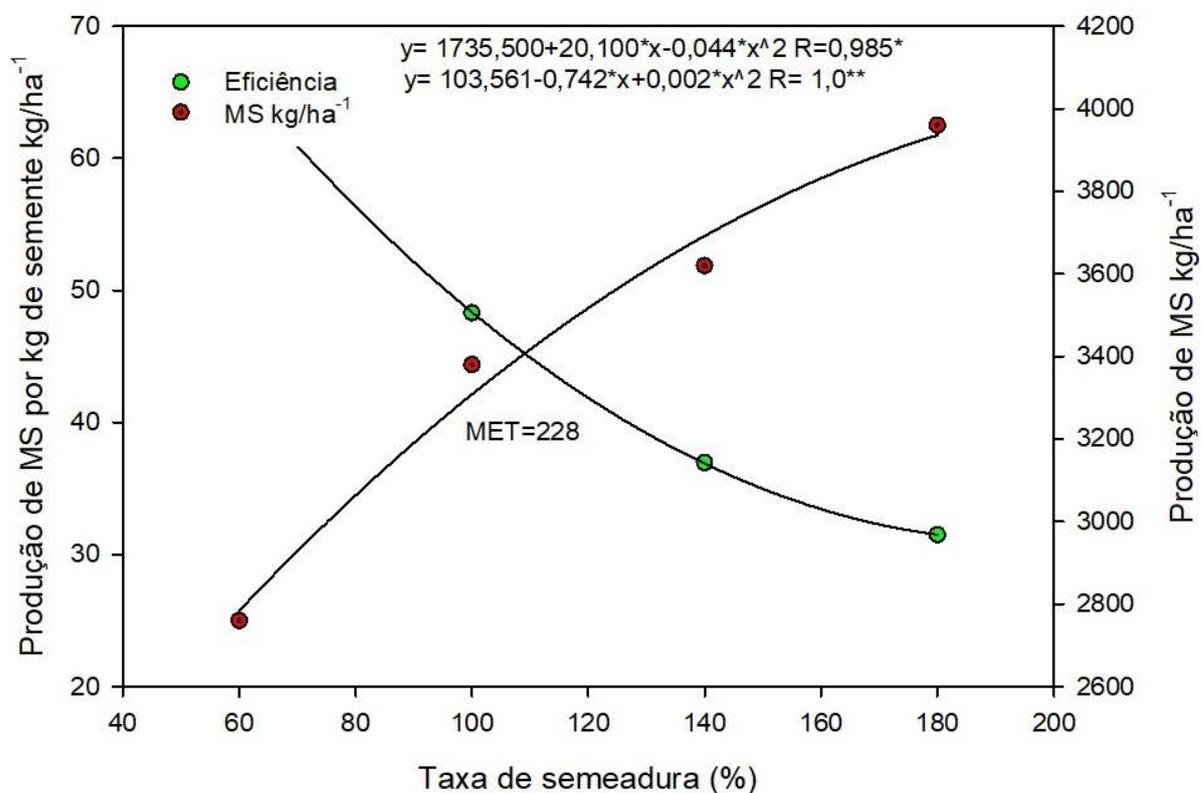
ANEXO N- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado no nabo410S.



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

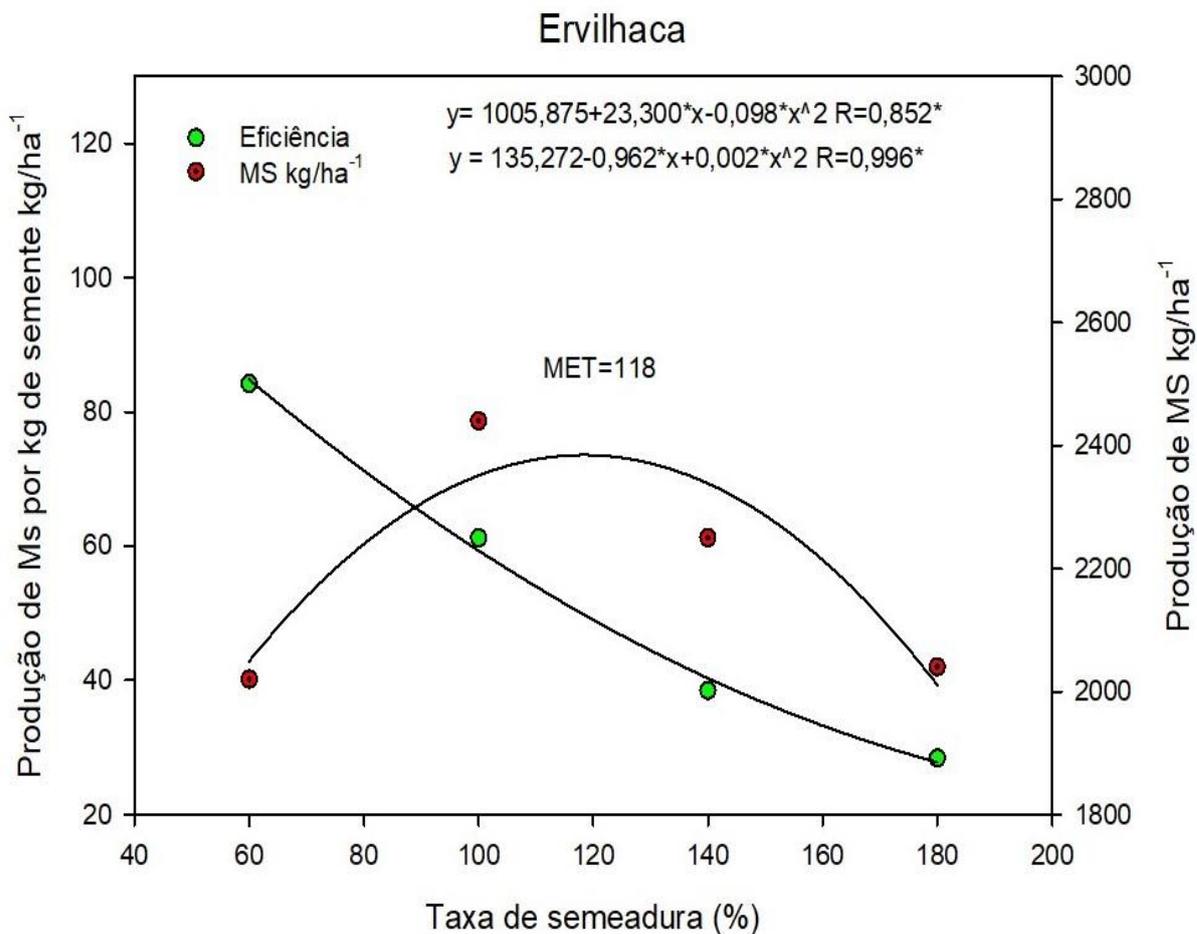
ANEXO O- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado na aveia.

Aveia



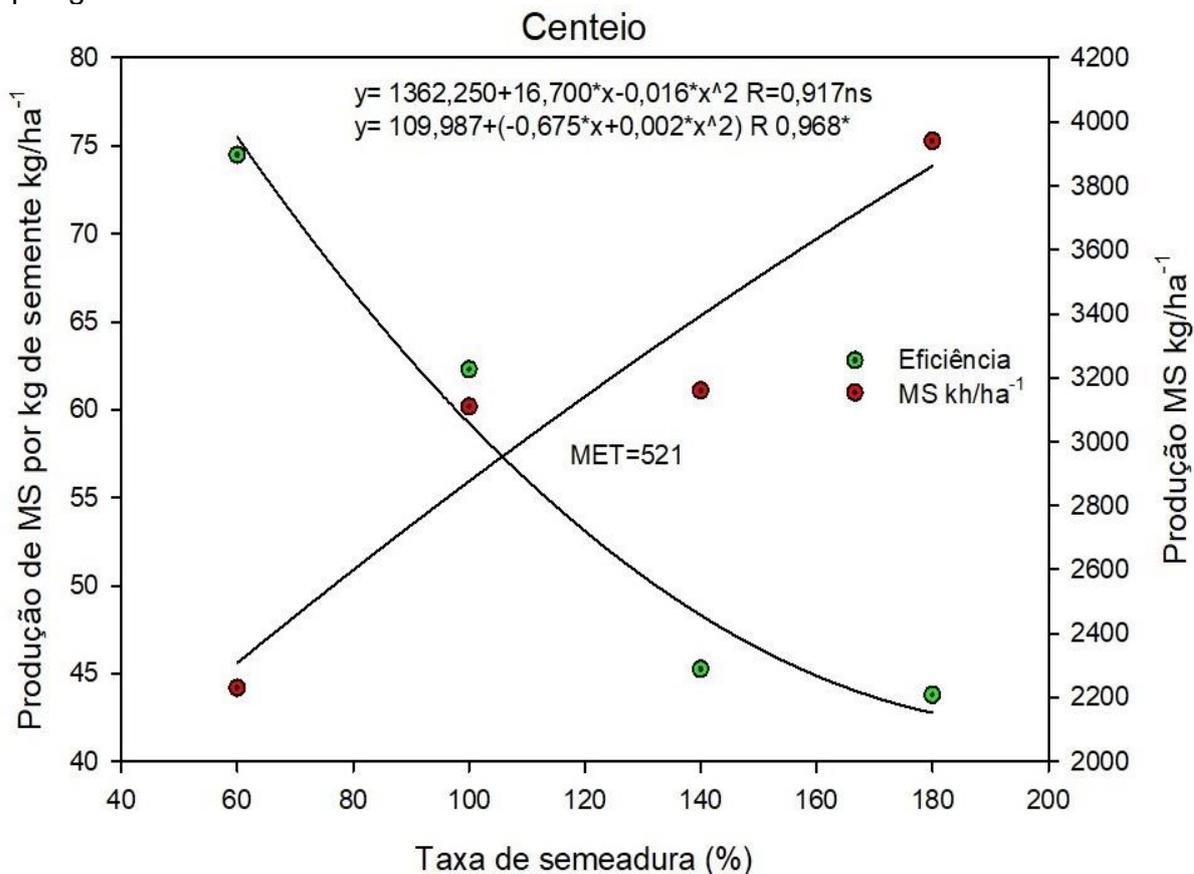
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO P- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado na ervilhaca.



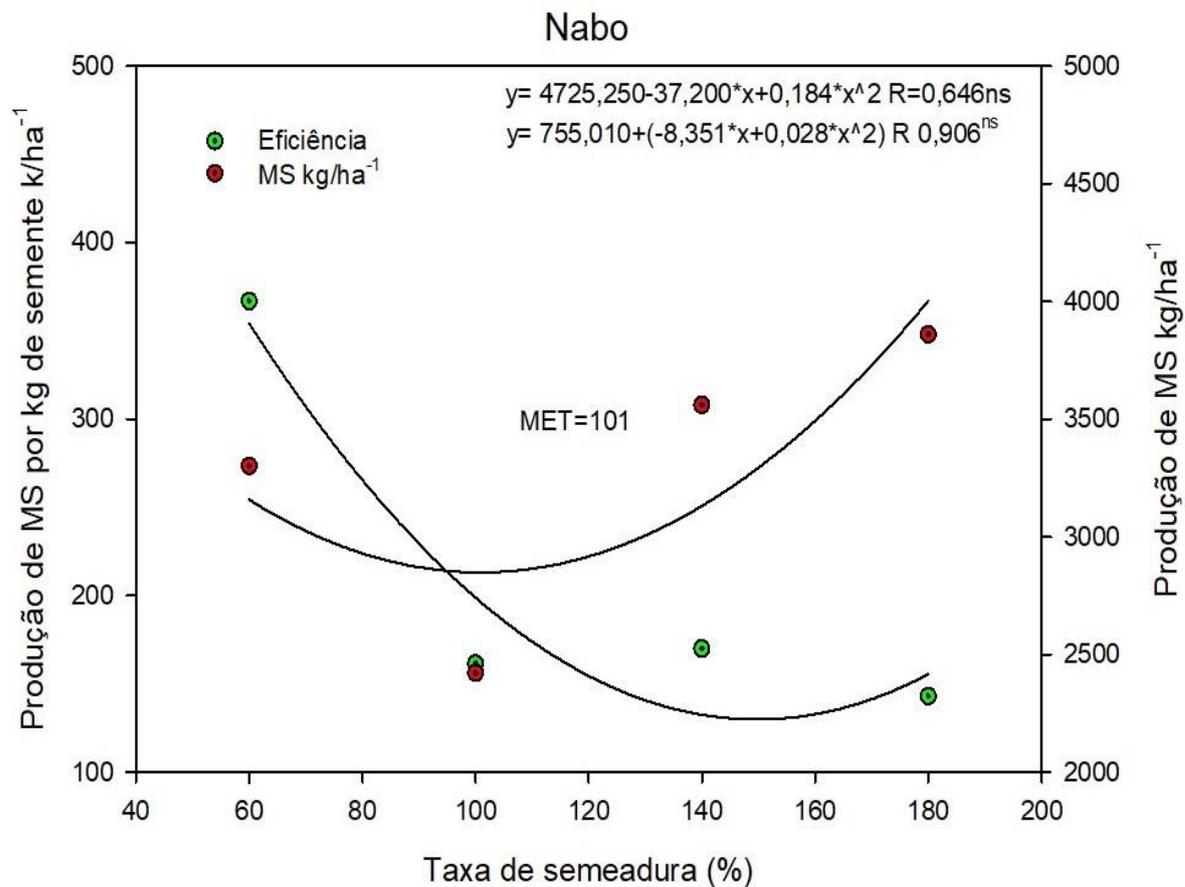
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO Q- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado no centeio.



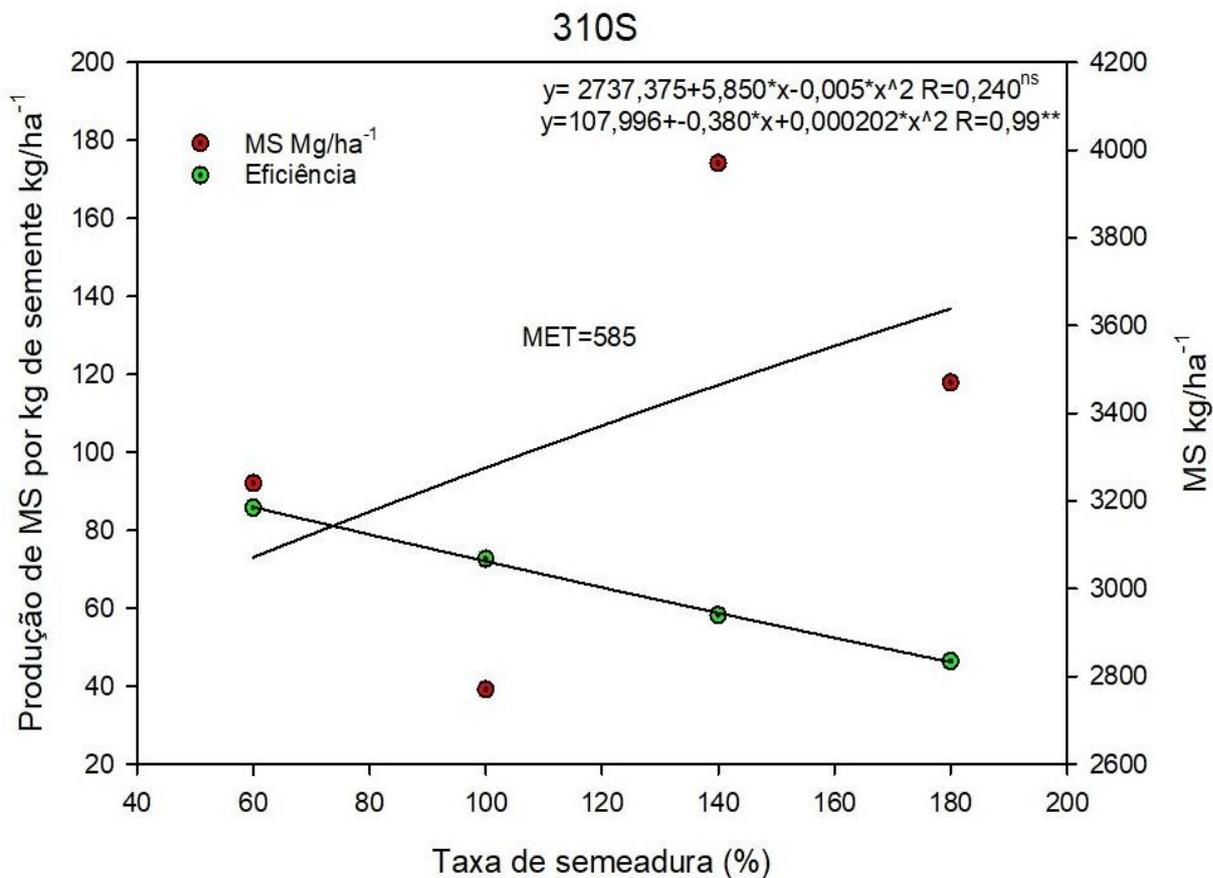
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO R- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado no nabo.



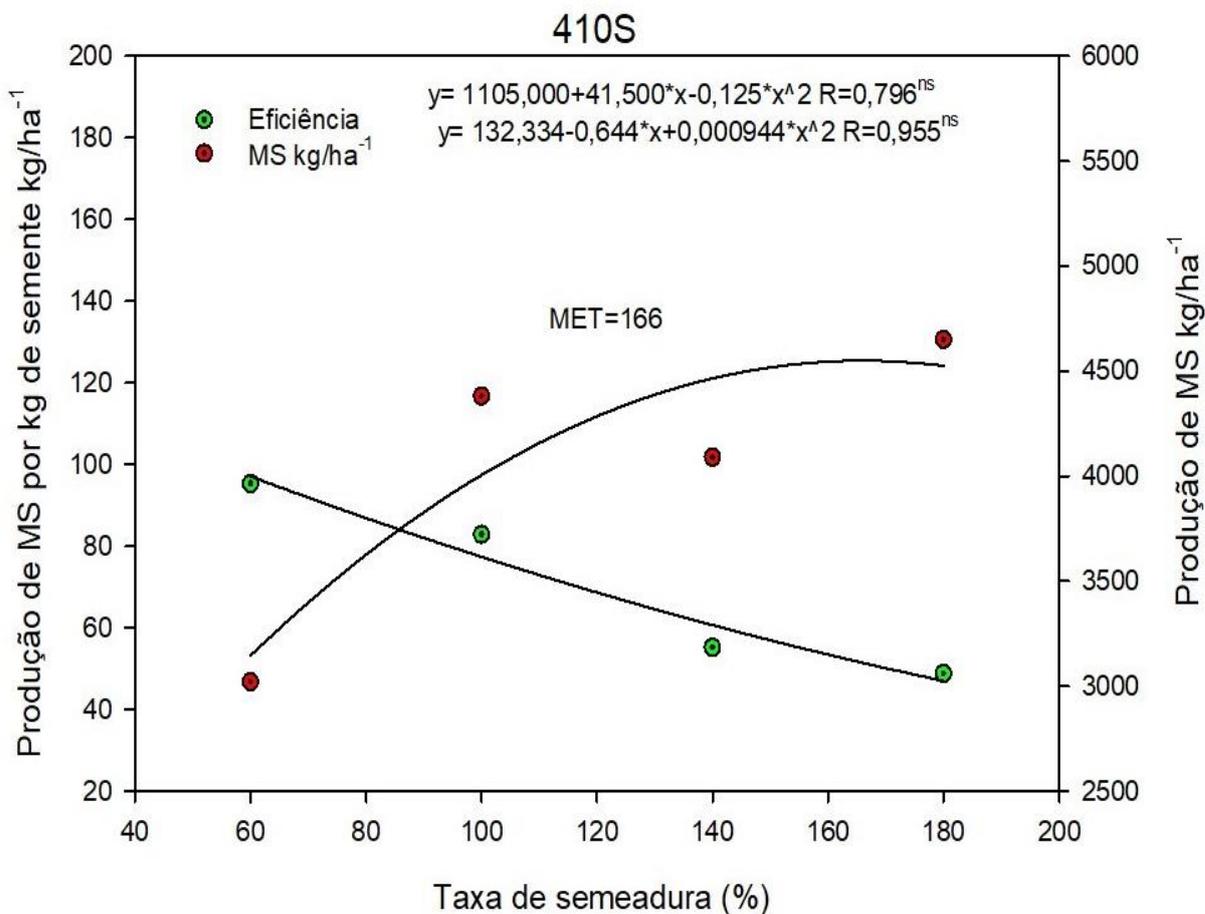
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO S- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado do mix 310S.



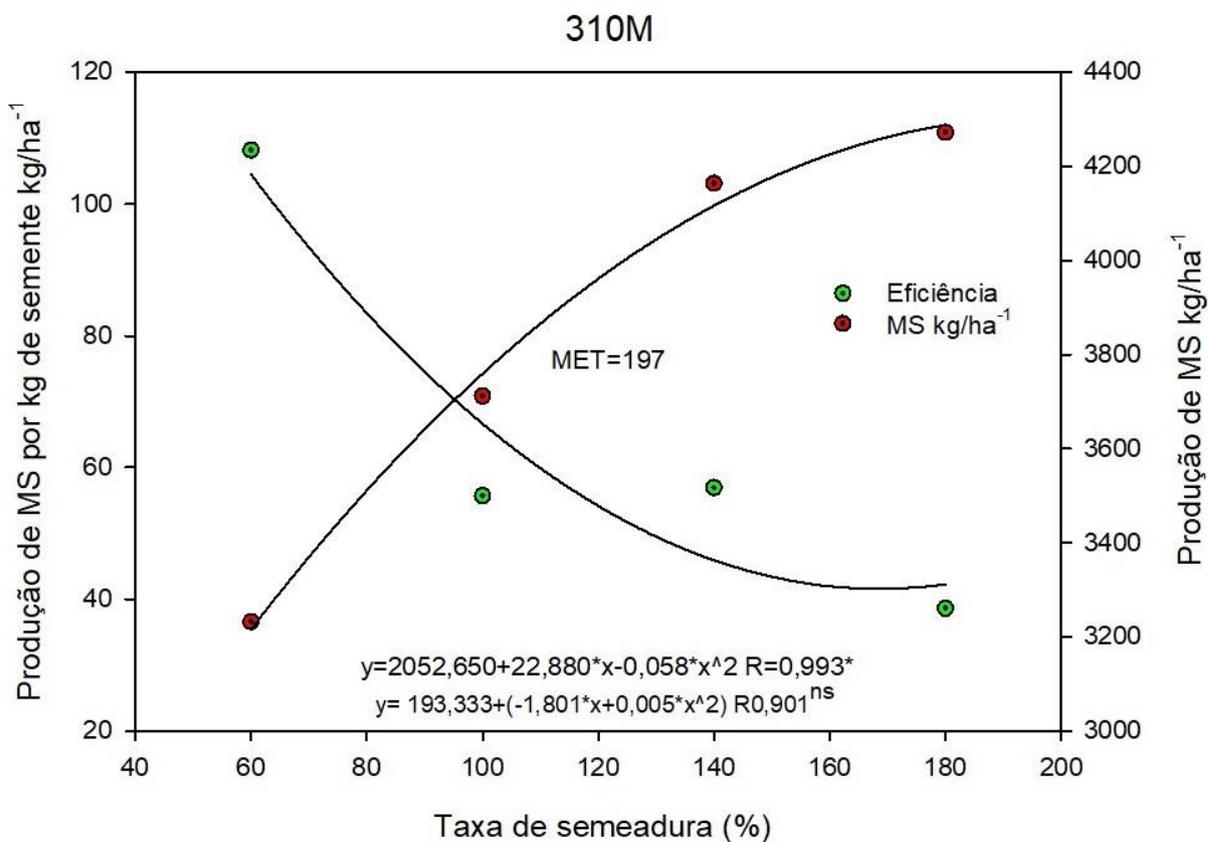
A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO T- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado da aveia 310S.



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

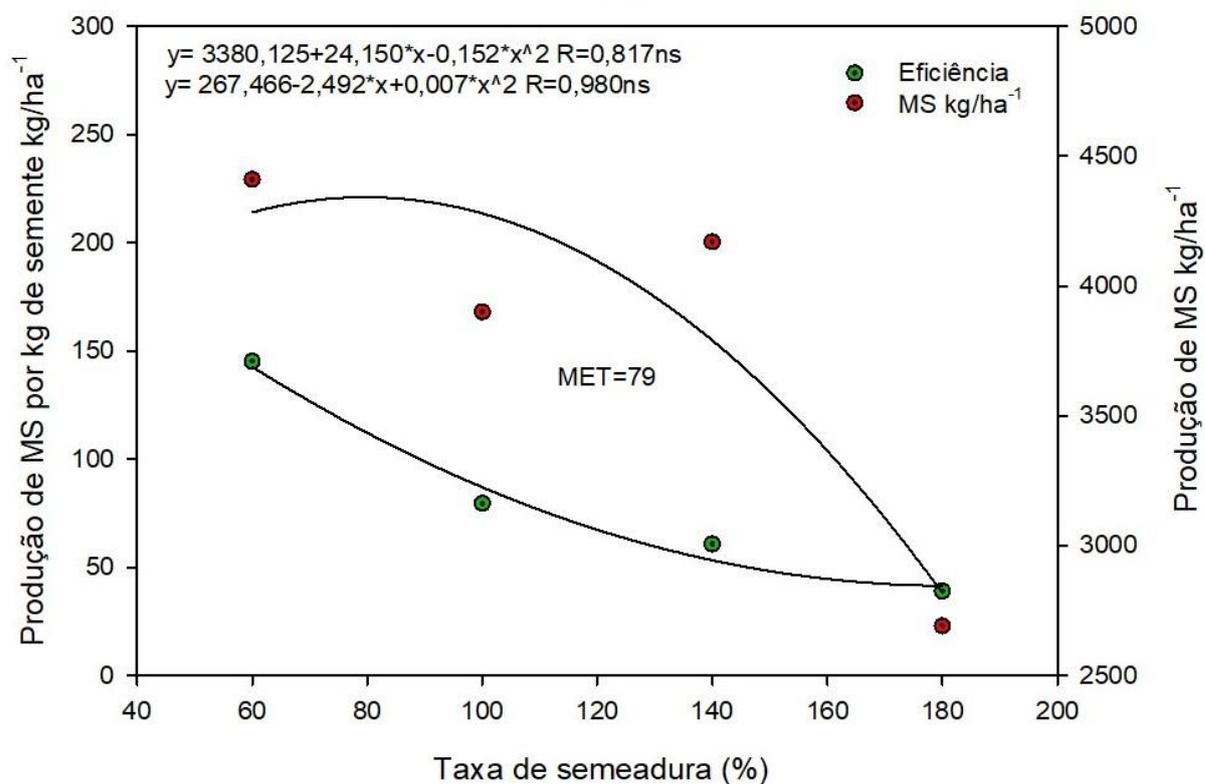
ANEXO U- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado do mix 310M.



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.

ANEXO V- Regressão entre produção total MS e eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado do mix 410M.

410M



A primeira equação refere-se à produção total de MS, e a segunda a eficiência de produção de MS por quilograma de semente utilizado. Onde: MET - Máxima eficiência técnica.