



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA COM ÊNFASE EM AGROECOLOGIA**

DOUGLAS DE SOUZA SANTOS

**INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE SEMEADURA DE CONSÓRCIO DE
ESPÉCIES DE ADUBAÇÃO VERDE EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE
PLANTIO DIRETO INTEGRADO DE MILHO E ABÓBORA**

LARANJEIRAS DO SUL

2022

DOUGLAS DE SOUZA SANTOS

**INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE SEMEADURA DE CONSÓRCIO DE
ESPÉCIES DE ADUBAÇÃO VERDE EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE
PLANTIO DIRETO INTEGRADO DE MILHO E ABÓBORA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia com ênfase em
Agroecologia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para
obtenção do título de Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

LARANJEIRAS DO SUL

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Santos, Douglas de Souza
Influência da densidade de semeadura de consórcio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora. / Douglas de Souza Santos. -- 2022.
29 f.:il.

Orientador: Doutor em Agronomia. Lisandro Tomas da Silva Bonome

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, , 2022.

1. Plantas de cobertura. Agricultura conservacionista. Avena strigosa Schieb. Raphanus sativus L. Vicia villosa L.. I. Bonome, Lisandro Tomas da Silva, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

DOUGLAS DE SOUZA SANTOS

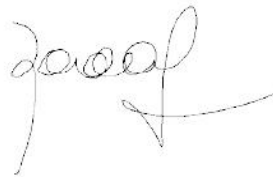
**INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE SEMEADURA DE CONSÓRCIO DE
ESPÉCIES DE ADUBAÇÃO VERDE EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE
PLANTIO DIRETO INTEGRADO DE MILHO E ABÓBORA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia linha de
formação em Agroecologia pela Universidade
Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do
Sul (PR)

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
13/05/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome



Prof. Dr. Henrique Von Hertwig Bittencourt



Documento assinado digitalmente

Leonardo Khae Giovanetti Oliveira

Data: 16/05/2022 15:57:05-0300

CPF: 456.128.258-03

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Eng. Agrônomo. Me. Leonardo Khãoe Giovanetti Oliveira

A Deus, a toda minha família, minha namorada, meus amigos, e a todos que acreditam em um mundo mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que me proporcionou chegar até esse momento, a caminhada não foi fácil, porém com muita força de vontade e superação consegui chegar nesse tão sonhado momento.

À minha família, em especial aos meus pais, minha namorada e também aos meus colegas de curso e amigos.

Ao meu orientador e a todos os professores e servidores da universidade, que participaram dessa trajetória me auxiliando e incentivando em todos os momentos.

Por fim, gostaria de agradecer a instituição Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) por possibilitar um momento tão único e de tamanha importância na minha vida pessoal e profissional.

FORMA DE PUBLICAÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi redigido de acordo com as normas da Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (ISSN 1981-8203), periódico do Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas (GVAA), na forma de artigo científico intitulado “Influência da densidade de semeadura de consórcio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora”.

As normas de submissão podem ser acessadas a partir do link:
<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/about/submissions>

Paciência só para o que importa de verdade. Paciência para ver a tarde cair. Paciência para sorver um cálice de vinho. Paciência para a música e para os livros. Paciência para escutar um amigo. Paciência para aquilo que vale nossa dedicação.

Martha Medeiros.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Precipitações médias (mm) na região de Laranjeiras do Sul – PR., em diferentes períodos de tempo.	24
Figura 2. Temperaturas médias (°C) na região de Laranjeiras do Sul – PR., em diferentes períodos de tempo.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Umidade do solo (%) relacionando os diferentes tratamentos em diferentes períodos de tempo de 2020 e 2021.	19
Tabela 2. Análises de umidade do solo (%) realizada em diferentes períodos de tempo 2020 e 2021.	20
Tabela 3. Respiração basal do solo em diferentes épocas de avaliação.	22
Tabela 4. Médias e número de espigas por planta, grãos por espiga, grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho em diferentes densidades de semeadura do consórcio de adubação verde na primeira safra (20/21).	23
Tabela 5. Médias e número de espigas por planta, grãos por espiga, grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho em diferentes densidades de semeadura do consórcio de adubação verde na segunda safra (21/22).	24
Tabela 6. Médias de números de abóboras e produtividade em diferentes densidades de semeadura do consórcio de adubação verde safra 20/21.	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CRA	Capacidade de retenção de água
DAS	Dias após semeadura
ha	Hectare
RBS	Respiração Basal do Solo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	27

Influência da densidade de semeadura de consórcio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora

Influence of sowing density of intercropping of green manure species in the production system of integrated planting of corn and pumpkin

Influência de la densidad de siembra del cultivo intercalado de especies de abono verde en un sistema integrado de producción de maíz y calabaza sin labranza

Douglas de Souza Santos¹; Lisandro Tomas da Silva Bonome²; Henrique Von Hertwig Bittencourt²; Valéria Cristina Gomes Garcia³

RESUMO

A utilização de práticas de bases menos impactantes e ecologicamente responsáveis associada a manejos que preservam os recursos naturais são fundamentais para uma agricultura sustentável. Dentre essas práticas, a utilização da adubação verde e o sistema de plantio direto são fundamentais. Algumas das espécies de plantas de cobertura que possuem destaque nesses manejos são, aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb), a ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* L.) e o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.). O trabalho teve por objetivo avaliar a influência das diferentes densidades de semeadura em um consórcio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Laranjeiras do Sul*, PR. Os tratamentos foram constituídos por seis densidades de semeadura, composto por aveia + ervilhaca-peluda + nabo: 0, 40, 80, 100, 120 e 160% da densidade recomendada, sucedido pelo consórcio milho + abóbora. Realizou-se as seguintes avaliações: umidade do solo, respiração basal do solo, produtividade do milho e de abóbora. Os resultados permitiram concluir que: a umidade do solo foi maior no tratamento com a maior população de plantas de adubação verde (160%). A respiração basal do solo aumentou mais de dez vezes a partir do segundo ano de implantação do consórcio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora. A densidade de 80% de plantas de adubação verde foi a que mais beneficiou os parâmetros de produtividade do milho na safra do primeiro ano, aumentando a produção por hectare. Na safra do segundo ano houve um decréscimo de aproximadamente 50% na produtividade do milho, devido a severa estiagem que atingiu a região de cultivo.

¹ Graduando do curso de Agronomia - Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul. e-mail: souzaa11@outlook.com

² Professor Adjunto –Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul. E-mail: lisandro.bonome@uffs.edu.br, henriquebittencourt@uffs.edu.br

³ Graduanda do curso de Ciências Biológicas - Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul. e-mail: valeriacruzina@hotmai.com

Palavras-chave: Plantas de cobertura. Agricultura conservacionista. *Avena strigosa* Schieb. *Raphanus sativus* L. *Vicia villosa* L.

ABSTRACT

The use of less impactful and ecologically responsible basic practices associated with management that preserve natural resources are fundamental for sustainable agriculture. Among these practices, the use of green manure and the no-till farming system are fundamental. Some of the most important cover crops are black oat (*Avena strigosa* Schieb), hairy vetch (*Vicia villosa* L.) and turnip rape (*Raphanus sativus* L.). The work aimed to evaluate the influence of different sowing densities on a consortium of green manure species in an integrated no-till production system of corn and pumpkin. The work was developed at the Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, PR. The treatments consisted of six sowing densities, composed of oats + hairy vetch + turnip: 0, 40, 80, 100, 120 and 160% of the recommended density, succeeded by the corn + pumpkin consortium. The following evaluations were performed: soil moisture, basal soil respiration, corn and pumpkin yields. The results allowed us to conclude that: soil moisture was higher in the treatment with the highest green manure plant population (160%). Basal soil respiration increased more than tenfold from the second year of implementation of the green manure species consortium in an integrated no-till production system for corn and pumpkin. The density of 80% of green manure plants was the one that most benefited the productivity parameters of corn in the first year's crop, increasing the production per hectare. In the second year's harvest there was a decrease of approximately 50% in corn productivity, due to the severe drought that affected the cultivation region.

Key words: Hedge plants. Conservation agriculture. *Avena strigosa* Schieb. *Raphanus sativus* L. *Vicia villosa* L.

RESUMEN

El uso de prácticas básicas menos impactantes y ecológicamente responsables, asociadas a una gestión que preserve los recursos naturales, son fundamentales para una agricultura sostenible. Entre estas prácticas, el uso de abono verde y el sistema de cultivo sin labranza son fundamentales. Algunas de las especies de cultivos de cobertura que son importantes en estas prácticas de gestión son la avena negra (*Avena strigosa* Schieb), la veza peluda (*Vicia villosa* L.) y la colza (*Raphanus sativus* L.). El trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia de diferentes densidades de siembra en un consorcio de especies de abono verde en un sistema de producción integrado de maíz y calabaza sin labranza. El trabajo se desarrolló en la Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, PR. Los tratamientos consistieron en seis densidades de siembra, compuestas por avena + veza peluda + nabo: 0, 40, 80, 100, 120 y 160% de la densidad recomendada, seguidas por el consorcio maíz + calabaza. Se realizaron las siguientes evaluaciones: humedad del suelo, respiración basal del suelo, productividad del maíz y de la calabaza. Los

resultados permitieron concluir que: la humedad del suelo fue mayor en el tratamiento con la mayor población de plantas de abono verde (160%). La respiración basal del suelo aumentó más de diez veces a partir del segundo año de aplicación del consorcio de especies de abono verde en un sistema de producción integrado de maíz y calabaza sin labranza. La densidad del 80% de plantas de abono verde fue la que más benefició los parámetros de productividad del maíz en la cosecha del primer año, aumentando la producción por hectárea. En la cosecha del segundo año hubo un descenso de aproximadamente el 50% en la productividad del maíz, debido a la grave sequía que afectó a la región de cultivo.

Palabras Clave: Plantas de cobertura. Agricultura de conservación. *Avena strigosa* Schieb. *Raphanus sativus* L. *Vicia villosa* L.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as discussões relacionadas a produção de alimentos sustentáveis têm se tornado cada vez mais frequente no mundo, partindo de uma abordagem exclusivamente técnica para uma mais abrangente, que envolve dimensões ambientais, econômicas e sociais. No domínio ambiental, a utilização de práticas menos impactantes e ecologicamente responsáveis, associada a manejos que preservam os recursos naturais são fundamentais para uma agricultura sustentável. Dentre essas práticas, o consórcio de culturas, a rotação de cultivos, a utilização da adubação verde, o revolvimento mínimo do solo, são práticas fundamentais que constituem o sistema de plantio direto, esse método de produção é utilizado principalmente por produtores rurais que buscam um melhor aproveitamento da unidade produtiva e um sistema mais seguro em relação a perdas (MACIEL *et al.*, 2004).

Todas essas práticas fazem parte da agricultura conservacionista e utilizadas por proporcionarem diversos benefícios ao agroecossistema. Dentre os principais benefícios de sua utilização destaca-se a intensificação da ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica, a conservação da umidade e a diminuição da temperatura e da erosão do solo e o favorecimento das condições para a atividade da microbiota do solo. Com isso, melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo são alcançadas sem a necessidade da utilização de insumos externos e não renováveis à propriedade rural (CARLOS & LARA, 2013; ALTIERI, 2012).

Além disso, o manejo adequado as plantas de cobertura do solo contribuem com a redução de pragas agrícolas que prejudicam os cultivos de interesse econômico, seja por repelência destas ou por atração de inimigos naturais (ALTIERI, 2012). A “palhada”, contribui ainda, com o controle das plantas espontâneas, uma das principais limitações na produção orgânica (MCERLICH & BOYDSTON, 2013).

Para maior eficácia do sistema produtivo, o conhecimento do comportamento das plantas de cobertura é de fundamental importância. Características como a velocidade de desenvolvimento inicial, eficácia de

cobertura, capacidade de reciclagem de nutrientes, desenvolvimento do sistema radicular, produção de “palhada”, resistência a adversidades climáticas, tolerância a ataque de pragas e doenças e a baixa fertilidade dos solos, devem ser levados em consideração para potencializar os benefícios das técnicas (EPAGRI, 2016).

Dentre as plantas de cobertura atuantes na adubação verde, algumas espécies possuem destaque principalmente no sul do país, como a aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb), a ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* L.) e o nabo-forageiro (*Raphanus sativus* L.) (SILVA *et al.*, 2006). Estas espécies podem ser utilizadas em consócio ou de forma solteira, contudo, pesquisas apontam que a utilização na forma de consócio de plantas de cobertura antes da cultura principal é mais favorável ao sistema do que na forma solteira. Isso está relacionado as características das espécies utilizadas, principalmente na distinção na relação C/N entre Fabaceas e Poáceas (MOLLER & REENTS, 2009; SILVA *et al.*, 2011).

As Fabaceae apresentam baixa relação C/N em comparação as Poaceae, se decompondo mais rapidamente e, com isso, disponibilizando nutrientes, especialmente o nitrogênio, para os cultivos posteriores, suprindo em partes as necessidades da cultura principal logo no início do desenvolvimento, porém acabam não atuando no final do ciclo da cultura.

Por outro lado, as Poaceae, por possuírem elevada relação C/N tem sua decomposição mais lenta, liberando assim, os nutrientes em estádios de maior desenvolvimento da cultura principal. Dessa forma, o consócio de plantas de cobertura Fabaceae/Poaceae acaba promovendo maior equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização do nitrogênio, melhorando a cobertura do solo e disponibilizando nutrientes durante todo o ciclo da cultura principal (HEINRICHS *et al.*, 2001; DONEDA, 2010).

Agregado a esse consócio pode-se utilizar outras espécies com características diferentes, como o nabo forrageiro, que é uma espécie rústica e de rápido crescimento, que apresenta elevada produção de biomassa e atua diretamente na descompactação dos solos, contudo, é uma planta de rápida decomposição (AITA & GIACOMINI, 2003; SILVA *et al.*, 2007).

Embora diversas pesquisas recomendem a utilização de plantas de adubação verde e a adoção do plantio direto, escassas são as informações sobre as densidades mais apropriadas no emprego das plantas de cobertura de forma consorciada e como isso afeta a atividade microbiana do solo e o desempenho agrônômico das culturas de interesse econômico.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes densidades de semeadura em um consócio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Laranjeiras do Sul*, PR. O clima da região é caracterizado como Cfb (clima temperado úmido com verão ameno) de acordo com a classificação de Köppen e Geiger (1948). A temperatura média anual é de 18,5 °C e a precipitação média de 1800 mm ano⁻¹ (CAVIGLIONE *et al.*, 2000).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por seis densidades de semeadura do consórcio de adubação verde composto por aveia + ervilhaca-peluda + nabo: 0, 40% (8 + 12,4 + 3,5 Kg ha⁻¹), 80% (16 + 24,8 + 7 Kg ha⁻¹), 100% (20 + 31 + 8,7 Kg ha⁻¹), 120% (24 + 37,2 + 10,4 Kg ha⁻¹) e 160% (32 + 49,6 + 13,9 Kg ha⁻¹) da densidade recomendada (CASÃO JUNIOR *et al.*, 2006), sucedido pelo consórcio milho + abóbora. Para todas as análises utilizou-se a densidade de semeadura do consórcio de adubação verde como fator único, exceção para a respiração do solo e a umidade, em que se utilizou um esquema bifatorial, sendo no fator A alocado a densidade de semeadura do consórcio de adubação verde e no B o período de tempo das avaliações.

Em maio de 2020 foi realizada a semeadura das plantas de cobertura nas densidades supracitadas, 130 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o corte das plantas de adubação verde com a utilização de rolo faca acoplado a um trator. Em seguida, realizou-se a adubação do solo com 250 g m⁻¹ de cama de aviário e 125 g m⁻¹ de fosfato natural e, posteriormente, a semeadura do milho variedade IPR 164 no espaçamento de 1 m entre linhas e 0,20 m entre plantas e da abóbora (moranga exposição) com espaçamento de 2 x 2 m e quatro sementes por cova. Após 30 dias realizou-se o desbaste mantendo-se duas plantas por cova. A adubação da abóbora foi a mesma utilizada para o milho.

Concluído o ciclo das culturas realizou-se a colheita manual da abóbora (moranga) e do milho para as avaliações de produtividade. No milho foi colhida apenas a parcela útil de cada tratamento, correspondendo a área central da parcela medindo 2 m².

Em julho de 2021 realizou-se nova semeadura a lanço das plantas de coberturas e posteriormente uma gradagem leve para melhor cobrimento das sementes. O corte das plantas de adubação verde ocorreu 84 DAS com a utilização de rolo faca acoplado a um trator. Dois dias após o corte realizou-se a semeadura mecanizada do milho variedade IPR 164, desta vez com espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,25 m entre plantas.

Após 27 dias realizou-se a semeadura da abóbora variedade tetsukabuto (cabotiá) utilizando-se duas sementes por cova com espaçamento de 2 x 2 m. A adubação utilizada foi de 250 g de cama de aviário + 125 g fosfato natural por cova. Após 35 DAS da abóbora realizou-se o desbaste mantendo-se cinco plantas por tratamento.

Ao final do ciclo do milho foi realizada a colheita de forma manual em área central de cada tratamento com medida de 4 m². A abóbora não foi colhida devido ao atraso na produção, em decorrência da estiagem no final do ano de 2021 e início de 2022.

Durante o experimento as seguintes avaliações foram realizadas: umidade do solo, respiração basal do solo, n° de espigas por planta, n° de grãos por espiga, n° de grãos por planta, massa de 1000 grãos e produtividade total de grãos de milho e de abóbora.

Todas as avaliações foram realizadas a partir das plantas e solo da área útil das parcelas. A determinação da atividade respiratória do solo foi realizada em diferentes períodos do sistema de cultivo e seguiu-se a metodologia descrita por Giovanetti *et al.*, (2019). Primeiro determinou-se a capacidade de retenção de água no solo (CRA) utilizando-se três amostras de cerca de 200 g de solo retiradas da camada 0-5 cm de profundidade de cada repetição, as quais foram coletadas, misturadas, homogeneizadas e peneiradas em malhas de 10 mesh. Posteriormente, 20 g de solo foram pesados e secos em estufa a 105 °C por 24 h para determinação da umidade do solo.

Para a determinação da água percolada, 20 g de solo foram acomodados em papel filtro em forma de funil e acrescidos de 100 g de água destilada, por 24 h. Concluído esse período, a água percolada foi mensurada em balança analítica.

A CRA foi determinada conforme equação proposta por Monteiro & Frighuetto (2000):

$$CRA (\%) = \{[(AC - AP) + AS] / SS\} \times 100$$

Em que: CRA (capacidade de retenção de água do solo), AC (quantidade de água colocada no solo), AP (água percolada do solo após incubação por 24 h), AS (água presente no solo, no momento da amostragem) e SS (massa do solo seco em estufa).

Para determinação da atividade respiratória do solo, seguiu-se a metodologia empregada por Giovanetti *et al.*, (2019) com modificações, na qual três amostras de 0,5 cm de solo de cada repetição foram coletadas, misturadas, homogeneizadas e peneiradas a 10 mesh. Posteriormente 50 g de solo foram colocados em recipiente de vidro com 15 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 mol L⁻¹ e 10 mL de água destilada de modo a capturar o CO₂ liberado do solo. O recipiente foi hermeticamente fechado e incubado por 168 horas a temperatura de 25 °C em câmaras do tipo BOD. Após esse período, as amostras receberam 1 mL de cloreto de bário (BaCl₂) 50% saturado para a precipitação do carbonato e foram tituladas com ácido clorídrico (HCl) 0,5 mol L⁻¹, com a presença de fenolftaleína 1% como indicador. Como controle utilizou-se um recipiente com NaOH 0,5 mol L⁻¹ sem presença de solo, submetidas às mesmas condições.

A quantidade de RBS do solo foi calculada de acordo com a equação:

$$RBS = \{[(B-A) \times N \times 2000] / MS\} / H.$$

Sendo: RBS (respiração basal do solo), B (volume de HCl utilizado para titular o branco), A (volume de HCl utilizado para titular a amostra), N (concentração molar do HCl), MS (massa seca da amostra em kg) e H (tempo de incubação, em horas) (GIOVANETTI *et al.*, 2019).

A umidade do solo foi realizada em diferentes períodos de tempo do sistema de cultivo na profundidade de 20 cm, utilizando-se tensiômetro digital (Kit Mini Trase) em quatro regiões da área útil de cada parcela. O horário de avaliação foi sempre às 14 h.

O número de espigas por planta foi obtido através da contagem do número de espigas colhidas na parcela dividida pelo número de plantas da parcela. Os valores de grãos por espiga e grãos por planta foram encontrados a partir da determinação da massa de 1000 grãos, realizada conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Por fim calculou-se a produtividade do milho a 13% de umidade e da abóbora (Kg ha^{-1}).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e ao teste de Scott-Knott a 5 % de significância utilizando o programa Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade do solo foi influenciada pela densidade do consórcio de adubação verde. Observou-se que não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos com as densidades 0 (sem cobertura), 40%, 80% e 100%, porém os mesmos se diferiram dos tratamentos 120%, o qual obteve a menor média, e do 160% que apresentou maior média de umidade do solo, mostrando-se o melhor tratamento. O tratamento com maior densidade de semeadura (160%) é aquele que apresenta maior população de plantas, com isso, é comum produzir maior quantidade de biomassa (palhada), que contribuirá para a redução da temperatura e manutenção da umidade do solo. Vieira *et al.*, (2020), observaram que a quantidade de palhada influencia diretamente a amplitude térmica e temperatura máxima do solo, especialmente nas camadas mais superficiais.

Tabela 1. Umidade do solo (%) relacionando os diferentes tratamentos em diferentes períodos de tempo de 2020 e 2021.

Tratamentos	Umidade do solo (%)
0	19,69 b
40%	19,52 b
80%	19,82 b
100%	20,28 b
120%	18,11 c
160%	21,16 a
Cv (%)	10,60

Cv: Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si para Scott-Knott ($p < 0,05$).

Quando se compara a umidade do solo em relação ao período e ao ano de análise, observa-se uma oscilação nos valores (Tabela 2). Na primeira avaliação (11/03/20), que ocorreu antes do início da implantação do experimento, a umidade média do solo foi de 19,15%. Na segunda análise (25/09/20) houve redução na média da umidade do solo, em relação a primeira, de 1,91 pontos percentuais. Essa diferença pode ter ocorrido pela baixa precipitação na região Sul nesse período, muito abaixo da média histórica dos últimos 10 anos (DERAL, 2020). Com isso, mesmo o solo com cobertura apresentou baixa umidade.

Já na terceira avaliação da umidade do solo (08/03/21), realizada aproximadamente um ano após a primeira, obteve-se diferença significativa em relação as duas primeiras, provavelmente devido ao acúmulo de cobertura sobre o solo e também ao cultivo integrado de milho em estágio fenológico reprodutivo 4 (R4) e abóbora em final de ciclo com aproximadamente 100 DAS que estavam presentes no momento da análise, contribuindo assim, com a cobertura para a manutenção da umidade no solo.

No mês seguinte realizou-se a quarta análise (16/04/21), tendo essa a menor média entre todas as medidas realizadas. Essa reduzida umidade do solo teve ligação direta com a estiagem ocorrida no Paraná nesse período, sendo o mês de abril o mais seco da série histórica registrada pelo SIMEPAR desde o início dos registros meteorológicos há aproximadamente 23 anos atrás (SIMEPAR, 2021). Associado a estiagem a área estava sem cultivo, devido a recente colheita do milho e abóbora.

Na quinta avaliação (23/09/21) observou-se diferença significativa entre quase todas as outras, menos com a terceira (08/03/21) que teve média similarmente alta. Mesmo 2021 sendo um ano bastante atípico, com elevados períodos de estiagem no Paraná, a data em que a avaliação foi realizada, um dia após o rolamento das plantas de cobertura, pode ter contribuído para o aumento de umidade do solo. Além disso, no dia 14 de setembro com intervalo de 9 dias para análise do dia (23/09/21) houve ocorrência de precipitação próxima de 72 mm na região (WEATHER UNDERGROUND, 2021).

Em (03/12/21), novamente se observou redução na média de umidade do solo, sendo a estiagem e as altas temperaturas registradas na região os fatores preponderantes para estes registros. O conteúdo de água no solo é influenciado por um conjunto de fatores, dentre os quais se destacam as características do solo, o declive, o tipo e a densidade da cobertura vegetal, os quais interferem no volume de água, através de mecanismos de evapotranspiração, radiação solar e outros fatores meteorológicos (MEDEIROS, 2004; MEDEIROS; CLARKE, 2007). Contudo, o fator que mais influencia na umidade do solo é a incidência de precipitação.

Tabela 2. Análises de umidade do solo (%) realizada em diferentes períodos de tempo 2020 e 2021.

Período	Médias Umidade do solo (%)
11/03/20	19,15 b
25/09/20	17,24 c
08/03/21	24,25 a

16/04/21	15,77 d
23/09/21	24,56 a
03/12/21	17,61 c
Cv (%)	10,60

Cv: Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si para Scott-Knott ($p < 0,05$).

Para a respiração basal do solo houve significância apenas para o fator tempo, indicando não haver influência dos tratamentos nos períodos de avaliação (Tabela 3).

No início do experimento, não se observou diferença estatística para a respiração basal do solo nas três primeiras avaliações, com valores de (31,64, 18,24, 34,95 C-CO₂ mg kg⁻¹ h⁻¹), respectivamente. Possivelmente isso tenha ocorrido pelo baixo período de tempo de implantação do consórcio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora. Sabe-se que estas práticas de manejo agroecológico costumam promover melhorias nas características física, químicas e biológicas do solo com o decorrer dos anos (ALTIERI, 2012).

Contudo, após concluído um ciclo do consórcio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora a taxa de respiração basal do solo aumentou 13,57 vezes em relação a avaliação anterior. A microbiota do solo é a principal responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos e, por conseguinte, ciclagem dos nutrientes (MIRANSARI, 2013).

No quinto período de avaliação (06/05/21) houve uma redução na taxa de respiração basal do solo superior a 50% em relação a última avaliação. Essa redução pode ter sido uma consequência das elevadas temperaturas e estiagem que ocorreu no mês de abril de 2021, sendo esse o mês mais seco da série histórica do Simepar desde o início dos registros meteorológicos no ano de 1997 (SIMEPAR, 2021). Segundo Cabezas, (2008) e Silva *et al.*, (2009) a umidade do solo é um dos fatores que mais influenciam na atividade microbiana.

Outra explicação para a maior atividade microbiana na quarta avaliação (20/09/20) em comparação a quinta (06/05/21) pode ter sido a presença das plantas de cobertura na área. A avaliação do dia (20/09/20) foi realizada um dia antes do corte das plantas de cobertura, sabe-se que além dos resíduos de cultura, as plantas exercem influência decisiva no aumento e na diversidade microbiana devido à zona de influência das raízes. O ambiente da rizosfera libera diversos compostos no solo que são prontamente utilizados pelos microrganismos, promovendo o aumento da atividade e a modificação da comunidade microbiana do solo (DAANE *et al.*, 2001).

No último período de avaliação da respiração basal do solo (18/11/21), a média voltou a subir, acredita-se que o solo estava com melhor estruturação devido ao segundo ano de cultivo integrado e a presença das plantas de milho e abóbora na área, visto que esta avaliação foi realizada no estágio de pleno pendoamento (VT) do milho e aproximadamente 30 DAS da abóbora.

Na rizosfera, região do solo sob influência direta das raízes, ocorre grande proliferação de microrganismos. Essa região, no entorno das raízes funciona como um habitat dinâmico que apresenta comunidades microbianas complexas, que desempenham muitas funções importantes, tanto em sistemas naturais como em sistemas agrícolas, participando das transformações da matéria orgânica e dos ciclos biogeoquímicos (MELO, 2012). As raízes das plantas são responsáveis pela incorporação de compostos de pequeno peso molecular que são potencialmente valiosos na rizosfera, permitindo o estabelecimento de interações entre as raízes e os microrganismos presentes no solo. Essas interações podem influenciar positivamente o crescimento da planta por uma variedade de mecanismos (BAIS, 2006).

Tabela 3. Respiração basal do solo em diferentes épocas de avaliação.

Período	Respiração basal do solo (C-CO ₂ mg Kg ⁻¹ h ⁻¹)
18/10/19	31,64 d
11/03/20	18,24 d
12/05/20	34,95 d
20/09/20	474,29 a
06/05/21	226,14 c
18/11/21	431,62 b
Cv (%)	19,85

Cv: Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si para Scott-Knott ($p < 0,05$).

Na Tabela 4 observa-se que os tratamentos influenciaram nos parâmetros de produção do milho. Em relação ao número de espigas por planta, os tratamentos com densidade de semeadura de 80, 100 e 120% se sobressaíram em relação aos demais, indicando maior prolificidade. Quanto aos grãos por espiga, os tratamentos a 40, 100 e 160% destacaram-se. Em 40%, embora houvesse um menor número de espigas por planta, observou-se um maior número de grãos por espiga, resultando em espigas maiores.

Embora os tratamentos com 80 e 100% tenham sido os únicos a sobressaírem tanto no número de espigas por planta quanto no número de grão por espiga, apenas o tratamento com 80% apresentou maior quantidade de grãos por planta, interferindo diretamente na produtividade do milho (Tabela 4).

Os tratamentos 0 (sem cobertura) e 40% (menor densidade) de plantas de cobertura foram os que apresentaram menor massa de mil grãos. No restante dos tratamentos (80, 100, 120, 160%) não ocorreu diferença estatística para esta variável, e todos apresentaram massa superior a 300 g.

A maior produtividade do milho foi observada no tratamento com 80%, apresentando uma diferença de mais de vinte sacas por hectare em relação ao tratamento sem cobertura. Vale ressaltar que em todos os parâmetros de produção avaliados o tratamento 80% se sobressaiu em relação ao sem cobertura.

Tabela 4. Médias e número de espigas por planta, grãos por espiga, grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho em diferentes densidades de semeadura do consórcio de adubação verde na primeira safra (20/21).

Tratamento	Nº Espiga Planta ⁻¹	Nº Grãos Espiga ⁻¹	Nº Grãos Planta ⁻¹	Massa de 1000 Grãos (g)	Produtividade sc (60Kg) ha ⁻¹
0	1,24 b	319,82 b	452,86 b	270,99 b	84,13 c
40%	1,29 b	373,57 a	465,69 b	290,99 b	93,02 b
80%	1,43 a	365,62 a	522,46 a	305,67 a	105,05 a
100%	1,44 a	367,89 a	426,96 b	310,68 a	88,12 c
120%	1,53 a	303,08 b	463,44 b	317,81 a	94,95 b
160%	1,21 b	345,28 a	437,04 b	318,99 a	80,77 c
Cv (%)	10,10	9,83	7,36	5,49	6,97

Cv: Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si para Scott-Knott ($p < 0,05$).

Na segunda safra do milho (Tabela 5) os tratamentos também influenciaram nos parâmetros de produção. Em relação ao número de espigas por planta, os tratamentos a 80, 100 e 160% se sobressaíram em comparação aos demais, indicando dessa forma maior taxa de fecundação. Nota-se ainda que em todos os tratamentos a média do número de espigas por planta foi menor do que 1, pois nessa safra diversas espigas não formaram grãos. O milho é sensível ao déficit hídrico, podendo-se observar esta sensibilidade nos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos, e na elevada transpiração que ocorre nesse período, em razão do maior índice de área foliar. Os eventos de formação do zigoto e início do crescimento dos grãos são muito suscetíveis a estresses, sobretudo ao déficit hídrico (BERGAMASCHI *et al.*, 2004).

O número de grãos por espiga foi maior apenas no tratamento com densidades de semeadura de 120%, não havendo diferença entre os outros tratamentos. Por outro lado, as variáveis número de grãos por planta e o peso de mil grãos não apresentaram diferenças entre os tratamentos, provavelmente devido à estiagem, visto que a ocorrência de déficit hídrico no período crítico da cultura afeta diretamente a produtividade de grãos, o que está diretamente relacionado ao número de grãos por espiga, grãos por planta e conseqüentemente na massa dos grãos (BERGAMASCHI *et al.*, 2004).

A produtividade do milho foi maior nas densidades de semeadura de adubação verde acima de 40 %, demonstrando a importância do uso de plantas de adubação verde sobre essa variável. A presença de cobertura vegetal reduz as amplitudes térmicas do solo, resultando assim em melhores condições ao desenvolvimento das culturas, sendo importante em diversas funções dos efeitos propiciados pela temperatura do solo na atividade dos microrganismos, na germinação de sementes, no desenvolvimento radicular, na dinâmica da água no solo e na absorção de íons. Tendo efeitos diretos e indiretos na

disponibilidade de água, evaporação, na absorção dos nutrientes, no crescimento e na produção final das culturas (CALEGARI; COSTA, 2009). Nessa segunda safra do milho (21/22) (Tabela 5) observou-se uma queda de produtividade de aproximadamente 50% em relação a primeira safra (20/21) (Tabela 4). Provavelmente esta redução de produtividade foi consequência da baixa precipitação na região de Laranjeiras do Sul, PR., principalmente nos meses de dezembro e janeiro (Gráfico 1), quando as plantas se encontravam em pleno enchimento de grãos, e assim com alta necessidade hídrica. O déficit hídrico ocasiona influência direta quando ocorre principalmente durante o período crítico da cultura, que se estende do pendoamento até o início do enchimento de grãos, gerando consequências diretas na produtividade de grãos, havendo redução principalmente no número de grãos por espiga (BERGONCI *et al.*, 2001; BERGAMASCHI *et al.*, 2004).

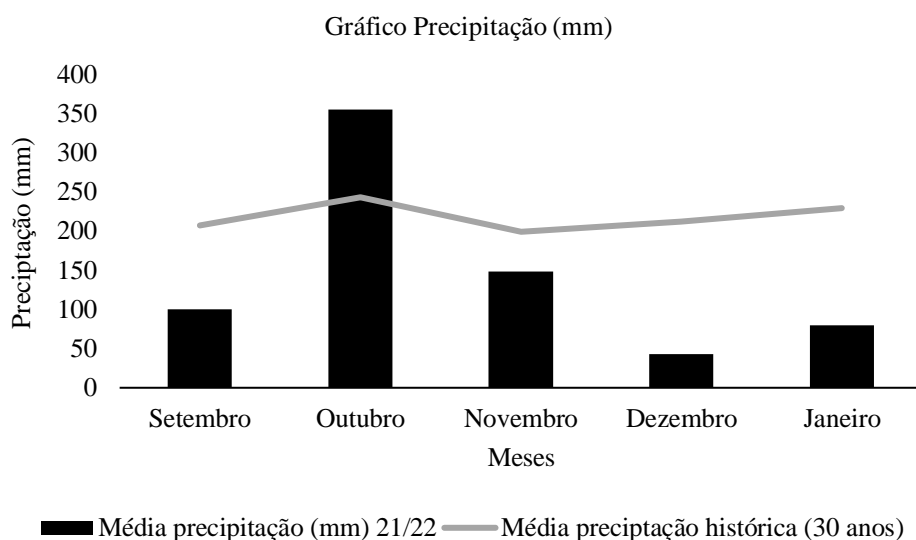
Tabela 5. Médias e número de espigas por planta, grãos por espiga, grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho em diferentes densidades de semeadura do consórcio de adubação verde na segunda safra (21/22).

Tratamento	Nº Espiga Planta ⁻¹	Nº Grãos Espiga ⁻¹	Nº Grãos Planta ⁻¹	Massa de 1000 Grãos (g)	Produtividade sc (60 Kg) ha ⁻¹
0	0,76 b	223,56 b	116,90 a	278,60 a	29,86 b
40%	0,76 b	274,99 b	134,13 a	275,80 a	40,69 b
80%	0,93 a	270,51 b	140,26 a	276,71 a	49,53 a
100%	0,87 a	257,62 b	175,22 a	265,63 a	55,06 a
120%	0,81 b	370,23 a	161,32 a	278,36 a	53,98 a
160%	0,92 a	285,28 b	137,00 a	286,06 a	46,38 a
Cv (%)	9,09	12,31	18,43	2,60	20,71

Cv: Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si para Scott-Knott ($p < 0,05$).

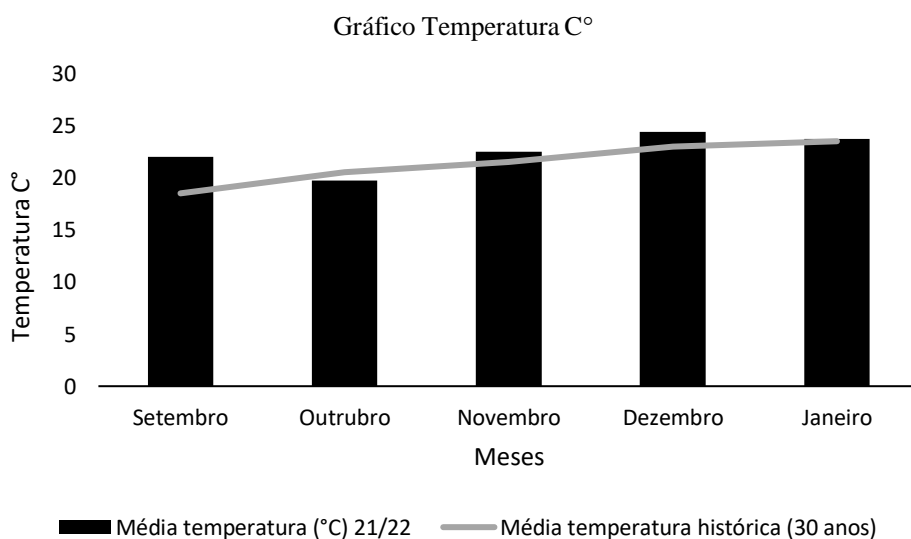
Pode-se observar também que nos meses supracitados a precipitação foi muito inferior à média da região dos últimos 30 anos (CLIMATEMPO). A água é o principal fator limitante das safras de milho de verão, a exemplo do que ocorre em outras regiões produtoras no país ou até mesmo fora. Os dados referentes a produção explanam que, nos anos que se tem ocorrência de períodos mais secos durante os meses de verão, a produtividade das culturas apresenta reduções nesse período, podendo ocasionar grandes prejuízos aos produtores, mundo a fora (MATZENAUER *et al.*, 2002).

Figura 1. Precipitações médias (mm) na região de Laranjeiras do Sul, PR., em diferentes períodos de tempo.



Fonte: Climatempo; Weather Underground.

Figura 2. Temperaturas médias (°C) na região de Laranjeiras do sul, PR., em diferentes períodos de tempo.



Fonte: Climatempo; Weather Underground.

Os tratamentos não influenciaram no número e na produtividade de abóboras (Tabela 6). Apesar disso, a produtividade da abóbora no tratamento a 80% de adubação verde foi 29,92, 58,73 e 49,21% superior ao tratamento sem cobertura, com 120 e 160 % de adubação verde, respectivamente. Estas duas últimas foram as maiores densidades de adubação verde utilizadas, e resultaram em baixa produtividade. De acordo com Reginatto *et al.*, (2020) a adubação verde pode prejudicar o desenvolvimento e o crescimento das espécies de plantas cultivadas através da liberação de compostos do metabolismo secundário no solo, conhecidos como aleloquímicos, que causam efeitos alelopáticos.

Tabela 6. Médias de números de abóboras e produtividade em diferentes densidades de semeadura do consórcio de adubação verde safra 20/21.

Tratamento	Número de Abóboras Tratamento ⁻¹	Produtividade Kg ha ⁻¹
0	2,67 ^{ns}	3044,69 ^{ns}
40%	4,00	3602,50
80%	4,75	4344,38
100%	4,75	3492,50
120%	1,33	1793,33
160%	4,25	2203,13
Cv (%)	46,87	43,25

Cv: Coeficiente de variação. ^{ns} não significativo ANAVA $p < 0,05$.

Na segunda safra do cultivo integrado milho e abóbora, não foi realizada a colheita da abóbora. Com a estiagem a cultura da abóbora prolongou seu ciclo atrasando assim seu desenvolvimento, dessa forma as plantas acabaram não produzindo frutos, ou quando produzidos estavam pouco desenvolvidos. Por se tratar de cultivo integrado com milho, e o mesmo já estar em ponto de colheita, optou-se pela colheita do milho para que não houvesse perdas significativas na produtividade. Como a colheita do milho foi realizada de forma manual, sendo necessário a entrada e a movimentação na área do experimento, optou-se por não realizar a colheita da abóbora, devido aos danos ocasionados as plantas durante a colheita do milho.

CONCLUSÕES

A umidade do solo foi maior no tratamento com a maior população de plantas de adubação verde (160%).

A respiração basal do solo aumentou mais de dez vezes a partir do segundo ano de implantação do consórcio de espécies de adubação verde em sistema de produção de plantio direto integrado de milho e abóbora.

A densidade de 80% de plantas de adubação verde foi a que mais beneficiou os parâmetros de produtividade do milho na safra do primeiro ano, aumentando a produção por hectare. Na safra do segundo ano houve um decréscimo de aproximadamente 50% na produtividade do milho, devido a severa estiagem que atingiu a região de cultivo.

REFERÊNCIAS

- 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, n. 4, p. 601–612, 2003.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3.ed. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012. 400p.
- BAIS, H.P.; WEIR, T.L.; PERRY, L.G.; GILROY, S.; VIVANCO, J.M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology*, v. 57, p. 233-66, 2006.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A., BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER A. G.; CORMIRAM, F.; HECLER, B. M. M. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos**. Porto Alegre, RS. v.39, n.9, p.831-839, set. 2004. <https://www.scielo.br/j/pab/a/rkfy676L3qKKHBZCLySRDYR/?format=pdf&lang=pt>.
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; FRANÇA, S., RADIN, B. **Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho¹**. Brasília, DF. v. 36, n. 7, p. 949-956, jul. 2001. <https://www.scielo.br/j/pab/a/Fnpr3KtdGNyKXLYRYGbwShN/?format=pdf&lang=pt>.
- BRASIL, MAPA. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- CALEGARI, Ademir; COSTA, Antonio. **Manutenção da cobertura melhora atributos do solo**. 9. ed. Paraná: Visão Agrícola, 2009. <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Cobertura02.pdf>.
- CARLOS, J.A.D.; LARA, T.S. **Adubação verde: uso de plantas de cobertura na agricultura benefícios na fertilidade e sanidade**. In: SILVA, J.C.; SILVA, A.A.S.; ASSIS, R.T. *Sustentabilidade produtiva e inovação no campo*. Uberlândia: Comoser, 2013. 234p.
- CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA; Y. R.; PASSINI, J. J. **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006. 200 p. CARVALHO, W. P. **Plantas de cobertura no controle de infestantes no sistema orgânico de produção**. 2012, 184 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CAVIGLIONE JH et al. 2000. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. In: Congresso e mostra de agroinformática. Ponta Grossa: InfoAgro.
- CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Laranjeiras do Sul, Pr**. <https://www.climatepo.com.br/climatologia/1574/laranjeirasdosul-pr>.
- CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de.; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do milho em Sistema Plantio Direto**. Belo Horizonte, MG. v.27, n.233, p.42-53, jul./ago. 2006. file:///C:/Users/acer/Downloads/Manejocultural.pdf
- DAANE, L. L.; HARJONO, I.; ZYLSTRA, G. J.; HAGGBLOM, M. M. Isolation and characterization of polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading bacteria associated with the rhizosphere of salt marsh plants. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 67 p.2683-2691. Department of Biochemistry and Microbiology, Cook College, Rutgers University, New York, 2001.
- DAHLEM, A. R. **Plantas de cobertura de inverno em sistemas de produção de milho sob plantio direto no sudoeste do Paraná**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR

DERAL. **Condições Climáticas** – Estiagem – 08 de outubro de 2020. Departamento de Economia Rural – DERAL - Divisão de Conjuntura Agropecuária – DCA/DERAL, Paraná, 2020.

DONEDA, A. **Plantas de cobertura de solo consorciadas e em cultivo solteiro: decomposição e fornecimento de nitrogênio ao milho**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

EPAGRI. **Como escolher as plantas de cobertura**. Dicas Epagri. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/09/16/como-escolher-as-plantas-de-cobertura-confira-dicas-da-epagri>

GIOVANETTI, L. K.; BONOME, L. T. S.; LIZARELLI, H. F.; BITTERN COURT, H. V. H.; KRUPPA, M. F. **A influência de cultivos agrícolas em parâmetros da qualidade do solo**. Cap 11, p 99. Agroecologia: Debates sobre a Sustentabilidade. 2019.

MIRANSARI, M. Soil microbes and the availability of soil nutrients. *Acta Physiologiae Plantarum*, Paris, v. 35, p. 3075-3084, 2013.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. 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.

MACIEL, A. D.; ARF, O.; SILVA, M. G.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ANDRADE, J. A. C.; SOBRINHO, E. B. Comportamento do milho consorciado com feijão em sistema de plantio direto. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 26, n. 3, p.309-314, 2004.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; MALUF, J. R. T.; BARNI, N. A.; BUENO, A. C.; DIDONÉ, I. A.; ANJOS, C. S. dos.; MACHADO, F. A.; SAMPAIO, M. R. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja, no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2002. 105p. (BOLETIM Fepagro, 10).

MCERLICH, A. F.; BOYDSTON, R. A. Current State of Weed Management in Organic and Conventional Cropping Systems. In: YOUNG, S. L.; PIERCE, F. J. (Eds.). *Automation: The Future of Weed Control in Cropping Systems*, 2014. 265p.

MEDEIROS, J. D. F. Variabilidade Espacial do Conteúdo de Água no Solo na Bacia do Arroio Donato – RS. 2004. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MEDEIROS, J. D.; CLARKE, J. A. G. Variabilidade espacial do conteúdo de água no solo numa pequena bacia rural: Análise geoestatística. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 12, n. 1, p. 43-52, já./mar. 2007.

MELO, C.A.D. Atividade microbiana e interferência de plantas daninhas na cultura do milho em solo com diferentes manejos de fertilidade. Viçosa, 2012. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

MONTEIRO, R. T. R.; FRIGHETTO, R. T. S. **Determinação da umidade, pH e capacidade de retenção de água do solo**. In: FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198p.

MOLLER, K.; REENTS, H-J. Effects of various cover crops after peas on nitrate leaching and nitrogen supply to succeeding winter wheat or potato crops. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 172,

p.277-287, 2009.

MIRANSARI, M. Soil microbes and the availability of soil nutrients. **Acta Physiologiae Plantarum**, Paris, v. 35, p. 3075-3084, 2013.

REGINATTO, M.; BONOME, L. T. S.; GIOVANETTI, L. K.; BITTENCOURT, H. von H.; TORMEN, L.; CONCEIÇÃO, P. C. Potencial alelopático do extrato aquoso de plantas de adubação verde sobre plantas daninhas e milho. **Research, Society and Development**, v.9, n.10, e5859108579, Laranjeiras do Sul, 2020.

SEVERINO, S.; COSTA, L.; XAVIER, F.; BELTRÃO, M.; ESBERARD, N.; LUCENA, A.; MICHELINE, A.; GUIMARÃES, M. M. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, 2005.

SIMEPAR. Sistema de tecnologia e monitoramento ambiental do Paraná. <http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/post/28791#:~:text=No%20m%C3%AAAs%20de%20abril%20F2021,Pato%20Branco%2C%20por%20exemplo>). Abril 2021.

SILVA, P. R. F. dá; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; STRIEDER, M. L.; SILVA, A. A. da. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 1011–1020, 2006.

SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; RESENDE, A. L. S.; OLIVEIRA, F. L.; RIBEIRO, R. L. D. Sucessão entre cultivos orgânicos de milho e couve consorciados com leguminosas em plantio direto. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 1, p.57-62, 2011.

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

SILVA, W.M.; CREMON, C.; MAPELI, N.C.; FERRI, M.; MAGALHÃES, W.A. Atividade microbiana e decomposição de diferentes resíduos orgânicos em um solo sob condições de campo e estresse hídrico simulado. **Agrarian**, v. 2, n. 6, 2009.

VIEIRA, F. F.; DALLACORT, R.; BARBIERI, J.D.; DALCHIAVON, F.C.; DANIEL, D.F. Temperatura e umidade do solo em função do uso de cobertura morta no cultivo de milho. *Científica*, v. 48, n. 3, p. 188-199, 2020. Disponível em: < <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1264/797> >, acesso em: 29/12/2021.

Weather Underground. **Weather History for ILARAN1.** UFFS Campus Laranjeiras do Sul, PR. <https://www.wunderground.com/dashboard/pws/ILARAN1/table/2022-01-31/2022-01-31/monthly>.