

Produtividade e qualidade de frutos de pepino com bioativador de solo e mulching orgânico

Cucumber fruit yield and quality with soil bioactivator and organic mulching

Dalva Paulus¹, Leandro Minatti², Daiane Luckmann Balbinotti de França³, Dislaine Becker⁴

RESUMO: A cultura do pepino (*Cucumis sativus*) se apresenta como alternativa de diversificação de renda para agricultura familiar. Para essa cultura o uso de bioativadores de solo e mulchings podem resultar em ganhos de produtividade e frutos de qualidade, contribuindo para uma agricultura sustentável. O objetivo da pesquisa foi avaliar a temperatura e umidade do solo, crescimento, produtividade e a qualidade do pepino com a utilização de bioativador de solo e mulching orgânico. O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, onde fator 1 bioativador com e sem aplicação de bioativador, e o fator 2 mulching, formado com solo coberto pela aveia preta e sem mulching, com cinco repetições. A cultivar de pepino avaliada foi Amour. Verificamos que a presença do mulching orgânico conserva a umidade do solo na camada de 0-20 e 20-40cm e reduz a temperatura do solo, o que favoreceu a retenção de umidade e conforto térmico para as plantas nos horários mais quentes do dia. A altura de planta (350,03 cm) e o índice relativo de clorofila (54,00) foram significativamente maiores no cultivo com mulching e bioativador de solo. Da mesma forma ocorreram aumentos na massa fresca total de frutos (2,25 kg planta⁻¹), de produtividade (55,6 t ha⁻¹), teor de sólidos solúveis (5,75%) e acidez total titulável (0,14%), resultando em frutos mais doces e de qualidade para indústria de conserva. O bioativador de solo e o mulching com cobertura orgânica (palha de aveia) reduziram a temperatura do solo, e contribuíram para ganhos de produtividade e qualidade dos frutos, sendo práticas de manejo sustentáveis para a cultura do pepino.

PALAVRAS-CHAVE: *Cucumis sativus* L. Cobertura do solo. Qualidade de frutos. Agricultura sustentável.

ABSTRACT: Growing cucumbers (*Cucumis sativus*) is an alternative way of diversifying income for family farmers. For this crop, the use of soil bioactivators and mulchings can result in productivity gains and quality fruit, contributing to sustainable agriculture. The aim of this research was to evaluate soil temperature and humidity, growth, productivity, and the quality of cucumbers using soil bioactivators and organic mulches. The experiment was carried out in a completely randomized design, in a factorial scheme, where factor 1 bioactivator with and without bioactivator application, and factor 2 mulching, formed with soil covered by black oats and without mulching, with five repetitions. The cucumber cultivar evaluated was Amour. We found that the presence of organic mulch conserves soil moisture in the 0-20 and 20-40cm layers, and reduces soil temperature, which favors moisture retention and thermal comfort for the plants at the hottest times of the day. Plant height (350.03 cm) and the relative chlorophyll index (54.00) were significantly higher when mulched with a soil bioactivator. Similarly, there were increases in total fresh fruit mass (2.25 kg plant⁻¹), yield (55.6 t ha⁻¹), soluble solids content (5.75%) and total titratable acidity (0.14%), resulting in sweeter fruit of quality for the pickling industry. The soil bioactivator and mulching with organic cover (oat straw) reduced soil temperature, and contributed to gains in productivity and fruit quality, making them sustainable management practices for cucumber growing.

Keywords: *Cucumis sativus* L. Soil cover. Fruit quality. Sustainable agriculture.

Autor correspondente: Dalva Paulus

E-mail: dalvapaulus@utfpr.edu.br

Recebido em: 12/01/2024

Aceito em: 03/06/2024

¹ Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria (2001), mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria (2004) e doutorado em Agronomia pela Universidade de São Paulo - ESALQ. Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, responsável pelo laboratório de horticultura e unidade de ensino e pesquisa de olericultura e plantas medicinais. Tem experiência na área de Agronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: ecofisiologia de cultivos protegidos, plantio direto de hortaliças, aproveitamento de águas residuária, cultivo e manejo de plantas medicinais.

² Graduado em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Extensão Rural e assistência técnica.

³ Graduada em Tecnologia em Horticultura pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2011). Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2013). Doutora (Produção Vegetal) pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2016). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fruticultura, Horticultura, Fisiologia Vegetal, Controle Biológico e Alternativo, Organismos não-alvos, Meio Ambiente e Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças.

⁴ Graduada em Tecnologia em Horticultura pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2011). Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2013). Doutora (Produção Vegetal) pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2016). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fruticultura, Horticultura, Fisiologia Vegetal, Controle Biológico e Alternativo, Organismos não-alvos, Meio Ambiente e Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças.

1 INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis sativus* L.) se destaca como sendo uma das principais culturas da família Cucurbitaceae, tendo grande aceitação alimentar, podendo ser consumido de várias formas, como em saladas, sopas, “*in natura*”, em conservas e com vários usos pela indústria de cosméticos e farmacêutica. O seu cultivo é de grande importância social e econômica, por gerar diversos empregos diretos e indiretos, pela alta demanda de mão de obra durante o cultivo (Carvalho *et al.*, 2013).

Nos últimos anos, resultados de pesquisas sugerem ideias de melhorar o manejo do solo com cobertura complementar do solo, pela cobertura natural, também chamada de mulching (Donjadee; Tingsanchali, 2016). Essas técnicas de manejo do solo estão alinhadas ao desenvolvimento sustentável da ONU, que visa desenvolver uma agricultura mais sustentável para os cultivos de hortaliças, reduzindo a perda de água do solo por evaporação, evitando a erosão, promovendo a conservação da água e do solo e a fertilidade, também a redução da incidência de plantas daninhas, e amplitude térmica, pois mantém a temperatura do solo mais estável, protege o solo e as raízes de temperaturas extremas (Wang *et al.*, 2021).

Atualmente, no mercado de insumos agrícolas tem-se destacado os bioativadores, que são compostos por ácidos orgânicos, extrato de algas e aminoácidos, cujo principal propósito é auxiliar as plantas na superação de estresses ambientais e estimular seu desenvolvimento (Nortox, 2020). Produtos estimulantes das culturas agrícolas se sobressaem dos pesticidas e herbicidas por apresentarem menor toxicidade e causarem menos impacto ao ambiente, mostrando capacidade de elevação de produtividade. Os principais são biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores (Morzelle *et al.*, 2017).

Pesquisas demonstraram o efeito de bioativadores como tendo ação promotora na cultura da soja (Moterle *et al.*, 2008), nos quais apresentaram bons resultados no desempenho das plantas e componentes de produção. Na cultura da beterraba açucareira Artyszak e Gozdowski (2020) verificaram que com a aplicação dos ativadores Pengergetic (K + P) e Azoter ocorreu redução da aplicação mineral de nitrogênio em 30%, sem diminuir o rendimento da cultura e de açúcar, permitindo assim obter altos rendimentos de açúcar com tecnologias sustentáveis.

Em estudo com diferentes tipos de cobertura orgânica (palha, cobertura de linho, turfa, grama cortada e papel picado) no controle de plantas daninhas, Alpteki n e Gürbüz (2022) verificaram que todos os materiais de cobertura retardaram a germinação e a emergência de ervas daninhas, no entanto, a cobertura de linho foi mais eficaz no controle de ervas daninhas, rendimento, temperatura do solo e valor econômico. Awasthi *et al.*, (2022) constatam os benefícios do mulching com palha de arroz no crescimento e número de frutos do pepino, resultando em ganhos de produção e qualidade de frutos.

Para a cultura do pepino, as pesquisas com bioativadores de solo e mulchings são incipientes. O objetivo do estudo foi avaliar a umidade e temperatura do solo, crescimento, produtividade e a qualidade do pepino com a utilização de bioativador de solo e mulching orgânico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Dois Vizinhos, região Sudoeste do Estado do Paraná, com coordenadas geográficas 25°41'27.0"S e 53°05'33.9"W, situada em altitude média de 502 m. O clima é do tipo Cfa segundo a classificação de Köppen (Alvares *et al.*,

2013). Os dados de precipitação, radiação solar, temperatura média, e umidade relativa do ar foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), (Gebimet, 2022) da estação automática de Dois Vizinhos - PR, Brazil, 2021 (Tabela 1).

Tabela 1. Dados meteorológicos durante o cultivo do pepino.

Meses	Temperatura média (°C)	Umidade relativa média (%)	Radiação solar (Wm^{-2})	Precipitação total (mm)
Setembro	21.60	69.88	206,37	0.00
Outubro	23.65	63.32	252,20	86.80
Novembro	23.83	68.70	286,75	51.30
Dezembro	25.90	58,59	325,38	2.00

O experimento foi conduzido durante o ano de 2021 e o solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho (Bhering *et al.*, 2013), localizado na área experimental de Olericultura da UTFPR, que é conduzida por vários anos em sistema de plantio direto e com práticas orgânicas.

No local de condução do experimento foi realizada amostragem de solo na camada de 0 a 20 cm, no período de inverno antecedente a cultura do pepino e enviada para o Laboratório de Análises Agronômicas Maravilha Ltda, na cidade de Pato Branco-PR, Brasil, para análise química do solo.

Os resultados da análise de solo da camada de 0 a 20 cm não indicaram a necessidade de práticas de adubação e calagem na área experimental, em virtude das altas concentrações de macronutrientes encontradas, bem como pela indicação do valor de pH (6,10) adequado para o cultivo do pepino (Brandão Filho *et al.* 2018), com saturação de bases de 83,26%.

A cultivar utilizada para o experimento foi Amour, de hábito de crescimento indeterminado, partenocárpico, os frutos são crocantes, com espinhos e de coloração verde-clara brilhante. Por esses aspectos é indicado para a indústria de conserva e salmoura. A semeadura é durante todo ano, cujo ciclo varia de 45 a 50 dias (Bejo, 2020). As sementes foram fornecidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, estação experimental de Itajaí-SC, Brasil.

A semeadura foi realizada em bandejas com 72 células e mantidas em casa de vegetação por 30 dias. O transplântio das mudas ocorreu quando estas apresentaram uma a duas folhas, em covas no espaçamento de 1,00 x 0,40 m (Bianchini; Marques, 2019).

2.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (bioativador do solo x mulching), com 5 repetições e 8 plantas por unidade experimental. O fator bioativador foi constituído pelos níveis com e sem aplicação, assim como o fator mulching, solo coberto com resíduo vegetal de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), e sem mulching (solo descoberto). A área experimental possuía dimensão de 5 m de largura x 9 m de comprimento, totalizando 45 m², onde foram implantadas seis fileiras de pepino com 9 m de comprimento, espaçadas um metro entre as fileiras e com 40 cm entre plantas, num total de 132 plantas (Bianchini; Marques, 2019). A fileira de cada extremidade foi utilizada somente como bordadura, sendo avaliadas para o experimento, as quatro fileiras centrais.

O bioativador de solo Vitasoil®, foi aplicado na dosagem de 5 g ha⁻¹ no sulco, no momento do transplântio das mudas a campo e mais 3 aplicações via foliar de 5 g ha⁻¹ em 12, 24, e 36 dias após o transplântio das mudas (Vitasoil, 2021). O mulching foi formado por resíduo vegetal de aveia-preta (*Avena*

Strigosa) na quantidade de 3 kg de massa seca por m², sendo esta cultivada anteriormente ao cultivo do pepino e manejada com rolo faca.

As plantas foram tutoradas verticalmente com fita de polietileno. Como as plantas eram de crescimento indeterminado, não foi realizada a poda apical. A irrigação foi realizada por gotejamento, com utilização de fitas gotejadoras, para manter a umidade do solo perto da capacidade de campo, em torno de 90%, conforme recomendado para o pepino (Medeiros *et al.*, 2010), e monitorado com tensiômetro com vacuômetro metálico tipo Bourdon, na tensão entre 20 e 40 KPa (Marouelli, 2008).

Para o controle da broca-das-cucurbitáceas (*Diaphania* spp.), uma das principais pragas da cultura, foi utilizado o *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, 32 g/kg (1,0 g p.c./1L de água), em pulverizações semanais alternadas com azadiractina 850 g L⁻¹ (2 mL p.c. L⁻¹ de água) (Epagri, 2020).

Para o controle de doenças como oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) foram realizadas pulverizações preventivas semanais de enxofre 800 g kg⁻¹ (1,6 g p.c./1L de água) até o início da florada, e com hidróxido de cobre 691 g/kg (1,38 g p.c./1L de água) em pós-florada (Epagri, 2020).

2.3 VARIÁVEIS ANALISADAS

A massa fresca de frutos foi realizada com auxílio de balança de precisão, a cada colheita, em intervalo de dois dias, em quatro plantas de cada parcela, quando os frutos apresentavam entre 4 e 9 cm de comprimento, padrão exigido pela indústria (Rebelo; Schallenberger; Cantu, 2011), posteriormente, foi calculado a produtividade total de frutos (t.ha⁻¹).

A massa seca da parte aérea (MS) foi determinada no final do ciclo da cultura, e obtida das plantas desidratadas em estufa de circulação de ar forçado por 72 horas na temperatura constante de 65 °C, até peso constante e determinada em balança de precisão, foram mensuradas quatro plantas por repetição.

A altura das plantas (m) foi determinada aos 90 dias após o transplântio, com auxílio de trena métrica, iniciando as leituras no colo da planta até o ápice.

A clorofila total foi determinada por meio do índice relativo de clorofila, obtido com clorofilômetro portátil Clorofilog (Falker®). Foram realizadas leituras em três folhas localizadas próxima a base, ao terço médio, e no ápice da planta, de quatro plantas, cada 14 dias durante o ciclo da cultura, sempre em dias com sol pleno.

A análise química foi realizada em quatro frutos colhidos de cada tratamento de forma aleatória em uma colheita realizada próximo ao final do ciclo da cultura. Os sólidos solúveis (°Brix) foram obtidos utilizando um refratômetro digital, marca Reichert, modelo Brix/RI-Chek sendo realizada uma única vez. Para a acidez total titulável foi utilizado o método de titulometria, prevalecendo o ácido oxálico, que consiste na titulação de uma amostra com 10 mL de suco do fruto + 90 mL de água destilada com adição de solução reagente (NaOH 0,1 N). Para o pH utilizou-se a mesma solução de 10 mL descrito acima e o peâgametro da marca Gehaka, previamente calibrado.

A temperatura do solo foi medida a cada hora, na profundidade de 4 cm, usando um medidor de temperatura do solo marca Generic, modelo soil tester. As medições foram realizadas durante o mês de dezembro de 2021.

A determinação da umidade do solo foi realizada utilizando o método de estufa. Inicialmente coletou-se 50 gramas de solo, sendo o material levado a estufa a 105 °C, por 24 horas. Transcorrido esse período foi realizada a pesagem da amostra de solo e procedeu-se o cálculo, conforme equação (1), descrita por Caputo (1973).

$$\% \text{ de umidade} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad (1)$$

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro Wilk), homogeneidade de variância (Bartlett) e análise da variância (ANOVA) pelo teste F. Quando as diferenças significativas ($P \leq 0,05$) foram detectadas, o teste Duncan foi usado para comparação de médias. Todas as análises estatísticas foram processadas no software R (R CORE TEAM, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITO DO MULCHING NA UMIDADE E TEMPERATURA DO SOLO

A presença do mulching orgânico alterou a temperatura do solo. Durante o dia, o mulching reduziu a absorção de radiação do solo e à noite reduziu a radiação de calor emitida pelo solo. Durante os horários mais quentes do dia, o mulching reduziu a temperatura do solo em 11 °C, enquanto no período da noite manteve a temperatura 2 °C mais alta. Assim, a presença de mulching manteve a temperatura do solo mais estável (Figura 1).

De acordo com Kader *et al.*, (2017) a cobertura morta funciona como meio tampão entre a atmosfera e a superfície do solo e, conseqüentemente, influencia a temperatura do solo, mantendo condições térmicas adequadas para o crescimento das plantas.

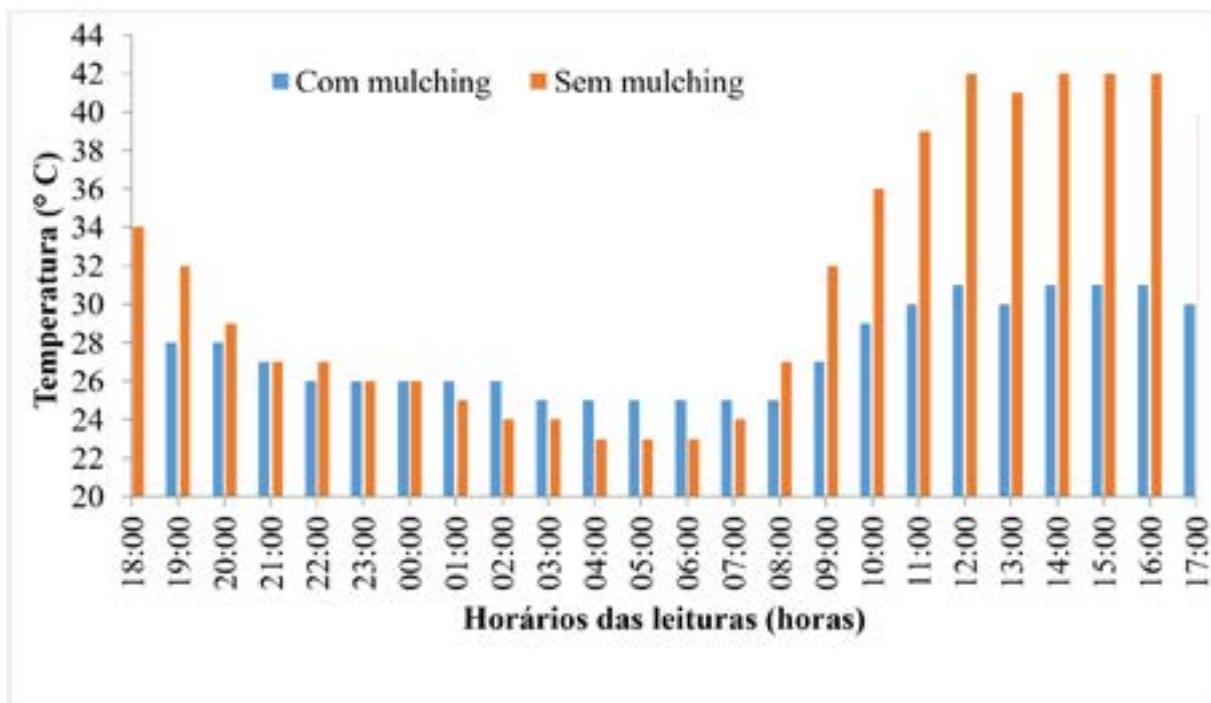


Figura 1. Temperatura do solo com mulching e sem mulching durante o cultivo do pepino.

Os resultados obtidos demonstraram que a presença do mulching orgânico com palha de aveia reduziu a temperatura do solo nos horários mais quentes do dia em comparação com o solo descoberto.

Durante 24 horas, a temperatura do solo atingiu seu ápice das 12:00 às 16:00 horas para os dois tratamentos. Porém, com a presença de mulching, a temperatura máxima foi de 31°C, enquanto no solo descoberto chegou a 42°C. Durante a noite a presença de mulching manteve a temperatura mais alta (26°C), quando comparado com o solo descoberto (24°C). A cobertura de palha suprimiu a temperatura do solo devido aos efeitos interativos de alta refletância solar e baixa condutividade térmica (Awe *et al.*, 2015), e também devido sua baixa capacidade calorífica.

Nossos resultados estão de acordo com os de Babatunde *et al.*, (2020) que estudaram a influência de materiais com diferentes espessuras 0, 1,5, 3,0 e 4,5 mm de mulching de nylon de cor branca e preta, em solo arenoso e argiloso, na cultura do pepino produzido em ambiente protegido, verificaram que o nylon branco de 1,5 mm apresentou influência significativa na temperatura e umidade do solo, altura da planta e número de folhas. Alptekin e Gürbüz (2022) testando várias coberturas de solo, verificaram que a cobertura de linho manteve os maiores valores de temperatura e umidade do solo, e ainda, atrasaram a germinação e emergência de ervas daninhas.

A presença de mulching orgânico apresentou capacidade de armazenar mais água no solo, tanto na camada de 0-20cm, quanto na camada de 20-40cm, quando comparado com o solo descoberto (Tabela 2). Os benefícios do mulching em fornecer mais umidade ao solo, resultaram em maior crescimento e produtividade do pepino, contribuindo para uma agricultura mais sustentável.

Tabela 2. Umidade do solo (%) nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm com presença de mulching e sem mulching.

Profundidades	Umidade do solo (%)	
	Tratamentos	
	Com Mulching	Sem Mulching
0-20 cm	21,02	18,14
20-40 cm	23,22	20,56

Os resultados obtidos no presente estudo, estão de acordo com os resultados de várias pesquisas, com mulchings formados com resíduos agrícolas, que aumentaram a retenção de água e reduziram a evaporação do solo (Ranjan *et al.*, 2017; Longhini *et al.*, 2019).

Estudos realizados por Longhini *et al.* (2019) avaliando os efeitos de resíduos vegetais na produção de alface, verificaram que os resíduos orgânicos favoreceram a retenção de água no solo, pela redução da evaporação. Isso ocorre porque a presença da palhada impede a radiação solar direta e o fluxo de ar na superfície do solo, o que resulta em menores perdas de umidade (Ranjan *et al.*, 2017).

Além disso, a cobertura orgânica melhora a qualidade físico-química do solo, bem como beneficia a atividade microbiana (Awasthi *et al.*, 2022). A medida que a cobertura se decompõe lentamente, fornece matéria orgânica ao solo, favorece o crescimento das raízes, e se torna uma fonte de nutrientes para as plantas, também aumenta a infiltração de água e melhora a capacidade de retenção de água do solo (Patil; Kelkar; Bhalerao, 2013).

3.2 ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA

Verificou-se que os maiores índices relativos de clorofila foram obtidos aos 70 e 90 DAT com uso do mulching e bioativador do solo (Tabela 3). Com a decomposição do mulching orgânico, ocorreu liberação de nitrogênio para o solo e com isso contribuiu para a disponibilidade de nitrogênio na planta (Kappes; Andrad, 2013). O teor de clorofila é um indicativo do estado nutricional das plantas, principalmente em

relação ao nitrogênio. O bioativador influencia positivamente no estímulo para síntese de clorofila, além de possuir nitrogênio na composição (Frasca *et al.*, 2020).

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os obtidos por Hassan e Hussein (2020) que constataram efeito positivo da cobertura do solo com palha de trigo no crescimento em altura, índice relativo de clorofila (41,19) e produtividade do pepino (2,32 kg planta⁻¹). Os autores atribuiriam os resultados de melhores produtividades, devido ao fato de que o mulching proporciona condições adequadas para o crescimento das plantas, absorção de água e nutrientes, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e a retenção de água no solo.

No trabalho realizado por Bhagat; Gosal e Singh (2016), observaram maiores índices de clorofila para a cultura da batata cultivada com cobertura morta (mulching), resultados semelhantes aos dos encontrados neste trabalho para a cultura do pepino.

Aos 90 dias após o transplante, verificamos redução nos índices de clorofila, quando comparados com resultados obtidos aos 47 e 70 dias após o transplante (Tabela 3). Isso ocorreu pelo fato que em folhas fisiologicamente mais velhas a retranslocação do nitrogênio já tenha iniciada, devido ao processo de senescência da folha (Cancellier *et al.*, 2013).

Tabela 3. Índice relativo de clorofila de pepino em diferentes manejos de solo e bioativador.

Tratamentos	Índice relativo de clorofila		
	47 DAT	70 DAT	90 DAT
Com mulching	53,45 ^{ns}	54,00 a**	43,18 a
Sem mulching	53,27	50,30 b	40,70 b
Com bioativador	54,30 ^{ns}	53,75 a	42,80 a
Sem bioativador	52,42	50,41 b	40,16 b
C.V. (%)	7,58	6,41	8,65

*^{ns} não significativo pelo teste F. **Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. CV (%): coeficiente de variação em porcentagem. DAT: Dias após transplante.

3.3 VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE FRUTOS

A altura do pepino apresentou diferenças significativas para os manejos de solo e uso de bioativador. O cultivo com mulching e bioativador resultaram nas maiores alturas 350,03 e 348,05 cm, respectivamente (Tabela 4).

No presente estudo, a altura do pepino foi influenciada positivamente pelo efeito do mulching e bioativador, parâmetro que contribuiu para o rendimento e qualidade dos frutos. O mulching fornece umidade suficiente ao solo, próximo da zona radicular e minimiza a perda por evaporação, como benefícios, mais nutrientes estarão disponíveis no solo, o que favorece o crescimento máximo da planta (Awasthi *et al.*, 2022).

Os resultados do presente estudo foram superiores aos encontrados por Karki *et al.*, (2020) que verificaram altura do pepino variando de 143,80 cm a 196,60 cm, com diferentes mulchings, aos 60 dias após o transplante. Os maiores valores de altura obtidos no presente estudo, se justificam pelo fato da cultivar apresentar crescimento indeterminado, com emissão de novos ramos após o florescimento e as avaliações foram realizadas aos 90 dias após o transplante. A altura da planta é característica agrônômica intimamente relacionada com o rendimento e a estrutura morfológica do pepineiro e de outras culturas (Wang *et*

al., 2022), pois afeta diretamente a capacidade de interceptação de luz da planta (Cheng *et al.*, 2020), aumentando conseqüentemente a produção de fotoassimilados, os quais estão diretamente relacionados com a produção e qualidade dos frutos.

Verificamos que a massa seca da parte aérea apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, com maior ganho de biomassa no cultivo com mulching (180,05 g planta⁻¹) e bioativador (170,04 g planta⁻¹).

Tabela 4. Altura de planta, massa seca da parte aérea, massa fresca total de frutos e produtividade total de frutos de pepino em diferentes manejos de solo e bioativador.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Massa seca parte aérea (g.planta ⁻¹)	Massa fresca total de frutos (kg.planta ⁻¹)	Produtividade total de frutos (t.ha ⁻¹)
Com mulching	350,03 a*	180,05 a	2,25 a	55,6 a
Sem mulching	328,01 b	160,02 b	1,93 b	48,3 b
Média	339,02	170,03	2,09	52,00
Com bioativador	348,05 a	170,04 a	2,23 a	55,7 a
Sem bioativador	321,02 b	160,01b	1,91 b	48,2 b
Média	334,53	165,02	2,07	51,95
CV (%)	8,18	11,33	14,42	14,22

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. C.V. (%): coeficiente de variação.

Para a massa fresca total dos frutos os tratamentos com mulching (2,25 kg planta⁻¹) e bioativador (2,23 kg planta⁻¹) apresentaram as maiores médias em relação aos tratamentos sem mulching (1,93 kg planta⁻¹) e sem bioativador (1,91 kg planta⁻¹) (Tabela 4). Verificamos que o mulching e a aplicação de bioativador apresentaram maior massa fresca total de frutos e produtividade total de frutos, demonstrando o efeito positivo da cobertura do solo e do bioativador, com aumento de 15 e 16%, respectivamente, na produtividade de frutos.

As condições meteorológicas durante a condução do experimento foram favoráveis ao crescimento, floração e produção de frutos de pepino, com temperaturas médias na faixa de 21,60 a 25,90°C (Tabela 1). As temperaturas do ar limites para cultivo do pepino são 14 e 40°C (Rebello; Schallenger; Cantu, 2011). Altas temperaturas podem causar danos fisiológicos aos lipídios da membrana e aparato fotossintético do pepino, também podem reduzir substancialmente o rendimento e a qualidade dos frutos (Alsadon *et al.*, 2016). Por outro lado, as baixas temperaturas retardam o florescimento e a época de colheita do pepino (Cardoso; Silva, 2003). Durante o cultivo não foram verificadas temperaturas abaixo de 14°C.

A produtividade de frutos obtida com uso do mulching (55,6 t.ha⁻¹) e com uso de bioativador (55,7 t.ha⁻¹) foram superiores em relação a produtividade média de pepino (31 t.ha⁻¹) no Brasil (Hortifruti, 2018). Nossos resultados demonstraram o efeito positivo da utilização do mulching e bioativador, com incrementos de produtividade de 7,3 e 7,5 toneladas, respectivamente em relação ao cultivo sem mulching e bioativador do solo.

Alterações nas condições de cultivo, como o uso do mulching e biofertilizantes resultam em ganhos de produtividade ao produtor, que estará produzindo uma hortaliça com menos resíduos de agroquímicos, e benefícios para o consumidor, que estará consumindo um fruto de pepino mais saudável.

Os resultados de produção de frutos de pepino cultivado com mulching e bioativador (2,09 kg.planta⁻¹) foram superiores aos obtidos por Prevital *et al.*, (2022) que conduziram experimentos com a cultivar de pepino Amour, em condições semelhantes de manejo ao do presente estudo, obtiveram resultados de massa fresca de frutos de 1,02 kg planta⁻¹.

Também, pesquisas realizadas por Barbosa *et al.*, (2014), com a cultura do pepino observaram que o mulching, com destaque para utilização do filme plástico de cor preta, aumentou a produtividade e o peso médio de frutos por planta. Babatunde *et al.* (2020) concluíram que o nylon branco com espessura de 1,5 mm apresentou os melhores resultados para temperatura e umidade de solo, altura de plantas e número de folhas. Akter *et al.*, (2020) estudaram diferentes tipos de mulchings, plástico preto, aguapé e cobertura de palha de arroz para cultura do pepino, constataram que o mulching com plástico preto resultou em maior crescimento em altura, número e peso de frutos.

3.4 ANÁLISE BIOQUÍMICA DOS FRUTOS

A análise bioquímica dos frutos mostrou que não houve efeito da utilização do mulching e aplicação do bioativador sobre o pH dos frutos (Tabela 5). O pH variou entre 6,63 e 6,72. Valores de pH mais altos em pepinos podem indicar melhor qualidade dos frutos, (Santana et al., 2018). Em contrapartida, para hortaliças em conserva, após o processo de industrialização, o produto final deve apresentar pH menor ou igual a 4,5 (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Tabela 5. Resultados de pH, teor de sólidos solúveis de frutos de pepino em diferentes manejos de solo e bioativador.

Tratamentos	pH	Teor de sólidos solúveis (°Brix)
Com mulching	6,69 ^{ns*}	5,75 ^{a**}
Sem mulching	6,67	4,92 ^b
Com bioativador	6,63 ^{ns}	5,28 ^{ns}
Sem bioativador	6,72	5,32
Média	6,68	5,32
C.V. (%)	3,6	2,96

^{ns}não significativo pelo teste F. ^{**}Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. CV (%): coeficiente de variação em porcentagem.

Os frutos de pepino apresentaram maiores teores de sólidos solúveis no cultivo com mulching. A presença do mulching contribuiu para liberação de nutrientes, com a decomposição da matéria orgânica que é uma fonte de energia para a maioria dos organismos do solo, a matéria orgânica se decompõe, os nutrientes dos quais a planta se beneficia são liberados, também são liberados ácidos orgânicos, que ajudam a aproveitar alguns elementos não disponíveis para a planta, como o fósforo e ferro, todos esses fatores interferem no teor de sólidos solúveis (Hassan; Hussein, 2020).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os teores de sólidos solúveis são constituídos principalmente por açúcares, sendo variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com Hassan e Hussein (2020), observaram que a cobertura orgânica de palha de trigo na produção de pepino, tiveram efeito significativo no teor de sólidos solúveis totais (3,33%) e na qualidade do produto e seus componentes.

Para a acidez total titulável verificamos que a presença de mulching com aplicação do bioativador proporcionaram as maiores médias (0,14 %) de acidez titulável (Tabela 6). O uso de mulching resultou em maior teor de umidade do solo e produção de ácidos orgânicos, resultando em maior acidez do fruto (Freire *et al.*, 2010).

Tabela 6. Acidez total titulável (%) de frutos de pepino em diferentes manejos de solo e bioativador.

Tratamentos	Acidez total titulável (%)		
	Com bioativador	Sem bioativador	Médias
Com mulching	0,14aA*	0,11aB	0,12
Sem mulching	0,11bA	0,12aA	0,11
Média	0,12	0,11	
CV (%)	11,21		

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. CV (%): coeficiente de variação em porcentagem.

Contudo, os valores de acidez total titulável encontrados no presente estudo foram semelhantes aos obtidos por Medeiros *et al.* (2010), os quais variaram de 0,10 a 0,15 % em pepino cultivado em ambiente protegido.

4 CONCLUSÕES

A presença de mulching orgânico conserva a umidade do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm e reduz a temperatura do solo.

O cultivo de pepino com mulching orgânico e bioativador de solo resultaram em maiores índices relativos de clorofila, crescimento de plantas, massa fresca e produtividade de frutos. Também proporcionaram frutos mais doces e de qualidade para indústria de conserva.

A utilização de mulching e uso de bioativador tornam a produção de pepino sustentável e eficiente.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

AKTER, D.; ISLAM, M. S.; RUHI, R. A.; JOY, M. I. H.; TRINA, F. A. Performance of mulching to the stimulation on the growth of cucumber (*Cucumis sativus*) production. **Bangladesh Journal of Multidisciplinary Scientific Research**, v. 2, n. 2, p. 31–39, 2020.

ALPTEKİN, H.; GÜRBÜZ, R. The effect of organic mulch materials on weed control in cucumber (*Cucumis sativus* L.) cultivation. **Journal of Agriculture**, Turquia, v.5, n.1, p. 68-79, 2022.

ALSADON, A.; AL-HELAL, I.; IBRAHIM, A.; ABDEL-GHANY, A.; AL-ZAHARANI, S.; ASHOUR, T. The effects of plastic greenhouse covering on cucumber (*Cucumis sativus* L.) growth. **Ecological Engineering**, República Tcheca, v. 87, p. 305–312, 2016.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: http://143.107.18.37/material/mftandra2/ACA0225/Alvares_etal_Koppen_climate_classBrazil_MeteoZei_2014.pdf. Acesso em: 14 out. 2022.

ARTYSZAK, A.; GOZDOWSKI, D. The effect of growth activators and plant growth-promoting rhizobacteria (pgpr) on the soil properties, root yield, and technological quality of sugar beet. **Agronomy**, Suíça, v. 10, n. 9, p. 1262, 2020.

AWASTHI, P.; BOGATI, S.; SHAH, P.; ADHIKARI, S.; JOSHI, D.; BOHARA, S. S.; MALLA, S. Effect of different mulching materials on growth and yield of cucumber. **International Journal of Halal Research**, Indonésia, v. 4, n. 2, p. 68-80, 2022.

AWE, G. O.; REICHERT, J. M.; TIMM, L. C.; WENDROTH, O. O. Temporal processes of soil water status in a sugarcane field under residue management. **Plant and Soil**, v. 387, n. 1, p. 395–411, 2015.

BABATUNDE, K. M.; SHITTU, K. A.; ADEKANMBI, O. A.; ASIMI, M. A. The influence of colour and thickness of nylon mulch on soil temperature, moisture, percent germination and some growth parameters of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings. **Land Science**, v. 2, n. 1, p. 13-20, 2020.

BARBOSA, A. P.; KONDO, P. N. Y.; GOMES, G. R.; FREIRIA, G. H. Desempenho produtivo de pepino tipo conserva sob diferentes coberturas de solo. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.10, n.19, p. 1-8, 2014.

BHERING, S.B; SANTOS, H.G; BOGNOLA, I.A; CÚRCIO, G.R; MANZATTO, C.V; CARVALHO, J.W de; CHAGAS, C.S; ÁGLIO, M.L.D.; SOUZA, J.S. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/IAPAR. 74p., 2008.

BHAGAT, P; GOSAL, S. K.; SINGH, C. B. Effect of mulching on soil environment, microbial flora and growth of potato under field conditions. **Indian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 6, p. 542-548, 2016. BEJO. **Pepino indústria**. 2020. Disponível em: <https://www.bejo.com.br/pepino-industria/amour-conventional>. Acesso em: 01 agos. 2021.

BIANCHINI, H. C.; MARQUES, D. J. Novas técnicas de cultivo de pepino. **Revista Campo e Negocio**. 2019. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/novas-tecnicas-de-cultivo-do-pepino/>. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá: EDUEM, 2018. 535 p.

CANCELLIER, E. L.; SILVA, J.; SANTOS, M. M. dos; SIEBENEICHLER, S. C.; FIDELIS, R. R. Índices de clorofila em partes da planta de arroz de terras altas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 1, p. 199 - 206, 2013.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. Livros Técnicos e Científicos, 1973.

CARDOSO, A. I. I.; SILVA, N. Avaliação de híbridos de pepino tipo japonês sob ambiente protegido em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 171-176, 2003.

CARVALHO, A. D. F. de; AMARO, G. B.; LOPES, J. F.; VILELA, N. J.; MICHEREFF FILHO, M.; ANDRADE, R. A. **cultura do pepino**, Brasília-DF: Embrapa Hortaliças-Circular Técnica 113, 2013.

CHEN, C.; ZHENFA, L.; CHAOYANG, D.; ZHIHONG, G.; LIPING, F. Simulation and validation of extinction coefficient at different positions of cucumber and celery in solar greenhouse. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, China, v. 36, n. 21, p. 243-252, 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras, UFLA, 2005.

DONJADEE, S.; TINGSANCHALI, T. Soil and water conservation on steep slopes by mulching using rice straw and vetiver grass clippings. **Agriculture and Natural Resources**, v. 50, p. 75-79, 2016.

EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2020-2021**. Florianópolis, 2020. 90p. (Epagri. Boletim Técnico, 194).

FRASCA, L. L. D. M.; NASCENTE, A. S.; LANNA, A. C.; CARVALHO, M. C. S.; COSTA, G. G. Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agrônômico do feijão-comum de ciclo superprecoce. **Agrarian**, Recife, v. 13, n. 47, p. 27–41, 2020.

FREIRE, J. L. de O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 102–110, 2010.

GEBIOMET. **Grupo de pesquisa em Biometeorologia, 2022**. Disponível em: <http://www.gebiomet.com.br/downloads.php>. Acesso em: 15 mai. 2022.

HASAN, E. F.; HUSSEIN, A. A. Effect of soil coverage with organic mulching and spraying with seaweed extract on some vegetative and productive traits of cucumber grown in greenhouses. **Diyala Agricultural Sciences Journal**, v.12, n.1, p.206-220, 2020.

HORTIFRUTI, S. B. **Cenário Hortifruti Brasil**. 2018. Disponível em: <https://abrafrutas.org/wp-content/uploads/2019/09/relatorio-hortifruti.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. São Paulo, (SP): Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KADER, M. A.; SENGE, M.; MOJID, M. A.; NAKAMURA, K. Mulching type-induced soil moisture and temperature regimes and water use efficiency of soybean under rain-fed condition in central Japan. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 5, n. 4, p. 302–308, 2017.

KAPPES, C.; ARF, O.; ANDRAD, J.A.C. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.37, p.1310-1321, 2013.

KARKI, A.; SAPKOTA, B.; BIST, P.; BISTA, K.; DUTTA, J. P.; MARAHATTA, S.; SHRESTHA, B. Mulching materials affect growth and yield characters of cucumber (*Cucumis sativus* cv. Malini) under drip irrigation condition in Chitwan, Nepal. **Journal of Agriculture and Forestry University**, v.4, p. 153–159, 2020.

LONGHINI, K. L.; SANCHES, R. E.; MANNIGEL, A. R.; SOARES, E. Avaliação do reaproveitamento de resíduos vegetais na produção de alface, visando o aumento de atributos biométricos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, v. 14, n. 4, p.120-125, 2019.

MAROUELLI, W. A. **Tensiômetro para o controle de irrigação em hortaliças**. Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 2008.

MEDEIROS, P. R. F. de; DUARTE, S. N.; DIAS, C. T. S.; SILVA, M. F. D. Tolerância do pepino à salinidade em ambiente protegido: efeitos sobre propriedades físico-químicas dos frutos. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 3, p. 301–311, 2010.

MORZELLE, M. C.; PETERS, L.P.; ANGELINI, B. G.; CASTRO, P.R.C.; MENDES, A. C. C. M. **Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólitos microbianos na agricultura**. Piracicaba: ESALQ. Divisão de Biblioteca. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/3299/download?token=c80Rb3NP>. Acesso em: 15 jun. 2017.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F. dos; BRACCINI, A. de L. SCAPPIN, C.A.; BARBOSA, M.C. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, p. 701-709, 2008.

NORTOX. **Benefícios dos bioativadores**. 28 ed. 2020. Disponível em: <http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2020/02/informativo-artigo-28-Roberto.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

PATIL S.S.; KELKAR, S.T.; BHALERAO, A.S. Mulching: a soil and water conservation practice. **Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences**. v.3, p. 26-29, 2013.

PREVITAL, E.; GASTALDI, A. C. R.; NOVAKOSKI, A. D. S.; FRANCISCO, J. P.; SILVA, R. A. D.; LOPES, A. D. Potencial produtivo de frutos de pepino (*Cucumis sativus* L.) para conserva sob diferentes sistemas de condução. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1–8, 2022.

RANJAN, P.; PATLE, G. T.; PREM, M.; SOLANKE, K. R. Organic mulching- a water saving technique to increase the production of fruits and vegetables. **Current Agriculture Research Journal**, Índia, v. 5, n. 3, p. 371–380, 2017.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020.

REBELO, J. A.; SCHALLENBERGER, E.; CANTU, R. R. **Cultivo do pepineiro para pickles no Vale do Rio Itajaí e Litoral Catarinense**. Florianópolis: Epagri. 55p. (Epagri, Boletim Técnico, 154), 2011.

SANTANA, G.R.O.; MACHADO, T.F.; RIBEIRO, P.F.A.; TIECHER, A. Avaliação da qualidade de pepinos em conserva. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.77, p. 1-6. 2018.

VITASOIL, **Regenerador Microbiano**, 2021. Disponível em: <https://symborg.com/pt/biofertilizantes/vitasoil/>. Acesso em: 01 ago. 2021.

WANG, B.; NIU, J.; BERNDTSSON, R.; ZHANG, L.; CHEN, X.; LI, X.; ZHU, Z. Efficient organic mulch thickness for soil and water conservation in urban areas. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 6259, 2021.

WANG, R.; SUN, Z.; YANG, D.; MA, L. Simulating cucumber plant heights using optimized growth functions driven by water and accumulated temperature in a solar greenhouse. **Agricultural Water Management**, Nova Zelândia, v. 259, p. 107- 170, 2022.