

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E FISIOLÓGICO DE ALFACE E  
PIMENTÃO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

**PAMELA STEPHANY JENNINGS CUNHA**

CASSILÂNDIA – MS  
Julho/2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E FISIOLÓGICO DE ALFACE E  
PIMENTÃO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

**PAMELA STEPHANY JENNINGS CUNHA**

**Orientador: Professor Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Sustentabilidade na Agricultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia-Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS  
Julho/2022

C98d Cunha, Pamela Stephany Jennings  
Desempenho agrônomo e fisiológico de alface e  
pimentão em sistema de plantio direto / Pamela Stephany  
Jennings Cunha. – Cassilândia, MS: UMES, 2022.  
42 p.

Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade  
Estadual de Mato Grosso do Sul, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo.

1. Agricultura regenerativa 2. Manejo conservacionista 3.  
Plantas de cobertura I. Vendruscolo, Eduardo Pradi II. Título

CDD 23. ed. - 633.3



Governo do estado do Mato Grosso do sul  
**Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul**  
PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Sede Dourados  
UUCass - Unidade Universitária de Cassilândia  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
PGAC - Área de Concentração em Sustentabilidade na Agricultura



### **Capítulo 1 CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: DESEMPENHO AGRONÓMICO E FISIOLÓGICO DE ALFACE E PIMENTÃO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

**AUTOR(A): PAMELA STEPHANY JENNINGS CUNHA ORIENTADOR(A):  
EDUARDO PRADI VENDRUSCOLO**

Aprovado como parte das exigências para obtenção de MESTRE EM AGRONOMIA, Área de concentração: "Sustentabilidade na Agricultura", pela Comissão Examinadora

---

Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo  
Orientador(a)

---

Profa. Dra. Fernanda Cristina Silva Ribeiro  
- UEMS

Participação via webconferência

---

Prof. Dr. Murilo Battistuzzi Martins -  
UEMS Participação via webconferência

---

Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima -  
UFMS Participação via webconferência

Data da realização: 01 de julho de 2022.

“Nenhum homem realmente produtivo pensa como se estivesse escrevendo uma dissertação”.

*Albert Einstein*

## **DEDICATÓRIA**

A minha amada avó Hilce Limeira da Silveira (*in memoriam*), que eu sei que de algum lugar o senhor olha por mim e sabe a falta que faz. E A minha heroína, Ruth limeira Jennings por tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe, meu irmão e meu marido pelo carinho e pelo incentivo que me deram, para que eu pudesse chegar até aqui, acreditando em mim quando nem eu mesma acreditava.

Agradeço à meu orientador professor Doutor Eduardo Pradi Vendruscolo, pela paciência, comprometimento e por ter me tutorado nesta pesquisa.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia e todo corpo docente de profissionais pela disponibilidade e por terem me acolhido na busca de crescimento profissional. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais, sem nominá-los, terão os meus eternos agradecimentos. Agradeço ao programa de Pós-graduação “Stricto Sensu” em Agronomia - Área de concentração: Sustentabilidade na Agricultura, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia, pelas oportunidades, ensinamentos e ajuda em especial a atuação do prof. Dr. Fábio Steiner.

À minha amiga da vida Fernanda da Silva Mendes, que sempre esteve presente na minha vida e que me incentivou a fazer o mestrado e ao amigo que o mestrado me deu, Akim Afonso Garcia, muito obrigada pela ajuda de sempre mesmo à distância. A UEMS, pelo incentivo financeiro durante o mestrado.

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1. DESEMPENHO AGRONÔMICO E FISIOLÓGICO DE ALFACE EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 2. DESENVOLVIMENTO E A PRODUTIVIDADE DE PIMENTÃO COM USO DE COBERTURA NO SOLO .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>

## LISTA DE TABELA

- Tabela 1.** Estimativa do coeficiente de correlação linear de Pearson, entre as 20 características de plantas de alface cultivadas em sistema de plantio direto com diferentes coberturas do solo.
- Tabela 2.** Correlação de Pearson entre características produtivas e fisiológicas 36 de plantas de pimentão cultivado em sistema de plantio direto sobre diferentes resíduos vegetais.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Taxa fotossintética (A), eficiência do uso da água (B), transpiração (C) e troca gasosa (D) de duas cultivares de alface cultivadas sobre diferentes coberturas vegetais. 17
- Figura 2.** Eficiência do uso da água (A), eficiência de carboxilação (B), transpiração (C) e condutância estomática (D) de duas cultivares de alface cultivadas sobre diferentes coberturas vegetais. 18
- Figura 3.** Diâmetro de cabeça da alface cultivada sobre diferentes coberturas vegetais 18
- Figura 4.** Teor relativo de clorofila (A), número de folhas (B), massa fresca (C) e produtividade (D) de duas cultivares de alface cultivadas sobre diferentes coberturas vegetais. 20
- Figura 5.** Condições climáticas de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do estudo. 30
- Figura 6.** Massa seca de palhada de diferentes plantas de cobertura. 33
- Figura 7.** (A) Concentração intracelular de CO<sub>2</sub>, (B) condutância estomática, (C) transpiração, (D) fotossíntese líquida, (E) eficiência do uso da água e (F) eficiência instantânea de carboxilação em plantas de pimentão cultivado em sistema de plantio direto sobre diferentes resíduos vegetais. 34

**Figura 8.** (A) Comprimento de fruto, (B) número de frutos por planta, (C) 35 massa de fruto e (D) produtividade de pimentão cultivado em sistema de plantio direto sobre diferentes resíduos vegetais.

## **1. CAPITULO 1 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E FISIOLÓGICO DE ALFACE EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

**RESUMO:** A alta demanda por alface, aliado ao crescente apelo pela sustentabilidade dos processos produtivos, exige transformações na técnicas de produção, assim o plantio direto surge como alternativa conservacionista. Desta maneira, o trabalho foi elaborado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura da alface em sistema de plantio direto. Os tratamentos consistiram de quatro coberturas vegetais: manejo convencional); milho; crotalária; combinação de coberturas (milho, e crotalária) e duas cultivares de alface (Pira roxa e Valentina). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. Foram avaliadas características fisiológicas, biométricas e produtivas, sendo elas: taxa fotossintética líquida, condutância estomática, concentração de CO<sub>2</sub>, transpiração, eficiência do uso da água, teor relativo de clorofila, diâmetro da cabeça, massa fresca e produtividade. Na cultivar Valentina verificou-se aumento da taxa fotossintética com uso de palhada, independente da espécie de planta de cobertura utilizada. Em oposição, na cultivar Pira Roxaa taxa fotossintética foi maior sem presença de palha, que teve aumento da eficiência de uso de água com presença de palhada. Maior transpiração e diâmetro da cabeça foram encontrados nos tratamentos compostos pela presença de todas espécies de plantas de cobertura utilizada sobre o solo. Em complemento, para massa fresca, número de folhas e produtividade obtiveram-se melhores resultados quando utilizada a palhada de milho e mix, para a cultivar Valentina. Concluiu-se que, independente da planta de cobertura ou do arranjo entre plantas de cobertura utilizados, a presença da palhada sobre o solo eleva a capacidade fisiológica das plantas, resultando em ganhos produtivos.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*, agricultura regenerativa, manejo conservacionista, revolvimento mínimo, plantas de cobertura.

## **AGRONOMIC AND PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF LETTUCE IN DIRECT PLANTING SYSTEM**

**ABSTRACT:** The high demand for lettuce, combined with the growing appeal for the sustainability of production processes, requires changes in production techniques, so no-till appears as a conservation alternative. In this way, the work was elaborated with the objective of evaluating the development and productivity of the lettuce crop in no-tillage system. The treatments consisted of four cover crops: conventional management); millet; sunn hemp; combination of coverings (millet and sunn hemp) and two lettuce cultivars (Pira roxa and Valentina). The experimental design was in randomized blocks, with three replications. Physiological, biometric and productive characteristics were evaluated, namely: net photosynthetic rate, stomatal conductance, CO<sub>2</sub> concentration, transpiration, water use efficiency, relative chlorophyll content, head diameter, fresh mass and productivity. In cultivar Valentina, there was an increase in photosynthetic rate with the use of straw, regardless of the species of cover plant used. In contrast, in the cultivar Pira Roxa, the photosynthetic rate was higher without the presence of straw, which had an increase in the efficiency of water use with the presence of straw. Higher transpiration and head diameter were found in treatments composed by the presence of all cover plant species used on the soil. In addition, for fresh mass, number of leaves and productivity, better results were obtained when using millet straw and mix, for the cultivar Valentina. It was concluded that, regardless of the cover crop or the arrangement between cover plants used, the presence of straw on the soil increases the physiological capacity of the plants, resulting in productive gains.

**Keywords:** *Lactuca sativa*, regenerative agriculture, conservation management, minimal soil disturbance, cover plants.

## 1.1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), tem sua origem de espécies silvestres, em territórios asiáticos de clima ameno. A heterogeneidade de espécies e variedades de olerícolas oportunizam o cultivo em todo o Brasil (CARVALHO, 2016), despertando o interesse de produtores devido, principalmente, ao retorno econômico da atividade, a qual pode ser desenvolvida em pequenas áreas agrícolas contribuindo para o desenvolvimento social e econômico (GIRARDELLO et al., 2017). Em complemento, a alface é a hortaliça folhosa com maior aceitação e grande importância na alimentação, evidenciando-se como fonte de vitaminas e sais minerais (MONTEIRO NETO et al., 2014).

A cultivar pira roxa é do tipo de alface crespa de coloração vermelha intensa tropicalizada, indicada para o cultivo anual, em temperatura amena ou elevada. (SALA e COSTA, 2005). A sua cor e a intensidade vermelha dependem do teor de clorofila e teor de antocianina, que lhe conferem maior resistência (RYDER, 1999). Já a cultivar Valentina, tem qualidades excepcionais como rusticidade em qualquer situação e adaptação às condições tropicais de cultivo, além de resistência à queima de borda. Indicada para plantio durante o ano todo nas principais regiões produtoras de alface, a Valentina apresenta um ciclo de produção precoce (OLIVEIRA et al., 2021).

A elevada demanda na produção deste tipo de hortaliça exige transformações consideráveis nas técnicas de produção, no que refere aos sistemas de manejo (SALOMÃO et al., 2020). Deste modo, vem sendo crescente a busca pelo uso de práticas agrícolas que proporcionem à conservação do solo e dos recursos naturais, contribuindo para uma produção economicamente praticável (GERLACH et al., 2019), resultando no crescimento regional e disponibilizando maior bem-estar à sua população (GIRARDELLO et al., 2017).

Assim o plantio direto surgiu como uma das alternativas de amenizar os efeitos causados pelo cultivo convencional como deixar o solo em um estado de vulnerabilidade em razão da exteriorização do mesmo à influência da natureza como a ação do vento e a radiação solar por um longo período, dificultando sua proteção de intempéries naturais (KOCHANN; DENARDIN, 2000). Quando comparados, observa-se que o plantio direto reduz a perda do perfil de solo em cinco vezes mais, estabilizando os agregados do solo através da rotação de culturas (SALOMÃO et al., 2020; CASTRO FILHO et al., 1998). O sistema permite uma cobertura no solo de forma sucessiva, proveniente de restos vegetais de rotação de cultura

(Adams, 2016). Isso garante incontáveis benefícios ao solo, como barreiras no processos erosivos, limita a perda de umidade, diminui a faixa térmica no solo, desenvolve a condição física do solo e eleva a fertilidade de modo geral (GERLACH et al., 2019; ROMAGNA et al., 2019), além de reduzir o problemas fitossanitários na cultura (MELO et al., 2010).

Um estudo com os efeito de diferentes coberturas de solo, no crescimento, produtividade de plantas de alface e na temperatura do solo, mostraram que o uso de cobertura do solo com material orgânico (palha de capim-elefante) demonstrou resultados superiores quando comparado ao material sintético utilizado na pesquisa (polietileno preto, polietileno prata, polietileno branco, polietileno transparente e solo sem cobertura) e até sobre solo descoberto (MENESES et al., 2016). Em relação ao tipo de cobertura morta utilizada, alguns estudos vem sendo utilizado com resíduos de gramíneas e leguminosas (MENESES et al., 2016). Alguns autores argumentam estratégias para aumentar a eficiência das coberturas mortas, utilizando espécies com decomposição mais lenta como é o caso das gramíneas (SILVA et al. 2017). Estudos têm apontado para algumas espécies potenciais para a utilização como coberturas do solo, tais como o milho, o sorgo forrageiro e o feijão de porco (VENDRUSCOLO et al., 2017).

Pesquisa realizada usando feijão de porco como cobertura morta, apresentou elevado potencial para uso como plantas de cobertura, devido à sua produção de biomassa, acima de  $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ , por seus resíduos fornecerem a cobertura adequada do solo e contribuir para a ciclagem de grandes quantidades de nutrientes (TEIXEIRA et al., 2014).

Em outro estudo, a utilização de crotalária e milho consorciados em diferentes proporções proporcionaram boa quantidade de cobertura de solo e melhoraram as características avaliadas (BERTOLINO et al., 2021). Sendo assim, uma alternativa para diminuir a velocidade de decomposição de leguminosas e impedir a ocorrência alta imobilização do N no solo é o consorcio entre gramíneas e leguminosas. Esta técnica traz como benefício o alto rendimento de matéria seca em relação ao cultivo solitário das espécies (GERLACH et al., 2019).

Os benefícios da cobertura do solo seja com material orgânico ou sintético para o cultivo de alface tem sido relatado por vários autores e também em outras culturas como pimentão, alho, cenoura, tomate e melão, demonstrando elevação de rendimentos. Nesse contexto, é importante o desenvolvimento de pesquisas que possam avaliar a viabilidade do uso de diferentes coberturas para nortear os agricultores.

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e produtividade de duas cultivares de alface, Pira roxa e Valentina em sistema de plantio direto, sobre a presença de diferentes coberturas vegetais em solo arenoso do cerrado sul-mato-grossense.

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido e conduzido nas dependências da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade de Cassilândia com as seguintes Coordenadas geográficas 19°05'46"S e 51°48'50"O e altitude de 521 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é predominantemente do tipo tropical chuvoso (Aw), com precipitação média anual de 1.520 mm e temperatura 24,1 °C, respectivamente.

O estudo compreendeu no terceiro ciclo produtivo sobre uma área de plantio direto. Em 2019 o solo foi corrigido quanto às características químicas e físicas, utilizando-se as metodologias descritas pela Silva (2009) e Teixeira et al. (2017), respectivamente. Posteriormente realizou-se o plantio de dois ciclos de plantas de cobertura, as quais compõem os mesmos tratamentos detalhados abaixo, e de alface (2019 e 2020).

O delineamento foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por diferentes plantas de cobertura: controle (manejo convencional); milho; crotalária; combinação de coberturas (milho, e crotalária) e duas cultivares de alface (Pira roxa e Valentina).

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada no mês de novembro, as quais foram conduzidas por um período de 60 dias, quando foram dessecadas com herbicida (glifosato) e cortadas por meio de roçagem, sendo depositadas homoganeamente sobre os canteiros. Durante esse período também foram obtidas as mudas de alface (cv. Pira Roxa e Valentina), as quais estavam aptas ao transplantio no início do mês de março.

Cada parcela teve as dimensões de 1,00 x 1,25 m (1,25 m<sup>2</sup>) e foram compostas por 26 plantas de alface, em espaçamento de 0,15 m entre plantas e 0,25 m entre linhas. Para obtenção da parcela útil foram avaliadas as oito plantas centrais, das duas linhas internas, excluindo-se as duas linhas externas e as plantas das extremidades, utilizadas como bordadura.

Durante o período de condução das plantas de alface, não houve necessidade de aplicação de defensivos químicos. Em complemento a adubação de cobertura consistiu da

aplicação de 90 kg de N ha<sup>-1</sup> e 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, parcelada em três aplicações aos 25, aos 45 e aos 60 dias após o transplântio e utilizando como fonte nitrogenada a ureia (46% N) e potássica o KCl (60% K<sub>2</sub>O). A irrigação foi realizada por meio de microaspersão, mantendo-se o solo na capacidade de campo, duas vezes ao dia.

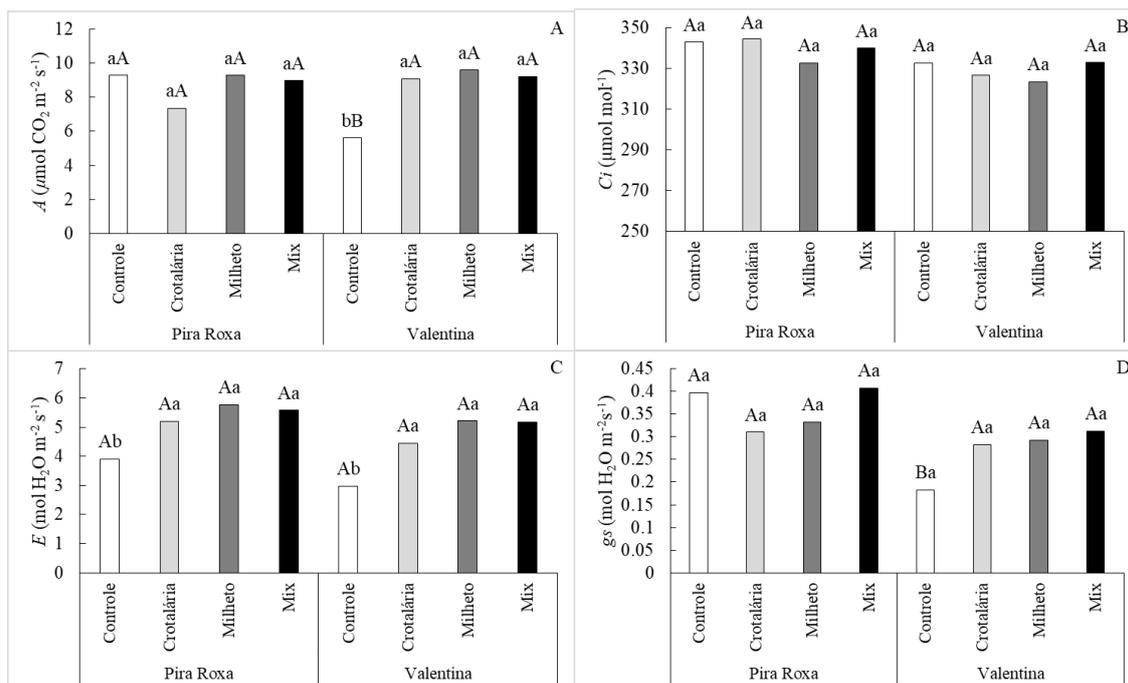
Quarenta dias após o transplântio foram selecionadas quatro plantas aleatoriamente e avaliadas quanto as características de fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), concentração de CO<sub>2</sub> intracelular (*C<sub>i</sub>*) e transpiração (*E*) durante a parte da manhã, quando as plantas estão em plena atividade de troca gasosa, entre 8 e 10 am. Para as avaliações foram selecionadas folhas isentas de ataque de pragas ou doenças, utilizando-se um medidor de fotossíntese portátil (LCi, ADC Bioscientific, Hertfordshire, Reino Unido) e foram calculadas a eficiência do uso da água (*WUE*), utilizando-se a razão entre fotossíntese líquida e transpiração (*A/E*) e a eficiência de carboxilação (*EICI*) utilizando-se a razão entre fotossíntese líquida e concentração de CO<sub>2</sub> intracelular (*A/C<sub>i</sub>*).

O teor relativo de clorofila foi avaliado, utilizando-se clorofilômetro digital (CCM-200, Opti-Sciences, Hudson, USA). O diâmetro da cabeça com régua graduada, posicionada logo acima da parte aérea das plantas. Após serem colhidas, foi avaliados o número de folhas e a massa fresca da parte aérea através de pesagem em balança analítica, sobre a qual também foi estipulada a produtividade, multiplicando-se a massa fresca pela população em 1 hectare (208 mil plantas).

Os dos dados foram submetidos aos testes preliminares de normalidade e homocedasticidade e, em seguida, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

### **1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

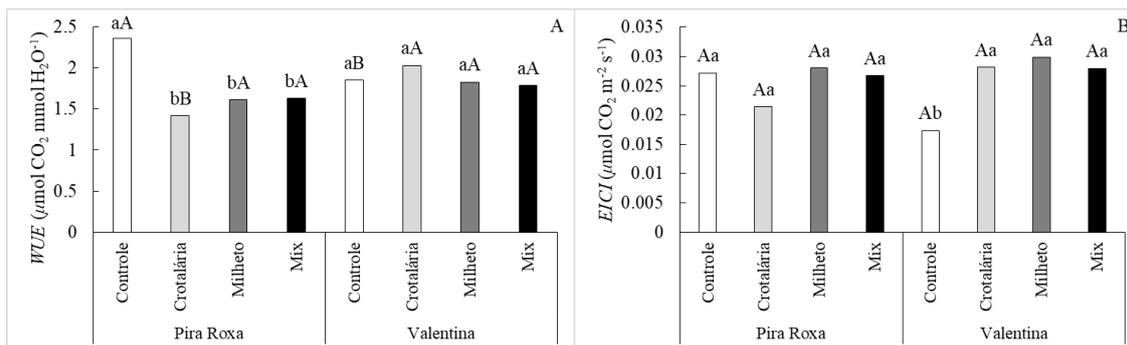
De acordo com os resultados obtidos na análise, para fotossíntese líquida (*A*) observou-se efeitos significativos das palhadas sobre a cultivar Valentina, para a qual houve preeminência nos tratamentos contendo palhada sobre a superfície do solo, em média 66% em comparação ao tratamento controle. Também, foi constatado que em condições de cultivo sem a presença da palhada a cultivar Pira Roxa teve uma *A* 66% superior à obtida para Valentina (Figura 1A).



**Figura 1.** Fotossíntese líquida (A), concentração de  $\text{CO}_2$  intracelular (B), transpiração (C) e condutância estomática (D) de duas cultivares de alface cultivadas sobre diferentes coberturas vegetais. Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada variedade e maiúsculas dentro dos mesmos tratamentos não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

Para as concentrações de  $\text{CO}_2$  intracelular não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 1B), no entanto, observaram-se maiores taxas de transpiração ( $E$ ) das cultivares de alface usando coberturas no solo, em média de 52% superior à observada para o tratamento controle. Também, foi constatada uma  $E$  da cultivar Pira Roxa, 15% acima da obtida pela Valentina (Figura 1C). Segundo resultados da condutância estomática ( $g_s$ ) houve diferença somente entre as cultivares, onde a cultivar Pira Roxa foi superior à Valentina em 35% (Figura 1D).

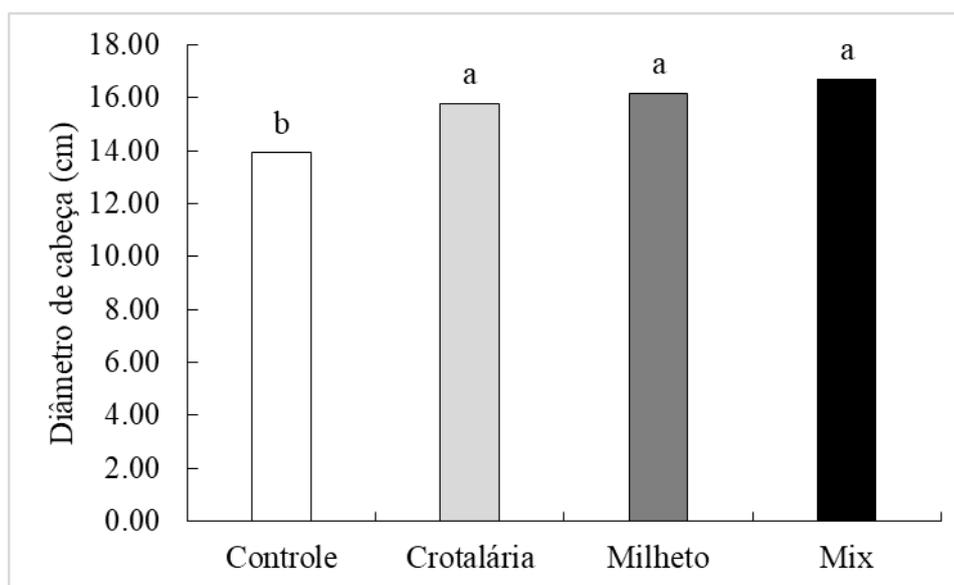
Para a variável eficiência do uso da água ( $WUE$ ) observou-se o efeito do uso das palhadas para a cultivar Pira Roxa (Figura 2A), com isso o tratamento controle teve sua  $WUE$  superior, em média, 52%, aos demais. Ao verificar o efeito das cultivares em cada cobertura do solo, a  $WUE$  da cultivar Pira roxa teve valores 28% superiores no controle, enquanto o uso da crotalária proporcionou valor de  $WUE$  43% superior na cultivar Valentina.



**Figura 2.** Eficiência do uso da água (WUE) (A) e eficiência de carboxilação (EICI) (B), da pira roxa e valentina duas cultivares de alface cultivadas sobre diferentes coberturas vegetais. Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada variedade e maiúsculas dentro dos mesmos tratamentos não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

A eficiência de carboxilação não foi afetada em plantas de alface da cultivar Pira Roxa. No entanto, para a cultivar Valentina, verificou-se que os tratamentos compostos pelas palhadas elevaram significativamente a característica em relação ao tratamento controle (Figura 2B), em média de 65,4%.

Para a característica de diâmetro de cabeça, a interação entre cobertura do solo e cultivares não foi significativa. Analisando as coberturas de solo, observou-se que houve incremento na característica em todos os tratamentos contendo palhadas como cobertura do solo (Figura 3). Nesse sentido, foi obtido um ganho médio de 16,55% quando as palhadas foram utilizadas.

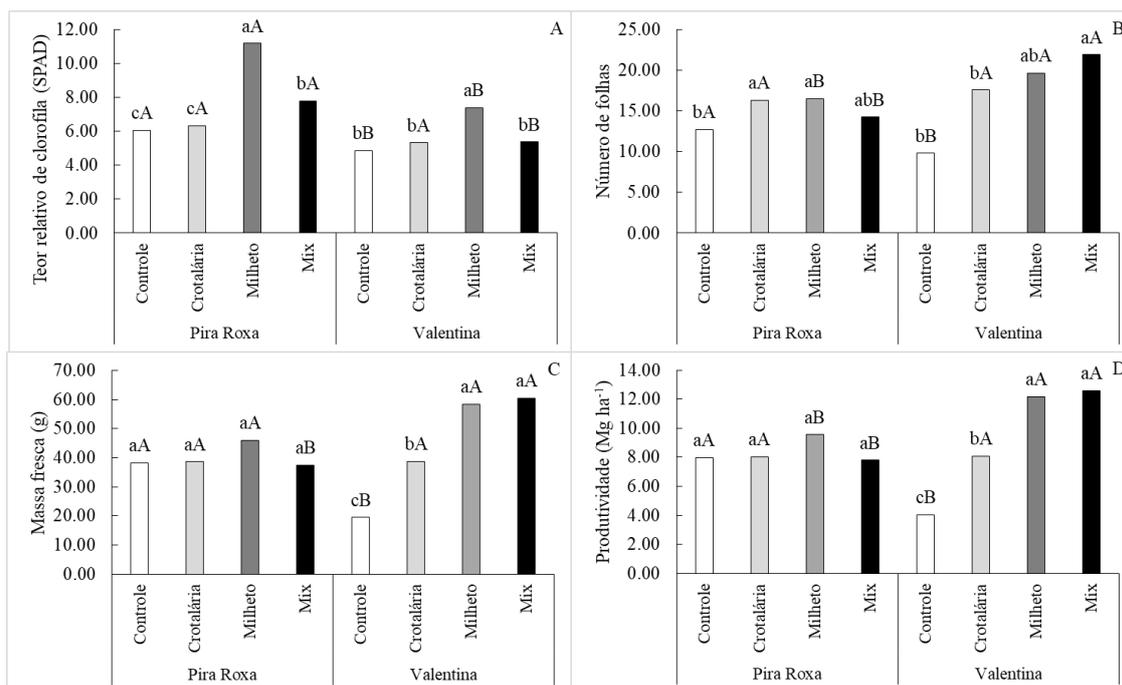


**Figura 3.** Diâmetro de cabeça da alface cultivada sobre diferentes coberturas vegetais. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

Para o teor relativo de clorofila, foram encontradas respostas positivas do tratamento contendo a palhada de milho para ambas as cultivares e superioridade da cultivar Pira Roxa nos tratamentos controle, milho e mix (Figura 4A), com alta de 25%, 52% e 45%, respectivamente.

O número de folhas foi favorecido no cultivo da Pira Roxa pela presença das palhadas de crotalária e milho, sem que houvesse diferença significativa para o tratamento mix, e no cultivo da Valentina na presença de todas as palhadas, comparando ao tratamento controle. Entre as cultivares, Pira Roxa mostrou-se superior no tratamento controle em 30%, enquanto que a Valentina foi superior nos tratamentos contendo milho e o mix, em média 19% e 54%, respectivamente (Figura 4B).

Os resultados referentes às características de massa fresca e produtividade para cultivar Pira Roxa foram os mesmos, visto que estão relacionadas. Ainda assim, para Valentina todas as palhadas favoreceram o seu cultivo, dando destaque para milho e o mix. Entre as cultivares, Pira Roxa foi 97% superior no tratamento controle, enquanto que a Valentina foi superior nos tratamentos contendo milho e o mix, em média 27% e 61%, respectivamente (Figura 4C, D). Ainda para Valentina, estimou-se um ganho médio de 100% para ambas as características quando foram utilizadas as coberturas sobre o solo.



**Figura 4.** Teor relativo de clorofila (A), número de folhas (B), massa fresca (C) e produtividade (D) de duas cultivares de alface cultivadas sobre diferentes coberturas vegetais. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

**Tabela 1.** Estimativa do coeficiente de correlação linear de Pearson, entre as características de plantas de alface cultivadas em sistema de plantio direto com diferentes coberturas do solo.

	DC	IRC	MF	NF	PROD	<i>ci</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	<i>WUE</i>	<i>EICI</i>
DC	1.000	0.360	0.635	0.621	0.654	-0.337	0.594	0.001	0.330	-0.433	-0.016
IRC	ns	1.000	0.614	0.496	0.587	-0.245	0.508	0.002	0.313	-0.362	0.224
MF	**	*	1.000	0.857	0.990	-0.314	0.668	0.126	0.478	-0.354	0.395
NF	*	ns	**	1.000	0.858	-0.127	0.803	0.276	0.473	-0.579	0.456
PROD	**	*	**	**	1.000	-0.301	0.656	0.116	0.475	-0.356	0.366
<i>ci</i>	ns	ns	ns	ns	ns	1.000	-0.144	0.527	-0.510	-0.470	-0.053
<i>E</i>	*	*	**	**	**	ns	1.000	0.561	0.746	-0.509	0.481
<i>gs</i>	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	1.000	0.415	-0.279	0.213
<i>A</i>	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	1.000	0.178	0.314
<i>WUE</i>	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	1.000	0.210
<i>EICI</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1.000

DC = diâmetro de cabeça; IRC = índice relativo de clorofila; MF = massa fresca; PROD = produtividade;  $c_i$  = concentração de CO<sub>2</sub> intracelular;  $E$  = transpiração;  $g_s$  = condutância estomática;  $A$  = fotossíntese líquida;  $WUE$  = eficiência do uso da água; \*, \*\* e ns = significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste  $t$ .

Os resultados comprovam que o uso de plantio direto é eficiente para as plantas de modo geral, alguns autores evidenciam que respostas significativas foram encontradas quanto ao uso de palhada na proteção do solo e como fonte de nutrientes (KARDER et al., 2017; VENDRUSCOLO et al., 2017).

Alguns fatores podem limitar a  $A$ , como baixa quantidade de luz ou CO<sub>2</sub>, estresse hídrico ou temperaturas elevadas (TAIZ et al., 2015). Porém verificamos que no tratamento controle da cultivar Pira Roxa obteve melhor desempenho, supondo que esse resultado seja referente a quantidade de antocianinas presentes na cultivar, pois as antocianinas tem potencial antioxidante e atuam diminuindo o estresse da planta (HINOJOSA et al., 2020).

O SPD traz diversas vantagens para as culturas subsequentes, segundo Melo et al. (2010), como por exemplo o não revolvimento do solo, evitando erosões, a redução dos problemas fitossanitários, devido a rotação de culturas, a estabilidade térmica do solo e as temperaturas amenas, que favorecem o sistema radicular de algumas hortícolas. Também, possui potencial para melhorar as condições físico-hídricas do solo, mantendo o solo úmido e aumentando a disponibilidade de água (CARDOSO et al., 2012). Com a palhada presente sobre o solo, também é verificada maior disponibilidade de minerais, uma vez que o mesmo não é perdido por lixiviação (COLLIER et al., 2011), o que resulta nos ganhos observados em relação a  $A$ .

A maior  $WUE$  no tratamento controle se deve consequentemente ao menor  $E$  (PAZZAGLI et al., 2016) e uma menor condutância estomática e relacionada ao estresse hídrico provocado pela evaporação, quando não há coberturas vegetais (BUESA et al., 2021). A manutenção da palhada como barreira física sobre o solo também permite uma maior disponibilidade hídrica para as plantas. Segundo Fietz et al. (2015) maiores índices de área foliar podem aumentar a demanda hídrica da cultura, assim reduzindo a eficiência do uso de água, como observamos no presente estudo, através da correlação linear negativa entre número de folhas e  $WUE$ . Essa correlação é dada pela condição de menor disponibilidade hídrica, na qual as plantas tendem a realizar o fechamento dos estômatos, diminuindo a perda da água pela troca direta com a atmosfera (TAIZ et al., 2015).

Os valores de  $E$  obtidos para os tratamentos possuem correlações lineares positivas com as características de desenvolvimento vegetativo e produtividade. Normalmente a diminuição da transpiração está ligada a condições de deficiência hídrica (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014; SILVA et al., 2003), os resultados encontrados demonstram que as cultivares podem ser melhor adaptadas ao meio, abrindo seus estômatos e mantendo sua transpiração ou indica uma maior disponibilidade de recursos para a manutenção das atividades fisiológicas da planta, quando cultivadas em presença de cobertura do solo, por exemplo.

As características fisiológicas correlacionam-se direta ou indiretamente com as características produtivas da alface crespa, demonstrando que a sua manutenção ou promoção durante o ciclo produtivo é essencial à obtenção de plantas mais produtivas e com qualidade para o mercado. Resultados obtidos em estudos com outras espécies de hortaliças confirmam esse fato, pois ao avaliar desempenho de cultivares de beterraba sob diferentes coberturas de solo, observou-se maior massa e rendimento no cultivo com cobertura morta e restos vegetais (SOUZA et al., 2020). De maneira similar, Madeira & Oliveira (2004), em um trabalho avaliando plantas de cobertura na formação de palhada no plantio direto da cebola, a melhor produtividade e o maior peso médio de bulbos, foi observado nas palhadas de milho e sorgo.

As culturas utilizadas como plantas de cobertura possuem características distintas quanto a ciclagem dos nutrientes e sua taxa de decomposição (VENDRUSCOLO et al., 2018), podendo servir como fonte extra de nutrientes para a cultura (KADER et al., 2017). Nesse sentido, as gramíneas vêm se destacando no SPD por terem uma decomposição lenta (MINGOTTE et al., 2014). Para a produção das hortaliças o controle de plantas daninhas, o aumento da disponibilidade hídrica e de nutrientes, são características indispensáveis e de grande importância (VENDRUSCOLO et al., 2017). Já as leguminosas como o caso da crotalária, tendem a melhorar a nutrição da cultura subsequente, pois proporcionam produção de resíduo vegetal e ciclagem rápida de nutrientes, além da capacidade de fixação de N atmosférico (LEAL et al., 2013).

#### **1.4 CONCLUSÕES**

Independente da planta de cobertura ou do arranjo entre plantas de cobertura utilizados, a presença da palhada sobre o solo eleva a capacidade fisiológica das plantas, resultando em ganhos produtivos.

Entre as plantas de cobertura, o milho foi que proporcionou melhor resultados para os parâmetros teor relativo a clorofila, número de folhas, massa fresca e produtividade.

## 1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, G. A. **Influência de diferentes tipos de plantas sobre a estrutura do solo em plantio direto**. 2016. TCC (agronomia)- Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, RS. 2016.

BERTOLINO, K. M.; DUARTE, G. R. B.; VASCONCELOS, G. M. P.V.; BOTREL, É. P.; MARTINS, F. A. D. Produção de biomassa e cobertura do solo pelo consórcio de crotalária e milho e sua influência em propriedades físicas dos solo. *ForScience*, Formiga, v. 9, n. 2, e00931, jul./dez. 2021. DOI: 10.29069/forscience.2021v9n2.e931.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O Milho e o Clima**. Porto Alegre: Emater/RS – Ascar, 2014. 84 p.

BUESA, I.; MIRAS-ÁVALOS, J. M.; DE PAZ, J. M.; VISCONTI, F.; SANZ, F.; YEVES, A.; ...; INTRIGLIOLO, D. S. Soil management in semi-arid vineyards: Combined effects of organic mulching and no-tillage under different water regimes. *European Journal of Agronomy*, v. 123, p. 126198, 2021.

CARVALHO, C. **Anuário brasileiro de hortaliças: Brazilian vegetable yearbook**. 7.ed. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2016.

CASTRO FILHO, C. D.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.3, p.527-538, 1998.

CARDOSO, D.P.; SILVA, M.L.; CARVALHO, G.J.; FREITAS, D.A.; AVANZI, J.C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.6, p.632-638, 2012.

COLLIER, L.S.; KIKUCHI, F.Y.; BENÍCIO, L.P.F.; SOUSA, S.A. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.306-313, 2011.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L.; GARCIA, R. A.; CECCON, G.; REZENDE, M. K. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do consórcio milho e braquiária nas condições climáticas de Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL

DE MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **30 anos de inovação em produtividade e qualidade**. Maringá: ABMS, 2015. p. 461-465. 1 CD-ROM.

GERLACH, G. A. X.; SILVA, J. C.; ARF, O. Resposta do milho em consórcio com adubos verde no sistema plantio direto. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.8, n.2, p. 134-146, 2019.

GIRARDELLO, R.; SILVA, D. M.; GUERRA, D.; LANZANOVA, M. E.; SOUZA, E. L. Produção de alface sob plantio direto em sistema de transição agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.12, n.2, p.273-279, 2017.

HINOJOSA-GÓMEZ, J., SAN MARTÍN-HERNÁNDEZ, C., HEREDIA, J. B., LEÓN-FÉLIX, J. OSUNA-ENCISO, T., & MUY-RANGEL, M. D.. Anthocyanin Induction by DroughtStress in the Calyx of Roselle Cultivars. **Molecules**, v. 25, n. 7, p. 1-11, mar. 2020.

KADER, M.A., SENGE, M., MOJID, M.A.; ITO, K. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. **Soil and Tillage Research**, v. 168, p. 155-166, 2017.

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MARCANDALLI, L. H. Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37,p.4 91-501, 2013.

MADEIRA, Nuno R.; OLIVEIRA, Valter R. Avaliação de plantas de cobertura na formação de palhada no plantio direto de cebola. In: **Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Horticultura Brasileira, Brasília, DF: v. 22, n. 2, jul. 2004. Suplemento 2., 2004.

MAKINO, Priscila Akemi. **Desempenho agrônômico e fisiológico de milho em arranjos de plantas com e sem braquiária, no verão e outono-inverno**. 2018. 105 p. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.23-28, 2010.

MENESES, N. B.; MOREIRA, M. A.; SOUZA, I. M., BIANCHINI, F. G. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 2, p. 123 - 129, 2016.

MINGOTTE, C.; LUIZ, F.; YADA, M.M.; JARDIM, C.A.; FIORENTIN, C.F.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Cover crop systems and nitrogen topdressing on common bean in no tillage. **Bioscience Journal**, v.30, supl.2, p.696-706, 2014.

MONTEIRO NETO, J. L. L.; SILVA, A. C. D.; SAKAZAKI, R. T.; TRASSATO, L. B.; ARAÚJO, W. F. Tipos de coberturas de solo no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) sob as condições climáticas de Boa Vista, Roraima. **Boletim do Museu Integrado de Roraima**, Brasil, v.8, n.2, p.47-52, 2014.

OLIVEIRA, N.L. C.; ANTUNES, L. P. B., MOREIRA, R. A.; BERTO, A. L. F., DUTRA, A. L. F. Performance of lettuce cultivars under organic system in northern state of Minas Gerais. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 19, n. 1, p. 43-50, 2021

PAZZAGLI, P. T.; WEINER, J.; LIU, F. Effects of CO<sub>2</sub> elevation and irrigation regimes on leaf gas exchange, plant water relations, and water use efficiency of two tomato cultivars. *Agricultural Water Management*, v. 169, p. 26-33, 2016.

RYDER, E.J. *Lettuce, endive and chicory*. Ed. CABI Publishing, USA. 1999. 208 p.

ROMAGNA, I. S.; JUNGES, E.; MICHELON, C. J. Incidência de fungos em sementes de leguminosas e gramíneas utilizadas como adubação verde. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2019.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. 'PIRAROXA': Cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.158-159,2005.

SALOMÃO, P. E. A.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A. A.; MARTINS, A. C. E. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n.1, p. 1-21, 2020.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, V. F. Estomatal behavior and leaf water potential in three wood species cultivated under water stress. **Acta Botanica Brasilica**, n. 17, v. 2, p. 231-246, 2003.

SILVA F.C.D.S (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 629p.

SILVA, M. P.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ABRANTES, F. L.; BERTI, C. L. F.; SOUZA, L. C. D. S. Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 60-67, 2017.

SOUZA, L.G., FERREIRA, R.L.F., ARAÚJO NETO, S.E., UCHÔA, T.L., SILVA, N.M., MOURA FRANCISCO, W., PINTO, G. P. Desempenho agrônômico de cultivares de

beterraba sob coberturas de solo e épocas de cultivo. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, p. 764-777, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER.; MOLLER, IM.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed. 2015. 761p.

TEIXEIRA, R. A., SOARES, T.G.; FERNANDES, A. R.; BRAZ, A.M. S. Grasses and legumes as cover crop in no-tillage system in northeastern Pará Brazil. **Acta Amazonica**, v. 44, p. 411-418, 2014.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. 573p.

VENDRUSCOLO, E. P.; CAMPOS, L. F. C.; ARRUDA, E. M.; SELEGUINI, A. Economic analysis of the production of crisp lettuce in successive cultivation of cover crops under no-till system. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (Agrária), v. 12, n. 4, p. 458-463, 2017.

VENDRUSCOLO, E.P.; BRANDÃO, D.C.; NASCIMENTO, L.M.; CAMPOS, L.F.C.; SILVA NETO, C.M.; LEANDRO, W.M. Effect of cover crops residues on crambe cultivation. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 71, n. 2, p. 8517-8523, 2018.

## **2. CAPITULO 2 - DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE PIMENTÃO COM USO DE COBERTURA VEGETAL NO SOLO**

**Resumo:** Mundialmente, a produção de hortaliças, incluindo os pimentões, está relacionada ao manejo intensivo do solo e, conseqüentemente, à degradação do mesmo. A implantação de manejos conservacionistas têm se intensificado para a redução dos danos resultantes da produção de manejo convencional. Neste sentido, objetivo do estudo foi de avaliar o desenvolvimento e produtividade do pimentão cultivado em sistema de plantio direto sobre diferentes coberturas vegetais, indicando as espécies com maior potencial para essa utilização. Para tanto, os tratamentos utilizados foram: Controle (manejo convencional); milho; crotalária; combinação de coberturas (milho e crotalária) e plantas espontâneas. As variáveis avaliadas foram: fotossíntese líquida, condutância estomática, concentração de CO<sub>2</sub>, transpiração, eficiência do uso da água, eficiência instantânea de carboxilação e produtividade. Verificou-se que todas coberturas, melhoraram as características de comprimento e massa de fruto. No quesito de número de frutos por planta e produtividade a cobertura mix superou o restante. A cobertura com plantas espontâneas resultou em maiores concentração intracelular, condutância estomática e transpiração, enquanto que o tratamento mix possibilitou a obtenção de maior valor de fotossíntese líquida, eficiência do uso da água e eficiência instantânea de carboxilação. O maior incremento na produção e capacidade fotossintética ocorreu na utilização de milho e crotalária.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, proteção do solo, cobertura vegetal.

## **DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF PEPPER WITH THE USE OF COVERAGE IN THE GROUND**

**ABSTRACT:** Worldwide, the production of vegetables, including peppers, is related to intensive soil management and, consequently, to soil degradation. The implementation of conservationist managements has been intensified to reduce the damage resulting from the production of conventional management. In this sense, the objective of the study was to evaluate the development and productivity of sweet pepper grown in a no-tillage system under different vegetation cover, indicating the species with the greatest potential for this use. Therefore, the treatments used were: Control (conventional management); millet; sunn hemp; combination of cover crops (millet and sunn hemp) and spontaneous plants. The variables evaluated were: net photosynthesis, stomatal conductance, CO<sub>2</sub> concentration, transpiration, water use efficiency, instantaneous carboxylation efficiency and productivity. It was found that all coverages improved the characteristics of length and fruit mass. In terms of number of fruits per plant and productivity, the mix coverage surpassed the rest. Coverage with weeds resulted in higher intracellular concentration, stomatal conductance and transpiration, while the mix treatment made it possible to obtain higher net photosynthesis value, water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency. The greatest increase in production and photosynthetic capacity occurred in the use of millet and sunn hemp.

**Keywords:** Sustainability, soil protection, vegetation cover.

## 2.2 INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças está vinculada ao uso intensivo do solo devido ao elevado número de ciclos produtivos, o que acaba por degradar as características físicas, químicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, tornar o sistema menos produtivo (WANG et al., 2014; LU et al., 2021) Em contrapartida, sistemas alternativos de produção de hortaliças têm sido explorados com sucesso, resultando em alta qualidade final dos produtos, adequada rentabilidade e proteção aos recursos ambientais (BENTO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015; TORRES et al., 2015).

A manutenção da palhada sobre o solo é um exemplo de prática conservacionista e que possui potencial para produção de hortaliças. A presença da cobertura proporciona melhores condições para a atividade dos microrganismos edáficos, possibilita manutenção da umidade, diminui a erosão física e química do solo, entre outros (COLLIER et al., 2011; CARDOSO et al., 2012; VENDRUSCOLO et al., 2021). No entanto, frente ao grande número de espécies com potencial para exploração, são necessários estudos específicos que apontem os benefícios e os entraves da aplicação desta forma de manejo, principalmente quanto à espécie antecessora, uma vez que são observados efeitos negativos, tal como a alelopatia, o que pode resultar em perda da produtividade (VENDRUSCOLO et al., 2017).

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça rica em vitaminas e sais minerais e uma das dez de maior importância econômica no mercado nacional (ALBUQUERQUE et al., 2012), está entre as dez hortaliças mais importantes no Brasil, sendo a terceira solanacea mais cultivada, atrás apenas do tomate e batata (LOPES et al., 2018). Com alta demanda no setor culinário, os pimentões, possuem expressividade, sendo cultivados no mundo todo e tendo principais produtores, países dos continentes asiático, europeu e americano (FAO, 2017). No entanto, o cultivo de pimentão está ligado à uma intensa modificação das características do solo e à emissão de gases de efeito estufa, as quais podem ser drasticamente afetadas conforme o sistema de manejo implantado (WANG et al., 2020).

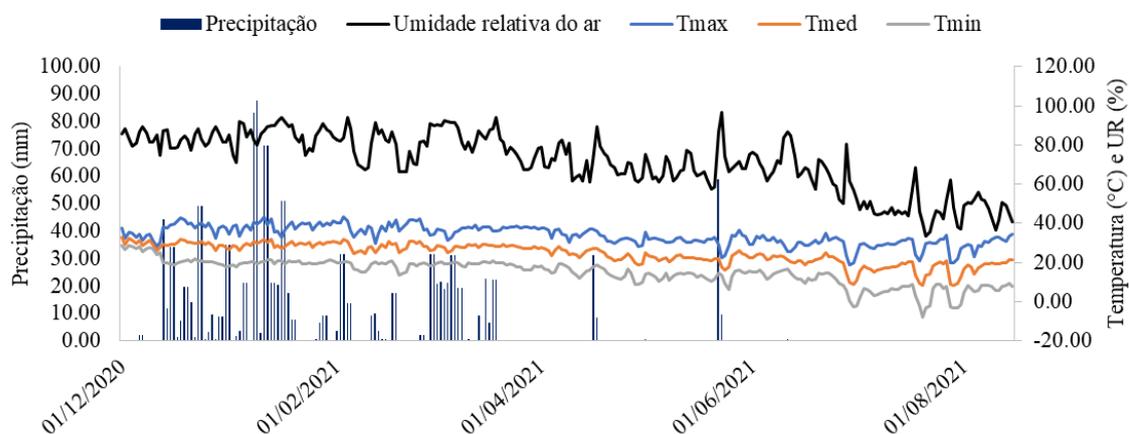
Análises de desenvolvimento possibilitam estimar a atuação de certo genótipo acerca dos diferentes sistemas de cultivo, influenciados pelo manejo, clima e até pela própria fisiologia da cultura. Os indicadores compreendidos na análise de crescimento, como índice de área foliar, taxas de crescimento da cultura e assimilação líquida (COSTA et al., 2006, MONTE et al., 2009, e SILVA et al., 2010) apontam a habilidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos vários órgãos que precisam da

fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono nas áreas de aproveitamento ou de acumulação, onde acontece o crescimento e a diferenciação dos órgãos (LOPES et al., 2011). O índice de crescimento da cultura é determinado pela variação da biomassa seca com o tempo e representa a capacidade de produção (CARVALHO et al., 2011).

Tendo em vista a hipótese de efeito benéfico do sistema de plantio direto de hortaliças em condições de bioma Cerrado e a necessidade por metodologias que favoreçam a obtenção de uma maior lucratividade, aliada ao menor dano ao meio ambiente, o objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento e produtividade do pimentão cultivado em sistema de plantio direto sobre diferentes coberturas vegetais, indicando as espécies com maior potencial para essa utilização.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi implantado e conduzido nas dependências da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade de Cassilândia (Coordenadas 19°05'46"S e 51°48'50"O e altitude de 521 m em relação ao nível do mar). Segundo classificação de Köppen, o clima da região é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco (precipitação no inverno menor que 60 mm), com precipitação e temperatura média anual de 1.520 mm e 24,1 °C, respectivamente. As atividades foram iniciadas em dezembro de 2020 e se estenderam até agosto de 2021, ocorrendo a coleta dos dados climáticos em estação climatológica instalada na área experimental (Figura 5).



**Figura 5.** Condições climáticas de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do estudo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por diferentes plantas de cobertura: controle (manejo convencional); plantas espontâneas, milho, crotalária e a combinação entre milho e crotalária (mix). No tratamento compreendido pelas plantas espontâneas a comunidade foi formada predominantemente por *Cenchrus echinatus*, *Portulaca oleracea*, *Eleusine indica* e *Indigofera hirsuta* e presenças isoladas de *Commelia benghalensis* e *Conyza bonariensis*.

Cada parcela possuía dimensões de 2,40 x 1,25 m (3,0 m<sup>2</sup>) e foram compostas por 8 plantas de pimentão, em espaçamento de 0,40 m entre plantas e 1,00 entre linhas. Para obtenção da parcela útil foram avaliadas as quatro plantas centrais, excluindo-se as duas plantas das extremidades, utilizadas como bordadura.

As plantas de cobertura foram semeadas no mês de dezembro, período em que há adequada distribuição de chuvas, favorecendo o desenvolvimento das plantas. Estas foram conduzidas por um período de 75 dias, quando foram dessecadas com herbicida (glifosato) e cortadas por meio de roçagem, sendo depositadas homogeneamente sobre os canteiros. Após a deposição das coberturas, respeitou-se um período de 45 dias até a implantação da cultura do pimentão, evitando-se a alta atividade biológica proveniente da adição do material orgânico sobre o solo.

Os mudas de pimentão, cv. Ikeda, foram obtidas em empresa certificada para a produção de mudas, garantindo a qualidade morfofisiológica e a sanidade destas. No momento do transplante as mudas possuíam de duas a três folhas e torrões bem formados, contendo as raízes, os quais foram depositados em covas abertas nos canteiros, de forma que cobrissem totalmente os torrões.

Previamente ao transplante das mudas, visando a quantificação da palhada sobre os canteiros, utilizou-se um gabarito com área conhecida, sob o qual foi coletado todo o material proveniente das plantas de cobertura. Em seguida, o material foi levado à estufa de circulação forçada de ar a 65°C até a obtenção de massa constante sendo posteriormente pesado em balança semi-analítica e valor extrapolado para uma área de um hectare.

Para a adubação de cobertura das plantas foram aplicados  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , os quais foram divididos em três aplicações, aos 25, aos 45 e aos 60 dias após o transplântio. Em complemento, a irrigação foi realizada por meio de microaspersão, mantendo-se o solo na capacidade de campo, enquanto que a colheita foi realizada de forma manual, cortando-se o pedúnculo que liga o fruto à planta. Durante o cultivo não houve a ocorrência de pragas ou doenças que justificassem a utilização de defensivos, e as plantas daninhas foram controladas manualmente, em intervalos de 20 dias.

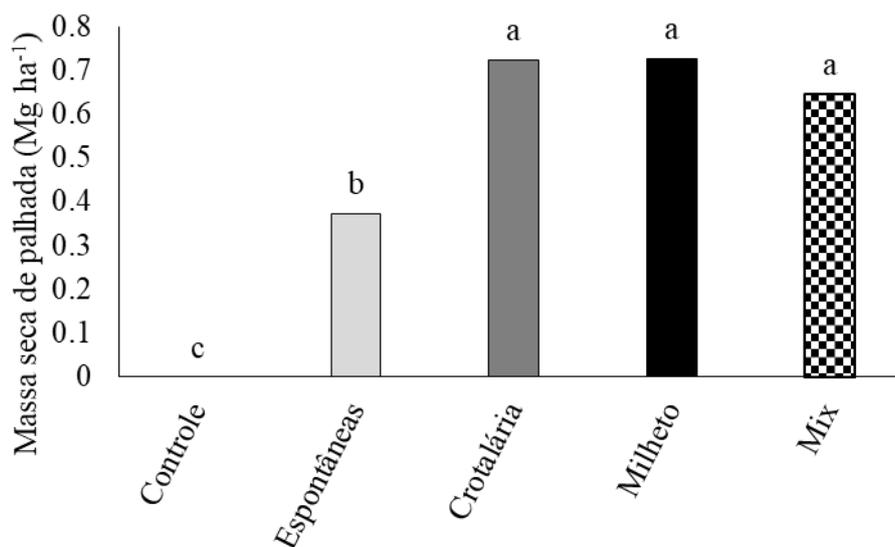
Sessenta dias após o transplântio das mudas foram avaliadas as características de fotossíntese líquida ( $A$ ), condutância estomática ( $gS$ ), concentração de  $\text{CO}_2$  intracelular ( $C_i$ ) e transpiração ( $E$ ) durante a parte da manhã, quando as plantas estão em plena atividade de troca gasosa, entre 8 e 10 horas da manhã, utilizando-se um medidor de fotossíntese portátil (LCi, ADC Bioscientific, Hertfordshire, Reino Unido) e foi calculada a eficiência do uso da água ( $A/gS$ ) e a eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ).

No momento em que foram observadas as características do ponto de colheita comercial dos frutos, iniciaram-se as colheitas, as quais ocorreram de junho a outubro. Destes frutos colhidos foram avaliadas as características de comprimento dos frutos, através da medida com paquímetro digital no sentido longitudinal do fruto, número de frutos por planta e massa fresca de frutos, obtida em balança semi-analítica com quatro casas decimais. A produtividade foi calculada com base em uma população de  $26.700 \text{ plantas ha}^{-1}$ .

Os dados foram submetidos aos testes preliminares de normalidade e homocedasticidade. Como os dados de todas as variáveis apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas, estes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

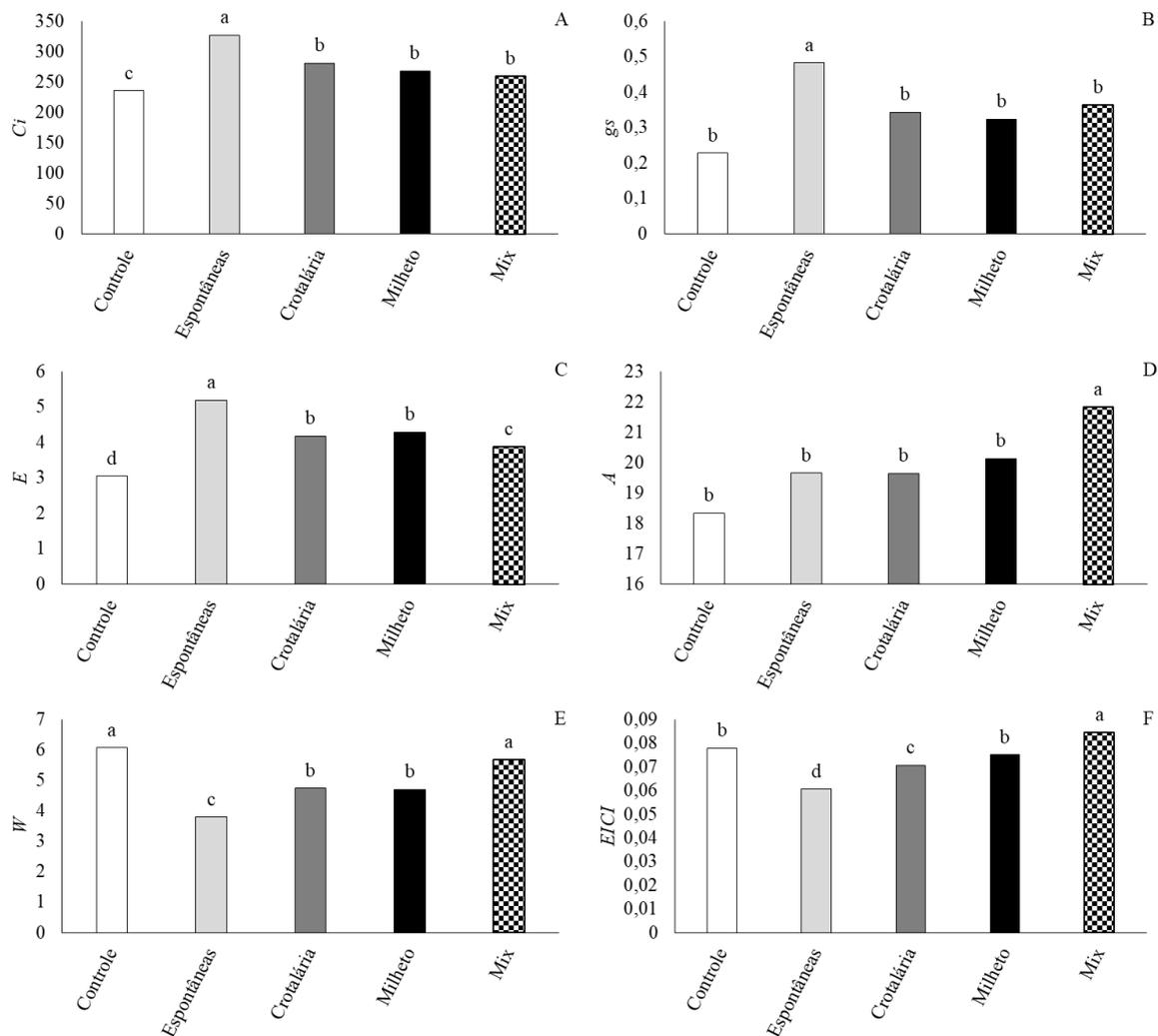
## **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verificou-se que as espécies cultivadas resultaram em maior massa de cobertura sobre o solo, tanto em relação às plantas espontâneas quanto ao tratamento controle (Figura 6)



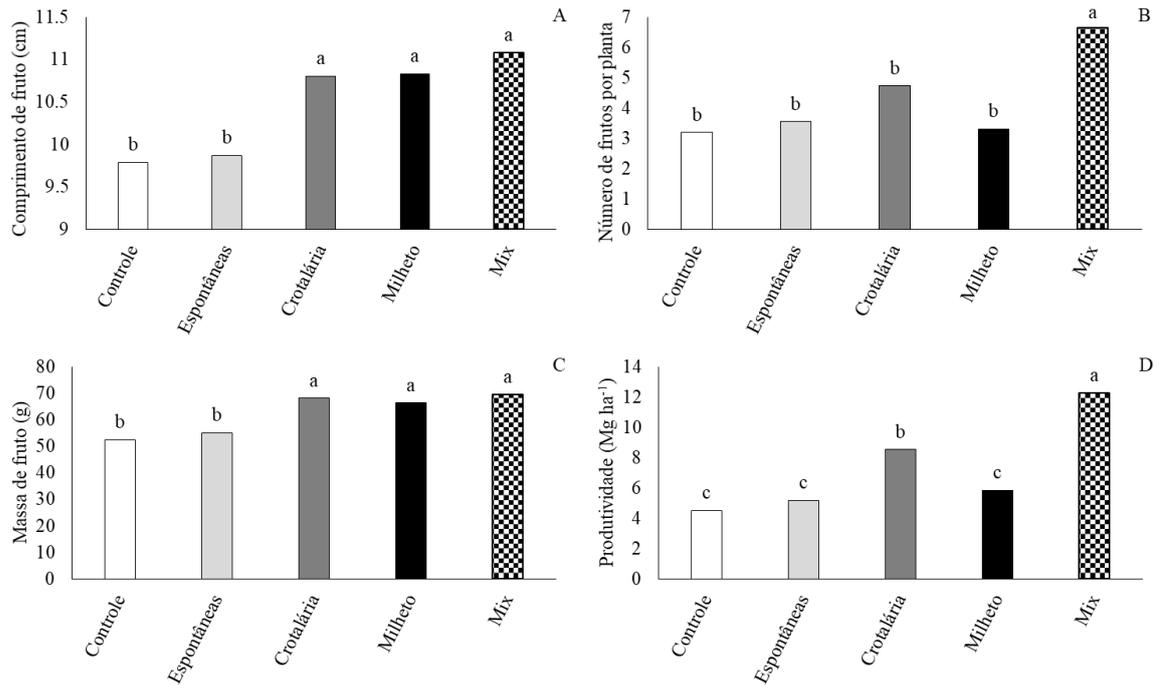
**Figura 6.** Massa seca de palhada de diferentes plantas de cobertura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste scott-knott, a 5% de probabilidade.

A cobertura com resíduos vegetais de plantas espontâneas resultou em maiores valores de concentração intracelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e transpiração ( $E$ ) (Figura 7A, B, C), enquanto que o tratamento mix possibilitou a obtenção de maior valor de fotossíntese líquida ( $A$ ) (Figura 7D). Em complemento, constatou-se a superioridade dos tratamentos controle e mix para a eficiência do uso da água ( $WUE$ ) (Figura 7E) e apenas do tratamento mix sobre os demais para a eficiência instantânea de carboxilação ( $EICI$ ) (Figura 7F).



**Figura 7.** (A) Concentração intracelular de  $CO_2$ , (B) condutância estomática, (C) transpiração, (D) fotossíntese líquida, (E) eficiência do uso da água e (F) eficiência instantânea de carboxilação em plantas de pimentão cultivado em sistema de plantio direto sobre diferentes resíduos vegetais. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste scott-knott, a 5% de probabilidade.

Verificou-se que todos os tratamentos contendo palhadas influenciaram positivamente as características de comprimento e massa de fruto. No entanto, constatou-se que para o número de frutos por planta e para a produtividade o tratamento contendo o mix de coberturas superou os demais (Figura 8).



**Figura 8.** (A) Comprimento de fruto, (B) número de frutos por planta, (C) massa de fruto e (D) produtividade de pimentão cultivado em sistema de plantio direto sobre diferentes resíduos vegetais. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A correlação linear de Pearson revelou uma correlação positiva entre todas as características produtivas, assim como entre as características fisiológicas  $c_i$ ,  $E$  e  $g_s$ . No entanto, apenas a característica fisiológica  $A$  teve correlação positiva com as características produtivas de número de frutos e produtividade. Em complemento, para a variável massa seca de palhada sobre o solo constatou-se correlação positiva com todas as características produtivas e com  $A$ . Correlações negativas foram verificadas apenas para a variável  $WUE$  em relação ao comprimento de fruto, às características fisiológicas de  $C_i$ ,  $E$  e  $g_s$  e à massa seca de palhada sobre o solo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Correlação de Pearson entre características produtivas e fisiológicas de plantas de pimentão cultivado em sistema de plantio direto sobre diferentes resíduos vegetais.

	CF	MF	NF	PROD	<i>Ci</i>	E	<i>gS</i>	A	WUE	MSP
CF	1.000	0.845	0.483	0.623	-0.109	-0.085	-0.135	0.245	-0.381	0.688
MF		1.000	0.445	0.646	0.082	0.066	0.063	0.282	-0.373	0.646
NF			1.000	0.968	-0.091	-0.056	0.098	0.408	-0.003	0.563
PROD				1.000	-0.064	-0.050	0.087	0.402	-0.086	0.630
<i>Ci</i>					1.000	0.816	0.778	-0.116	-0.552	0.072
E						1.000	0.793	0.242	-0.581	0.304
<i>gS</i>							1.000	0.240	-0.461	0.184
A								1.000	0.103	0.531
WUE									1.000	-0.445
MSP										1.000
			***	**	*	*	**	***		

\*\*\*, \*\* e \* = significativo a 1%, 5% e 10%, respectivamente; CF = comprimento de fruto; MF = massa de fruto; NF = número de frutos; PROD = produtividade; *Ci* = concentração intracelular de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; *gS* = trocas gasosas; A = fotossíntese líquida; W = eficiência do uso da água; MSP = massa seca de palhada sobre o solo.

A presença de plantas de cobertura durante o período das chuvas tem efeito benéfico quanto à diminuição de perdas, tanto das partículas de solo quanto da sua fertilidade. Esse efeito também ocorre quando há a manutenção de plantas espontâneas, podendo ser usados como estratégias culturais (COSTA et al., 2018). No entanto, para a formação das palhadas, o predomínio de espécies de porte pequeno e de rápida decomposição, resultam em menor permanência de palhada após serem depositadas sobre o solo, o que diminui sua contribuição para o cultivo da espécie subsequente (OLIVEIRA et al., 2016).

Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos controle e mix para a eficiência do uso da água, verifica-se que esse aumento em relação aos demais tratamentos é proveniente de condições diferentes. Nesse sentido, para o tratamento mix é verificada a elevada capacidade fotossintética das plantas, o que melhora o aproveitamento dos substratos absorvidos, enquanto que a maior *WUE* no tratamento controle se deve à menor *gS* e, conseqüentemente, menor *E* (PAZZAGLI et al., 2016). Esta menor condutância estomática, observada no tratamento controle, se deve ao estresse causado pela maior perda de água por evaporação quando não há proteção das coberturas vegetais, mesmo tendo sido irrigado diariamente (BUESA et al., 2021), intensificada pelas condições edafoclimáticas do

local do experimento, tais como solo arenoso e elevada temperatura do ar (AN et al., 2018; HATFIELD; DOLD 2018), sendo assim notamos que as coberturas melhoram o aproveitamento da umidade. Segundo Bergamaschi e Matzenauer (2014) a uma relação direta entre a radiação solar e a condutância estomática, em que acima de 500  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  de RFA incidente o incremento da condutância diminui.

A correlação negativa entre  $W$  e massa seca de palhada sobre o solo evidencia a melhor condição hídrica do sistema quando vinculado ao uso das palhadas. Pois, a permanência da palhada como barreira física sobre o solo dificulta a perda de água através da evaporação. Maiores teores de água no solo resultam na manutenção da atividade fisiológica das plantas, incluindo a capacidade fotossintética. Desta maneira, o resultado verificado na correlação (Tabela 2), em que o aumento da massa seca de palhada sobre o solo incrementa as características produtivas das plantas de pimentão, estão vinculadas à manutenção das variáveis fisiológicas, evidenciadas pela correlação negativa entre  $WUE$  e  $C_i$ ,  $E$  e  $gS$ .

Resultados similares foram obtidos para plantas de pimentão irrigadas com volumes crescentes de água. Nesse sentido, foi verificado que o incremento das lâminas de irrigação, até valores próximos a 100% da  $ET_c$ , resultaram em decréscimo da  $WUE$  e incremento da  $A$  e da  $gS$ . Também, os teores de nutrientes nos órgãos vegetais e as características produtivas acompanharam os incrementos observados para as características fisiológicas (DÍAZ-PÉREZ e HOOK, 2017; KABIR et al., 2021). A funcionalidade do fotossistema II também é afetada positivamente pela adequada disponibilidade de água no solo, assim como pela presença de cobertura do solo, elevando a capacidade das plantas em assimilar o carbono atmosférico (ROCHA et al., 2018).

Também, os ganhos produtivos observados para o tratamento mix, seguido pela crotalária, estão relacionados à maior velocidade de decomposição da palhada da crotalária, a qual prontamente libera os nutrientes ao solo, tornando-os assimiláveis para as plantas de pimentão (VENDRUSCOLO et al., 2017). Também, a presença de coberturas formadas por espécies leguminas possibilita a maior disponibilidade de nitrogênio através da fixação biológica e do seu acúmulo nos tecidos (WHITEHEAD; SINGH, 2005; SOUSA et al., 2019). Já com relação as gramíneas sua contribuição vem da formação de palhada, que mesmo em condições de altas temperaturas e umidade, o material apresenta maior tempo de decomposição, Assim a palhada permanece no solo, fornecendo proteção física, umidade e contribuindo para o aumento dos teores de carbono orgânico no solo (ROSSI et al., 2013).

Isso fica evidente pela correlação positiva entre as características produtivas de número de frutos e produtividade com a fotossíntese líquida, pois a maior capacidade fotossintética resulta em maior produção de fotoassimilados (GAGO et al., 2016), utilizados pelas plantas na manutenção do número e no desenvolvimento dos frutos.

## 2.4 CONCLUSÃO

A utilização conjunta de milheto e crotalária para a formação de coberturas vegetais sobre o solo, em sistemas de plantio direto para a cultura de pimentão, possibilitam incrementos da capacidade fotossintética e da produtividade de frutos.

## 2.5 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. S. SILVA, Ê. F.F.; BEZERRA NETO, E.; SOUZA, AMANDA E.R.; SANTOS, A. N. Nutrientes minerais em pimentão fertirrigado sob lâminas de irrigação e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 681-687, 2012.

AN, N.; TANG, C. S.; XU, S. K.; GONG, X. P.; SHI, B.; INYANG, H. I. Effects of soil characteristics on moisture evaporation. **Engineering geology**, v. 239, p. 126-135, 2018.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p.411-418, 2009.

BENTO, T.S.; CARVALHO, M.A.C.; GERVAZIO, W. Adubação verde e Sistemas de Cultivo na produção orgânica de alface. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, n.4, p.1-12, 2015.

BUESA, I.; MIRAS-ÁVALOS, J. M.; DE PAZ, J. M.; VISCONTI, F.; SANZ, F.; YEVES, A.; ...; INTRIGLIOLO, D. S. Soil management in semi-arid vineyards: Combined effects of organic mulching and no-tillage under different water regimes. **European Journal of Agronomy**, v. 123, p. 126198, 2021.

CARDOSO, D.P.; SILVA, M.L.; CARVALHO, G.J.; FREITAS, D.A.; AVANZI, J.C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica.

**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V.16, N.6, P.632-638, 2012.

COSTA, C. C.; OLIVEIRA, C.D.; SILVA, C.J.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, I.C. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 118-122, 2006.

COLLIER, L.S.; KIKUCHI, F.Y.; BENÍCIO, L.P.F.; SOUSA, S.A. Consócio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto.

**Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.306-313, 2011.

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; HOOK, J. E. Plastic-mulched bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plant growth and fruit yield and quality as influenced by irrigation rate and calcium fertilization. **HortScience**, v. 52, n. 5, p. 774-781, 2017.

GAGO, J.; DALOSO, D. D. M.; FIGUEROA, C. M.; FLEXAS, J.; FERNIE, A. R.; NIKOLOSKI, Z. Relationships of leaf net photosynthesis, stomatal conductance, and mesophyll conductance to primary metabolism: a multispecies meta-analysis approach. **Plant physiology**, v. 171, n. 1, p. 265-279, 2016.

HATFIELD, J. L.; DOLD, C. Water-use efficiency: advances and challenges in a changing climate. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 103, 2019.

HENZ, G. P.; COSTA, C. S. R.; CARVALHO, S.; BANCI, C.A. **Como cultivar pimentão**. Caderno Técnico da edição da Cultivar HF, n.42, p.1-7, 2007

KABIR, M. Y.; NAMBEESAN, S. U.; BAUTISTA, J.; DÍAZ-PÉREZ, J. C. Effect of irrigation level on plant growth, physiology and fruit yield and quality in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 281, p. 109902, 2021.

LOPES, S. M.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A, S.; Avaliação de frutos de pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2018. DOI: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro

LU, M.; POWLSON, D. S.; LIANG, Y.; CHADWICK, D. R.; LONG, S.; LIU, D.; CHEN, X. Significant soil degradation is associated with intensive vegetable cropping in a subtropical area: a case study in southwestern China. **Soil**, v. 7, n. 2, p. 333-346, 2021.

MERCANTE, F. N.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008

MONTE, J. A.; PACHECO, A.S.; CARVALHO, D.F.; PIMENTEL, C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n. 2, p. 222-227, 2009.

OLIVEIRA, A.K.; LIMA, J.S.S.; BEZERRA, A.M.A.; RODRIGUES, G.S.O.; MEDEIROS, M.L.S. Produção de rabanete sob o efeito residual da adubação verde no consórcio de beterraba e rúcula. **Revista Verde**, v.10, n.5, p.98-102, 2015.

OLIVEIRA, R. A. D.; BRUNETTO, G.; LOSS, A.; GATIBONI, L. C.; KÜRTZ, C.; MÜLLER JÚNIOR, V.; ...; COMIN, J. J. Cover crops effects on soil chemical properties and onion yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016.

PAZZAGLI, P. T.; WEINER, J.; LIU, F. Effects of CO<sub>2</sub> elevation and irrigation regimes on leaf gas exchange, plant water relations, and water use efficiency of two tomato cultivars. **Agricultural Water Management**, v. 169, p. 26-33, 2016.

REIS, G. N.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CAVALIN NETO, J.; GROTTA, D. C. G.; CORTEZ, J. W. Manejo do consórcio com culturas de adubação verde em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, supl., p. 677-681, 2007

ROCHA, PA; SANTOS, MR; DONATO, SLR; BRITO, CFB; AVILA, JS. Bell pepper cultivation under different irrigation strategies in soil with and without mulching. **Horticultura Brasileira** 36: 453-460, 2018.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; Betta, M.; POLIDORO, J. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1523-1534, 2013.

SILVA F.C.D.S (ED.). **Manual De Análises Químicas De Solos, Plantas E Fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 629p.

SILVA P. I. B.; NEGREIROS, M. Z.; MOURA, K. K. C. F.; FREITAS, F. C. L.; NUNES, G. H. S.; SILVA, P. S. L.; GRANGEIRO, L. C. Crescimento de pimentão em diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 132- 139, 2010.

SOUSA, D. C.; MEDEIROS, J. C.; LACERDA, J. D. J.; ROSA, J. D.; BOECHAT, C. L.; SOUSA, M.; ...; MAFRA, Á. L. Dry mass accumulation, nutrients and decomposition of cover plants. **Journal of Agricultural Science** (Toronto), v. 11, n. 5, p. 152-160, 2019.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. 573p.

TORRES, J.L.R.; ARAÚJO, A.S.; GASPARINI, B.D.N.; RODRIGUES, V.; BARRETO, A.C.; TAMBURÚS, A.Y.; SILVA VIEIRA, D.M. Desempenho da alface americana e do repolho sobre diferentes resíduos vegetais. **Global Science and Technology**, v.8, n.2, p.87-95, 2015.

VENDRUSCOLO, E. P.; CAMPOS, L. F. C.; RODRIGUES, A. H. A.; CORREIA, S. R.; OLIVEIRA, P. R.; FREITAS, M. R.; SELEGUINI, A. Performance of lettuce under influence of different soil covers and planting spacing. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 8, n. 2, e5850, 2021.

VENDRUSCOLO, E. P.; CAMPOS, L. F. C.; ARRUDA, E. M.; SELEGUINI, A. Análise econômica da produção de alface crespa em cultivo sucessivo de plantas de cobertura em

sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 4, p. 458-463, 2017.

WANG, H.; GUAN, D.; ZHANG, R.; CHEN, Y.; HU, Y.; XIAO, L. Soil aggregates and organic carbon affected by the land use change from rice paddy to vegetable field. **Ecological Engineering**, v. 70, p. 206-211, 2014.

WANG, X.; LIU, B.; WU, G.; SUN, Y.; GUO, X.; JIN, G.; ...; CHEN, X. Cutting carbon footprints of vegetable production with integrated soil-crop system management: A case study of greenhouse pepper production. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, p. 120158, 2020.

WHITEHEAD, W. F.; SINGH, B. P. Fresh-market tomato gas exchange, biomass, and fruit yield are similar with legume cover crops or synthetic nitrogen fertilizer. **HortScience**, v. 40, n. 1, p. 209-213, 2005.