

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
ESCOLA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INOVAÇÃO E NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Potencial hortícola de cultivares de morangueiro por dois ciclos
consecutivos em ambiente protegido**

Maicon Dalvite Cipriani

Passo Fundo

2022

Maicon Dalvite Cipriani

Potencial hortícola de cultivares de morangueiro por dois ciclos consecutivos em ambiente protegido

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Escola de Ciências Agrárias, Inovação e Negócios da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Agronomia.

Orientador:

Dr. José Luís Trevizan Chiomento

Coorientador:

Dr. Alexandre Augusto Nienow

Passo Fundo

2022

CIP – Catalogação na Publicação

- C577p Cipriani, Maicon Dalvite
Potencial hortícola de cultivares de morangueiro por dois ciclos consecutivos em ambiente protegido [recurso eletrônico]
/ Maicon Dalvite Cipriani. – 2022.
1 MB. ; PDF.
- Orientador: Prof. Dr. José Luís Trevizan Chiomento.
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Nienow.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de
Passo Fundo, 2022.
1. Horticultura. 2. Morango – Cultivo – Solos. 3. Morango – Qualidade. 4. Cultivos agrícolas. I. Chiomento, José Luís Trevisan, orientador. II. Nienow, Alexandre Augusto, coorientador. III. Título.

CDU: 634.75

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



PPGAgro
Programa de Pós-Graduação
em Agronomia

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

“Potencial hortícola de cultivares de morangueiro por dois ciclos consecutivos em ambiente protegido”

Elaborada por

Maicon Dalvite Cipriani

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Agronomia – Produção Vegetal

Aprovada em: 15/08/2022
Pela Comissão Examinadora

Dr. José Luís Trevizan Chiomento
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador - UPF

Dra. Fabíola Stockmans de Nardi
Examinador externo
IDEAU

Dr. Alexandre Augusto Nienow
Co - orientador
Pesquisador Independente

Dra. Nadia Canali Lângaro
Coordenadora do PPGAgro - UPF

Dra. Eunice Oliveira Calvete
Examinador externo
Pesquisadora Independente

Dra. Cleide Fátima Moretto
Diretora da Escola de Ciências
Agrárias, Inovação e Negócios -
ESAN/UPF

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho às pessoas que fazem parte da minha vida: meus pais Remi e Loiri, minhas irmãs Natalia e Paula, e minha noiva Cristiane.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e proporcionar-me força e coragem durante o transcorrer de toda minha carreira acadêmica.

À toda minha família, especialmente aos meus pais, Remi José Cipriani e Loiri Dalvite Cipriani, por terem me concedido a vida e proporcionado todo o carinho, amor e suporte que possibilitaram trilhar este caminho.

À minha noiva Cristine, pela compreensão e apoio, para sempre continuar a luta e não desistir do estudo, mesmo nas dificuldades.

Ao meu orientador, Dr. José Luís Trevizan Chiomento, e ao meu coorientador, Dr. Alexandre Augusto Nienow, que nunca mediram esforços para contribuir de maneira fundamental neste trabalho.

À equipe do Laboratório de Olericultura e aos amigos, pelo auxílio em todas as etapas da pesquisa.

À Dra. Eunice Oliveira Calvete e à Dra. Fabíola Stockmans De Nardi, pela disponibilidade de analisar e discutir este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UPF e a todos os professores pela formação.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

CIPRIANI, Maicon Dalvite. **Potencial hortícola de cultivares de morangueiro por dois ciclos consecutivos em ambiente protegido**. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.

No cultivo do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.), as escassas informações sobre a manutenção das plantas e condução por dois ciclos consecutivos contribuem para aumentar os custos de produção, pois anualmente os produtores renovam seus cultivos com mudas importadas. Assim, deve-se conhecer o potencial hortícola de cultivares e contribuir com informações para incrementar o rendimento e a qualidade de morangos. O trabalho objetivou investigar se cultivares de morangueiro conduzidas por dois ciclos consecutivos, em ambiente protegido, alteram seu potencial hortícola. O estudo foi conduzido no Setor de Horticultura da Universidade de Passo Fundo (UPF). Foram testadas sete cultivares de morangueiro (Albion, Aromas, Camarosa, Camino Real, Monterey, Portola e San Andreas) em dois ciclos de produção. O sistema de cultivo foi o convencional (no solo). Caracterizou-se a morfologia das cultivares e avaliou-se a produção e qualidade de frutos. Quanto à caracterização morfológica dos materiais, os resultados mostraram que existe variabilidade entre todas as cultivares estudadas, independente da classificação fotoperiódica quanto ao florescimento. A cultivar Aromas se destacou pela maior quantidade de frutos produzidos em ambos os ciclos de produção. No primeiro ciclo, as cultivares Albion, Camino Real e Monterey produziram frutos com as maiores massas frescas médias. A qualidade fitoquímica dos frutos foi superior no segundo ciclo de cultivo em relação ao primeiro ciclo. Os teores de antocianinas totais não diferiram entre as cultivares. O conteúdo de flavonoides totais foi superior em Aromas, Camarosa, Camino Real e Monterey. Camarosa e San Andreas apresentaram maior concentração de polifenóis totais. A atividade antioxidante foi mais elevada em Aromas e Camarosa. Os resultados obtidos demonstram que cultivares de morangueiro conduzidas por dois ciclos consecutivos, em ambiente protegido, apresentam variações no seu potencial hortícola. Tais informações podem subsidiar a manutenção das mesmas plantas por mais de um ciclo, sem comprometer a produção e a qualidade dos frutos, com redução dos custos de aquisição de mudas e plantio.

Palavras-chave: 1. *Fragaria X ananassa* Duch. 2. Ciclo de cultivo. 3. Desenvolvimento do morangueiro no solo. 4. Produção. 5. Qualidade.

ABSTRACT

CIPRIANI, Maicon Dalvite. **Morpho-horticultural potential of strawberry cultivars for two consecutive cycles in a greenhouse.** 47 f. Dissertation (Masters in Agronomy) – University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.

In the strawberry (*Fragaria Xananassa* Duch.) cultivation the scarce information about the maintenance of the plants and its conduction for two consecutive cycles contribute to increase the production costs, since annually the producers renew their crops with imported daughter plants. Thus, one must know the horticultural potential of cultivars and contribute with information to increase the yield and quality of strawberries. The objective of this work was to investigate whether strawberry cultivars carried out for two consecutive cycles, in a greenhouse, alter their horticultural potential. The study was conducted at the Horticulture Sector of the University of Passo Fundo (UPF). Seven strawberry cultivars ('Albion', 'Aromas', 'Camarosa', 'Camino Real', 'Monterey', 'Portola' and 'San Andreas') were tested in two production cycles. The cultivation system was conventional (in soil). The morphology of the cultivars was characterized and the production and quality of fruits were evaluated. As for the morphological characterization of the materials, the results showed that there is variability among all the cultivars studied, regardless of the photoperiod classification regarding flowering. 'Aromas' cultivar stood out for the greater amount of fruit produced in both production cycles. In the first cycle, 'Albion', 'Camino Real' and 'Monterey' cultivars produced fruits with the highest average fresh masses. The phytochemical quality of the fruits was superior in the second cycle of cultivation in relation to the first cycle. The levels of total anthocyanins did not differ between cultivars. The total flavonoid content was higher in 'Aromas', 'Camarosa', 'Camino Real' and 'Monterey'. 'Camarosa' and 'San Andreas' had the highest concentration of total polyphenols. The antioxidant activity was higher in 'Aromas' and 'Camarosa'. The results obtained demonstrate that strawberry cultivars conducted for two consecutive cycles, in a protected environment, show variations in their horticultural potential. Such information can support the maintenance of the same plants for more than one cycle, without compromising the production and quality of the fruits, with a reduction in the costs of acquiring seedlings and planting.

Key words: 1. *Fragaria X ananassa* Duch. 2. Cultivation cycle. 3. Strawberry development in soil. 4. Production. 5. Quality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1	Cultura do morangueiro	12
2.2	Potencial hortícola do morangueiro	13
2.3	Qualidade fitoquímica dos frutos	14
2.4	Potencial produtivo do morangueiro	15
2.5	Cultivo em ambiente protegido	16
2.6	Ecofisiologia de cultivares de morangueiro	17
2.7	Cultivo do morangueiro por dois ciclos consecutivos	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	Local de pesquisa e material vegetal	20
3.2	Tratamentos e delineamento experimental	20
3.3	Procedimentos de cultivo e monitoramento ambiental	20
3.4	Avaliações	22
3.4.1	Caracterização morfológica do morangueiro	22
3.4.2	Produção de frutos	23
3.4.3	Qualidade fitoquímica dos frutos	24
3.5	Análise estatística	25
4	RESULTADOS	26
4.1	Caracterização morfológica do morangueiro	26
4.2	Produção de frutos	29
4.3	Qualidade fitoquímica de morangos	31
5	DISCUSSÃO	34
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Ricos em biomoléculas com atividades promotoras à saúde, como é o caso de antocianinas, os morangos (*Fragaria X ananassa* Duch.) têm atraído os holofotes dos consumidores e dos produtores do mundo inteiro. O morango possui inúmeras propriedades fitoquímicas, sendo uma fonte alimentar bastante nutritiva, que pode trazer benefícios à saúde humana quando consumido regularmente. Por representar uma importante fonte de renda aos pequenos e médios agricultores, o cultivo dessa hortaliça no Brasil abrange uma área de 5.300 hectares (ANTUNES et al., 2021), ocupando a primeira posição do *ranking* de cultivo dos pequenos frutos.

Estima-se que, em 2021, houve um crescimento de 4,0 a 6,0% na área cultivada de morangos no Brasil (ANTUNES et al., 2021). Alguns fatores, como a adoção de novos sistemas de produção, a rentabilidade econômica e a geração de renda na propriedade de forma menos sazonal, contribuíram para esse acréscimo. Por sua vez, o aumento do consumo de frutos no Brasil e no mundo se justifica devido aos benefícios gerados à saúde, ao aroma e ao sabor agradável dos frutos.

Apesar dos avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, muitas questões ainda permanecem sobre o manejo fitotécnico, fitossanitário e nutricional do cultivo do morangueiro em diferentes sistemas de produção. Uma questão que necessita ser melhor investigada corresponde ao cultivo do morangueiro ao manter as plantas por dois ciclos consecutivos. Essa manutenção das plantas permite a redução dos custos de produção por parte dos produtores. Com a mesma muda, a produção de frutos ocorre por duas safras ou mais, com a possibilidade de produzir frutos durante todo o ano. No entanto, existem relatos de menor produção na segunda safra e maior incidência de doenças.

Assim, para que produtores possam utilizar essa tecnologia no cultivo do morangueiro, surge o seguinte problema de pesquisa: como é o potencial hortícola de cultivares de morangueiro conduzidas em solo por dois ciclos consecutivos, em

ambiente protegido, em relação às respostas morfológicas, produtivas e de qualidade fitoquímica dos frutos? A hipótese para essas questões é de que o potencial hortícola de morangueiro é distinto entre cultivares e ciclos de cultivo, mas com potencial para o cultivo economicamente viável por dois ciclos consecutivos.

Para responder à questão da pesquisa e testar essa hipótese, a pesquisa foi desenvolvida com o seguinte objetivo geral: investigar se cultivares de morangueiro conduzidas em solo por dois ciclos consecutivos alteram seu potencial hortícola em ambiente protegido. Para tanto, os objetivos específicos foram os seguintes: I) avaliar se diferem as características morfológicas entre cultivares de morangueiro; II) testar se a qualidade fitoquímica de morangos é alterada de acordo com as cultivares e ciclos de cultivo; III) verificar se cultivares de morangueiro conduzidas por dois ciclos consecutivos modificam seus componentes do rendimento.

Esta pesquisa justifica-se por gerar informações sobre o potencial produtivo e a qualidade fitoquímica de frutos de cultivares de morangueiro conduzidas em ambiente protegido por dois ciclos consecutivos. Os resultados obtidos podem reduzir o elevado custo para aquisição de mudas, mediante a manutenção das mesmas plantas por, pelo menos, duas safras. Ainda, estas informações podem subsidiar a escolha de cultivares pelos produtores, que podem eleger materiais que apresentam, em seu segundo ciclo de cultivo, potencial hortícola igual ou superior à primeira safra.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão da literatura apresenta informações sobre a cultura do morangueiro, abrangendo o potencial hortícola e o cultivo das mesmas plantas por dois ciclos consecutivos. Para o levantamento das informações foram consultados artigos científicos publicados, sobretudo, nos últimos sete anos, a respeito das principais descobertas sobre o tema da pesquisa em revistas científicas da área.

2.1 Cultura do morangueiro

O morangueiro (*FragariaXananassa* Duch.) pertence à família Rosaceae e ao gênero *Fragaria*. A espécie cultivada é originada a partir da hibridação entre *F. chiloensis* e *F. virginiana* (SINGH; BEER; PAL, 2015). Nos últimos cinco anos a produção mundial de morangos teve um crescimento de 17% e a área plantada de 7,1%. Portanto, houve ganho em produtividade em função das tecnologias adotadas pelos produtores relacionadas à escolha de cultivares e em função dos sistemas de produção (ANTUNES; BONOW; REISSER JUNIOR, 2020), mais que no crescimento da área.

A cultura é de grande importância econômica e social em diversos países. No ano de 2019 a China ocupou o primeiro lugar mundial, com a produção de 3.717.283 t, seguida da Polônia (177.921 t), Rússia (175.652 t), Estados Unidos (1.449.280 t), Turquia (400.167 t), Alemanha (135.283 t), México (658.436 t), Egito (407.240 t), Espanha (360.416 t), Coreia do Sul (210.304 t), Japão (158.702 t) e Itália (125.335 t). O Brasil está na 13^a posição, com produção de 165.000 t (ANTUNES; BONOW; REISSER JUNIOR, 2020). A área cultivada com morangueiro no Brasil é de aproximadamente 5.300 hectares, com uma produtividade média em torno de 38,5 t/ha (ANTUNES et al., 2021).

No Brasil, os principais estados produtores são Minas Gerais (MG), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS), São Paulo (SP), Espírito Santo (ES), Santa Catarina

(SC), Distrito Federal (DF), Bahia (BA) e Rio de Janeiro (RJ). O RS está na terceira posição, com cerca de 518 hectares de área plantada, com produção de 21.763 t e produtividade média de 42 t/ha (ANTUNES; BONOW; REISSER JUNIOR, 2020).

A cultura do morangueiro é bastante promissora, inclusive em cultivos urbanos, por ser altamente demandado para o consumo *in natura*, pela alta aceitação comercial, diversos usos, manejo simples e alta produção em pequenas áreas (ANTUNES; BONOW; REISSER JUNIOR, 2020; SENAR, 2019). A cultura está se destacando como uma ótima opção de negócio para a cadeia produtiva nos mercados local e global (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016). Além disso, a produção de morangos contribui para a diversificação nas propriedades rurais, com geração de renda por longo período do ano (CARVALHO et al., 2016).

O perfil do consumidor está mudando e é cada vez maior a preocupação com a saúde e bem-estar. Consequentemente, a busca por produtos mais saudáveis e livres de defensivos agrícolas é uma tendência mundial. Nesse sentido, fatores como cultivar, solo, clima, sistema de produção (convencional, orgânico ou cultivo sem solo) (ÁVILA et al., 2012) e tratamentos pós-colheita, que influenciam nas características sensoriais do morango (aroma, cor e sabor), devem ser levados em consideração para garantir uma produção de alta qualidade e que agrade aos consumidores (CANTILLANO et al., 2012).

O morango possui características que atraem os consumidores. Dessa maneira, dentre as pequenas frutas é a principal espécie cultivada, com alta aceitação comercial (FAGHERAZZI et al., 2017). O morango destaca-se pelo sabor, coloração e aromas agradáveis, mas também é uma fonte alimentar bastante nutritiva (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016). O elevado valor nutricional do morango deve-se a seus compostos bioativos, dentre os quais destacam-se as vitaminas B9 e C, e compostos fenólicos (MUSA et al., 2015).

2.2 Potencial hortícola do morangueiro

O cultivo no sul do Brasil está migrando do tradicional, em campo aberto, para a produção em ambientes protegidos, visando melhorar a produtividade. Conhecer o

desempenho agrônômico de cultivares de morangueiro em agroecossistemas protegidos possibilita fornecer informações aos produtores sobre o melhor desempenho das cultivares. As informações existentes sobre o desempenho hortícola de cultivares em resposta às condições microclimáticas em ambientes protegidos no sul do Brasil são escassas ou ainda pouco exploradas. Aliado a isso, muitos produtores trabalham com cultivares mais antigas, as quais podem apresentar menor potencial de rendimento e qualidade inferior de frutos, em comparação às cultivares lançadas mais recentemente (CHIOMENTO et al., 2021a).

A temperatura é um fator que contribui significativamente para o desempenho do morangueiro. Dependendo da temperatura em ambiente protegido, pode ocorrer no decorrer dos anos de cultivo uma alteração, principalmente no estágio vegetativo (COSTA et al., 2017). A temperatura e o fotoperíodo são os dois principais fatores ambientais que regulam a ontogenia das flores de morangueiro (DURNER, 2015).

O sistema de cultivo e a época de transplante são fatores que influenciam o potencial hortícola (COSTA et al., 2017a; TRENTIN et al., 2021). Plantas transplantadas de março a maio no RS apresentaram maior produção de frutos no cultivo em ambiente protegido (TRENTIN et al., 2021). Cultivares conduzidas em ambiente protegido diferem em seu desempenho hortícola quanto ao tamanho, rendimento e propriedades fitoquímicas dos frutos (CHIOMENTO et al., 2021a). Portanto, além do potencial produtivo, é importante escolher cultivares que produzam frutos com alta concentração de fitoquímicos, uma vez que muitos compostos presentes estão associados à prevenção de doenças.

2.3 Qualidade fitoquímica dos frutos

Os frutos de coloração vermelha, como o morango, possuem substâncias bioativas que contribuem significativamente para a saúde humana. Dentre os fitoquímicos presentes na baga estão os compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides. Essas substâncias possuem ação antioxidante, que podem variar de acordo com a cultivar (CHIOMENTO et al., 2021a; MUSILOVÁ et al., 2013). Além do genótipo, o

ambiente, as práticas agrícolas e a maturidade dos frutos podem influenciar suas características físico-químicas (MUSILOVÁ et al., 2013).

Dentre os compostos fenólicos que compõem o morango estão os flavonoides, destacando-se as antocianinas, responsáveis pela coloração vermelha do fruto, o que influencia a preferência do consumidor. As antocianinas possuem inúmeros benefícios à saúde, tais como: ações antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante; auxiliam no controle da pressão arterial; melhorias na visão; proteção contra lesões no fígado; e prevenção de doenças como o câncer, diabetes, doenças neurológicas e cardiovasculares (MUSA et al., 2015; MUSILOVÁ et al., 2013).

O morango possui grande quantidade de vitamina C. O conteúdo médio varia de acordo com a cultivar, mas em média apresenta 82 mg de vitamina C por 100 g de massa fresca. Isso o torna um dos frutos mais ricos em vitamina C, a qual contribui para a preservação dos ossos, dentes, gengivas e vasos sanguíneos (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016).

O morango também possui carotenoides em sua constituição, que são pigmentos naturais responsáveis pela coloração amarela, laranja ou vermelho de inúmeros alimentos. O teor de carotenoides não é muito elevado, quando comparado com outros frutos vermelhos (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016). No entanto, juntamente com os demais fitoquímicos, contribui para a saúde devido sua ação antioxidante (MARIUTTI; MERCADANTE, 2018).

O consumo de morangos melhora o perfil de lipídios plasmáticos, biomarcadores de *status* antioxidante, defesas anti-hemolíticas e função plaquetária em indivíduos saudáveis (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2014). Outros benefícios para a saúde incluem a prevenção de inflamações, doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer, obesidade e neurodegeneração (GIAMPIERI et al., 2012). Assim, destaca-se entre as pequenas frutas como uma das mais consumidas, na forma fresca ou processado e, devido a sua relevância econômica, é bastante estudado tanto em nível agrônomico como genômico e nutricional (MUSILOVA et al., 2013).

2.4 Potencial produtivo do morangueiro

A escolha das cultivares é um fator determinante para o sucesso do cultivo do morangueiro. Assim, essas devem ser adaptadas às características edafoclimáticas de cada região. No entanto, as cultivares de morangueiro disponíveis no Brasil são poucas, importadas da América do Norte e da Europa (CARVALHO et al., 2021).

No Brasil, a produtividade varia entre regiões e sistema de cultivo adotado (ANTUNES et al., 2021). Para as condições edafoclimáticas da região de Pelotas/RS, a cultivar Camarosa destaca-se pela maior produção, conteúdo de antocianinas, componentes fenólicos e sólidos solúveis. No entanto, as cultivares Palomar e Aromas destacam-se pelo maior teor de ácido ascórbico (CARVALHO et al., 2021).

Nas avaliações realizadas em diferentes doses de adubação aplicadas em pré-plantio, ‘Camarosa’ apresentou maior número de frutos e de massa de frutos por planta (VIGNOLO et al., 2011). Ainda, as cultivares Camarosa e Camino Real, quando inseridas em sistema orgânico, destacaram-se pela maior produção (MARTINS, 2010). Existe variabilidade entre cultivares, independentemente de sua classificação fotoperiódica quanto ao florescimento. Em sistema de cultivo no solo, as cultivares Albion, Camarosa e San Andreas são mais precoces e têm maior potencial produtivo; por outro lado, ‘Camino Real’, ‘Monterey’ e ‘Aromas’ podem ser indicadas para regiões de clima tropical, com temperaturas médias mais elevadas (COSTA et al., 2021).

2.5 Cultivo em ambiente protegido

O cultivo em ambientes protegidos possibilita maior produção em menor área, com incremento da produtividade (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016), de forma mais sustentável em pequenas áreas, com menos impactos ao meio ambiente (SOUSA; LIMA; SABIONI, 2021).

O morangueiro, quando cultivado a céu aberto, está sujeito a fatores bióticos e abióticos adversos, que podem prejudicar seu crescimento e desenvolvimento. Para minimizar os danos causados por fatores bióticos, os procedimentos adotados pelos produtores são as aplicações de produtos químicos, os quais podem prejudicar a saúde e o meio ambiente. Além disso, o cultivo a céu aberto está sujeito a fatores climáticos que

podem causar perdas de qualidade do fruto e produtividade (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016).

Assim, é necessário reduzir perdas de produção e diminuir o número de tratamentos fitossanitários, de modo a obter morangos de melhor qualidade e com menos resíduos químicos, com a oferta de um produto mais seguro ao consumidor. Uma agricultura mais sustentável, com a diminuição de riscos pelo uso de técnicas apropriadas, é tendência mundial (SOUSA; LIMA; SABIONI, 2021). O cultivo em ambiente protegido é uma técnica que possibilita produzir em condições ideais de microclima para o desenvolvimento das plantas, com menos interferências dos fatores externos (ANTUNES et al., 2007; CALVETE et al., 2008).

O morangueiro pode ser cultivado em diferentes condições de clima e de solo. Porém, altas temperaturas, longos períodos chuvosos e a incidência de doenças e pragas, são fatores limitantes à produção. Assim, o cultivo do morangueiro em ambiente protegido é uma alternativa, pois minimiza entraves no cultivo (COSTA et al., 2016). Tal sistema oferece algumas vantagens em relação ao cultivo convencional, como o controle das condições edafoclimáticas (temperatura, umidade do ar, radiação, solo e vento) e redução da ocorrência de algumas pragas e doenças (ANTUNES et al., 2007; CALVETE et al., 2008). O cultivo em ambiente protegido também permite prolongar o período de colheita (CALVETE et al., 2008). Isso contribui para a obtenção de colheitas nas épocas em que as cotações dos produtos são mais atrativas (GAMA et al., 2008).

2.6 Ecofisiologia de cultivares de morangueiro

A temperatura, o fotoperíodo e a interação entre esses fatores podem comprometer o desenvolvimento e rendimento da cultura do morangueiro. No Brasil, o padrão varietal concentra-se em um número reduzido de cultivares.

As cultivares de morangueiro são divididas em três grupos, de acordo com a resposta fotoperiódica quanto ao florescimento: cultivares de dias longos (DL), de dias neutros (DN) e de dias curtos (DC). As cultivares de DL, no geral, iniciam a emissão de flores com fotoperíodo acima de 12 horas e possuem frutificação da primavera até o outono, na grande parte das regiões de clima temperado (ANTUNES; REISSER

JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016). No caso do Brasil são cultivadas apenas cultivares de DC e DN,

As cultivares de DN florescem continuamente, independentemente do fotoperíodo (CALVETE et al., 2008), porque sua resposta ao florescimento é termoperiódica, ou seja, a indução floral dessas cultivares é regulada basicamente pela temperatura. Temperatura ambiente abaixo de 28°C proporciona a diferenciação das gemas vegetativas para gemas floríferas (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016; GUTTRIDGE, 1985). Nas cultivares classificadas de DC a indução floral é favorecida por um fotoperíodo menor que 14 horas (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016; VILLAGRÁN et al., 2013). O fotoperíodo ideal e o número de horas de luz, para a indução floral em cultivares de DC, são variáveis que dependem da genética da cultivar e da interação entre fotoperíodo e temperatura (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016).

Nos últimos anos houve aumento no uso cultivares de DN devido à capacidade de permanecer em produção por períodos mais longos, em relação às cultivares de DC (ANTUNES; PERES, 2013; COSTA et al., 2016). O uso de cultivares de DN beneficia os produtores porque o produto pode ser fornecido com antecedência ao mercado consumidor, pela precocidade (COSTA et al., 2018). Além disso, o uso dessas cultivares permite a produção durante a entressafra, que nas regiões subtropicais brasileiras ocorre entre fevereiro e abril, contribuindo para o aumento da lucratividade aos produtores (COSTA et al., 2016).

No sul do Brasil, as mudas utilizadas pelos produtores são desenvolvidas principalmente na Patagônia Argentina e Chilena. Isso dificulta a disponibilidade de mudas na época mais adequada para o plantio, retardando o transplante (COSTA et al., 2018). Aliado a isso, observa-se a necessidade de novos materiais, com melhores características de adaptação às condições climáticas de cada região e aos diferentes sistemas de produção (ANTUNES; BONOW; REISSER JUNIOR, 2020), bem como cultivares mais resistentes às pragas e doenças, que necessitam de menos aplicações de agroquímicos (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016). São avanços

que permitiriam melhor produtividade e benefícios econômicos para impulsionar a produção de morangos no Brasil.

2.7 Cultivo do morangueiro por dois ciclos consecutivos

Tradicionalmente, a cultura do morangueiro é manejada como anual. Porém, uma ferramenta fitotécnica empregada recentemente corresponde à manutenção das plantas por dois ou mais ciclos consecutivos. O transplante de novas mudas a cada ano, o uso de *mulching* como cobertura de canteiros, a mão-de-obra e outros custos com a implantação de uma nova área de produção torna a cultura do morangueiro dispendiosa.

Nesse sentido, o cultivo por dois ciclos consecutivos é um manejo que está sendo adotado por alguns produtores com o objetivo de reduzir custos. Além disso, tem como vantagem a possibilidade de produzir frutos durante todo o ano, com a obtenção de melhores preços em meses com escassez de frutos no mercado (ANTUNES et al., 2014; VIGNOLO et al., 2015). No entanto, existem poucos estudos no subtropico brasileiro sobre a produção de morangos por dois ciclos consecutivos com a mesma muda.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de pesquisa e material vegetal

Nesse estudo foram usadas mudas de morangueiro de raiz nua, oriundas do viveiro Llahuén/Patagônia chilena (33° 50' 15,41" S, 70° 40' 03,06" W), que constituíram o material vegetal do experimento. A pesquisa foi realizada no Setor de Horticultura da Escola de Ciências Agrárias, Inovação e Negócios da Universidade de Passo Fundo (UPF), no município de Passo Fundo (28° 15' 41" S; 52° 24' 45" W), RS, Brasil. O experimento foi conduzido em solo, em um ambiente protegido de 510 m² com teto semicircular, instalado no sentido nordeste-sudoeste, em estrutura de aço galvanizado coberta com filme de polietileno de baixa densidade, com aditivo antiultravioleta e espessura de 150 micra.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram sete cultivares de morangueiro (Albion, Aromas, Camarosa, Camino Real, Monterey, Portola e San Andreas), avaliadas em dois ciclos de produção. O experimento foi conduzido de maio de 2018 a janeiro de 2020. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas no tempo (7 cultivares como parcelas e 2 ciclos de cultivo como subparcelas), com seis repetições e dez plantas por parcela, totalizando 60 plantas por tratamento.

Foram utilizadas duas cultivares de morangueiro classificadas como de dias curtos (DC) quanto ao florescimento (Camarosa e Camino Real) e cinco cultivares de dias neutros (DN) (Albion, Aromas, Monterey, San Andreas e Portola).

3.3 Procedimentos de cultivo e monitoramento ambiental

O sistema de cultivo adotado foi o convencional (plantio no solo). As mudas foram transplantadas de maio a junho de 2018 em canteiros cobertos por *mulching* cor preta (espessura de 30 micra), com dimensões de 15 m de comprimento x 1,0 m de largura. As mudas foram plantadas no espaçamento de 0,30 m x 0,30 m, em duas linhas no canteiro.

A caracterização química do solo, realizada conforme a metodologia descrita em Brasil (2014), está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Propriedades químicas do solo cultivado com diferentes cultivares de morangueiro por dois ciclos consecutivos. Passo Fundo, 2018

Argila (%)	pH H ₂ O	Índ. SMP	P K (mg/dm ³)		MO (%)	Al	Ca	Mg H+Al (cmol _c /dm ³)		CTC	Saturação Bases Al K (%)		
			P	K				Mg	H+Al		Bases	Al	K
42	6,5	6,8	63,4	330	4,8	0,0	9,8	4,4	1,7	16,8	90	0,0	5,0
Enxofre			Boro		Manganês		Zinco		Cobre				
8,0			0,6		5,1		10,6		1,7				

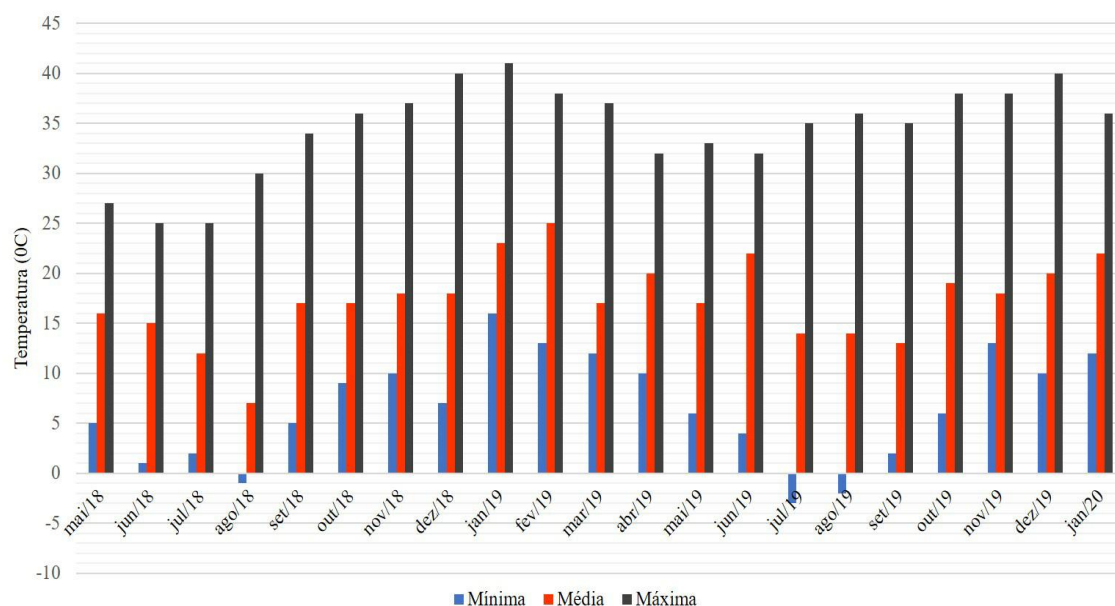
Fonte: Dados do autor.

A irrigação empregada foi localizada, mediante o uso de fitas gotejadoras (gotejadores a cada 20 cm), com vazão de 1,2 L/h/gotejador. O teor de umidade no solo foi monitorado por tensiômetros a 20 cm de profundidade, sendo a irrigação acionada quando o teor era menor que -20 kPa. A adubação fornecida às plantas foi realizada conforme a necessidade da cultura, de acordo com o Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2016).

Durante a execução do experimento, a partir de uma miniestação meteorológica, realizou-se o monitoramento da temperatura do ar (mínima, média e máxima) no interior do ambiente protegido (Figura 1).

Após o final do primeiro ciclo produtivo, em março de 2019 foi realizada a poda de renovação nas plantas (intensidade de retirada de 50% das folhas) com o objetivo de preparar para o segundo ciclo produtivo.

Figura 1 - Temperatura mínima, média e máxima mensal durante a condução do experimento de maio de 2018 a janeiro de 2020. Passo Fundo, 2018/2019/2020.



Fonte: Dados do autor.

3.4 Avaliações

As avaliações foram iniciadas após a emissão de folhas. Foram avaliados atributos referentes à caracterização morfológica do morangueiro, à produção e à qualidade fitoquímica de frutos.

3.4.1 Caracterização morfológica do morangueiro

Para caracterizar as diferentes cultivares de morangueiro foram utilizados os descritores morfológicos da cultura (UPOV, 2012). Foram considerados 18 caracteres morfológicos (Tabela 2), mediante duas avaliações, realizadas em 06 de junho de 2018 e em 12 de junho de 2019.

Tabela 2 - Características das cultivares de morangueiro de acordo com os descritores morfológicos (UPOV, 2012). Passo Fundo, 2018/2019

Características	Descrição
Planta	
Hábito de crescimento	ereto; semiereto; aberto
Densidade das folhas	escassa; média; densa
Posição da inflorescência em relação as folhas	por baixo; na mesma altura; por cima
Folha	
Cor da haste	verde amarelado; verde claro; verde médio; verde escuro; verde azulado
Cor da folha	verde amarelado; verde claro; verde médio; verde escuro; verde azulado
Brilho	ausente ou fraco; médio; forte
Borda do folíolo terminal	serrada; serrada a crenada; crenada
Pigmentação antociânica das estípulas	ausente ou muito fraca; fraca; média; forte; muito forte
Abaulamento	ausente ou fraco; médio; forte
Inflorescência	
Número de flores	baixo; médio; alto
Fruto	
Tamanho	muito pequeno; pequeno; médio; grande; muito grande
Forma	reniforme; cônica; cordiforme; ovoides; cilíndrica; romboide; obloide; globosa; cuneiforme
Cor	amarelo esbranquiçado; alaranjado claro; alaranjado médio; vermelho alaranjado; vermelho médio; vermelho escuro; vermelho enegrecido
Brilho	fraco; médio; forte
Posição dos aquênios	abaixo da superfície; na mesma altura da superfície; em cima da superfície
Cor da polpa	esbranquiçada; rosa clara; vermelha alaranjada; vermelha clara; vermelha média; vermelha escura;
Cor do coração	branco; vermelho claro; vermelho médio
Cavidade	Ausente ou pequena; mediana; grande

Fonte: UPOV, 2012.

3.4.2 Produção de frutos

A produção foi avaliada quanto ao número total de frutos por planta, a massa fresca média de frutos e a produção de frutos por planta. Como o florescimento e a colheita ocorreram concomitantemente em parte do ciclo, foram realizadas, aproximadamente, dez colheitas mensalmente, em média a cada três dias. Os frutos

foram colhidos quando apresentavam de $\frac{3}{4}$ até totalmente maduros e, em seguida, pesados em balança digital. A massa fresca média de frutos foi determinada pela divisão entre a produção total e o número de frutos.

3.4.3 Qualidade fitoquímica dos frutos

No pico de maturação dos frutos, em novembro de 2018 e de 2019, das dez colheitas foram armazenadas amostras de 100 g de frutos a -20°C para proceder a extração de fitoquímicos, de acordo com Revilla et al. (1998). Posteriormente, os conteúdos de antocianinas totais (AT), flavonoides totais (FT), polifenóis totais (PT) e atividade antioxidante (AA) foram quantificados.

O conteúdo de AT foi determinado pelo método de diferencial de pH (GIUSTI; WROLSTAD, 2001; LEE et al., 2005). De cada amostra, 500 μL foram diluídos em 2,0 mL de tampões aquosos de pH 1,0 e 4,5, e as medições de absorvância feitas em 510 nm e 700 nm por espectrofotometria (espectrofotômetro PerkinElmer Lambda 20, Perkin Elmer[®]). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente pelargonidina-3-*O*-glicosídeo por 100 g de fruto fresco (mg PE/100 g FF).

O conteúdo de FT foi quantificado de acordo com Miliauskas et al. (2004). Alíquotas de 10 mL de extrato de frutos foram diluídas com 1,0 mL de cloreto de alumínio e o volume ajustado para 25 mL com etanol 70% pH 1,0. As determinações de absorvância foram feitas a 415 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de rutina por 100 g de fruto fresco (mg rutina/100 g FF).

O conteúdo de PT foi quantificado pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999). Os extratos de frutos diluídos (125 μL) foram misturados com 500 μL de água destilada e 125 μL de reagente de fenol de Folin-Ciocalteu. Após incubação por 6 minutos foi adicionado carbonato de sódio (7%) e o volume ajustado para 3,0 mL com água destilada. A mistura foi incubada durante 90 minutos à temperatura ambiente, no escuro. A absorvância foi medida a 760 nm e os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico equivalente por 100 g de fruto fresco (mg GAE/100 g FF).

A determinação da AA foi obtida pelo poder da atividade redutora do ferro (ZHU et al., 2002). Amostra de 250 μ L de extrato de frutos foram misturados com 1,25 mL de tampão fosfato (pH 7,0) e 1,25 mL de ferricianeto de potássio (1%). A mistura foi homogeneizada e incubada a 50°C por 20 minutos e, posteriormente, a mesma foi mantida em gelo por 10 minutos. Após, foi adicionado 1,25 mL de ácido tricloroacético (10%) e as amostras centrifugadas a 3000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi misturado com 500 μ L de cloreto férrico hexa-hidratado (0,1%). As amostras foram submetidas a vórtice e a absorbância medida a 700 nm. O branco do reagente foi preparado substituindo a amostra por etanol 70% em pH 1,0. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico por 100 g de fruto fresco (mg EAG/100 g FF).

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Anova) e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa Sisvar[®].

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização morfológica do morangueiro

Dos 18 caracteres morfológicos presentes nos descritores da espécie em estudo (Tabela 2), seis deles (cor da haste da folha, borda do folíolo terminal, número de flores, brilho do fruto, posição dos aquênios e cavidade do fruto) foram semelhantes entre as sete cultivares de morangueiro, nos dois ciclos consecutivos (Tabela 3). Apenas a cultivar Camino Real apresentou cor da haste verde amarelado, posição dos aquênios na mesma altura da superfície e grande cavidade de frutos.

A cultivar Monterey diferenciou-se das demais cultivares por apresentar borda do folíolo terminal do tipo serrada-crenada. A cultivar Camarosa produziu alto número de flores, enquanto que a cultivar Aromas gerou frutos com brilho médio. De maneira geral, observou-se grande variabilidade entre todas as cultivares estudadas, independentemente de sua classificação fotoperiódica quanto ao florescimento (Tabela 3).

Tabela 3 - Caracterização de cultivares de morangueiro de acordo com os descritores morfológicos. Passo Fundo, 2018/2019

(Continua)

Caractere	Descrição Morfológica						
	Albion	Aromas	Camarosa	Camino Real	Monterey	Portola	San Andreas
Planta							
Hábito de crescimento	Semiereto	Semiereto	Aberto	Semiereto	Ereto	Semiereto	Semiereto
Densidade das folhas	Espaçado	Média	Densa	Média	Espaçado	Média	Densa
Posição da inflorescência em relação às folhas	Por cima	Por baixo	Por baixo	Por cima	Por baixo	Por baixo	Por cima
Folha							
Cor da haste	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde amarelado	Verde claro	Verde claro	Verde claro
Cor da folha	Verde escuro	Verde claro	Verde claro	Verde escuro	Verde escuro	Verde claro	Verde escuro
Brilho	Ausente ou fraco	Ausente ou fraco	Ausente ou fraco	Médio	Médio	Médio	Ausente ou fraco
Borda do folíolo terminal	Crenada	Crenada	Crenada	Crenada	Serrada-crenada	Crenada	Crenada
Pigmentação antocianica das estípulas	Fraca	Fraca	Ausente ou muito fraca	Média	Forte	Fraca	Fraca
Abaulamento	Fraca	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte	Médio
Inflorescência							
Número de flores	Médio	Médio	Alto	Médio	Médio	Médio	Médio

Tabela 3 - Caracterização de cultivares de morangueiro de acordo com os descritores morfológicos. Passo Fundo, 2018/2019

(Conclusão)

Caractere	Descrição Morfológica						
	Albion	Aromas	Camarosa	Camino Real	Monterey	Portola	San Andreas
	Frutos						
Tamanho	Médio	Médio	Grande	Grande	Médio	Médio	Pequeno
Forma	Cônico	Cordiforme	Cordiforme	Romboide	Cônico	Cônico	Cilíndrico
Cor	Vermelho escuro	Vermelho médio	Vermelho médio	Vermelho escuro	Vermelho escuro	Vermelho alaranjado	Vermelho médio
Brilho	Forte	Médio	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte
Posição dos aquênios	Abaixo da superfície	Abaixo da superfície	Abaixo da superfície	Mesma altura da superfície	Abaixo da superfície	Abaixo da superfície	Abaixo da superfície
Cor da polpa	Vermelha média	Vermelha clara	Vermelha escura	Vermelha escura	Vermelha escura	Vermelha clara	Vermelha clara
Cor do coração	Avermelhado	Branco	Vermelho claro	Branco	Esbranquiçado	Esbranquiçado	Rosado
Cavidade	Ausente ou pequena	Ausente ou pequena	Ausente ou pequena	Grande	Ausente ou pequena	Ausente ou pequena	Ausente ou pequena

Nota: Os dados apresentados são referentes ao primeiro e segundo ciclos de cultivo.

4.2 Produção de frutos

O primeiro ciclo produtivo ocorreu de setembro de 2018 a março de 2019 e o segundo ciclo de julho de 2019 a janeiro de 2020. O efeito da interação entre cultivares e ciclos de produção foi constatado em todos os atributos referentes ao potencial produtivo do morangueiro (Tabelas 4, 5 e 6).

O número de frutos produzidos no segundo ciclo foi maior que no primeiro ciclo para as cultivares Camarosa, Camino Real, Monterey e San Andreas (Tabela 4). ‘Camarosa’ e ‘Camino Real’ destacaram-se pelo maior aumento no segundo ciclo com aumentou 51% e 83%, respectivamente. As cultivares Aromas e Portola se destacaram pelo maior número de frutos produzidos por planta no primeiro ciclo. No segundo ciclo, ‘Aromas’ manteve seu desempenho, juntamente com a cultivar Camarosa. Albion produziu o menor número de frutos em ambos os ciclos de produção.

Tabela 4 - Número de frutos produzidos por planta de sete cultivares de morangueiro, em dois ciclos produtivos consecutivos. Passo Fundo, ciclos 2018/2019 e 2019/2020

Cultivares	Número de frutos/planta	
	Ciclos	
	1° (2018/2019)	2° (2019/2020)
Albion	48,1 Ac	40,8 Ac
Aromas	95,5 Aa	105,0 Aa
Camarosa	65,7 Bb	99,2 Aa
Camino Real	45,0 Bc	82,0 Ab
Monterey	63,2 Bb	79,4 Ab
Portola	87,4 Aa	83,9 Ab
San Andreas	64,5 Bb	79,6 Ab
C.V. Cultivares (%) ¹	18,49	
C.V. Ciclos (%)	14,74	

Nota: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

¹C.V.: coeficiente de variação.

A massa média dos frutos produzidos por todas as cultivares foi superior no primeiro ciclo (Tabela 5). No primeiro ciclo, ‘Camino Real’ produziu frutos de maior

massa, seguido de ‘Albion’ e ‘Monterey’, ou seja, cultivares que apresentaram menor número de frutos por planta. Por sua vez, a cultivar Aromas, que se destacou pelo maior número de frutos, produziu morangos de menor massa média. No segundo ciclo, ‘Camarosa’, que juntamente com ‘Aromas’ havia produzido mais frutos, apresentou menor massa média, redução de 38%, não diferindo as demais cultivares entre si. A cultivar Camino Real também apresentou redução de 38% na massa média.

Tabela 5 - Massa fresca média de frutos de sete cultivares de morangueiro, em dois ciclos produtivos consecutivos. Passo Fundo, RS, ciclos 2018/2019 e 2019/2020

Cultivares	Massa fresca média de frutos (g)	
	Ciclos	
	1º (2018/2019)	2º (2019/2020)
Albion	14,0 Ab	9,5 Ba
Aromas	11,2 Ad	8,6 Ba
Camarosa	12,1 Ac	7,5 Bb
Camino Real	14,9 Aa	9,3 Ba
Monterey	13,8 Ab	9,0 Ba
Portola	12,2 Ac	9,5 Ba
San Andreas	12,2 Ac	9,3 Ba
C.V. Cultivares (%) ¹	6,81	
C.V. Ciclos (%)	7,66	

Nota: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

¹C.V.: coeficiente de variação.

Reflexo da combinação entre número de frutos e massa fresca média dos mesmos, a produção de frutos por planta foi menor no segundo ciclo em relação ao primeiro ciclo apenas para ‘Albion’ e ‘Portola’ (Tabela 6). No primeiro ciclo, ‘Aromas’ e ‘Portola’ foram as mais produtivas, consequência do maior número de frutos (Tabela 4). As demais cultivares não diferiram entre si. No segundo ciclo, com exceção de ‘Albion’, com menor produção decorrente do inferior número de frutos, as cultivares apresentaram desempenhos semelhantes.

Tabela 6 - Produção por planta de sete cultivares de morangueiro, em dois ciclos produtivos consecutivos. Passo Fundo, ciclos 2018/2019 e 2019/2020

Cultivares	Produção de frutos/planta (g)	
	Ciclos	
	1° (2018/2019)	2° (2019/2020)
Albion	681,1 Ab	385,9 Bb
Aromas	1.065,4 Aa	902,6 Aa
Camarosa	776,8 Ab	746,8 Aa
Camino Real	676,3 Ab	747,9 Aa
Monterey	878,6 Ab	715,3 Aa
Portola	1.069,7 Aa	789,8 Ba
San Andreas	791,2 Ab	746,7 Aa
C.V. Cultivares (%) ¹	18,42	
C.V. Ciclos (%)	19,89	

Nota: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

¹C.V.: coeficiente de variação.

4.3 Qualidade fitoquímica de morangos

A concentração dos fitoquímicos (antocianinas, flavonoides e polifenóis totais) e a atividade antioxidante determinadas nos frutos, não apresentaram interação significativa de cultivares x ciclos de produção. Porém, de forma independente, diferiram nos dois ciclos (Tabela 7) e entre cultivares (Figuras 2, 3, 4 e 5), exceto no conteúdo de antocianinas totais entre cultivares. As concentrações de antocianinas, flavonoides e polifenóis totais foram, no segundo ciclo, em média 4,1% superiores ao verificado no primeiro ciclo, e a atividade antioxidante 4,9% mais elevada.

Tabela 7 - Teores de antocianinas, flavonoides, polifenóis totais e atividade antioxidante de sete cultivares de morangueiro em dois ciclos produtivos. Passo Fundo, ciclos 2018/2019 e 2019/2020

Ciclos	AT	FT	PT	AA
	(mg EP/100 g FF)	(mg rutina/100 g FF)	(mg EAG/100 g FF)	(mg EAG/100 g FF)
Ciclo 1	805,29 b	44,46 b	508,90 b	175,11 b
Ciclo 2	837,79 a	46,29 a	529,58 a	183,76 a
C.V. (%) ²	1,25	1,35	1,16	3,06

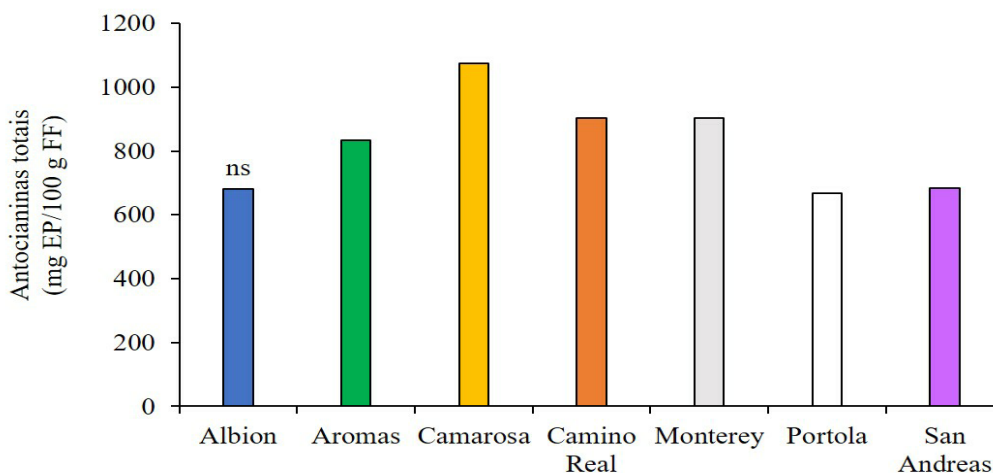
Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

¹AT: antocianinas totais; FT: flavonoides totais; PT: polifenóis totais; AA: atividade antioxidante.

²C.V.: coeficiente de variação.

Os teores de antocianinas totais não diferiram entre as cultivares (Figura 2), com média de 821,47 mg EP/100 g FF.

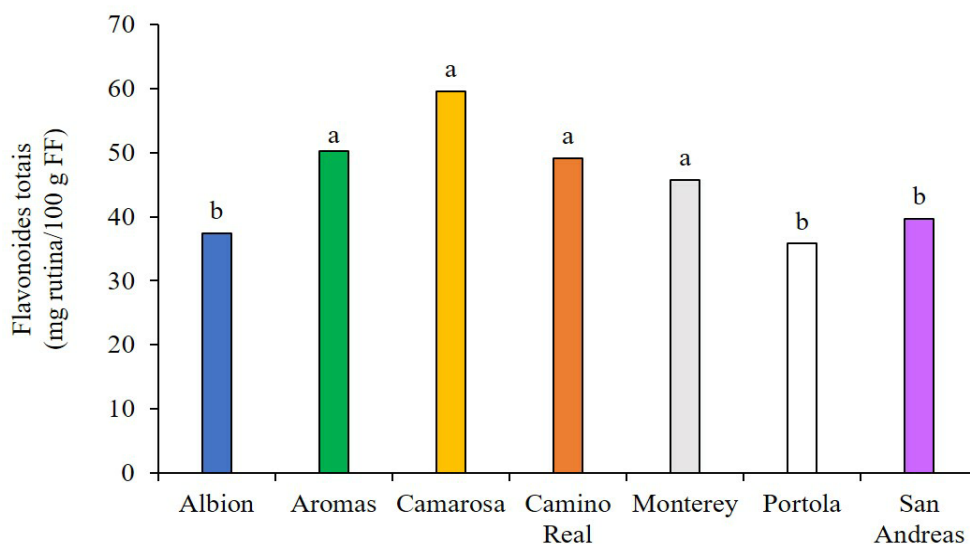
Figura 2 - Teor de antocianinas totais (mg EP/100 g FF) em frutos de sete cultivares de morangueiro. Passo Fundo, ciclos 2018/2019 e 2019/2020



^{ns} diferenças não significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$).

A presença de flavonoides totais foi superior em ‘Aromas’, ‘Camarosa’, ‘Camino Real’ e ‘Monterey’. As demais cultivares não diferiram entre si (Figura 3).

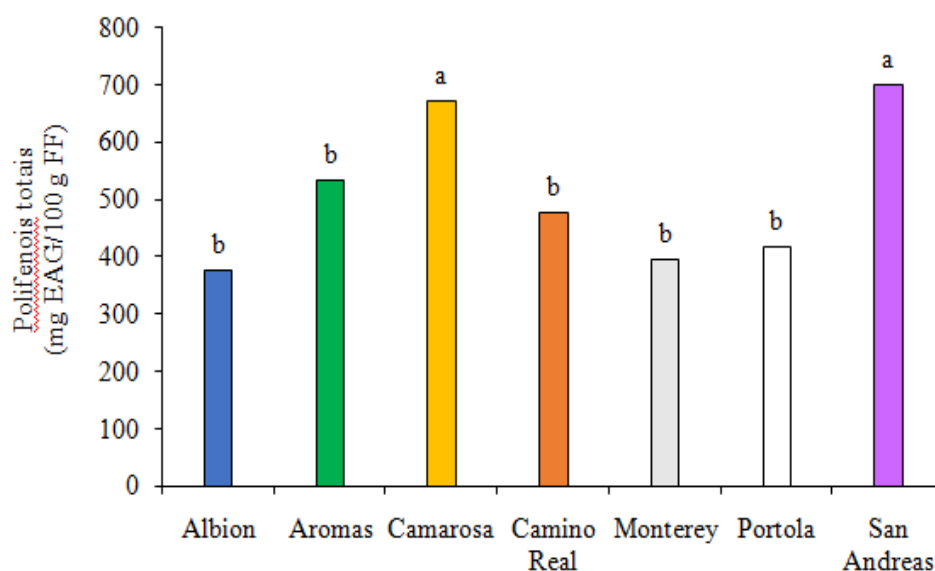
Figura 3 - Teor de flavonoides totais (mg rutina/100 g FF) em frutos de sete cultivares de morangueiro. Passo Fundo, ciclos 2018/2019 e 2019/2020



Nota: Letras distintas sobre as colunas indicam diferença pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Os polifenóis totais se apresentaram em maior concentração em ‘Camarosa’ e ‘San Andreas’, sem diferir entre as demais cultivares (Figura 4).

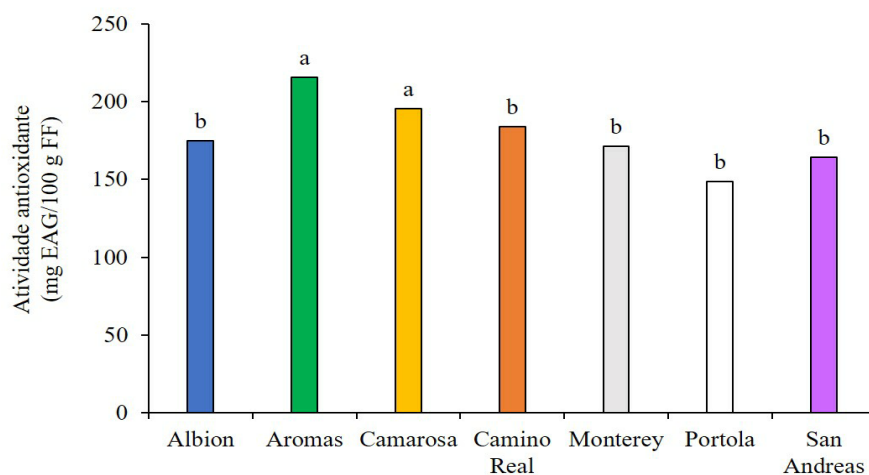
Figura 4 - Teor de polifenóis totais (mg EAG/100 g FF) em frutos de sete cultivares de morangueiro. Passo Fundo, RS, ciclos 2018/2019 e 2019/2020



Nota: Letras distintas sobre as colunas indicam diferença pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A atividade oxidante, por sua vez, foi mais elevada em ‘Aromas’ e ‘Camarosa’, sem diferir entre as demais cultivares (Figura 5).

Figura 5 - Teor de atividade antioxidante (mg EAG/100 g FF) em frutos de sete cultivares de morangueiro. Passo Fundo, RS, ciclos 2018/2019 e 2019/2020



Nota: Letras distintas sobre as colunas indicam diferença pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

5 DISCUSSÃO

Reportou-se, aqui, o desempenho hortícola de cultivares de morangueiro conduzidas por dois ciclos consecutivos em ambiente protegido. Os resultados mostraram que as cultivares diferiram quanto aos seus caracteres morfológicos, nos componentes do rendimento e na qualidade fitoquímica de frutos.

A caracterização morfológica das sete cultivares, com base nos descritores da cultura, demonstrou que existe variabilidade entre os materiais, independentemente de sua classificação fotoperiódica quanto ao florescimento. A literatura reporta que a morfoanatomia externa do morangueiro é contrastante entre cultivares (COSTA et al., 2019; 2021). Esses estudos são importantes para conhecer o crescimento e desenvolvimento do morangueiro em função do agroecossistema de cultivo e da região produtora.

Ressalta-se que as condições ambientais e as práticas culturais podem interferir nos descritores morfológicos da cultura (ANTUNES; REISSER JÚNIOR; SCHWENGBER, 2016). Assim, outros métodos devem ser adotados, no caso de identificação de cultivares, a exemplo dos marcadores moleculares. Tal técnica propicia, além da identificação, a análise da diversidade genética e seleção de genitores, estudos de evolução, mapeamento de genes e características complexas (FALEIRO; ANDRADE, 2011). Para o morangueiro, os marcadores *Random Amplified Polimorphic DNA* (RAPD) e *Simple Sequence Repeats* (SSR) são bastante utilizados (BISWAS et al., 2019; KUMARI; SHARMA; KUMAR, 2019), os quais permitem um maior conhecimento da espécie e contribuição para o melhoramento genético, beneficiando os produtores com novas cultivares mais bem adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região, com melhores características produtivas e de qualidade.

Tradicionalmente, os cultivos de morangueiro são renovados anualmente, devido à maior ocorrência de pragas e doenças, e ao menor rendimento de frutos no segundo ciclo produtivo (VIGNOLO et al., 2011). Contudo, visando reduzir os custos de produção e obter maior retorno econômico após o transplante das mudas, os moranguicultores têm optado em manter o cultivo por, no mínimo, dois ciclos consecutivos (ZEIST et al., 2019). No presente estudo, as avaliações de atributos referentes ao potencial produtivo do morangueiro demonstraram que houve efeito da interação entre cultivares e ciclos de produção, o que também foi verificado por Zeist et al. (2019).

De maneira geral, frutos de morangueiro produzidos no primeiro ciclo produtivo são maiores e, aparentemente, mais atrativos (ANTUNES et al., 2014; ZEIST et., 2019). Neste estudo a cultivar Aromas obteve a melhor performance produtiva nos dois ciclos de produção (Tabela 6). Da mesma forma, ‘Aromas’ destacou-se das demais cultivares por apresentar ganhos nos componentes de produção no segundo ciclo. Assim, a cultivar demonstra apresentar potencial para a adoção do cultivo por duas safras consecutivas. Outros estudos mostram que ‘Aromas’ tem se destacado pela performance produtiva e qualidade fitoquímica de frutos (CHIOMENTO et al., 2021a, 2021c; COSTA et al., 2015), atributos importantes à cultura do morangueiro.

No segundo ciclo, as cultivares Camarosa, Camino Real, Monterey e San Andreas produziram maior quantidade de frutos. Esses resultados contradizem aqueles obtidos por Zeist et al. (2019), que observaram considerável redução da produção no segundo ciclo para as cultivares Camino Real, Albion, Monterrey e San Andreas. Isso evidencia que o agroecossistema de cultivo, o sistema de produção e as condições edafoclimáticas podem interferir no potencial produtivo de cultivares de morangueiro mantidas por mais de uma safra.

A manutenção das plantas para o segundo ciclo é uma alternativa aos produtores, pois permite reduzir custos na importação de mudas, antecipar a colheita de frutos e agregar valor de mercado. Contudo, nos ciclos posteriores estão sujeitas à maior ocorrência de pragas e doenças (ZEIST et al., 2019). No entanto, isso pode ser evitado pelo estabelecimento de manejos fitotécnicos, fitossanitários e nutricionais adequados.

Durante o ciclo das plantas é importante realizar podas de limpeza e de manutenção no final do ciclo produtivo, usar preferencialmente bioinsumos contra moléstias, e outros manejos que assegurem a qualidade fisiológica e fitossanitária das plantas (COSTA et al., 2017b; KIRSCHBAUM et al., 2019; VIGNOLO et al., 2011; 2015; 2018).

No primeiro ciclo de produção, as cultivares Camino Real, Albion e Monterey produziram frutos com as maiores massas frescas médias, em decorrência de produzirem menor número de frutos por planta. ‘Aromas’ e ‘Camarosa’ destacaram-se pela maior produção de frutos, porém obtiveram menor massa fresca média. Em plantas com muitos frutos, em geral, não ocorre adequada distribuição de fotoassimilados entre os drenos e, assim, o tamanho e qualidade dos frutos são comprometidos. Isso acontece devido à quantidade insuficiente de área foliar para suprir adequadamente a demanda de fotoassimilados para o desenvolvimento dos frutos (WERTHEIM; WEBSTER, 2005).

Para o morangueiro, um fator a ser considerado é a densidade de plantio, pois influencia o crescimento das plantas, o que reduz a força de drenos e, conseqüentemente, beneficia o acúmulo de fotoassimilados nas folhas (STRASSBURGER et al., 2010). Além disso, no morangueiro, genes envolvidos com a fotossíntese aumentam seu nível de expressão sob alta concentração de CO₂, ou seja, a capacidade de transportar fotoassimilados é melhorada sob alta concentração de CO₂. Assim, o CO₂ elevado não apenas acelera o crescimento dos frutos e melhora a qualidade dos frutos, mas também aumenta o rendimento das culturas (CHEN et al., 2021).

Nesse estudo, a produção de frutos por planta no segundo ciclo, em relação ao primeiro, foi menor apenas para ‘Albion’ e ‘Portola’ (Tabela 6). As características genéticas dessas cultivares podem ter influenciado o desempenho produtivo no segundo ciclo, no sistema de cultivo adotado. Portanto, ambas cultivares não se apresentam como alternativas aos produtores que visam manter as mesmas plantas por mais de um ciclo consecutivo.

Morangos possuem altos níveis de micronutrientes e biomoléculas com atividade promotora à saúde humana (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2014; TULIPANI et al., 2008).

Variações na composição fitoquímica e nutricional de frutos produzidos por cultivares de morangueiro têm sido relatadas (CHIOMENTO et al., 2021a; TULIPANI et al., 2008). No presente estudo, a atividade antioxidante e a concentração de antocianinas, flavonoides e polifenóis totais determinadas nos frutos não apresentaram interação entre cultivares e ciclos de produção. Porém, de forma independente, diferiram entre ciclos e entre cultivares, exceto os teores de antocianinas totais, que não diferiram entre cultivares. Dentre os pigmentos encontrados nas plantas, as antocianinas, flavonoides solúveis em água e derivados dos hidroflavonois são os mais importantes grupos, juntamente com as betaínas e os carotenoides, responsáveis pelas colorações das pétalas, flores e frutos (SIMÕES et al., 2003).

No segundo ciclo, as concentrações de antocianinas, flavonoides, polifenóis totais e a atividade antioxidante foram superiores ao verificado no primeiro ciclo. Esses resultados diferem do relatado por Antunes et al. (2014), que ao avaliarem a qualidade pós-colheita de frutos de seis cultivares de morangueiro, durante dois ciclos consecutivos, verificaram que, de maneira geral, os frutos produzidos no primeiro ciclo apresentaram melhores características físicas, químicas e sensoriais em relação produzidos no segundo ciclo. Mais uma vez destaca-se que as condições edafoclimáticas, ecofisiológicas e o agroecossistema de cultivo podem interferir na produção de biomoléculas em frutos (MUSILOVÁ et al., 2013; TULIPANI et al., 2008). O conteúdo de vitamina C e açúcar são influenciados pelo fotoperíodo (ROZBIANY; TAHA, 2020), e variações nas concentrações de antocianinas e compostos fenólicos totais entre o sistema de cultivo orgânico e convencional foram observadas (MUSA, 2016). Morangos cultivados em sistema orgânico apresentaram maior teor de compostos antioxidantes (JIN et al., 2011).

Os flavonoides são uma classe de compostos fenólicos presentes nas plantas que desempenham funções importantes para o desenvolvimento. Além disso, em morangos, altos teores de flavonoides são benéficos à saúde, uma vez que esses compostos bioativos atuam como antioxidante e na prevenção de doenças cardiovasculares (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2014). No presente estudo, o teor de flavonoides totais foi superior nas cultivares Aromas, Camarosa, Camino Real e Monterey. Assim, essas

quatro cultivares destacaram-se pela qualidade fitoquímica e podem ser indicadas aos produtores que buscam produzir frutos com maiores teores dessas biomoléculas.

O conteúdo de polifenóis totais em morangos contribui significativamente para a atividade antioxidante (CHIOMENTO et al., 2021a). As cultivares Camarosa e San Andreas produziram morangos com maiores teores de polifenóis e, portanto, podem ser recomendadas aos produtores que buscam atender um mercado consumidor cada vez mais exigente.

Processos metabólicos naturais desencadeiam a produção de radicais livres que, em excesso, podem causar danos. Os compostos antioxidantes atuam inibindo e/ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres. A atividade antioxidante pode ser obtida pelo consumo de alimentos-fonte (KUMAE; SRIVASTAVA; GOMES, 2011), dentre os quais está o morango (TULIPANI et al., 2008). Nesse estudo a maior atividade antioxidante foi verificada em frutos produzidos pelas cultivares Aromas e Camarosa, corroborando com os resultados obtidos por Chiomento et al. (2021a). ‘Camarosa’ obteve o maior teor de flavonoides e polifenóis totais (CHIOMENTO et al., 2021a), de antocianinas e compostos fenólicos, sob diferentes cores de cobertura de túneis baixos (HENSCHERL et al., 2017). Assim, ‘Aromas’ e ‘Camarosa’ destacam-se pela qualidade fitoquímica.

Existe divergência de resultados na literatura quanto às propriedades fitoquímicas de frutos do morangueiro. Os principais fatores que influenciam são o período de colheita de frutos, as condições edafoclimáticas de cultivo e os sistemas de produção adotados (HARAKOTR et al., 2014). No presente estudo, a variabilidade na composição fitoquímica dos morangos não pode ser explicada pelos fatores mencionados, uma vez que todas as cultivares foram plantadas nas mesmas condições de solo (Tabela 1) e ambiente protegido. Assim, sugere-se que as diferenças sejam atribuídas às distintas características genéticas das cultivares estudadas, também demonstrado por Tulipani et al. (2008), Gunduz e Ozdemir (2014) e Chiomento et al. (2021a), enfatizando a importância das características genéticas em morangueiro.

Ao avaliar as características morfológicas das cultivares, a qualidade fitoquímica e os componentes do rendimento de frutos, esta pesquisa possibilitou conhecer e compreender a performance de sete cultivares mantidas em cultivo por dois ciclos consecutivos. Assim, estes achados contribuem para que os produtores possam eleger materiais com distintas aptidões, de acordo com as exigências do mercado consumidor. Por exemplo, a cultivar Aromas é indicada aos produtores que buscam o duplo propósito (produção e qualidade). Isso permite impactar positivamente a receita dos produtores e potencializar a cadeia produtiva do morangueiro.

O conhecimento dessa variabilidade hortícola também pode ser útil para a seleção de materiais mais produtivos e/ou ricos em compostos bioativos, ou até mesmo para orientar profissionais que atuam em programas de melhoramento genético de morangueiro, estimulando o desenvolvimento de novas cultivares com frutos maiores e de melhor qualidade, por exemplo. Por fim, essas investigações estão preenchendo a lacuna existente entre a bioengenharia de cultivares de morangueiro mantidas por dois ciclos e seu agroecossistema de cultivo.

Finalmente, destaca-se a importância de cientistas, horticultores e indústrias colaborarem para possibilitar o desenvolvimento de um portfólio de cultivares, considerando sua caracterização morfológica, produtiva e qualitativa, de modo a subsidiar o estabelecimento de manejos que permitam manter as mesmas plantas por mais do que uma safra. Para tanto, pesquisas futuras devem se concentrar em: (1) investigar épocas e intensidades de podas de cultivares no final do seu ciclo produtivo; (2) entender a interação entre agroecossistemas, aspectos geodafoclimáticos e cultivares de morangueiro, para selecionar as melhores combinações; (3) avaliar a eficiência da manutenção de cultivares de morangueiro em condições de múltiplos fatores estressantes (déficits hídrico e nutricional, por exemplo).

6 CONCLUSÃO

Cultivares de morangueiro conduzidas por dois ciclos consecutivos em ambiente protegido apresentam variações em seu potencial hortícola. As avaliações dos caracteres morfológicos do morangueiro indicam grande variabilidade entre as cultivares estudadas, independentemente de sua classificação fotoperiódica quanto ao florescimento.

O efeito da interação entre cultivares e ciclos de produção é constatado em todos os atributos referentes ao potencial produtivo do morangueiro. ‘Aromas’ tem potencial produtivo para cultivo por dois ciclos consecutivos, sendo uma opção para produtores que desejam manter as mesmas plantas por duas safras de cultivo.

No primeiro ciclo produtivo ‘Albion’, ‘Camino Real’ e ‘Monterey’ destacam-se pela produção de frutos com as maiores massas frescas médias.

A composição fitoquímica e a atividade antioxidante de morangos não é influenciada pela associação entre cultivares e ciclos de produção. No entanto, de forma independente, o conteúdo dessas biomoléculas é alterado entre ciclos de produção e entre cultivares.

A qualidade fitoquímica de frutos é superior no segundo ciclo, indicando que a manutenção das mesmas plantas para a safra seguinte pode ser uma estratégia para aumentar o conteúdo destas biomoléculas nas bagas.

As cultivares Aromas, Camarosa, Camino Real e Monterey produzem frutos com maiores conteúdos de flavonoides totais. ‘Camarosa’ e ‘San Andreas’ originam morangos com a maior concentração de polifenóis totais. A atividade antioxidante é mais elevada em frutos produzidos pelas cultivares Aromas e Camarosa.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; CASOLI, T.; STEFANO, G. di; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M.; SANTOS-BUELGA, C.; BUSCO, F.; QUILES, J. L.; CORDERO, M. D.; BOMPADRE, S.; MEZZETTI, B.; MAURIZIO, B. One-month strawberry-rich anthocyanin supplementation ameliorates cardiovascular risk, oxidative stress markers and platelet activation in humans. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 25, p. 289-294, 2014.

ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E.; MARAN, R. E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 94-99, 2007.

ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, N. C.; KROLOW, A. C. R.; CARPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR, C. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 222-226, 2010.

ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v. 13, n. 1-2, p. 156-161, 2013.

ANTUNES, M. C.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MOGOR, A. F.; RESENDE, J. T. V. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 168-173, 2014.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília: Embrapa, 2016.

ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; REISSER JUNIOR, C. Morango: crescimento constante em área e produção. **Campo & Negócio**, p. 88-92, 2020.

ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; LIMA, R. H. de; COSTA, H.; RIES, G. P. J. Morango: produção aumenta ano a ano. **Campo & Negócio**, p. 87-90, 2021.

ÁVILA, J. M. M. D.; TORALLES, R. P.; CANTILLANO, R. F. F.; PERALBA, M. D. C. R.; PIZZOLATO, T. M. Influence of planting system and cold storage on the physical-chemistries characteristics and volatile compounds development in strawberries. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2265-2271, 2012.

BISWAS, A.; MELMAIEE, K.; ELAVARTHI, S.; JONES, J.; REDDY, U. Characterization of strawberry (*Fragaria* spp.) accessions by genotyping with SSR markers and phenotyping by leaf antioxidant and trichome analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 256, 108561, 2019.

BORGES, B. R. da S. **Estudo de caso: o morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) na venda e comercialização dentro do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA)**. 2013. 46 f. Monografia (Bacharelado em Gestão do Agronegócio) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. Brasília: MAPA/SDA/CGAL, 2014.

CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.

CANTILLANO, R. F. F.; ÁVILA, J. M. M.; PERALBA, M. D. C. R.; PIZZOLATO, T. M.; TORALLES, R. P. Antioxidant activity, phenolic compounds and ascorbic acid content in strawberries from two crop production systems. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 620-626, 2012.

CARVALHO, S. P.; ZAWADNEAK, M. A. C.; ANDRADE, P. F. S.; ZANDONÁ, J. C. O cultivo do morangueiro no Brasil. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, A. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2016. p. 15-68.

CARVALHO, S. F. de; CORREA, A. P. A.; FERREIRA, L. V.; VIZZOTTO, M.; ANTUNES, L. E. C. Production, chemical components, and content of bioactive compounds of strawberry cultivars. **Revista Engenharia Na Agricultura - REVENG**, v. 29, p. 275-285, 2021.

CHEN, D.; MEI, Y.; LIU, Q.; WU, Y.; YANG, Z. Carbon dioxide enrichment promoted the growth, yield, and light-use efficiency of lettuce in a plant factory with artificial lighting. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 6, p. 5196-5206, 2021.

CHIOMENTO, J. L. T.; COSTA, R. C.; NARDI, F. S. de; TRENTIN, N. S.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Arbuscular mycorrhizal fungi communities improve the phytochemical quality of strawberry. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 94, n. 5, p. 653-663, 2019.

CHIOMENTO, J. L. T.; LIMA JÚNIOR, E. P.; D'AGOSTINI, M.; NARDI, F. S. de; TRENTIN, T. S.; DORNELLES, A. G.; HUZAR-NOVAKOWISKI, J.; CALVETE, E. O. Horticultural potential of nine strawberry cultivars by greenhouse production in

Brazil: A view through multivariate analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 279, n. 109738, 2021a.

CHIOMENTO, J. L. T.; NARDI, F. S. de; FILIPPI, D.; TRENTIN, T. S.; DORNELLES, A. G.; FORNARI, M.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Morpho-horticultural performance of strawberry cultivated on substrate with arbuscular mycorrhizal fungi and biochar. **Scientia Horticulturae**, v. 282, n. 110053, 2021b.

CHIOMENTO, J. L. T.; DE PAULA, J. E. C.; NARDI, F. S. de; TRENTIN, T. S.; MAGRO, F. B.; DORNELLES, A. G.; ANZOLIN, J.; FORNARI, M.; TRENTIN, N. S.; RIZZO, L. H.; CALVETE, E. O. Arbuscular mycorrhizal fungi influence the horticultural performance of strawberry cultivars. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e-45410716972, 2021c.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS/Núcleo Regional Sul, 2016.

COSTA, A. F.; LEAL, N. R.; VENTURA, J. A.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; COSTA, H. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. **Acta Scientiarum**, v. 37, n. 4, p. 435-440, 2015.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; MENDONÇA, H. F. C.; CAMPAGNOLO, A. P.; CHIOMENTO, J. L. T. Performance of day-neutral strawberry cultivars in soilless culture. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 1, p. 94-100, 2016.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; CHIOMENTO, J. L.T.; TRENTIN, N. S.; NARDI, F. S. de. Vegetative stage of strawberry duration determined by the crop year. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 5, p. e-831, 2017a.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; MENDONÇA, H. F. C.; ANTONIOLLI, R.; CHIOMENTO, J. L. T.; BASSO, R.; DEMARCO, S.; PEDERSEN, A. C.; TRENTIN, N. S.; NARDI, F. S. de. Reduction of strawberry plants density grown on substrate in a greenhouse may guarantee efficiency and yield. **Acta Horticulturae**, n. 1170, p. 715-720, 2017b.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; NARDI, F. S. de; PEDERSEN, A. C.; CHIOMENTO, J. L. T.; TRENTIN, N. S. Quality of strawberry seedlings can determine precocity. **Australian Journal of Crop Science**, v.2, n. 1, p.81-86, 2018.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; TRENTIN, N. S.; CHIOMENTO, J. L. T.; NARDI, F. S. de Characterization of external morphanatomy of the strawberry identifies new structure. **Scientia Horticulturae**, v. 254, p. 70-76, 2019.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; SPENGLER, N. C. L.; CHIOMENTO, J. L. T.; TRENTIN, N. S.; PAULA, J. E. C. de. Morpho-phenological and agronomic performance of strawberry cultivars with different photoperiodic flowering responses. **Acta Scientiarum**, v. 43, e45189, 2021.

DURNER, E. F. Photoperiod affects floral ontogeny in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) plug plants. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 154-159, 2015.

FAGHERAZZI, A. F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; MOLINA, A. R.; GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C.; BARUZZI, G.; RUFATO, L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1156, n. 138, p. 937-940, 2017.

FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2011.

GAMA, A. S.; LIMA, H. N.; LOPES, M. T. G.; TEIXEIRA, W. G. Caracterização do modelo de cultivo protegido em Manaus com ênfase na produção de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 121-125, 2008.

GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; QUILES, J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. **In Nutrition**, v. 28, n. 1, p. 9-19, 2012.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E. **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2001. p. 1-13.

GUNDUZ, K.; OZDEMIR, E. The effects of genotype and growing conditions on antioxidant capacity, phenolic compounds, organic acid and individual sugars of strawberry. **Food Chemistry**, v. 155, p. 298-303, 2014.

GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria x ananassa*. In: HALEY, A. H. **CRC handbook of flowering**. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 3, p. 16-33.

HARAKOTR, B.; SURIHARN, B.; TANGWONGCHAI, R.; SCOTT, M. P.; LERTRAT, K. Anthocyanins and antioxidant activity in coloured waxy corn at different maturation stages. **Journal of Functional Foods**, v. 9, p. 109-118, 2014.

HENSCHER, J. M.; RESENDE, J. T. V.; GILONI-LIMA, P. C.; ZEIST, A. R.; LIMA FILHO, R. B.; SANTOS, M. H. Production and quality of strawberry cultivated under different colors of low tunnel cover. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 364-37, 2017.

JIN, P.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y.; ZHENG, Y. Effect of cultural system and storage temperature on antioxidant capacity and phenolic compounds in strawberries. **Food Chemistry**, v. 124, n. 1, p. 262-270, 2011.

KIRSCHBAUM, D. S.; HEREDIA, A. M.; FUNES, C. F.; QUIROGA, R. J. Effects of biostimulant applications on strawberry crop yield and quality. **Horticultura Argentina**, v. 38, n. 95, p. 25-40, 2019.

KUMAE, S.; SRIVASTAVA, N.; GOMES, J. The effect of lavastatin on oxidative stress and antioxidant enzymes in hydrogen peroxide intoxicated rat. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, n. 4, p. 898-902, 2011.

KUMARI, S.; SHARMA, S. K; KUMAR, A. Molecular Characterization of Different Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Cultivars Growing under Mid Hill Conditions of Himachal Pradesh. **International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology**, v. 12, n. 4, p. 331-337, 2019.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

MARIUTTI, L. R. B.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid esters analysis and occurrence: what do we know so far? **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 648, p. 36-43, 2018.

MARTINS, D. S. **Produção e qualidade de frutas de diferentes cultivares de morangueiro em sistema de produção de base ecológica**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção Agrícola Familiar) – Universidade Federal de Pelotas, RS, 2010.

MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; VAN BEEK, T. A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. **Food Chemistry**, v. 85, n. 2, p. 231-237, 2004.

MUSA, C. I.; WEBER, B.; GALINA, J.; LAGEMANN, C. A.; SOUZA, C. F. V.; OLIVEIRA, E. Teor de compostos bioativos em três cultivares de morangos cultivados em solo convencional no município de Bom Princípio/RS: sua importância para a saúde humana. **Caderno Pedagógico**, v. 12, n. 1, p. 56-66, 2015.

MUSA, C. I. **Caracterização físico-química de morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de bom princípio/RS**. 2016. 159 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Desenvolvimento na área de concentração Tecnologia e Ambiente) – Univates, Lajeado, 2016.

MUSILOVÁ, J.; TREBICHALSKÝ, P.; TIMORACKÁ, M.; BYSTRICKÁ, J. Cultivar as one of the factors affecting the anthocyanin content and antioxidant activity in strawberry fruits. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1765-1775, 2013.

REVILLA, E.; RYAN, J. M.; MARTIN-ORTEGA, G. Comparison of several procedures used for the extraction of anthocyanins from red grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 11, p. 4592-4597, 1998.

ROZBIANY, P. M. K.; TAHA, S. M. The photoperiods influence on two cultivars growth and yield of strawberry plant. **Plant Archives**, v. 20, n. 1, p. 856-860, 2020.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL - SENAR. **Cultivo do morango/serviço nacional de aprendizagem rural**. Brasília, Senar, 2019.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Florianópolis/Porto Alegre: UFSC/ UFRGS, 2003.

SINGH, A. K.; BEER, K.; PAL, A. K. Effect of vermicompost and biofertilizers on strawberry: growth, flowering and yield. **Annals of Plant and Soil Research**, v. 17, n. 2, p. 196-199, 2015.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

SOUSA, C. SILVA da.; LIMA, F. SOUSA de.; SABIONI, S. C. **Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável**. Guarujá: Científica Digital, 2021.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. S.; SILVA, J. B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.

TRENTIN, N. S.; COSTA, R. C.; CHIOMENTO, J. L. T.; TRENTIN, T. S.; NARDI, F. S. de; CALVETE, E. O. Transplant season influences the horticultural potential of strawberry cultivars in Brazil. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, 2021.

TULIPANI, S.; MEZZETTI, B.; CAPOCASA, F.; BOMPADRE, S.; BEEKWILDER, J.; RIC DE VOS, C. H.; CAPANOGLU, E.; BOVY, A.; BATTINO, M. Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 3, p. 696-704, 2008.

UPOV. **International union for the protection of new varieties of plants**. Geneva: UPOV, 2012.

VIGNOLO, G. K.; ARAÚJO, V. F.; KUNDE, R. J.; SILVEIRA, C. A. P.; ANTUNES, L. E. C. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1755-1761, 2011.

VIGNOLO, G. K. **Produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos em função da data de poda, tipo de filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico**. 2015. 123 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

VIGNOLO, G. K.; REISSER JUNIOR, C.; PICOLOTTO, L.; KUNDE, R.; ANTUNES, L. E. C. Resposta do morangueiro por dois ciclos consecutivos: influência da cor dos plásticos de cobertura do túnel baixo e do solo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 306**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.

VILLAGRÁN, V. D.; LAGARRAGA, M. D.; ZSCHAU, B. V. Variedades de frutilla. In: UNDURRAGA, P.; VARGAS, S. **Manual de frutilla**. Chillán: Centro Regional de Investigación Quilamapu, 2013. p. 21-30. (Boletín INIA, 262).

WEIRTHEIM, S. J.; WEBSTER, A. D. Manipulation of growth and development by plant bioregulators. In: **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden: Backhuys, 2005. p. 267-294.

ZEIST, A. R.; RESENDE, J. T. V.; LIMA FILHO, R. B.; GABRIEL, A.; HENSCHER, J. M.; SILVA, I. F. L. Phenology and agronomic components of first and second-cycle strawberry. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 29-34, 2019.

ZHU, Q. Y.; HACKMAN, R. M.; ENSUNSA, J. L.; HOLT, R. R.; KEEN, C. L. Antioxidative activities of oolong tea. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 23, p. 6929-6934, 2002.

