



**LUCÍDIO HENRIQUES VOTE FAZENDA**

**SISTEMA DE CONDUÇÃO, PODA EM VERDE E  
ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA CULTIVO DE  
PESSEGUEIRO EM MOÇAMBIQUE**

**LAVRAS - MG**

**2023**

**LUCÍDIO HENRIQUES VOTE FAZENDA**

**SISTEMA DE CONDUÇÃO, PODA EM VERDE E ZONEAMENTO  
AGROCLIMÁTICO PARA CULTIVO DE PESSEGUEIRO EM MOÇAMBIQUE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Rafael Pio  
Orientador

Prof. Dr. Pedro Maranha Peche  
Coorientador

**LAVRAS - MG**  
**2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Fazenda, Lucídio Henriques Vote.

Sistema de condução, poda em verde e zoneamento  
agroclimático para cultivo de pessegueiro em Moçambique /  
Lucídio Henriques Vote Fazenda. - 2023.

66 p.: il.

Orientador(a): Rafael Pio.

Coorientador(a): Pedro Maranhã Peche.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Adaptação climática. 2. Flexão de ramos. 3. *Prunus persica*.  
I. Pio, Rafael. II. Peche, Pedro Maranhã. III. Título.

**LUCÍDIO HENRIQUES VOTE FAZENDA**

**SISTEMA DE CONDUÇÃO, PODA EM VERDE E ZONEAMENTO  
AGROCLIMÁTICO PARA CULTIVO DE PESSEGUEIRO EM MOÇAMBIQUE**

**CONDUCTION SYSTEM, GREEN PRUNING AND AGROCLIMATIC ZONING  
FOR PEACH TREE CULTIVATION IN MOZAMBIQUE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 04 de agosto de 2023.

Dr. Pedro Henrique Abreu Moura	EPAMIG
Dra. Leila Aparecida Salles Pio	UFLA
Dra. Ana Claudia Costa Baratti	UFLA
Dr. Pedro Maranhã Peche	UFLA

Prof. Dr. Rafael Pio  
Orientador

Prof. Dr. Pedro Maranhã Peche  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2023**

*À minha família.*

*Aos meus entes queridos pais que já não existem*

*neste mundo dos vivos,*

*Ao meu filho Kendriky Lucidio Fazenda.*

*Aos meus irmãos e esposa.*

*Ao povo de Moçambique e à Universidade Federal de Lavras.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois existem coisas inexplicáveis.

À minha família, pelo apoio em todos os momentos. Sem minha família eu não teria chegado até aqui. Obrigado a todos!

À Universidade Federal de Lavras e a todos os professores, servidores e colegas. Foram quatro anos de experiências que me ajudaram muito a crescer, tanto pessoalmente como profissionalmente.

A FAPEMIG pelo apoio financeiro, projeto: Extensão em interface com a pesquisa científica na temática manejo cultural de fruteiras de clima temperado em regiões de inverno ameno - APQ-03781-22. A CAPES pela concessão de bolsa de estudo para cursar o Doutorado. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Departamento de Agricultura e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia. Agradeço a todos os professores e servidores, principalmente à Marli, secretária do Programa, por sempre estar disposta a ajudar.

Ao meu amigo e orientador, Prof. Dr. Rafael Pio, pelos ensinamentos e aprendizagem. Agradeço a oportunidade de ter sido seu orientando.

Ao meu amigo e coorientador, Dr. Pedro Maranha Peche, pela amizade e auxílio neste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Fruticultura da UFLA.

A todos os amigos do Setor de Fruticultura da UFLA, pelo companheirismo e pela disposição ao ajudar-me a realizar este trabalho.

A todos que contribuíram de alguma maneira para a conclusão deste trabalho.

Muito obrigado!

## RESUMO

O pessegueiro (*Prunus persica* L. Bastsch) é uma árvore frutífera pertencente à família Rosaceae de origem asiática. No entanto, atualmente, o cultivo é realizado em regiões subtropicais, fato que tem se expandido, principalmente no Brasil. Nos diversos países, produtores de pessegueiros conduzem em diferentes formas da copa. Sendo principais sistemas de condução em taça e em “Y”, em líder central, bem como suas variações que originam sistemas com características, vantagens e desvantagens específicas. Como nas regiões produtoras de pêssego do Brasil, mesmo nas subtropicais, o verão é quente e ensolarado, corre muita escaldadura nos ramos em razão da radiação solar direta, diminuindo a longevidade da planta. É o caso deste trabalho, com o qual objetivou-se quantificar o desempenho produtivo do pessegueiro em região subtropical, em dois sistemas de condução submetidos a diferentes manejos da poda em verde, para verificar a possibilidade da poda de ângulo de flexão, e ainda identificar o zoneamento de áreas adequadas e fornecer bases para o estabelecimento e expansão do cultivo em Moçambique. Os pessegueiros foram dispostos em dois espaçamentos diferentes em função do sistema de condução utilizado: 1,5 m entre plantas x 5 m entre linha (condução em Y) e 4 m x 5 m (condução em taça). No tratamento poda de renovação, foram suprimidos apenas os ramos que produziram. No tratamento que recebeu a flexão de ramos, os ramos que produziram foram torcidos manualmente (poda de ângulo de flexão) a ponto de atingirem o ângulo de 110°. Já no tratamento sem poda em verde, os ramos não foram removidos. No segundo trabalho, dados meteorológicos de 108 estações e a ferramenta geotecnológica ArcGIS 10.1 foram usados para espacializar os dados de temperatura, precipitação e umidade e, posteriormente, reclassificá-los para a geração de mapas usando a extensão Geostatistical Analyst. Paralelamente, foram utilizados mapas de temperaturas médias anuais e classificação climática. Com relação ao zoneamento agroclimático, concluiu-se que nas áreas subtropicais de Moçambique existem regiões com temperatura e precipitação adequadas ao cultivo do pessegueiro. Os resultados mostraram que as regiões Noroeste, Centro e Sul são mais adequadas para a exploração econômica dos pessegueiros. O sistema de condução em Y promove aumento da produtividade, devido ao aumento da densidade de plantas. Apesar da poda de ângulo de flexão em verde proporcionar a mesma produção de pêssegos em relação à não adoção da prática da poda em verde, a porcentagem de desfolha no verão é menor.

**Palavras-chave:** Adaptação climática. Flexão de ramos. *Prunus persica*.

## ABSTRACT

The peach tree (*Prunus persica* L. Bastsch) is a fruit tree belonging to the Rosaceae family of Asian origin. However, cultivation is currently carried out in subtropical regions, a fact that has expanded, mainly in Brazil. In different countries, peach trees grow in different crown shapes. The main conduction systems are cup and "Y", in central leader, as well as their variations that originate systems with specific characteristics, advantages and disadvantages. As in the peach-producing regions of Brazil, even in the subtropics, the summer is hot and sunny and there is a lot of scalding on the branches due to direct solar radiation, reducing the longevity of the plant. This is the case of this work, with the objective of quantifying the productive performance of peach trees in the subtropical region, in two training systems submitted to different managements of green pruning, to verify the possibility of pruning at an angle of flexion and also identify the zoning of suitable areas and provide bases for the establishment and expansion of cultivation in Mozambique. The peach trees were arranged in two different spacings, depending on the training system used: 1.5 m between plants x 5 m between rows (Y-shaped driving) and 4 m x 5 m (cup driving). In the renewal pruning treatment, only the branches that produced were removed. In the treatment that received branch bending, the branches that produced were manually twisted (bending angle pruning) to the point of reaching an angle of 110°. In the treatment without pruning in green, the branches were not removed. In the second work, meteorological data from 108 stations and the geotechnological tool ArcGIS 10.1 were used to spatialize the temperature, precipitation and humidity data and, later, reclassify them for the generation of maps using the Geostatistical Analyst extension. At the same time, maps of average annual temperatures and climate classification were used. With regard to agroclimatic zoning, it was concluded that in the subtropical areas of Mozambique there are regions with adequate temperature and precipitation for peach cultivation. The results showed that the Northwest, Center and South regions are more suitable for the economic exploitation of peach trees. The Y-conduction system promotes an increase in productivity, due to the increase in plant density. Although green flexion pruning provides the same peach production compared to non-adoption of green pruning, the percentage of defoliation in summer is lower.

**Keywords:** Climate adaptation. Branch bending. *Prunus persica*.



## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1

- Figura 1 - Temperaturas máximas e mínimas médias e precipitação acumulada mensal entre os meses de março de 2019 a março de 2023. UFLA, Lavras, MG, Brasil. .... 37
- Figura 2 - Porcentagem de desfolhas dos ramos do pessegueiro ‘Rubimel’ em dois sistemas de condução (Y e Taça) e submetidos a três podas no verão (renovação, poda de ângulo de flexão e ausência de poda), aos 40, 47 e 54 dias após a execução da poda no verão, no ciclo produtivo 2022. UFLA, Lavras, MG, Brasil.....44

### ARTIGO 2

- Figure 1 - Map showing Mozambique with its administrative divisions and spatial distribution of weather stations - Africa. Source: <https://www.worldatlas.com/maps/mozambique>.....53
- Figure 2 - Climatic zoning to determine areas suitable and unfit for peach cultivation, based on rainfall (A), temperature (B), and humidity (C) in Mozambique averages recorded from 1989 to 2019. Data extracted from the FAO website (FAO, 2021). .... 55
- Figure 3 - Climatic zoning of areas suitable and unfit for peach cultivation, based on the minimum temperature (A) and maximum temperature (B) in Mozambique (1989 to 2019). Data extracted from the FAO website (FAO, 2021). ....57
- Figure 4 - Köppen climate classification of Mozambique. Source: Köppen (1931). Note: in printed version of paper, please do not use color printing. Data extracted from the FAO website (FAO, 2021). .... 58
- Figure 5 - Meteorological factors that influence peach cultivation: temperature (°C). Source: Statistical yearbook, 2019. Note: in printed version of paper, please do not use color printing..... 60
- Figure 6 - Meteorological factors that influence peach cultivation: accumulated rainfall (mm). Source: Statistical yearbook, 2019. Note: in printed version of paper, please do not use color printing. ....60

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 1 - Porcentagem de brotação e florescimento, massa média dos frutos (g), nº médio de frutos, produção (kg planta<sup>-1</sup>) e produtividade estimada (t ha<sup>-1</sup>) de frutos do pessegueiro ‘Rubimel’ em dois sistemas de condução (Y e Taça) e submetidos a três podas no verão (renovação, poda de ângulo de flexão e ausência de poda), nos ciclos produtivos 2020 e 2021. UFLA, Lavras, MG, Brasil.....41

Tabela 2 - Comprimento médio dos frutos (cm), diâmetro médio dos frutos (mm) e sólidos solúveis totais (TSS) (°Brix) de frutos do pessegueiro ‘Rubimel’ em dois sistemas de condução (Y e Taça) e submetidos a três podas no verão (renovação, poda de ângulo de flexão e ausência de poda), nos ciclos produtivos 2020 e 2021. UFLA, Lavras, MG, Brasil. ....42

### ARTIGO 2

Table 1 - Multiple linear regression statistics were used to estimate the mean temperatures of Mozambican states and to produce maps. ....54

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE .....</b>	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Pessegueiro .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Importância econômica .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Dormência em frutíferas de clima temperado .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Condições edafoclimáticas .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Cultivar Rubimel .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6</b>	<b>Zoneamento agrícola .....</b>	<b>21</b>
<b>2.7</b>	<b>Sistema de condução.....</b>	<b>22</b>
<b>2.7.1</b>	<b>Sistema de condução em "Y" ou "V" .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Sistema de condução em "vaso" .....</b>	<b>23</b>
<b>2.8</b>	<b>Poda.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS* .....</b>	<b>31</b>
	<b>ARTIGO 1 - CONDUÇÃO E PODA DE ÂNGULO DE FLEXÃO EM VERDE PARA PESSEGUEIRO EM REGIÃO SUBTROPICAL .....</b>	<b>32</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>
	<b>ARTIGO 2 – PRELIMINARY ANALYSIS FOR AGROCLIMATIC ZONING PROPOSAL FOR PEACH TREE CULTIVATION IN MOZAMBIQUE .....</b>	<b>49</b>

## **PRIMEIRA PARTE**

## 1 INTRODUÇÃO

A adoção de cultivares de pessegueiro que necessitam de menor quantidade de unidades de frio, em regiões de inverno ameno, possibilita a colheita dos frutos em épocas de menores ofertas (BARBOSA *et al.*, 2010). Isso devido ao início da colheita dos pêssegos precoces no sudeste brasileiro ocorrerem em época antecipada, em relação às tradicionais regiões produtoras do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ARAÚJO *et al.*, 2008). Essa precocidade de maturação é decorrente do clima hibernal mais quente, o que possibilita efetuar a poda e a indução da brotação das gemas com produtos químicos ainda no inverno, por não haver riscos de geadas tardias (BARBOSA *et al.*, 2010).

A produtividade e o desempenho de pessegueiros estão diretamente ligados ao grau de adaptação às regiões de cultivo, além de boas técnicas de manejo, como controle fitossanitário, adubações equilibradas, irrigação e o emprego de podas. No entanto, necessita-se de estudos de técnicas de manejo nessas regiões. A poda do pessegueiro, realizada tradicionalmente somente no período de dormência, requer conhecimentos relativos à própria planta e a cultivar. Não há regra invariável para a poda, sendo necessário conhecimento de princípios e finalidades, e do hábito de frutificação da planta (RASEIRA *et al.*, 2014).

Faust (1989) considera que a poda diminui efetivamente o tamanho da planta, mudando conseqüentemente seu dossel, induzindo assim, alteração em suas reservas de carboidratos. Além disso, foi verificado que o metabolismo de carboidratos, especialmente durante o início de crescimento, é diferente em plantas podadas e não podadas.

Outra poda que pode ser adotada em pessegueiros é a poda em verde, realizada na fase vegetativa da planta, que tem como objetivo melhorar a qualidade dos frutos e a produtividade das plantas, uma vez que melhora a penetração da luz no interior da copa (HANSEN *et al.*, 2018). De acordo com Barradas e Priestley (1992), a poda em verde reduz a área foliar, aumenta a exposição dos frutos e folhas remanescentes à ação da luz e diminui a demanda por água e assimilados devido a eliminação de grande número de ramos e folhas.

A não utilização intensiva de tecnologia de manejo cultural resulta em baixa produtividade. Na literatura há relatos de que a poda em verde realizada em pessegueiros no mês de dezembro é necessária quando se cultivam essa frutífera em regiões subtropicais e tropicais, para minimizar as doenças de verão, como a ferrugem (*Tranzschelia discolor. Fuckel, tranzschel & Litv*). Quando realizada a poda no pessegueiro, foi observado que até 40 dias, e

houve redução na incidência e na severidade de ferrugem, não mantendo a mesma eficiência neste controle a partir deste período (RODRIGUES *et al.*, 2008).

Nesse sentido, acredita-se que, além de diminuir as pulverizações com fungicidas necessários para o controle de doenças de verão em pessegueiros, possa evitar que se ocorra o “erratismo”, que é conhecido pela floração fora de época, consequência da falta de controle efetivo de doenças de verão em pessegueiro, que acarreta queda precoce das folhas, ainda no início do outono e estímulo da floração. A consequência do “erratismo” é a diminuição significativa da produção de pêssegos. Atualmente, o pessegueiro é considerado a planta frutífera de clima temperado mais estudada e adaptada às condições de inverno ameno dos trópicos.

A expansão do cultivo do pessegueiro a outras regiões do planeta depende de uma análise prévia das condições climáticas que permitam identificar as áreas com maior adaptabilidade para a produção dessa cultura. Moçambique possui grande diversidade climática. Destacam-se os climas tropical de monção (Am), tropical de savana (Aw), semiárido quente (BSh), subtropical úmido (Cwa e Cfa) e subtropical de altitude (Cwb) e é um componente do meio que mais influência na distribuição das culturas subtropicais de altitude.

A precipitação e temperatura são algumas características que desempenham os papéis importantes na definição das regiões agroclimáticas, e influenciando no zoneamento das áreas com possíveis cultivos de pessegueiros menos exigente em frio, Já existem programas de estudo de cultivares com menor exigência de frio para utilização em alguns microclimas, sendo necessário mapear esses locais.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar diferentes épocas de poda em verde em pessegueiros conduzidos em dois sistemas de condução, em relação ao desenvolvimento, produção e zoneamento agroclimático para cultivo de pessegueiro em Moçambique.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Pessegueiro

O pessegueiro pertence à família Rosaceae, subfamília Prunoidea, gênero *Prunus* (L.) e subgênero *Amygdalus*. Todas as cultivares comerciais pertencem à espécie *Prunus persica* (L.) Bastch. São conhecidas três variedades botânicas: vulgaris (pêssego comum), que engloba a maioria dos cultivares comerciais da espécie, tendo como características dos frutos com epiderme pilosa; nucipersica (nectarina), com frutos de epiderme glabra e; platicarpa (pêssego achatado), variedade pouco explorada comercialmente no Brasil, produzindo frutos achatados com ou sem pilosidade na epiderme (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2014).

A espécie *Prunus persica* (L.) Bartsch é uma árvore caducifólia, que pode atingir até dez metros de altura. A planta apresenta variabilidade genética para porte, vigor e hábito de crescimento, portanto, o porte pode ser muito pequeno ou anão dependendo da cultivar. O hábito de crescimento pode ser vertical, semivertical, aberto, pendente ou chorão (RASEIRA *et al.*, 2014).

O pessegueiro tem raízes pivotantes, ramificando-se nas laterais, aumentando assim, o número, tornando-se extensas e pouco profundas. O caule possui uma característica de estrutura alta chegando a atingir cerca de quatro a seis metros, de forma globosa (SACHS; CAMPOS, 1998). No começo os ramos mostram a coloração verdes, e com o passar do tempo adquirem uma coloração marrom, podendo ser classificados os ramos como mistos, brindilas, dardos ou ladrões (SACHS *et al.*, 1984).

As folhas são oblongas, lanceoladas, alternadamente na sua distribuição, geralmente com uma largura de 40 a 50 mm e comprimento de 140 a 180 mm. Normalmente as folhas tem uma coloração verde até o período de senescência, contudo, existem cultivares com folhas purpúreas ou variegadas (CASTRO; BARBIERI, 2014). As gemas são formadas inicialmente como vegetativas e, seguidamente, formam-se as gemas floríferas que são maiores em relação às gemas vegetativas. A diferenciação das gemas floríferas é notada nos meados e final do verão. As gemas vegetativas são frequentes às axilas dos pecíolos durante o período de crescimento dos ramos e de flores rodeados por duas gemas (RASEIRA; CENTELLAS QUEZADA, 2003).

As flores são perfeitas, períginas e completas, a corola pode ser de dois tipos: rosácea com pétalas grandes, abertas e róseas claras, de acordo com a forma e dimensões das pétalas. As pétalas são pequenas com uma forma oval, arredondada, e não abrem na totalidade, com uma coloração rósea escura (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2014). É muito comum encontrar três gemas, sendo uma vegetativa rodeada por duas floríferas. Podendo ocorrer ainda, o aparecimento de três, mais de quatro por nó, geralmente possuem único pistilo (CASTRO; BARBIERI, 2014).

O fruto é do tipo drupa carnosa, com pericarpo fino, mesocarpo polposo e endocarpo lenhoso, podendo ter várias formas como: esférica, arredondado, cônico, elíptico ou ovalado, e a cor de fundo da epiderme varia de amarelo-claro a alaranjado (SACHS, 1984). A polpa pode ser firme ou macia, com textura fundente ou não, com fibras. A cor da polpa pode apresentar tonalidades de coloração diferentes como branca, amarela esverdeada, amarelo escura, alaranjada e vermelha (CASTRO; BARBIERI, 2014). A casca do fruto compreende variações de cor verde-clara, passando para creme ou amarelo, laranja ou até vermelho-escuro (RASEIRA; CENTELLAS QUEZADA, 2003).

## **2.2 Importância econômica**

O pessegueiro é a oitava frutífera mais cultivada no mundo, prevê-se que o mercado global de pêssegos frescos cresça a uma CAGR (Taxa de crescimento anual composta) de 3,2% durante o período de previsão (2021-2026). De acordo com a FAO (Organização para a Alimentação e Agricultura), a produção de pêssegos frescos foi registrada em 23,9 milhões de toneladas métricas em 2016, e aumentou para 25,7 milhões de toneladas métricas em 2019. De acordo com o USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), o consumo per capita de pêssegos frescos nos Estados Unidos caiu de 2,73 libras em 2016 para 2,13 libras em 2019, o que afeta ligeiramente o crescimento do mercado (FAO, 2023).

Por continente, a Ásia-Pacífico domina o crescimento do mercado. Dentre os países, China, Coreia do Sul e Japão são os maiores produtores de pêssego fresco. Em todo o mundo, a China é o principal produtor mundial de pêssego, respondendo por quase 60% da produção total em 2019 (FAO, 2023). A Ásia-Pacífico é o maior produtor de pêssegos frescos do mundo. Durante a estação de frutificação, os pêssegos preferem um clima claro e muito quente, com uma temperatura ideal de 75 °C para o amadurecimento dos frutos, o que é bem suportado pelo



clima tropical da Ásia-Pacífico. A China é o principal país produtor dessa região, respondendo por 61,4% da produção total, elevando os volumes de exportação e liderando as quantidades processadas nesses últimos anos (FAO, 2023).

Os valores mundiais e dos países líderes produzidos nestes últimos quatro anos, bem como os negócios externos, suprimento, consumo e as quantidades destinadas ao processamento, foram publicados pelo *Foreign Agriculture Service* do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA, 2011). Perez *et al.* (2011) enfocam as tendências da produção de pêssegos. Em razão das variáveis selecionadas, o Brasil não está listado entre os vinte protagonistas do mercado mundial de pêssego.

O Brasil ocupa a décima segunda posição entre os maiores produtores mundiais, respondendo por 1% da produção mundial, logo abaixo da Argentina e do Chile, no que se refere a quantidades produzidas, em área cultivada (FAO, 2023), com uma produção média de pêssegos em torno de 183 mil toneladas, cultivados em uma área de 15.995 hectares (IBGE, 2023). A produção nacional de pêssegos não é suficiente para atender a demanda brasileira.

O Brasil importa pêssegos da Espanha e Chile para suprir o consumo interno. O cultivo de pessegueiros e a produção de frutos vêm reduzindo ao longo dos últimos anos. No período entre 2006 e 2016 a produção e a área colhida de pêssegos no Brasil diminuíram em 3,93% e 23,02%, respectivamente, por falta de aplicação de tecnologias avançadas (FAO, 2023). No Brasil, o cultivo do pessegueiro se concentra na região Sul e Sudeste, em que os estados Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais, respondem por 99,9% do volume nacional.

Dentre os principais estados brasileiros que produzem pêssego, em áreas colhidas e volumes obtidos, segundo dados do IBGE, no ano de 2019, o Rio Grande do Sul produziu, aproximadamente 60% do volume nacional, seguido por São Paulo (18%), Santa Catarina (9%), Minas Gerais (6%) e Paraná (6%). Destaca-se a diferença entre os rendimentos obtidos, pois as médias dos persicultores paulistas e mineiros são mais que o dobro das produtividades gaúcha e nacional, denotando diversidade nos padrões tecnológicos (além de diferentes condições de solo, longo período de crescimento vegetativo) e, ao contrário do esperado, maiores volumes por área cultivada para frutas destinadas para mesa, pois mais de 96% da produção de pêssego em calda é produzida no entorno de Pelotas-RS (IBGE, 2023).

No Rio Grande do Sul, a produção de pêssegos encontra-se em uma área de 12.442 hectares (AGRIANUAL, 2019), concentrado, principalmente, na região metropolitana de Porto

Alegre, na Encosta Superior do Nordeste e na região Sul do estado. No polo da região Sul, predomina o cultivo de pessegueiro destinado à indústria conserveiro para a produção de doces em caldas, geleias e pessegadas. Destaca-se nessa região o município de Pelotas, responsável por mais de 90% da produção de frutas para essa finalidade (GONÇALVES *et al.*, 2014; FARIAS *et al.*, 2014). Entretanto, a produtividade é considerada baixa, próximo das dez toneladas frente às 21 toneladas obtidas nos estados de Minas Gerais e São Paulo, por hectare (IBGE, 2023).

A produção em locais mais quentes tem se expandido, tendo somente na região Sudeste, nos últimos dez anos, aumentado cerca de três vezes sua produção, exclusivamente nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

As regiões Sul, Central e Zona da Mata em Minas Gerais produzem, conjuntamente, 99,3% do volume de pêssegos do Estado. Apenas a região da Zona da Mata apresentou crescimento na produção de 10% nos últimos dois anos. As principais cidades produtoras são Barbacena, Virgínia e Santa Rita de Caldas (IBGE, 2023).

### **2.3 Dormência em frutíferas de clima temperado**

A dormência é definida como o período em que a planta não apresenta sinais de atividades metabólicas, sendo que, visualmente, o crescimento está suspenso. Esse processo ocorre em todas as frutíferas de clima temperado, com maior ou menor intensidade, dependendo da espécie e da cultivar. Apesar da planta não mostrar crescimento visual, a planta permanece com seu desenvolvimento, para que as gemas comecem a sair da dormência, iniciando a brotação, e para que um novo ciclo vegetativo se inicie (LEITE *et al.*, 2018).

As frutíferas de clima temperado iniciam um novo ciclo vegetativo na primavera, contudo, é necessária exposição por um período a baixas temperaturas hibernais para que ocorra o mecanismo de adaptação para que resista ao frio, no controle do crescimento, a superação da dormência, e a brotação seja efetiva para ter boa floração (CITADIN *et al.*, 2022). O pessegueiro caracteriza-se pela queda das folhas no período da dormência e, por conseguinte, a uma redução das suas atividades metabólicas, entrando em dormência no final do ciclo vegetativo, assim, dando resposta aos primeiros dias de frios na entrada do inverno, período em que as temperaturas médias diárias são baixas. As temperaturas elevadas na fase de repouso hiberna, geralmente refletem em distúrbios fisiológicos nas plantas. Ainda que as temperaturas

auumentem em algum momento, as gemas são incapazes de brotar com essas temperaturas. Neste caso, pode-se afirmar que a planta está em estado de latência ou dormência (MARTÍNEZ DE TODA, 1991).

As definições que descrevem o fenômeno da dormência são muitas. Doorenbos (1953) propôs dividir a dormência em três fases: dormência de verão, onde a inibição é causada por outras partes da planta; dormência de inverno causada por fatores dentro da própria gema e; dormência imposta onde a inibição é causada por fatores ambientais.

Se utiliza uma terminologia própria denominando: pré-dormência, dormência verdadeira e dormência imposta. Os diversos estudos sobre dormência, levaram Lang *et al.* (1987), a definirem o processo como classificação em três fases distintas: paradormência, endodormência e ecodormência, sendo atualmente os termos mais aceitos para definir a dormência que ocorre em todas as frutíferas de clima temperado.

A paradormência ou ectodormência antecede a endodormência e é resultante da influência de fatores fisiológicos externos à estrutura afetada, ou seja, sofre influência de outro órgão da planta. A paradormência pode ser superada por tratamentos físicos como corte da gema apical, retirada de folhas e tratamentos químicos. Quando superada esse tipo de dormência não requer frio.

A endodormência também é chamada de dormência hiberna. Nesta fase, a paralisação do desenvolvimento da gema é regulada por uma série de fatores fisiológicos internos à estrutura afetada (gema) e pode ser uma resposta da planta ao frio ou ao fotoperíodo. Há uma perda da conexão normal e interação entre os vários órgãos da planta, essa perda significa que há um rompimento dentro da planta, conduzindo a uma mudança no mecanismo de sobrevivência que opera em uma base da gema.

A ecodormência ocorre após a endodormência é regulada por fatores ambientais, que limitam o crescimento da planta, e depois de serem ultrapassados esses fatores, a gema estará pronta para brotar, porém, só não o faz devido a fatores como a falta de temperaturas ambientes mais elevadas favoráveis ao desenvolvimento, deficiência nutricional e estresse hídrico, principalmente para a brotação.

## 2.4 Condições edafoclimáticas

O rendimento do pessegueiro é variável, em detrimento das condições climáticas que ocorrem durante todo o ano, principalmente no inverno.

Em condições subtropicais e tropicais é importante que as temperaturas amenas no inverno tenham uma baixa flutuação térmica, não acontecendo elevadas temperaturas seguidas de quedas bruscas de temperaturas durante o tempo hibernal. Quando há ocorrência dessa flutuação térmica, aumenta o abortamento floral, e ocorre a brotação e floração em épocas não apropriadas.

Os porta-enxertos interferem preponderantemente no desenvolvimento da copa, principalmente no vigor dela, assim alterando a forma como a planta deve ser manejada e podada. Porém, não existe a certeza de que esses porta-enxertos influenciam sobre o comportamento da planta em relação ao acumulado de horas de frio. Existem poucos estudos relacionados a este assunto, e o que se tem olhado nas plantas é que, se porventura ocorre interferência, é pequena (CAMELATTO, 2000).

Em climas secos e frios no inverno, com a soma de horas de calor no verão, haverá um bom desenvolvimento da planta, e assim são recomendadas as cultivares com menor necessidade de frio, especificamente para o cultivo em determinado local. Para que se faça manejo cultural como boa quebra de dormência na primavera, as cultivares europeias necessitam de mais de 900 horas de frio hibernal. As cultivares asiáticas e as híbridas necessitam de 200 a 800 horas, sendo que elas se adaptam a uma variada gama de temperaturas e condições climáticas, assim, são menos tolerantes a baixas temperaturas primaverais, que prejudicam o desenvolvimento da cultura. Geadas tardias podem comprometer as gemas, as flores e as frutas recém-formadas. Temperaturas abaixo de  $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  podem danificar as gemas, ao passo que as inferiores a  $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  danificam os estigmas (NAKASU *et al.*, 2007).

A penetração de luz no interior da planta é de extrema importância para melhorar a qualidade da fruta e a formação de gemas florais. Nesse caso, será obtida pela poda, durante o inverno, no período de dormência. O conhecimento das condições climáticas do local onde será feito o cultivo e as cultivares adaptadas naquela região são fatores importantes a serem pautados para ter o sucesso do cultivo de pêssegos em regiões subtropicais e tropicais (BETTIOL NETO; PIO, 2018). Para as cultivares híbridas cultivadas em condições subtropical e tropical, a época de florescimento acontece no final de julho ou no início de agosto e termina logo no início do

mês de setembro. E os frutos serão colhidos nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Assim, a escolha do local mais adequado para a implantação do pomar, ou de propriedade, é fundamental para o produtor dessa fruta.

Portanto, para o cultivo de pessegueiro, opta-se pelas cultivares com melhor adaptação a cada zona ou região, recomendadas pelo zoneamento, e isso poderá diminuir o risco de insucesso. Atualmente, por meio de boas práticas de manejos culturais avançadas, o pessegueiro pode ser produzido em ambientes bastante adversos. Porém, quando se escolhe uma zona de condições climáticas naturalmente propícias, consegue-se obter maior produtividade, com menor custo e frutas de melhor qualidade (WREGE *et al.*, 2006).

## 2.5 Cultivar Rubimel

Sua origem foi obtida por sementes de hibridização realizada pela Embrapa de Clima Temperado em 1991, entre as cultivares Chimarrita e Flordaprince, desse resultado derivou no lançamento desta cultivar em 2007. As flores são do tipo rosácea e a plena floração ocorre geralmente, na segunda quinzena de julho, o que ocasiona danos em regiões em que ocorre geadas. Esta cultivar necessita de pelo menos 200 a 300 horas de frio (RASEIRA *et al.*, 2014).

As frutas possuem uma característica de formato redondo a redondo cônico, sem ápice proeminente, a película apresenta 50 a 80% de vermelho intenso sobre o fundo amarelo, originando boa aparência. A polpa é amarela, firme, fundente e semiaderente ao caroço, com tamanho médio a grande (120 g) entre 6 e 7 cm, o sabor é doce (10 a 12° Brix) e a acidez baixa ou quase ausente (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2014). A maturação inicia em meados de setembro e primeira semana de novembro, mas excentricamente pode retardar até final do mesmo mês. As plantas não têm resistência à bacteriose (*Xanthomonas arboricolas* pv. *Pruni*) e a cochonilha-branca do pessegueiro (*Pseudaulacaspis pentagonal*), por isso, devem ser plantadas em locais fechados ou instaladas cortinas vegetais (RASEIRA *et al.*, 2014).

## 2.6 Zoneamento agrícola

A temperatura do ar é um elemento meteorológico fundamental na determinação da distribuição das espécies vegetais na superfície da Terra. Além disso, afeta direta ou indiretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sendo responsável pela ativação de vários processos fisiológicos.

Em algumas regiões de clima temperado, e nas regiões de clima subtropical, sujeitas a invernos amenos, o frio pode tornar-se insuficiente para estimular a quebra da dormência natural de alguns cultivares de espécies criófilas e, conseqüentemente, podem se manifestar diversas anomalias fisiológicas e fenológicas (PEDRO JÚNIOR *et al.*, 1979). O conhecimento do regime de horas de frio nas diferentes regiões ecoclimáticas (MALUF; CAIAFFO, 2001) é, portanto, de grande importância na avaliação da aptidão agrícola dos diferentes microclimas.

O detalhamento das classes de zoneamento, fornece orientações mais seguras para o planejamento dos sistemas produtivos envolvidos (WREGGE *et al.*, 2004). Então, a identificação das regiões com maior potencial ao cultivo de espécies frutíferas em termos de exigência em frio, possibilita, além da identificação de novas áreas, o aperfeiçoamento dos zoneamentos agroclimáticos das diversas espécies e o melhor aproveitamento das áreas favoráveis ao cultivo. O pessegueiro, como é frutífera de clima temperado e exigente em frio, para o seu plantio é necessário definir a potencialidade do seu cultivo em uma região com um fator importante que é a temperatura, assim como tipo de solo, disponibilidade de água, o tipo de cultivar a se plantar, e quais as técnicas que serão utilizados para o cultivo. Para obtermos melhor desempenho no cultivo de pessegueiro é necessário solos profundos, permeáveis, bem drenados e relativamente férteis. A planta não tolera valores elevados de calcário ativo, ou seja, solos com calcário ativo superior a 8%, que são solos ácidos, sobretudo quando porta enxerto é franco, e em condições de estrangulamento, não devem ser ultrapassados os 3%, pois a acidez do solo pode afetar a disponibilidade de nutrientes (ALVARENGA *et al.*, 2019).

Segundo Carbonneau (1984), existem três formas de classificar ou diferenciar as escalas climáticas para as culturas:

- a) O macroclima ou clima regional, correspondendo ao clima médio de uma região relativamente maior. Os dados macroclimáticas de um relevo em zonas acentuado possuem um valor apenas relativo, especialmente nas áreas agrícolas. Contrariamente, no macroclima da região pode incluir áreas de planície muito extensas.

- b) O mesoclima ou clima local, corresponde a situação particular do macroclima. Na norma, é possível caracterizar um mesoclima por meio dos dados de uma estação meteorológica, possibilitando assim, avaliar o cultivo de pessegueiro. O mesoclima pode ser muito variável em áreas pequenas, portanto, o termo topoclima é empregado para designar um mesoclima que a orografia constitui um dos critérios principais de reconhecimento.
- c) O microclima retribui às condições climáticas de uma região pequena. Pode-se considerar dois tipos de microclima: natural, que pode ser uma área de 10 m a 100 m, e da planta que são descritos por variáveis climáticas da planta cujo os aparelhos são instalados na própria planta.

Em condições subtropicais e tropicais é importante que as temperaturas amenas no inverno tenham uma baixa flutuação térmica, ou não aconteça uma elevada queda brusca de temperaturas sucessivamente durante o tempo hibernal. Na ocorrência dessa flutuação térmica aumentará o abortamento floral, brotação e floração em épocas não apropriada (CAMELATTO, 2000). Fatores climáticos, principalmente o frio, é de extrema importância durante a dormência, tendo em conta que o frio condiciona o desenvolvimento do pessegueiro. A planta necessita passar por um período de dormência para completar seu ciclo produtivo, sendo necessárias determinadas horas de frio, com temperaturas inferiores a 7,2 °C para que ocorra a dormência. De maneira geral, as cultivares de pessegueiros exigem em torno de 100 a 1200 horas de frio por ano para florescerem (DONADIO, 2007).

## **2.7 Sistema de condução**

O pessegueiro é conduzido em diferentes sistemas, porém, os mais comumente utilizados no Brasil são sistemas de condução em taça ou vaso aberto, em "Y" e em vaso, em líder central, bem como suas variações que originam sistemas com características específicas como de vaso aberto, onde a condução da copa contém quatro a seis ramos primários ou pernadas, e em Y onde a copa contém duas pernadas.

O sistema de condução em taça ou vaso aberto foi muito utilizado antigamente, oferecia a vantagem de executar todas as operações de manejo sem o uso de escadas devido à forma baixa, porém, os ramos primários ficavam quase paralelos ao solo e expostos a irradiação solar direta. Como as regiões produtoras de pêssgo do Brasil, mesmo nas subtropicais, o verão é

quente e ensolarado, ocorre muita escaldadura nesses ramos em razão da radiação solar direta, diminuindo a longevidade da planta (PEREIRA *et al.*, 2002).

### **2.7.1 Sistema de condução em "Y" ou "V"**

A condução das plantas no formato em "Y" ou "V" é usada para aumentar a densidade de plantio com a finalidade de se obter alta produção por área. As plantas são colocadas em espaçamentos menores, principalmente nas linhas de plantio. Nesse sistema, a condução das plantas é feita em apenas dois ramos primários, também denominados pernadas, que devem estar voltados para as entrelinhas. Os ramos são inclinados como forma de manterem um ângulo entre 50° e 60° em relação ao solo. Os espaçamentos mais usados nesse sistema são 7 x 2 m; 6 x 2 m; 6 x 1,75 m; 5 x 2 m, que resultam em densidades de 700 a 1.000 plantas por hectare (HADLICH; MARODIN, 2004).

Quando as brotações atingirem o comprimento de cerca de 30 a 40 cm, deve-se selecionar apenas duas brotações laterais, em diferentes alturas de inserções dos caules das mudas. Essas brotações constituirão os ramos primários ou pernadas da planta. Esses ramos deverão ser inclinados apenas quando completarem seu desenvolvimento e estiverem lignificados. Quando o plantio das mudas for realizado no fim do inverno, os ramos podem ser inclinados no final do verão. A inclinação precoce em ramos ainda em desenvolvimento reduz o vigor da planta. Plantios adensados no sistema "Y" ou "V" são indicados para as regiões tropicais (quentes e secas). Podem apresentar maior produtividade, porém, o custo de implantação é maior com aquisições de mudas e insumos (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2014).

### **2.7.2 Sistema de condução em "vaso"**

Tradicionalmente, o cultivo do pessegueiro é realizado no sistema em vaso. Nesse sistema, as plantas são dispostas em espaços maiores, recebendo maior radiação solar e melhor arejamento. Por essa razão é muito usado em regiões mais frias e úmidas, embora seja também bastante usado em regiões quentes. Os espaçamentos geralmente podem variar de 6 x 5 m até 5 x 3 m, com a densidade de plantio variando em média de 330 a 660 plantas por hectare (HADLICH; MARODIN, 2004).



Portanto, no primeiro ano depois do plantio, a poda de formação é realizada da mesma maneira descrita no sistema em "Y", ou seja, após o estabelecimento em campo, poda-se a muda a uma altura média de 50 cm. Nesse caso, porém, forma-se uma estrutura composta por um líder central, o tronco, no qual devem estar inseridos de três a cinco ramos primários, quando vistos de cima, devem estar equidistantes. Esses ramos devem estar inseridos em diferentes alturas no tronco, no mínimo 0,25 m e no máximo 0,50 m do solo, com a finalidade de distribuir a força exercida pelo peso dos frutos quando as plantas estiverem carregadas (HADLICH; MARODIN, 2004).

No sistema de condução em vaso podem ocorrer algumas variantes. Variantes estas que quando se opta pela formação de um número maior de ramos primários, as técnicas utilizadas e os cuidados em sua formação, como a inclinação e as brotações laterais, são as mesmas descritas anteriormente para o sistema em "Y". No entanto, o ângulo de inclinação varia de acordo com o espaçamento adotado. A formação de um maior número de ramos primários pode ser um pouco mais demorada do que no sistema de condução em Y, visto que inicialmente as reservas e fotoassimilados das plantas, deverão ser dirigidos para o crescimento dos mesmos. Quando a opção é formar uma estrutura com menor número de ramos primários, na poda de formação do segundo ano, faz-se o encurtamento desses ramos. De suas futuras brotações seleciona-se mais de um broto, geralmente dois, que se desenvolvem e ocupam os espaços livres, completando assim, a formação dos ramos primários bifurcados (WAGNER JÚNIOR, reservas e fotoassimilados das plantas., 2014).

## 2.8 Poda

A poda é uma prática de cultivo que consiste em conduzir as plantas modificando seu desenvolvimento natural. Ou pode ser a arte e a técnica de orientação e educação das plantas, de modo compatível com o fim que se destina a um dado resultado na planta (FACHINELLO *et al.*, 1996; DOTTO, 2013). O objetivo da poda é equilibrar sua capacidade vegetativa e produtiva, obtendo-se maior produção com frutos de alta qualidade, distribuídos de forma uniforme pela totalidade da copa, obtendo plantas de tamanho adequado para executar de forma funcional os trabalhos de condução e manejo do pomar (FUERTES; HERNÁNDEZ, 1995).

Devido a sua biologia, o pessegueiro constitui uma espécie em que a poda anual de frutificação se torna obrigatória. A frutificação só ocorre em ramos do ano anterior. Depois

dela, o ramo perde sua função, e se não for podado, será apenas uma ponte entre a raiz e a parte superior da copa. Essa situação obriga a planta a frutificar cada vez mais distante, opondo, com isso, dificuldades à nutrição (SIMÃO, 1998). A poda em pessegueiro já está previamente estabelecida e tem como um dos objetivos principais manter o equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e o reprodutivo, evitando assim, a alternância de safras e reduzindo o trabalho de raleio de frutos (OLIEN, 1992; DE JONG *et al.*, 1992). O estabelecimento deste equilíbrio deve permitir que as plantas suportem o crescimento das partes vegetativas, ramos, raízes e frutos, e consigam produzir suficiente número de gemas de flores e acumular reservas para o desenvolvimento no ciclo seguinte.

Um dos aspectos que devem ser considerados no mercado de frutas frescas de pessegueiro é a qualidade de seus frutos. Considera-se a aparência como fator importante, sendo a coloração da epiderme relevante, pois se associa com a maturação e o sabor dos frutos. Uma das técnicas de manejo que visam melhorar a qualidade dos frutos é a poda em verde, que tem como intuito principal aumentar a penetração da luz no interior da copa e, conseqüentemente, favorecer a pigmentação, bem como melhorar o sabor dos frutos. Porém, esta técnica pode apresentar resultados variáveis, de acordo com a época e a forma em que a mesma é realizada.

De acordo com Rangel *et al.* (2007), a poda em verde é uma das práticas de manejo recomendadas nas normas técnicas específicas para a produção integrada de pêssego, sendo usada como medida para auxiliar e favorecer a entrada de luz, melhorar a qualidade das frutas e diminuir a incidência de doenças. Raseira *et al.* (1989), afirmam que nas plantas em produção, a poda em verde é realizada com a finalidade de suprimir os ramos nos quais o crescimento está dirigido para o interior da copa, ampliando a aeração e a iluminação no interior da planta, promovendo um aumento de frutificação nas camadas inferiores dos ramos e melhorando a coloração da película dos frutos.

### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O referencial teórico demonstra que a poda em verde não possibilitou a diminuição das pulverizações com fungicida no controle das doenças de verão, e possibilitou a minimização de erratismo. Uma das vantagens de fazer a poda verde foi o retardamento das desfolhas no período de outono nas regiões subtropicais, que possibilita o acúmulo de reservas para o inverno.

A respeito ao zoneamento agroclimático, considera-se, além dos fatores climáticos, o comportamento da planta, através de sua fenologia. Também o regime de horas de frio em determinadas regiões é uma informação importante na avaliação da aptidão agrícola dos diferentes microclimas, o que possibilita a identificação das regiões com maior potencial ao cultivo de pessegueiro. Permitindo assim, subsídio para a escolha de cultivares melhor adaptadas a cada região, diminuindo os riscos climáticos e aumentando a chance de êxito na produção.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Agrinual, 2019.
- ALVARENGA, A.A *et al.* Pêssego, nectarina e ameixa (*Prunus spp.*). In: PAULA JÚNIOR, T.J. de. **101 culturas**: manual de tecnologias agrícolas. 2. ed., rev. e atual. Belo Horizonte: Epamig, 2019. 920 p.
- ARAÚJO, J.P.C.; RODRIGUES, A.; SCARPARE FILHO, J.A.; PIO, R. Influência da poda de renovação e controle da ferrugem nas reservas de carboidratos e produção de pessegueiro precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 331-335, 2008.
- BARBOSA, W.; CHAGAS, E.A.; POMMER, C.V.; PIO, R. Advances in Low-Chilling Peach Breeding at Instituto Agronômico, São Paulo State, Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 872, p.147-150, 2010.
- BARRADAS, C.I.; PRIESTLEY, C.A. Efeito da poda de verão, anelamento e ensacamento dos ramos do ano sobre o crescimento anual dos frutos e produção da macieira 'Malling A.3022'/M-27. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 14, n. 1, p. 97-102, 1992.
- BETTIOL NETO, J.E.; PIO, R.; SANCHES, J.; CHAGAS, E.A.; CIA, P.; CHAGAS, P.C.; ANTONIALI, S. Produção e atributos de qualidade de cultivares de marmeleiro na região Leste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 1035-1042, 2011.
- CAMELATTO, D.; NACHTIGALL, G.R.; ARRUDA, J.J.P.; HERTER, F.G. Efeito de flutuações de temperatura, horas de frio hibernal e reguladores de crescimento no abortamento de gemas florais de pereira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 111-117, 2000.
- CARBONNEAU, A. Place du microclimat de la partie aérienne parmi les facteurs déterminant les productions viticoles. **Bulletin de l'OIV**, v. 1, p. 473-477, 1984.
- CASTRO, A.S.; BARBIERI, R.S. Botânica e morfologia do pessegueiro. In: RASEIRA, M.C. B; PEREIRA, J.F.M.; CARVALHO, F.L.C. **Pessegueiro**. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 25-44.
- CITADIN, I; PERTILLE, R.H; LOSS, S.E.M.; OLDONI, T.L.C.; DANNER, M.A.; WAGNER, A.J.R; LAURI, P.E. Do low chill peach cultivars in mild winter regions undergo endodormancy? **Trees**, v. 36, p. 1273-1284, 2022.
- DE JONG, T.M.; DAY, K.R.; DOYLE, J.F. Evaluating of training/pruning systems for peaches, plum and nectarine trees in California. **Acta Horticulturae**, n. 322, p. 99-104, 1992.
- DONADIO, L. C. **Dicionário das frutas**. Jaboticabal, SP: UNESP, 2007, 300 p.
- DOTTO, M. **Época e técnica de poda verde de pessegueiro na obtenção dos frutos de qualidade**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

DOORENBOS, J. **Review of the literature on dormancy in buds of woody plants. Research report.** Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen: dl. 53, verhandeling. 1953. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/290023542979>. Acesso em: 10 nov. 2022.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 33, p.109-120, 2011.

FAO. **Keeping our land and water healthy.** Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 18 junho 2023.

FARIAS, R.M.; BARRETO, C.; ZANDONA, R.; ROSADO, J.; MARTINS, C. Comportamento do consumidor de frutas na região da fronteira oeste do Rio Grande Do Sul com Argentina e Uruguai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 872-883, 2014.

FAUST, M. **Physiology of temperate zone fruit trees.** New York: John Wiley & Sons, 1989. 338 p.

FUERTES, M.C.; HERNÁNDEZ, M.B.D. **Poda de frutales y técnicas de propagación y plantación.** Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 267 p.

GONÇALVES, M.A.L.; COCCO, C.; VIGNOLO, G.K.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L.E. C. Efeito da intensidade de poda na produção e qualidade de frutos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 742-747, 2014.

HADLICH, E.; MARODIN, G. A. B. Poda e condução do pessegueiro e da ameixa. *In*: MONTEIRO, L.B.; MAY DE MIO, L.L.; SERRAT, B.M.; MOITA, A.C.V.; CUQUEL, F.L. (Eds.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica.** Curitiba, PR: UFPR, 2004. p. 129-134.

HANSEN, S.; MAUGHAN T.; BLACK, B. Training and Pruning Peach Trees Extension Utah State University. **Horticulture**, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2022: lavoura permanente e temporária.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LANG, G.A.; EARLY, J.A.; MARTIN, G.C.; DARNELL, R.L. Endo- para- ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 3, p. 371-377, 1987.

LEITE, G.B.; PETRI, J.L.; COUTO, M. Dormência das fruteiras de clima temperado. *In*: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais.** Lavras: Ufla, 2018. p. 50-73.

MALUF, J.R.T.; CAIAFFO, M.R.R. Regiões ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul. Água e Agrometeorologia no Novo Milênio. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE

AGROMETEOROLOGIA, 12.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Anais**[...], Fortaleza, 2001. p. 151-152.  
MARTÍNEZ DE TODA, F. **Biología de la vid**: fundamentos biológicos de la viticultura. Madrid, Espanha: Mundi-Prensa, 1991.

NAKASU, B.H.; HERTER, F.G.; CAMELATTO, D.; REISSER JÚNIOR, C.; FORTES, J.F.; CASTRO, L.A.S. **A cultura da pera**. Brasília, DF: Embrapa clima temperado, 2007. 58 p. (Coleção Plantar, 58).

PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A.; RIGITANO, O.; ALFONSI, R.R.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O. Estimativa de Horas de Frio abaixo de 7 °C e de 13 °C para Regionalização da Fruticultura de Clima Temperado no Estado do São Paulo. **Bragantino**, Campinas, v. 38, n. 13, p. 123-130, 1979.

PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, I.C.; ROBERTO, S.R. **Tecnologia para a cultura do pessegueiro em regiões tropicais e subtropicais**. Jaboticabal, SP: Funep, 2002. 62 p.

PEREZ, A.; PLATTNER, K.; BALDWIN, K. **Fruit and tree nuts outlook**. Washington, DC: USDA, Economic Research Service, 2011. 27 p.

OLIEN, W.C. Analysis of orchard training systems for production potential na longterm stability. **Acta Horticulturae**, n. 322, p. 119-123, 1992.

RANGEL, A.; MASCARO, F. de A.; FELDBERG, N. **Produção integrada de pêsego no estado de São Paulo**: normas técnicas específicas e documentos de acompanhamento. Campinas: CATI, 2007. 64 p.

RASEIRA, A.; PEREIRA, J.F.M. Poda do pessegueiro. **Hortisul**, v. 1, n. 1, p. 17-19, 1989.

RASEIRA, M.C.B.; QUEZADA, A. Classificação botânica, origem e evolução. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2003. (Serviço de Produção de Informação). Cap. 4. p. 31-35.

RASEIRA, M.C.B.; PEREIRA, J.F.M.; CARVALHO, F.L.C. **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014.

RODRIGUES, A.L.; SCARPARE FILHO, J.A.; ARAÚJO, J.P.C.; GIRARDI, E.A.; SCARPARE, F.V. Intensidade de poda em verde em pessegueiro para o controle da ferrugem *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel e Litvinov. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 634-638, 2008.

SACHS, S.; CAMPOS, A.D. O pessegueiro. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa Serviço de Produção de Informação, 1998. Cap. 1. p. 13-19.

SACHS, S.; HERTER, F.G.; NAKASU, B.H.; RASEIRA, M.C.B.; FELICIANO, A.J.; CAMELATTO, D.; MEDEIROS, A.R.M.; RASEIRA, A.; FONSECA, V.O.; PEREIRA, J.F.M.; FINARDI, N.L.; MAGNANI, M.; FEHN, L.M.; SALLES, L.A.B.; FELICIANO, A.; CANTILLANO, R.F.F.; EPERRY, S. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa CNPFT, 1984. 156 p.

SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

USDA. Foreign Agricultural Service. **Cherry and peach/nectarine**: 2011/12 forecast overview. Stone Fruit: world markets and trade. 2011. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/htp/2011StoneFruit.pdf>. Acesso em: 02 set. 2022.

WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C.H.; PIO, R.; CITADIN, I. Cultivo do pessegueiro. *In*: PIO, R. (Ed.). Cultivo de Fruteiras de Clima Temperado em Regiões Subtropicais e Tropicais. Lavras: Ufla, 2014. 652 p.

WREGGE, M.S. *et al.* **Zoneamento agroclimático de pessegueiro e nectarineira, em escala semi-detalhada**: estudo de caso em âmbito municipal, SUL - RS. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.

WREGGE, M.S. *et al.* **Zoneamento agroclimático para pereira no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 182).

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS\***



**ARTIGO 1 - CONDUÇÃO E PODA DE ÂNGULO DE FLEXÃO EM VERDE PARA  
PESSEGUEIRO EM REGIÃO SUBTROPICAL**

## CONDUÇÃO E PODA DE ÂNGULO DE FLEXÃO EM VERDE PARA PESSEGUEIRO EM REGIÃO SUBTROPICAL

### RESUMO

A produção do pessegueiro em regiões subtropicais tem se expandido e, para isso, foi necessário a obtenção de cultivares adaptadas às condições climáticas e ainda adequar as técnicas de manejo cultural. Objetivou-se com o presente trabalho quantificar o desempenho produtivo do pessegueiro em região subtropical, em dois sistemas de condução submetidos a diferentes manejos de podas em verde, para verificar a possibilidade da poda de ângulo de flexão em verde. O experimento foi instalado em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3, sendo o primeiro fator dois sistemas de condução (Y ou em taça) e o segundo fator três metodologias de poda em verde, no verão (sem poda em verde, poda em verde e com poda de ângulo de flexão), com quatro blocos, contendo cinco plantas, sendo as três centrais a parcela útil por unidade experimental. As mudas foram dispostas em dois espaçamentos diferentes, em função do sistema de condução utilizado: 1,5 m entre plantas x 5 m entre linha (condução em Y, densidade populacional de 1.334 plantas ha<sup>-1</sup>) e 4 m x 5 m (condução em taça, densidade populacional de 500 plantas ha<sup>-1</sup>). No início do verão (junho) de 2019, foram realizadas as podas em verdes, que se repetiram nos próximos três anos consecutivos. No tratamento poda de renovação, foram suprimidos apenas os ramos que produziram. No tratamento que recebeu a flexão de ramos, os ramos que produziram foram torcidos manualmente (poda de ângulo de flexão) a ponto de atingirem o ângulo de 110°. Já no tratamento sem poda em verde, os ramos não foram removidos. Em dois ciclos produtivos foi avaliada a porcentagem de brotação e floração das gemas, o desempenho produtivo e a qualidade de frutos, bem como a porcentagem de incidência da ferrugem e desfolha no verão. O sistema de condução em Y promove aumento da produtividade, devido ao aumento da densidade de plantas. Apesar da poda de ângulo de flexão em verde proporcionar a mesma produção de pêssegos em relação a não adoção da prática da poda em verde, a porcentagem de desfolha no verão é menor quando se utiliza a poda de flexão.

**Palavras-chave:** Desfolha. Produção. *Prunus pérsica*. *Tranzschelia discolor*.

### ABSTRACT

## CONDUCTION AND PRUNING OF GREEN FLEXION ANGLE FOR PEACH TREE IN SUBTROPICAL REGION

The production of peach trees in subtropical regions has expanded and, for that, it was necessary to obtain cultivars adapted to the climatic conditions and also to adapt the cultural management techniques. The objective of this work was to quantify the productive performance of peach trees in the subtropical region, in two training systems submitted to different pruning practices in green, to verify the possibility of pruning with an angle of flexion in green. The experiment was installed in randomized blocks in a 2 x 3 factorial arrangement, the first factor being two training systems (Y or cup) and the second factor three methodology of pruning in

green in the summer (no pruning in green, pruning in green and with flexion angle pruning), with four blocks, containing five plants, the three central ones being the useful portion per experimental unit. The seedlings were arranged at two different spacings, depending on the conduction system used: 1.5 m between plants x 5 m between rows (conduction in Y, population density of 1,334 plants ha<sup>-1</sup>) and 4 m x 5 m (conduction in cup, population density of 500 plants ha<sup>-1</sup>). In early summer (June) 2019, pruning was carried out on greens, which were repeated for the next three consecutive years. In the renewal pruning treatment, only the branches that produced were removed. In the treatment that received branch bending, the branches that produced were manually twisted (bending angle pruning) to the point of reaching an angle of 110°. In the treatment without pruning in green, the branches were not removed. In two productive cycles, the percentage of budding and flowering of the buds, the productive performance and the quality of fruits, as well as the percentage of incidence of rust and defoliation in the summer were evaluated. The Y conduction system promotes increased productivity due to increased plant density. Although green flexion pruning provides the same peach production compared to non-adoption of green pruning, the percentage of defoliation in summer is lower when using flexion pruning.

**Keywords:** Leafing. Production. *Prunus persica*. *Tranzschelia discolor*.

## 1 INTRODUÇÃO

A exploração de pessegueiros em regiões subtropicais tem se expandido, principalmente no Brasil. Uma série de estudos foram realizados para adaptar as técnicas de manejo cultural para o cultivo de pêssego em regiões subtropicais.

Atualmente, em maior proporção, existem pomares comerciais com baixa densidade de plantio e sistemas de condução aberto com quatro ramos principais (condução em taça). O sistema de condução em taça é recomendado para pessegueiros de clima temperado, pois, além de possibilitar elevada produtividade, boa insolação da copa e dos frutos, apresenta fácil condução e domínio pelo produtor (UBERTI *et al.*, 2020).

Em menor escala, alguns pomares possuem maior densidade de plantio e sistemas de manejo modernos, visando, principalmente, aumentar a produção por área e reduzir a mão de obra (UBERTI *et al.*, 2020). Neste caso, as plantas são conduzidas com somente dois ramos principais (condução em Y), podendo facilitar o manejo do pomar e, sobretudo, maximizar a produtividade dos pessegueiros (SOUZA *et al.*, 2019b). Essencialmente este sistema é utilizado em regiões subtropicais, com o objetivo de atingir a máxima capacidade produtiva da planta no menor período de tempo possível. Com isso, reduz-se o tempo em que a planta fica improdutiva,

no qual somente há despesas sem uma contrapartida em produção, atrasando o momento em que o pomar passa a proporcionar lucro para o produtor.

Em regiões subtropicais, uma alternativa para maximizar a produção do pessegueiro é a adoção de podas em verde, realizadas entre o final da primavera e início do verão. Essa poda, também conhecida como poda de renovação, consiste na poda após a colheita dos frutos, que ocorre na primavera, de todos os ramos da planta, que produziram ou não, permanecendo somente o tronco e os ramos secundários. Nestas condições, aproximadamente trinta dias após a poda, ocorre a brotação da planta, iniciando assim, o crescimento vegetativo e, em seguida, a diferenciação floral das gemas para o ciclo seguinte (ARAÚJO *et al.*, 2008).

Uma prática comum em pomares de macieira tem sido a flexão de ramos, também conhecida como poda de ângulo de flexão, que consiste em torcer manualmente os ramos produtivos durante o período de dormência (poda seca), a ponto de atingirem o ângulo de 70° a 110°, em relação ao eixo principal, a fim de se aumentar a formação de botões florais (ZHANG *et al.*, 2017). Essa prática também foi utilizada em pessegueiro no momento da poda seca, a ponto de atingirem o ângulo de 45° a 85°, para promover o maior aproveitamento da luz sobre o dossel da planta e a formação de botões florais e melhoria da qualidade dos frutos (ZHANG *et al.*, 2023).

A poda de ângulo de flexão em verde, realizada após a colheita do pessegueiro cultivado em regiões subtropicais, pode ser uma opção, a fim de melhorar a formação de estruturas de produção e até minimizar os problemas com doenças de verão, como exemplo, a ferrugem nas folhas [*Tranzschelia discolor* (Fuckel) *Tranzschel e Litvinov*], principalmente em pomares de alta densidade.

Objetivou-se com o presente trabalho quantificar o desempenho produtivo do pessegueiro em região subtropical, em dois sistemas de condução em “Y” e taça submetidos a diferentes manejos de podas em verde (sem poda verde, poda verde, poda de ângulo de flexão), para verificar a possibilidade da poda de ângulo de flexão em verde.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

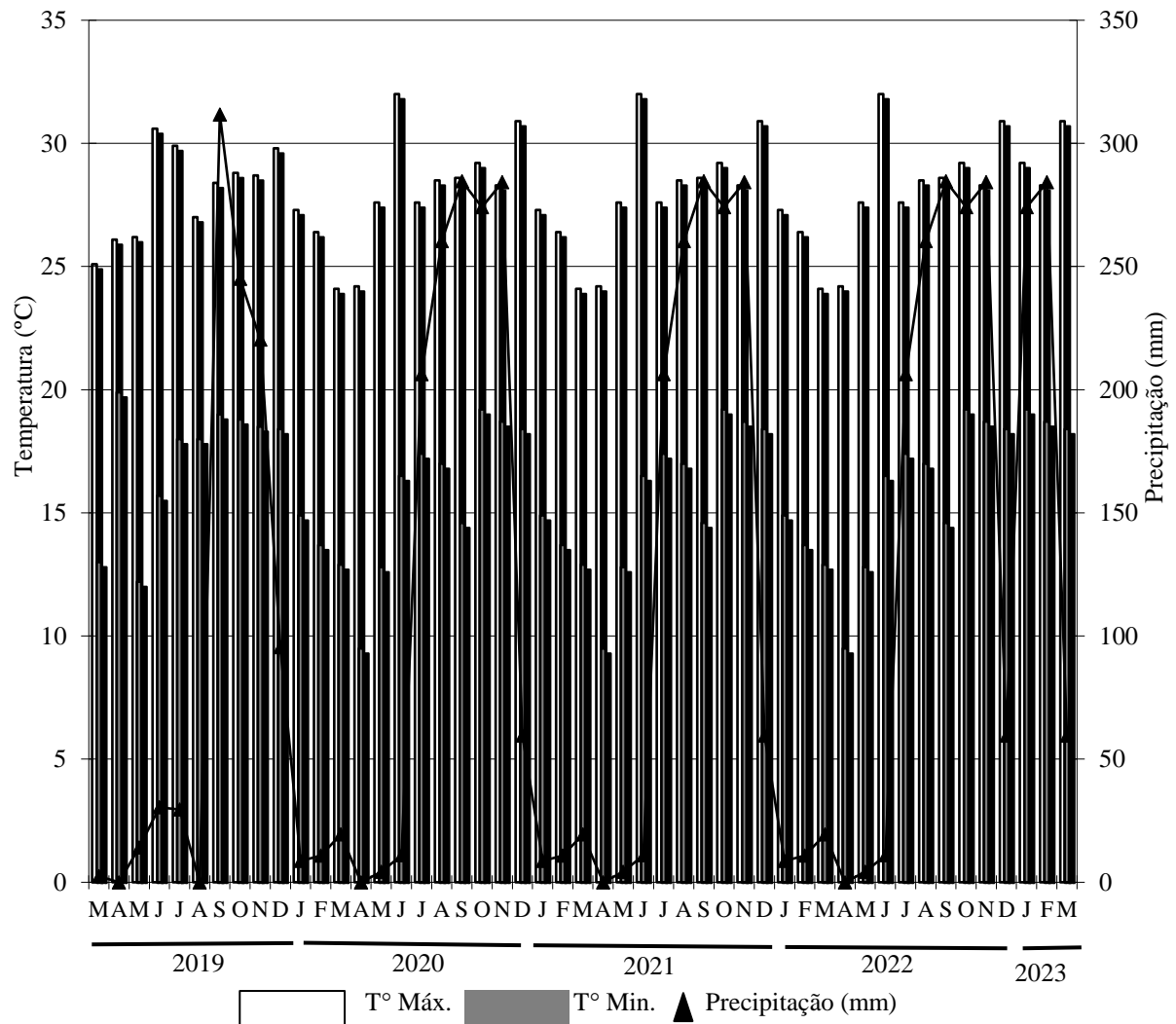
A pesquisa foi realizada em Lavras, sul do estado de Minas Gerais, Brasil, localizada a 21°14’S, 45°00’W, 918 m acima do nível do mar. A área experimental pertence ao Departamento de Agricultura, da Escola de Ciências Agrárias de Lavras, da Universidade

Federal de Lavras (ESAL/UFLA). De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima local é do tipo Cwb, tropical de altitude (mesotérmico), com invernos secos e chuvas ocorrentes entre outubro e março, com maior intensidade entre dezembro e fevereiro (ALVARES *et al.*, 2013).

O solo do local da pesquisa classifica-se como Cambissolo Háplico (GUIMARÃES *et al.*, 2021), correspondendo à Classificação Brasileira de Solos (SANTOS *et al.*, 2018). Para o preparo da área experimental, foram aplicados 2,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico; foi aplicado na adubação de fundação 10 L de matéria orgânica oriunda de compostagem, além de fontes minerais de fósforo (400 g de superfosfato simples) e potássio (200 g de cloreto de potássio), por local de plantio. A análise do solo foi realizada na camada de 0-20 cm. O solo foi analisado e revelou os seguintes valores de parâmetros: 5,7 pH, 47,5 g dm<sup>-3</sup> matéria orgânica, 152,3 mg dm<sup>-3</sup> fósforo, 10,1 mmolc dm<sup>-3</sup> cálcio, 2,3 mmolc dm<sup>-3</sup> magnésio, 13,2 soma de bases e 16,2 troca catiônica capacidade, foi corrigido com normas do livro da 5ª aproximação.

Durante a realização do experimento, entre março de 2019 a março de 2023, foram recolhidas as temperaturas máximas, mínimas e médias mensais, além da precipitação, como apresentado na Figura 1. Os dados climáticos foram fornecidos na Estação Climatológica Principal de Lavras (Convênio UFLA/INMET), localizada na Universidade Federal de Lavras, em Lavras.

Figura 1 - Temperaturas máximas e mínimas médias e precipitação acumulada mensal entre os meses de março de 2019 a março de 2023. UFLA, Lavras, MG, Brasil.



O preparo da área experimental foi realizado em outubro e o plantio das mudas enxertadas em novembro de 2016. Foram utilizadas mudas de um ano de idade da cultivar ‘BRS Rubimel’ e como porta-enxerto o ‘Oknawa’. As mudas foram dispostas em dois espaçamentos diferentes, em função do sistema de condução utilizados comumente no Brasil: 1,5 m entre plantas x 5 m entre linha (condução em Y, densidade populacional de 1.334 plantas ha<sup>-1</sup>) e 4 m x 5 m (condução em taça, densidade populacional de 500 plantas ha<sup>-1</sup>). No sistema de condução em Y, foram selecionadas duas brotações opostas, direcionadas no sentido da entre linha de plantio e, no sistema de condução em taça, quatro brotações equidistantes a um ângulo próximo a 90°. Para a formação da estrutura de copa, as brotações selecionadas foram arqueadas a um

ângulo de 60° em relação ao eixo central. Os ramos foram amarrados com fitas plásticas em estacas de madeiras fixadas no solo, permanecendo por oito meses, até que os ramos atingissem a maturação e lignificação suficientes para permanecerem na angulação desejada.

O experimento foi instalado em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3, sendo o primeiro fator dois sistemas de condução (Y ou em taça) e o segundo fator três metodologia de poda em verde no verão (sem poda em verde, poda de renovação e poda de ângulo de flexão), com quatro blocos, contendo cinco plantas, sendo as três centrais a parcela útil por unidade experimental.

No final do outono em todos os anos após o plantio (primeira semana de junho), foram realizadas as podas secas em todas as plantas pertencentes ao experimento, quando as gemas das plantas ainda estavam dormentes. Utilizou-se cianamida hidrogenada na concentração de 0,25% (Dormex®, BASF Agro Brasil) logo após a operação da poda seca, para uniformização da floração e brotação (SOUZA *et al.*, 2013).

No início do verão de 2019 (última semana de dezembro), foram realizadas as podas em verde, que se repetiu nos próximos três anos consecutivos. No tratamento que recebeu a poda de renovação, foram suprimidos apenas os ramos que produziram, as brotações em excesso e/ou mal posicionadas, de acordo com Araújo *et al.* (2008). No tratamento que recebeu a poda de ângulo de flexão, os ramos que produziram foram torcidos manualmente ao ponto de atingirem o ângulo de 110°, conforme metodologia de Zhang *et al.* (2017). Já no tratamento sem poda em verde, os ramos não foram removidos. Na poda seca de 2020, iniciou-se a coleta dos dados.

Nos anos de 2020 e 2021 (dois ciclos produtivos), foram avaliadas a porcentagem de floração e brotação. Para isso, foram marcados quatro ramos por planta útil após a poda seca, com comprimento próximo a 15 cm e foram contados o número de gemas floríferas e vegetativas. Passados 15 dias após a plena floração e brotação, contou-se a quantidade de gemas que floriram e brotaram em seis amostras de cada planta totalizando 288 amostras, e assim, calculou-se as porcentagens. O número médio de frutos por planta, produção média (kg planta<sup>-1</sup>) e produtividade média estimada (t ha<sup>-1</sup>), nos dois ciclos produtivos, foram avaliadas de outubro a novembro. Os frutos coletados em cada colheita, realizada semanalmente, foram contados e pesados com o auxílio de uma balança semi-analítica digital (Shimadzu SHI-AUX-220 modelos, Tecnal, Piracicaba, SP, Brasil). Ao final do ciclo de produção, somou-se todas as massas registradas para a determinação da produção por planta e, posteriormente, calculou-se a produtividade estimada, multiplicando a produção pela densidade populacional (condução em

Y, densidade populacional de 1.334 plantas ha<sup>-1</sup>; condução em taça, densidade populacional de 500 plantas ha<sup>-1</sup>).

O cálculo para diâmetro longitudinal e transversal médio do fruto, foi realizado com a utilização de um paquímetro digital. As medições foram feitas em dez frutos, coletados aleatoriamente em cada parcela experimental, com duas medições por fruto, da face longitudinal e transversal e, ao final, obtendo-se a média, em centímetros. Para teores de sólidos solúveis totais (SST) foram utilizados vinte frutos para cada amostras sendo determinado por refratometria portátil (RTD-45 modelo, Cial, São Paulo, SP, Brasil) em temperatura média de 20 °C, conforme as normas da *Association of Official Analytical Chemists* - AOAC (2005), utilizando-se refratômetro digital, homogeneizante nas amostras e aferindo-se 1 a 2 gotas de material prima (calda), e os resultados foram expressos em °Brix (SILVA *et al.*, 2002).

Após a poda em verde, do ano de 2021, foram suspensas as pulverizações com fungicidas para a avaliação da incidência de ferrugem nas folhas [*Tranzschelia discolor* (Fuckel) *Tranzschel e Litvinov*], considerando-se a incidência como presença ou ausência de ferrugem. Foram marcados quatro ramos por planta útil, sendo utilizado na avaliação apenas os primeiros 30 cm do ramo. Foi quantificada a quantidade total de folhas por ramo e após 47, 61 e 75 dias após as podas em verde (sem poda em verde, com poda em verde e com poda de ângulo de flexão), contou-se a quantidade de folhas com a presença de ferrugem e, posteriormente, calculou-se a porcentagem de incidência, conforme metodologia de Rodrigues *et al.* (2008).

Após a poda em verde do ano de 2022, foram suspensas as pulverizações com fungicidas para a avaliação da porcentagem de desfolha. Para determinação de desfolha foram marcados seis ramos de crescimento do ano de idade (aproximadamente 30 cm de comprimento) foram coletados de cada árvore sendo três de cada lado da planta, totalizando 30 ramos por tratamento em plantas não tratada por nenhum fungicida. A desfolha foi determinada para cada data de amostragem e foi expressa em porcentagem. O restante que sai em cada haste de um ano ou mais foi considerado doente. O percentual de desfolha foi determinado por meio da contagem do total de folhas no dia zero (dia de poda verde) e após 40, 47 e 54 dias após a data de poda verde. O percentual de desfolha foi determinado pela seguinte fórmula: Percentual de desfolha:  $100 - (NFD/NFI \cdot 100)$ , onde: NFD = número de folhas na data de avaliação e NFI = número de folhas inicial, depois da poda verde.



Os dados foram submetidos ao teste de comparação de médias Tukey (5% de probabilidade de erro). As análises foram realizadas pelo Programa Computacional de Análise de Variância Sisvar, versão 5.6. (FERREIRA, 2014).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não houve interação entre os fatores sistemas de condução e as podas no verão, em todas as características avaliadas, e não houve interação entre as épocas.

Quanto aos sistemas de condução empregados para os pessegueiros, a análise estatística revelou que não houve diferença significativa para as porcentagens de brotação, floração e também para a qualidade dos frutos (Tabelas 1 e 2).

Porém, ao analisar o desempenho produtivo dos pessegueiros, os resultados evidenciaram que a produção de frutos é superior nas plantas conduzidas em taça, em relação às plantas conduzidas em Y, tanto para a quantidade de frutos, como para a produção por planta (Tabela 1). O maior desempenho produtivo das plantas conduzidas em taça, comparadas com as plantas conduzidas em Y, está relacionada a maior quantidade de ramos principais. No sistema em taça, as plantas são conduzidas com quatro ramos equidistantes a um ângulo próximo a 90° e em Y, com dois ramos equidistantes a um ângulo próximo a 180°. Teve diferença estatística, mas o Y, mesmo com a metade do número de ramos da taça, produziu mais que a metade por planta.

A produtividade em 2021 também foi mais que o dobro (taça 6 toneladas e Y 14 toneladas). Percebe-se que no ciclo produtivo 2020, a diferença da quantidade de frutos foi de aproximadamente 36 frutos/planta e da produção de 2 kg/planta. No ciclo produtivo 2021, essa diferença, entre as plantas conduzidas em Y para taça foi de 33 frutos/planta e 1,6 kg/planta (Tabela 1). Uberti *et al.* (2020), também observaram que a produção de pêssegos é menor no sistema de condução em Y, em comparação ao sistema de condução em taça.

Tabela 1 - Porcentagem de brotação e florescimento, massa média dos frutos (g), nº médio de frutos, produção (kg planta<sup>-1</sup>) e produtividade estimada (t ha<sup>-1</sup>) de frutos do pessegueiro 'Rubimel' em dois sistemas de condução (Y e Taça) e submetidos a três podas no verão (renovação, poda de ângulo de flexão e ausência de poda), nos ciclos produtivos 2020 e 2021. UFLA, Lavras, MG, Brasil.

Sistemas de condução	% brotação		% floração		Massa fruto (g)	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Y	82,3 a	83,2 a	81,4 a	82,5 a	61,6 a	62,9 a
Taça	84,3 a	83,9 a	81,1 a	86,4 a	60,5 a	60,5 a
Podas no verão						
Sem poda	83,7 a	83,8 a	83,5 a	83,7 a	60,8 a	62,7 a
Renovação	75,7 b	76,0 b	69,9 b	79,2 b	61,2 a	61,5 a
Flexão	90,5 a	90,8 a	90,5 a	90,5 a	61,1 a	60,9 a
CV (%)	15,03	14,82	12,76	14,65	9,34	9,65
Sistemas de condução	Nº frutos		Produção (kg planta <sup>-1</sup> )		Produtividade estimada (t ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Y	130,2 b	170,6 b	8,0 b	10,5 b	10,7 a	14,1 a
Taça	165,9 a	203,2 a	10,0 a	12,1 a	5,0 b	6,0 b
Podas no verão						
Sem poda	170,4 a	222,4 a	10,4 a	13,5 a	9,0 a	12,0 a
Renovação	79,4 b	91,3 b	4,8 b	5,5 b	4,1 b	4,7 b
Flexão	194,5 a	247,0 a	11,9 a	15,0 a	10,5 a	13,5 a
CV (%)	12,35	14,21	13,91	15,47	13,91	15,47

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup> Cálculo considerando o espaçamento 1,5 x 5m no sistema de condução em Y (densidade de 1.334 plantas ha<sup>-1</sup>) e 4 x 5m no sistema de condução em taça (densidade de 500 plantas ha<sup>-1</sup>).

Fonte: Do autor (2023).

Ao analisar a produtividade estimada, os resultados nos dois ciclos produtivos foram inversos, ou seja, plantas conduzidas em Y promoveram maior produtividade em relação às plantas conduzidas em taça (Tabela 1). Essa razão se deve a quantidade de pessegueiros dispostos em uma mesma área, uma vez que a densidade populacional de 1.334 plantas ha<sup>-1</sup> no sistema de condução em Y e 500 plantas ha<sup>-1</sup> no sistema de condução em taça, perante aos espaçamentos adotados (1,5 m entre plantas x 5 m entre linha em Y e 4 m x 5 m em taça). De acordo com Pasa *et al.* (2017), a qualidade de pêssegos produzidos não se altera expressivamente quando se comparam sistemas de plantio de baixa e alta densidade. No entanto, Bussi *et al.* (2015) encontraram maior produtividade de pêssegos em alta densidade de plantio.

Os diferentes manejos de podas em verde não promoveram diferenças na qualidade dos pêssegos (Tabelas 1 e 2). Corroborando com Uberti *et al.* (2020), o desenvolvimento fenológico e a qualidade dos frutos não são afetados pelos sistemas de condução.

Mas, em relação a porcentagem de brotação e floração, a ausência de poda em verde e a poda de ângulo de flexão em verde promoveram melhorias em relação à poda de renovação. Segundo Borba *et al.* (2005), em pessegueiros submetidos a poda de renovação em verde, ocorre declínio dos teores de carboidratos nas raízes, logo após essa operação. Segundo os autores, isso ocorre pelo fato de a poda de renovação estimular a produção de novas brotações que consomem parte das reservas das raízes. Isso justifica a maior porcentagem de brotação e floração após a poda seca, em plantas que não receberam anteriormente a poda de renovação em verde e aquelas que receberam a poda de ângulo de flexão em verde.

Tabela 2 - Comprimento médio dos frutos (cm), diâmetro médio dos frutos (mm) e sólidos solúveis totais (TSS) (°Brix) de frutos do pessegueiro ‘Rubimel’ em dois sistemas de condução (Y e Taça) e submetidos a três podas no verão (renovação, poda de ângulo de flexão e ausência de poda), nos ciclos produtivos 2020 e 2021. UFLA, Lavras, MG, Brasil.

Sistemas de condução	Comprimento fruto (mm)		Diâmetro fruto (mm)		Sólidos solúveis totais (TSS)	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Y	61,6 a	60,2 a	51,3 a	51,0 a	9,5 a	9,8 a
Taça	61,0 a	62,6 a	53,1 a	55,1 a	9,8 a	9,8 a
Podas no verão						
Sem poda	61,9 a	63,7 a	52,7 a	52,7 a	9,7 a	9,8 a
Renovação	61,0 a	59,7 a	53,1 a	55,8 a	9,8 a	9,5 a
Flexão	61,2 a	61,0 a	51,0 a	50,7 a	9,6 a	9,9 a
CV(%)	7,23	7,12	8,19	9,68	10,64	11,98

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2023).

Como na poda de ângulo de flexão em verde os ramos não são removidos e apenas torcidos, as folhas continuam acumulando reservas. Isso demonstra que a presença de folhas no período após a colheita dos pêssegos é de fundamental importância para que a planta continue realizando fotossíntese e acumulando reservas que serão utilizadas nos ciclos seguintes. Segundo Zhang *et al.* (2023), a poda de ângulo de flexão promove o maior aproveitamento da luz sobre o dossel da planta e a formação de botões florais.

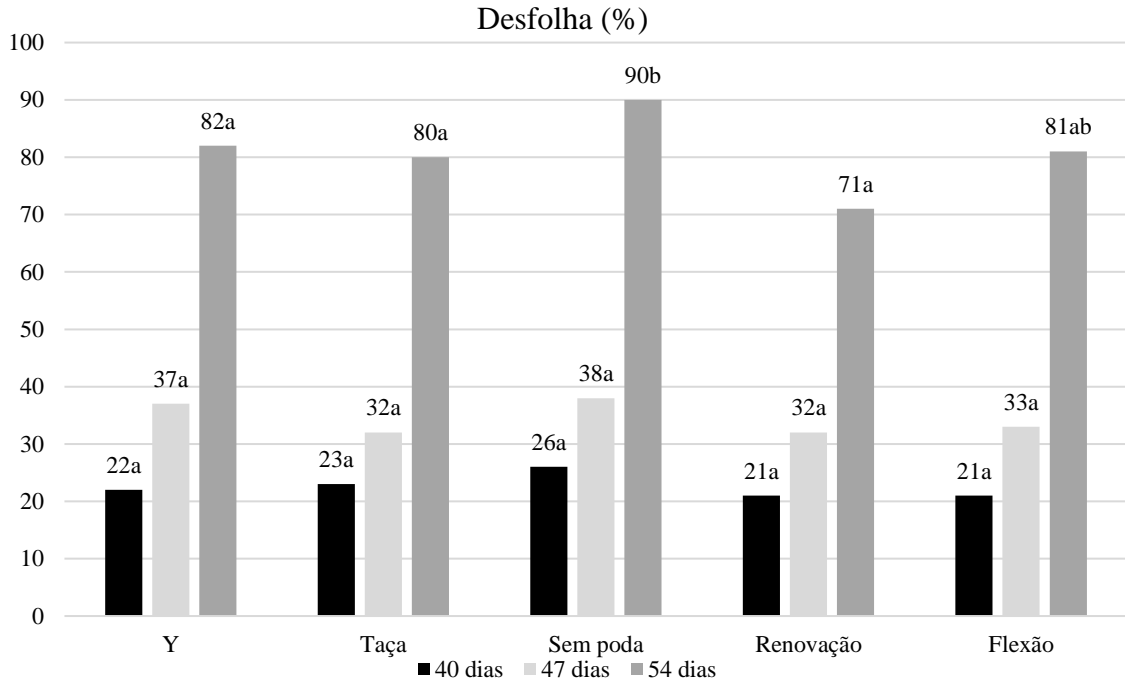
Quanto ao desempenho produtivo, a quantidade de frutos, aferida pelo número médio de frutos e produção em kg, além da produtividade estimada, plantas submetidas à poda de

ângulo de flexão e sem poda em verde apresentaram maior desempenho em relação às plantas submetidas à poda de renovação (TABELA 1). Segundo Araújo *et al.* (2008), a poda de renovação promoveu queda da produção de pêssegos, em relação aos pessegueiros que não receberam a poda em verde.

Não houve diferença estatística para a incidência de ferrugem nas folhas, resultados esses que concorda com Rodrigues *et al.* (2008). Porém, na avaliação da porcentagem de desfolha, houve diferença entre os manejos de poda em verde aos 54 dias após a poda (Figura 2). Plantas que não receberam a poda em verde apresentaram maior desfolha (90% de queda de folhas) e aquelas que receberam a poda de renovação a menor (71% de queda de folhas). Resultados corroborados pelo Araújo *et al.* (2008), após a colheita a ferrugem pode ocasionar o desfolhamento precoce conduzindo à redução no vigor ou produtividade na safra seguinte. Percebe-se que a poda de ângulo de flexão em verde apresentou uma tendência menor de desfolha, em relação à ausência de poda em verde.

Segundo Araújo *et al.* (2008), a principal vantagem da poda em verde é retardar a queda das folhas, que possui como vantagem evitar a floração e brotação dos pessegueiros no início do outono nas regiões subtropicais. As folhas desempenham funções vitais na planta, pois são nestes órgãos vegetais que ocorre o processo de fotossíntese (SOUZA; FLORES; LORENZ', 2013), Além disso, Seghour e Bouhala (2007) destacam a contribuição das folhas no processo de indução floral bem como na produção de substâncias que estimulam a floração.

Figura 2 - Porcentagem de desfolhas dos ramos do pessegueiro ‘Rubimel’ em dois sistemas de condução (Y e Taça) e submetidos a três podas no verão (renovação, poda de ângulo de flexão e ausência de poda), aos 40, 47 e 54 dias após a execução da poda no verão, no ciclo produtivo 2022. UFLA, Lavras, MG, Brasil.



Fonte: Do autor (2023).

Percebe-se que as diferenças entre os tratamentos são grandes nos 54 dias, assim quanto maior a queda das folhas, menor é a produtividade das plantas. Conforme Alves *et al.* (2008) a desfolha precoce prolonga o período de florescimento e tem impacto negativo na produtividade, evidenciando a importância de se controlar a epidemia de ferrugem nos pomares de pessegueiro. Baldisser *et al.* (2020) destacam a importância de manter as folhas no período após a colheita de pêssego para que acumule reservas de carboidratos.

#### 4 CONCLUSÃO

Sistema de condução em Y promove aumento da produtividade, devido ao aumento da densidade de plantas.

Apesar da poda de ângulo de flexão em verde proporcionar a mesma produção de pêssegos em relação à não adoção da prática da poda em verde, a porcentagem de desfolha no verão é menor. A poda de ângulo de flexão em verde poderá trazer benefícios a médio e longo prazo no cultivo de pêssegos precoces em regiões subtropicais.

## **AGRADECIMENTOS**

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Agradecemos também à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo material utilizado para a realização do estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.
- ALVES, G.; MAY-DE MIO, L.L. Efeito da desfolha causada pela ferrugem na floração e produtividade do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 30, n. 4, p. 907-912, 2008. Disponível em: <https://www.scieIo.br/pdf/rbf/v30n4/a12v30n4.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- ARAÚJO, J.P.C.; RODRIGUES, A.; SCARPARE FILHO, J.A.; PIO, R. Influence of the renewal pruning and control of the rust in the carbohydrate reserves and production of precocious peach tree. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 331-335, 2008.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- BALDISSER, S.; PETRI, J.L. Desfolha antecipada e sua relação com o teor de carboidratos em ramos de pessegueiro cv. chimarrita. **Ignis**, Caçador, v. 9, n. 3. p. 70-81, 2020.
- BORBA, M.R.C.; SCARPARE FILHO, J.A.; KLUGE, R.A. Levels of carbohydrates in peaches submitted to different intensity of green pruning in tropical climate. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 68-72, 2005.
- BUSSI, C.; PLENET, D.; MERLIN, F.; GUILLERMIN, A.; MERCIER, V. Limiting brown rot incidence in peach with tree training and pruning. **Fruits**, v. 70, p. 303-309, 2015.
- CAMPOY, J.; RUIZ, D.; EGEEA, J. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 130, p. 357-372, 2011.
- CITADIN, I.; PERTILLE, R.H.; LOSS, S.E.M.; OLDONI, T.L.C.; DANNER, M.A.; WAGNER, A.J.R; LAURI, P.E. Do low chill peach cultivars in mild winter regions undergo endodormancy? **Trees**, v. 36, p. 1273-1284, 2022.
- CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; SACHET, M.R.; ROSA, F.J; RASEIRA, M.C.B; WAGNER, A.J.R Adaptability and stability of fruit set and production of peach trees in a subtropical climate. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 133-138, 2014.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. Disponível em: <http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Acesso em: 10 feb. 2020.
- GUIMARÃES, D.V.; SILVA, M.L.N.; BENIAICH, A.; PIO, R.; GONZAGA, M.I.S.; AVANZI, J.C.; BISPO, D.F.A.; CURI, N. Dynamics and losses of soil organic matter and nutrients by water erosion in cover crop management systems in olive groves, in tropical regions. **Soil & Tillage Research**, v. 209, p. 104863-104863, 2021.

- PASA, M.S.; FACHINELLO, J.C.; SCHMITZ, J.D.; ROSA JUNIOR, H.F.; FRANCESCHI, E.; CARRA, B.; GIOVANAZ, M.A.; SILVA, C.P. Early performance of 'Kampai' and 'Rubimel' peach on 3 training systems. **Bragantia**, v. 76, p. 82-85, 2017.
- RODRIGUES, A.; SCARPARE FILHO, J.A.; ARAÚJO, J.P.C.; GIRARDI, E.A.; SCARPARE, F.V. Rust *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel and Litvinov control by green pruning in peach. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 634-638, 2008.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. da; ARAUJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B. de; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. 355 p.
- SCARIOTTO, S.; CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; SACHET, M.R.; PENSO, G.A. Adaptability and stability of 34 peach genotypes for leafing under Brazilian subtropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 155, p. 111-117, 2013.
- SEGHOOR, N.; BOLJHALA, K. **Le floraison chez les arbres fruitiers: de l'induction floreal à la floraison**. 2007. Tese (Doutorado) - Université Mohamed BOUDIAF de M'SiLa. Disponível em: <http://dspece.univ-msiLa.dz:8080/xmlui/handle/123456789/10225>. Acesso em: 24 ago. 2023.
- SILVA, P.S.L. *et al.* Distribuição do teor de sólidos solúveis totais em frutos de algumas espécies de clima temperado. **Revista Caatinga**, v. 15, n. 1, p. 19-23, 2002.
- SOUZA, V.C.; FLORES, T.B.; LORENZI, H. **Introdução Botânica: morfologia**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2013. 2229 p.
- SOUZA, F.B.M.; ALVES, E.; PIO, R.; CASTRO, E.; REIGHARD, G.L.; FREIRE, A.I.; MAYER, N.A.; PIMENTEL, R. Influence of temperature on the development of peach fruit in a subtropical climate region. **Agronomy-Basel**, v. 9, p. 20-30, 2019a.
- SOUZA, F.B.M.; ALVARENGA, A.A.; PIO, R.; GONÇALVES, E.D.; PATTO, L.S. Fruit production and quality of selections and cultivars of peach trees in Serra da Mantiqueira, Brazil. **Bragantia**, v. 72, p. 133-139, 2013.
- SOUZA, A.L.K.; SOUZA, E.L.; CAMARGO, S.S.; FELDBERG, N.P.; PASA, M.S.; BENDER, A. The effect of planting density on 'BRS Rubimel' peach trained as a "Y-shaped" system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, p.e-122, 2019b.
- TADEU, M.H.; PIO, R.; SILVA, G.N.; OLMSTEAD, M.; CRUZ, C.D.; SOUZA, F.B.M.; BISI, B.B. Methods for selecting peach cultivars in the tropics. **Scientia Horticulturae**, v. 252, p. 252-259, 2019.
- UBERTI, A.; SANTANA, A.S.; LUGARESI, A.; PRADO, J.; LOUIS, B.; DAMIS, R.; FISCHER, D.L.O.; GIACOBBO, C.L. Initial productive development of peach trees under modern training systems. **Scientia Horticulturae**, v. 272, p. 109527, 2020.



ZHANG, B.; ZHENG, F.; GENG, W.; DU, H.; XIAO, Y.; PENG, F. Effect of Branch Bending on the Canopy Characteristics and Growth of Peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). **Agronomy-Basel**, v. 13, p. 1058, 2023.

ZHANG, M.; MA, F.; SHU, H.; HAN, M. Branch bending affected floral bud development and nutrient accumulation in shoot terminals of 'Fuji' and 'Gala' apples. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 39, n. 156, 2017.

**ARTIGO 2 – PRELIMINARY ANALYSIS FOR AGROCLIMATIC ZONING  
PROPOSAL FOR PEACH TREE CULTIVATION IN MOZAMBIQUE**

**NORMAS DO PERIÓDICO DA REVISTA CERES  
(VERSÃO PUBLICADA)**

## PRELIMINARY ANALYSIS FOR AGROCLIMATIC ZONING PROPOSAL FOR PEACH TREE CULTIVATION IN MOZAMBIQUE

Lucidio Henriques Vote Fazenda, Pedro Maranhã Peche, Paula Nogueira Curi, Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Shiassi, Renata Elisa Viol, Rafael Pio.

### ABSTRACT

Mozambique is a country located in the southwest of the African continent. The country has great climatic diversity. The tropical monsoon (Am), tropical savanna (Aw), hot semiarid (BSh), and humid subtropical (Cwa and Cfa) and subtropical highland (Cwb) climates stand out. The regions classified a subtropical have climatic potential for the rational exploitation low and medium chill requirement of peach trees. There are already technologies for the cultivation of peach trees in subtropical regions in Brazil. The objective of this study was to identify the zoning of suitable areas and provide bases for the establishment and expansion of peach cultivation in Mozambique. Meteorological data from 108 stations and the geotechnological tool ArcGIS 10.1 were used to spatialize temperature, rainfall, and humidity data and then reclassify them for the generation of maps using the Geostatistical Analyst extension. In parallel, maps of mean annual temperatures and climate classification were used. Regions in the subtropical areas of Mozambique with suitable temperature and rainfall are viable for peach plantations. The results showed the Northwest, Central and South regions is more suitable for the economic exploitation of peaches trees.

**Keywords:** climate classification; peach; *Prunus persica* L.

### INTRODUCTION

The peach tree (*Prunus persica* L. Bastsch) is a fruit tree belonging to the family *Rosaceae* of Asian origin. Because it is a temperate fruit tree, it has a dormancy mechanism (Pio *et al.*, 2018).

Temperate fruit trees to regions with defined climatic seasons. In these regions, temperatures are appropriate for growth during spring and summer. In fall and winter, to survive low temperatures, temperate fruit trees have developed an adaptation mechanism that involves the acquisition of chilling resistance and growth control, known as dormancy (Erez, 2000).

Dormancy is the mechanism by which temperate fruit trees protect plant tissue, which is sensitive to unfavorable climatic conditions, especially below freezing temperatures (Campoy *et al.*, 2011). In turn, the lack of a sufficiently chilling period or a long winter and, consequently, the nonbreaking of dormancy alter the flowering and leafing of temperate fruit trees. This promotes leafing and erratic flowering, with a reduction in the number of buds sprouted and plant growth, the shortening of internodes, the growth of vertical branches, low fruiting, deformed fruits and, in more severe conditions, plant death. (Campoy *et al.*, 2011).

The main obstacle in the production of temperate fruits in the tropics is to break the dormancy period (Erez, 2000). However, through genetic improvements, there are cultivars with fewer chilling requirements that can be grown in subtropical zones (Souza *et al.*, 2019). Some low chilling peach cultivars do not enter into deep endodormancy and are, therefore, able to respond to external cues of growth and development (Citadin *et al.*, 2022).

The exploitation of peach trees in subtropical regions has expanded, especially in Brazil. In this sense, there has been an intensification of studies related to genetic improvements, and dozens of cultivars can be grown in regions with mild or practically nonexistent winter (Scariotto *et al.*, 2013 and Citadin *et al.*, 2014; Tadeu *et al.*, 2019). A series of studies was conducted to adapt culture management techniques for peach cultivation in the tropics (Pio *et al.*, 2018).

The adoption of peach cultivars that require less chilling in mild winter regions makes it possible to harvest fruits in periods with lower supply (Barbosa *et al.*, 2010) because the harvest of early peaches in subtropical regions occurs earlier in the season compared to that in traditional temperate regions (Araújo *et al.*, 2008).

Mozambique is a country located in the better south or southeast, but not southwest of the African continent. The country has great climatic diversity. In subtropical zones, the exploitation of the peach tree, may be possible.

In the tropics, compared to the dry season, in which droughts of variable duration are frequent, the rainy season is characterized by greater rainfall intensity and frequency (Moraes *et al.*, 2005; Uele *et al.*, 2017). In this regard, agricultural zoning, based on the climate and soil potential of a region, and adversities are of high relevance.

The rainy season is characterized by remarkable spatial fluctuation; therefore, the use of different agricultural calendars for each state or region of a country is advised (Moraes *et al.*, 2005). The mapping of climatically homogeneous microregions can establish compatible

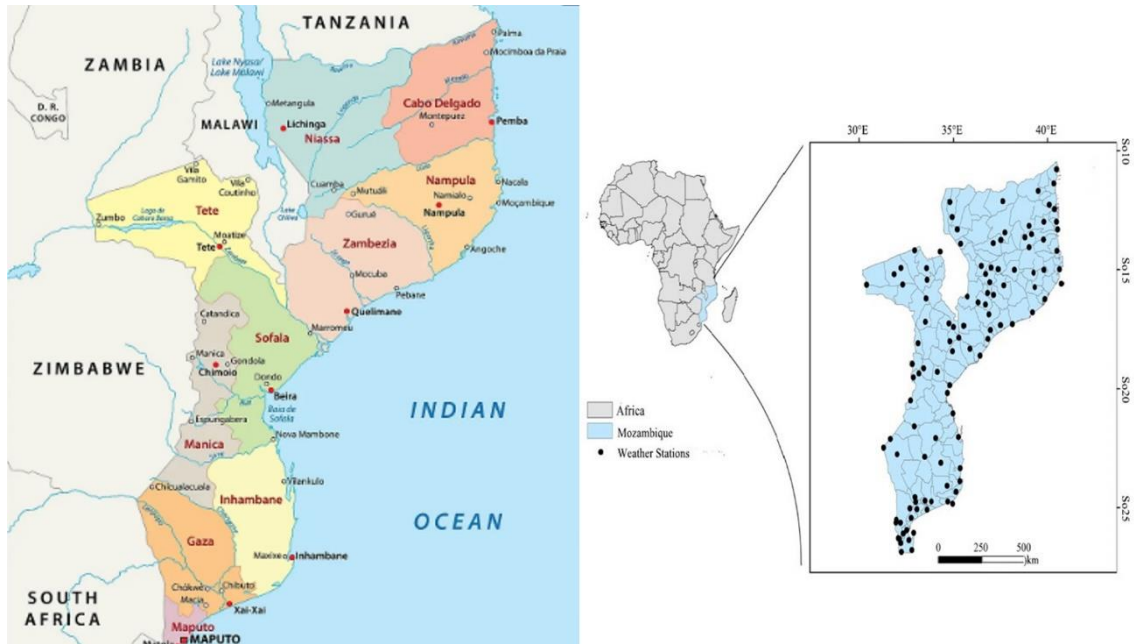
indicators for the rational exploitation of crops. The use of geographic information systems (GIS), remote sensing, and spatial analysis are useful for developing strategies to select potential species for cultivation. GIS has played a key role in zoning studies and zone identification, adding knowledge and providing information (Sá Júnior *et al.*, 2012).

Zoning for peach cultivation may inform producers regarding appropriate regions for peach production in Moçambique. The main objective of this study is to Preliminary analysis for agroclimatic zoning proposal for peach cultivation in Mozambique.

## **MATERIAL AND METHODS**

### **Characterization of the área**

The study region is located on the eastern coast of Southern Africa and is bordered by Tanzania (north); Malawi and Zambia (northwest); Zimbabwe, South Africa and Swaziland (west); South Africa (south); and the section of the Indian Ocean known as the Mozambique Channel (east). The region is approximately located between 10° S and 27° S latitude and between 30° E and 41° E longitude (Figure 1) and it has a total area of 801,590 km<sup>2</sup> (Anuário Estatístico 2019). Only a small portion of its territory, where its capital is located, is south of the Tropic of Capricorn in the South Temperate Zone.



**Figure 1:** Map showing Mozambique with its administrative divisions and spatial distribution of weather stations - Africa. Source: <https://www.worldatlas.com/maps/mozambique>

### Spatialization of meteorological data

The agroecological zoning for peach tree cultivation in Mozambique consisted of following the cultivation standards in terms of the number of hours of chill required for plant development, related to plant budbreak (Lang *et al.*, 1987), in addition to the mean, maximum, and minimum annual rainfall, humidity, and temperatures.

Rainfall frequency at the existing stations was determined based on statistical calculations of the data observed between 01/1989 and 12/2019, accounting for 30 years of monthly data obtained using a conventional rain gauge. The historical series of frequencies over the years during the study period was analyzed, totaling 108 record points, and rainfall, air temperature, and humidity were analyzed were collected from the Food and Agriculture Organization (FAO) website, climwat 2.0 for cropwat 8.0 (FAO, 2021).

The total rainfall of each year from 01/1989 to 12/2019 was compared to the rainfall index for the period, which was obtained from the mean annual rainfall in the study.

Minimum, mean, and maximum temperatures were also used for the meteorological data. A multiple linear regression was calculated in which the mean temperature was adopted as the dependent variable and longitude and altitude were adopted as the independent variables. Latitude was not considered because it has collinearity with longitude. Map algebra was used

after acquiring the multiple linear regression coefficients (Table 1), based on equation 1, and a matrix image of the mean temperatures of the states of Mozambique was obtained (Gasparini *et al.*, 2015).

$$\text{Temp: } \beta_0 + \beta_1\lambda + \beta_2Z$$

where: *Temp*: mean temperature (°C);  $\beta_0$ : Intercept;  $\beta$ : Coefficient;  $\lambda$ : Longitude (decimal degrees);  $\beta_2$ : Coefficient; and Z: Altitude (m).

**Table 1:** Multiple linear regression statistics were used to estimate the mean temperatures of Mozambican states and to produce maps.

Variables	Coefficients	Statistics-t	P-value
Intercept	24.63701	141.6269	1.2E-122 *
Altitude	-0.00317	-8.70249	4.61E-14 *
Longitude	-1.19512	-37.0967	0.0654

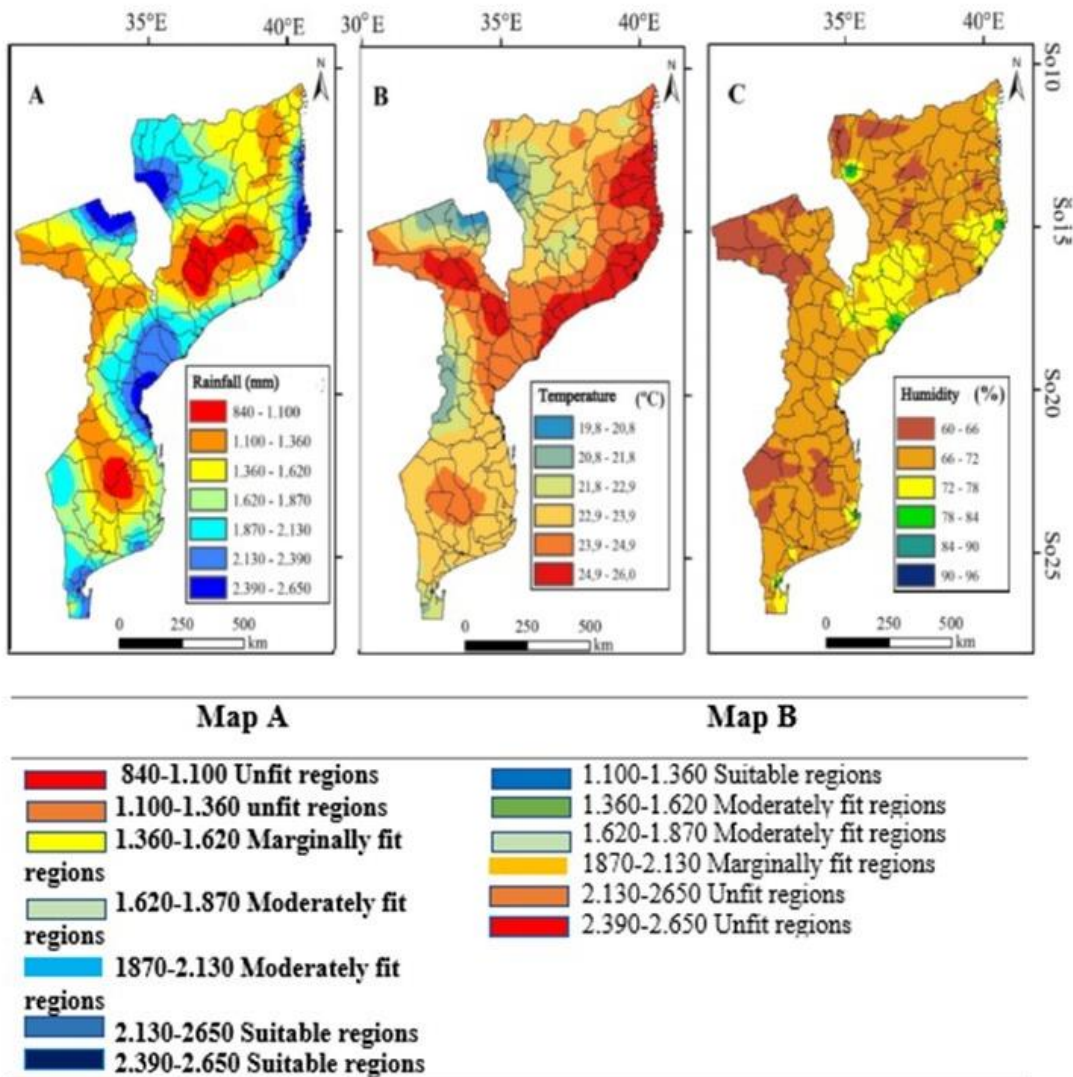
\*significant p-value ( $p < 0.05$ ).

Sum of chilling the hours of below 7.2 °C were calculated for the period between May and September using a model adjusted for Mozambique based on the model reported by Damario *et al.* (1999), who estimate the hours of chilling from minimum air temperature data. The Köppen climate classification for Mozambique was used to aid in the determination of regions for peach cultivation (Köppen, 1931).

The mean rainfall, mean temperature and mean humidity for the previous 30 years were input, and spatial interpolation using the ordinary kriging method was applied through the ArcGIS Geostatistical Analyst extension, with statistical adjustment of the exponential semivariogram according to Cecílio *et al.* (2012) to generate the matrix image of the mean annual rainfall, mean annual temperature, and mean annual humidity, which were obtained from the 108 weather stations; the stations were located based on altitude and coordinates of the parallels, latitude, longitude to generate maps in ArcGIS version 10.1. Adjacent data for the creation of maps were collected from the Food and Agriculture Organization (FAO) website, climwat 2.0 for cropwat 8.0 (FAO, 2021). The maps were generated at the Department of Water Resources of the Federal University of Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brazil.

**RESULTS**

The Figure 2A showed that the coastal region of Mozambique has the highest rainfall. This is believed to be due to the boundary zone between the ocean and mountains. In the west, annual rainfall exceeds 500 mm, with fluctuations depending on latitude. In the western region, chilling fronts enter the country, normally providing hot and humid summers and lower mean temperatures and rainfall in winter (Figure 2B).



**Figure 2:** Climatic zoning to determine areas suitable and unfit for peach cultivation, based on rainfall (A), temperature (B), and humidity (C) in Mozambique averages recorded from 1989 to 2019. Data extracted from the FAO website (FAO, 2021).



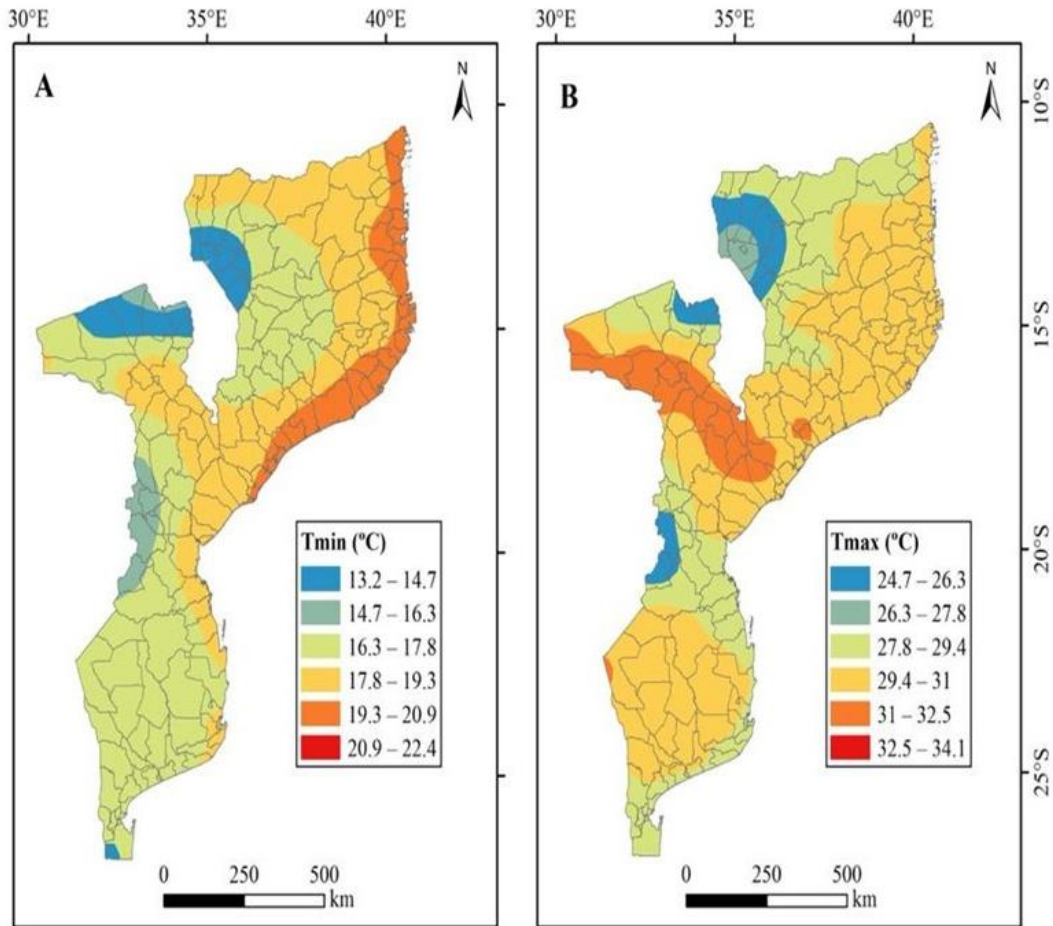
Regarding rainfall, the country does not have areas with rainfall scarcity, and the highest indices occur in the Center, North, and Southern Coastal regions (Figure 2A).

Based on the distribution of mean annual rainfall and temperature, the areas that are potentially suitable for peach tree cultivation are located in the Northwest regions of the provinces of Niassa, the central regions of the provinces of Tete and Manica, the South regions of the provinces of Maputo already produce peach and are the provinces where the exploitation is most significant, as they are at higher altitudes. In these areas, the climate is characterized by mild temperatures with a mean annual temperature of not more than 24 °C (Figure 2B) and rainfall ranging between 800 and 1000 mm (Figure 2A).

In some regions, the mean annual rainfall in the areas at lower altitudes, such as the provinces of Zambezia, Nampula and Cabo Delgado, varies between 200 and 1,000 mm. The southern zone comprises the entire coastal strip of Gaza and approximately the entire province of Inhambane to the Save River. In this zone, the rainfall varies from 600 to 800 mm, and rainfall irregularity can cause periods of drought during traditional rainy seasons (Figure 2A).

Based on high air humidity displayed in Figure 2C, the regions of Niassa, with humidity ranging from 78 to 84% (green color), Nampula and Zambezia, with humidity ranging from 84 to 90% (light blue color), and the regions of Zambezia and Gaza, with humidity ranging from 90 to 96% (dark blue color), are zones in which fungal diseases are more likely to occur.

The temperatures shown in Figure 3 are those that occur, on average, every year in several regions, meaning that in some regions, the temperatures are high and may hinder the minimum amount of chill necessary for the development of peach cultivars recommended for subtropical and tropical regions.

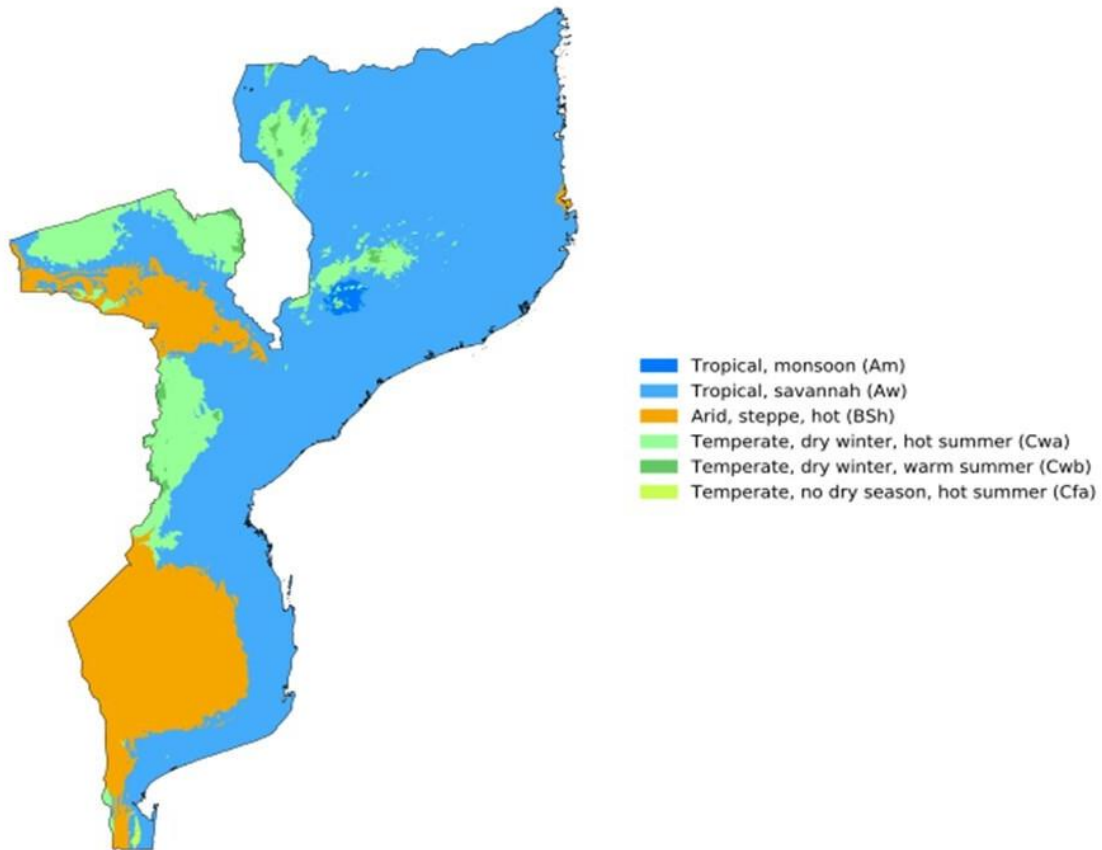


**Figure 3:** Climatic zoning of areas suitable and unfit for peach cultivation, based on the minimum temperature (A) and maximum temperature (B) in Mozambique (1989 to 2019). Data extracted from the FAO website (FAO, 2021).

As showed in Figures 3 and 1, the cultivation of peach trees is recommended in some regions with favorable microclimates, such as States (provinces): Niassa (Northwest – districts of Lichinga and Ulongue), Tete (district of Angónia) and Manica (Central - districts of Sussundenga, Manica and Chimoio) and Maputo (South - district of Namaacha).

The climatic issues related to rainfall and number of chill hours for peach tree cultivation are considered key factors in the choice of regions with the greatest suitability for peach cultivation in regions of the states of Mozambique. In this sense, agroclimatic zoning is of paramount importance for establishing policies for potential peach cultivation zones.

As seen in Figure 4, the regions that have a climate characterized as humid subtropical (Cwa and Cfa) and subtropical highland (Cwb), according to the Köppen climate classification, are suitable for the rational exploitation of temperate fruit trees with lower chill hour requirements (Kottek *et al.*, 2006).



**Figure 4:** Köppen climate classification of Mozambique. Source: Köppen (1931). Note: in printed version of paper, please do not use color printing. Data extracted from the FAO website (FAO, 2021).

Notably, in recent years, the cultivation of temperate fruit tree species has crossed the agricultural frontier as a result of genetic improvements, such as the development of peach tree cultivars that require less cumulative chill hours.

## DISCUSSION

In Mozambique, annual rainfall is abundant and occurs in the summer months (December to February), varying from 850 to 1000 mm annually on the coast and to approximately 550 mm annually in the west (Schouwenaars, 1988). Rainfall is well distributed, with no separation between rainy and dry seasons (Reason, 2007).

According to Uele *et al.* (2017), the displacement of the Intertropical Convergence Zone favors a longer rainy season in the Central and Northern regions of Mozambique (approximately eight to nine months) and a shorter rainy season in the Southern region of Mozambique (approximately four to six months).

For peach cultivation, one of the challenges is leaf diseases, such as shot hole and rust diseases, which thrive in high relative humidity. Peach trees need adequate conditions that do not favor the development of fungal diseases, i.e., high humidity. Where humidity is high, peach tree cultivation may not be economically viable given phytosanitary problems (Figure 2C). High air humidity, voluminous rainfall and high temperatures combined favor the development of fungal diseases, thus impairing the productivity and quality of peaches. According to Bleicher & Tanaka (1982), epidemics of fungal diseases in peach trees can be widespread during hot and humid periods; they are frequent in subtropical areas, which are the most favorable areas for infection; and they can occur in rainy years with high temperatures.

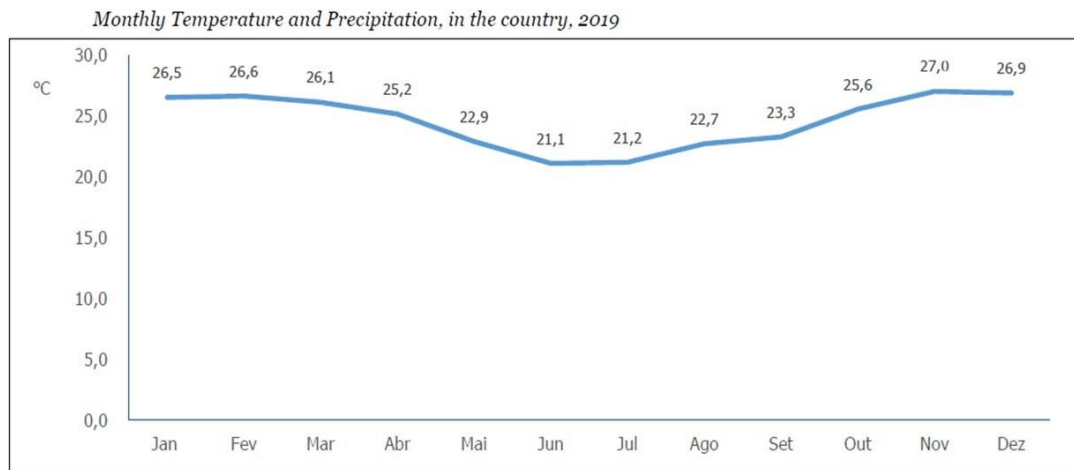
According to Pio *et al.* (2018), if conditions do not favor a chilling environment that meets at least 50% of what is required, the problem can be solved by breaking dormancy.

States (provinces): Niassa (Northwest – Massangulo – Missão districts of Lichinga and Ulongue), Tete (district of Angónia, Vila-Vasco-de-Gama, Furancungo district Macanga) and Manica (Central – Espungabera, districts of Sussundenga; Manica, Chimoio) and Maputo (South - Goba-Fronteira and Vila-Gamito, district of Namaacha) have low mean annual temperatures, varying from 19 to 21 °C. According to Souza *et al.* (2019), temperature is essential for the cultivation of peach trees in subtropical regions, i.e., mild temperatures in the fall and winter and high temperatures in the summer.

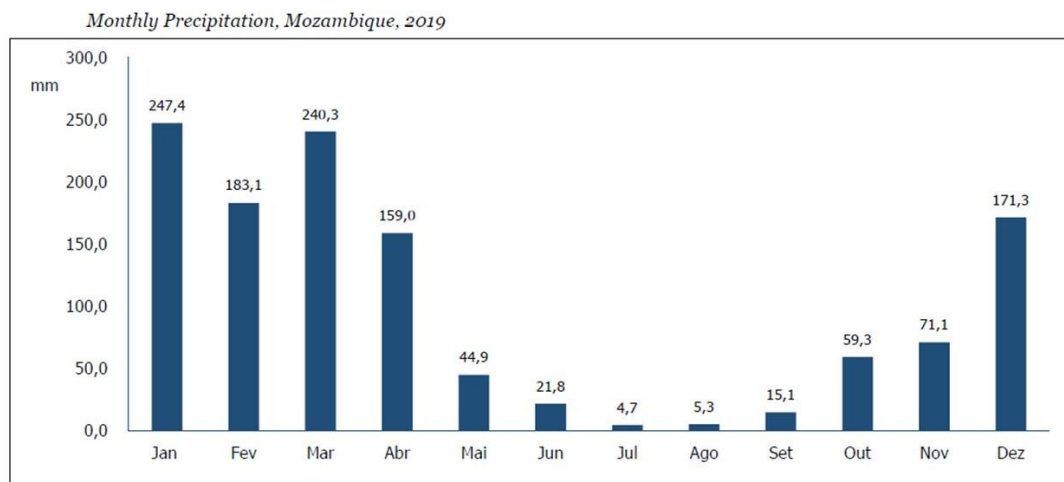
Even with favorable climatic conditions, because agroclimatic zoning was performed considering the macroscale, the existence of local variations in soil suitability was not evaluated, and this complementary evaluation is recommended (Caramori *et al.*, 2008).

Rainfall and temperature are important factors that directly affect peach cultivation and favorable yields, as illustrated in Figures 5 and 6, the monthly average temperature throughout

the year 2019 as one of the factors that influence peach cultivation. While precipitation illustrates which months there is a lot of rain. According to Cecílio *et al.* (2012), temperature and rainfall are the most important meteorological variables to be considered in studies of production processes for temperate fruit trees.



**Figure 5:** Meteorological factors that influence peach cultivation: temperature (°C). Source: Statistical yearbook, 2019. Note: in printed version of paper, please do not use color printing.



**Figure 6:** Meteorological factors that influence peach cultivation: accumulated rainfall (mm). Source: Statistical yearbook, 2019. Note: in printed version of paper, please do not use color printing.

Therefore, agroclimatic zoning is a very useful and highly successful tool for the planning of temperate fruit tree orchards, as it allows minimization of the negative impact of the climate and, at the same time, exploration of the potential of orchards in different regions (Pio *et al.*, 2018). Numerous studies have been developed with the aim of stimulating the production of temperate fruit trees in atypical regions through evaluations of climatic parameters, as performed by Caramori *et al.* (2008), Bardin-Camparotto *et al.* (2014), Pommer *et al.* (2009) and Sarmiento *et al.* (2008).

The main regions producing temperate fruit trees in subtropical regions are located in the Cfa (humid subtropical, hot summer), Cfb (humid subtropical, mild summer), Cwa (humid subtropical, dry winter and hot summer) and Cwb (humid subtropical, dry winter and mild summer) climates (Pio *et al.*, 2018).

A series of each cultivars that require from 50 or 150 hours of chilling, such as ‘Aurora’, ‘Kampai’, ‘Rubimel’, ‘Maciel’, ‘Libra’, ‘Ouromel 2’, ‘Bolão’, ‘Tropical’, ‘Diamante’, ‘Eldorado’ and ‘Biuti’, was released by Agronomical Institute of Campinas - IAC and Embrapa Temperate Agriculture in Brazil, enabling production in subtropical and tropical regions with mild winters and summers with high temperatures (Souza *et al.*, 2013; Scariotto *et al.*, 2013; Citadin *et al.*, 2014; Raseira *et al.*, 2014; Tadeu *et al.*, 2019).

The ideal technologies should stem from an understanding of the bioclimate-altitude interaction because research objectives and crop development processes are affected by these factors. By accounting for these factors, the best balance can be achieved between the climate and agricultural technologies or techniques related to temperate fruit trees regarding the amount of chill hours. Importantly, higher altitude directly affects temperature. To improve production methods for temperate fruit trees in specific states, it is essential to observe the relationship between a cultivar and climatic and edaphic factors, including the altitude of each region (Souza *et al.*, 2013).

Currently, there is abundant new information on the introduction of new cultivars or species adapted to the conditions of particular regions as well as data on the growth and quality of fruit trees in commercial plantations. This has increased knowledge regarding the characterization of soils and climate, allowing a more precise indication of the genetic material to be used for cultivation in each region. The intent is to improve the quality of agronomic and

meteorological information and to characterize the microregions suitable and unfit for agricultural exploitation.

## **CONCLUSION**

Regions in the subtropical areas of Mozambique with suitable temperature and rainfall are viable for peach plantations.

The results showed the Northwest, Central and South regions is more suitable for the economic exploitation of peach trees.

## **CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare that they have no conflict of interest carrying the research and publishing the manuscript.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors thank the Minas Gerais Research Foundation (FAPEMIG), the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), and the Brazilian Federal Agency for the Support and Evaluation of Graduate Education (CAPES) for financial support. We also thank the Federal University of Lavras (UFLA) for technological and infrastructural support.

## **REFERENCES**

- Statistical Yearbook (2019) Divisão político-administrativa, rios, orografia e países limítrofes - Instituto Nacional de Estatística (INE). Maputo, Moçambique. 512p.
- Araújo JPC, Rodrigues A, Scarpate Filho J & Pio R (2008) Influence of the renewal pruning and control of the rust in the carbohydrate reserves and production of precocious peach tree. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30:331-335.
- Barbosa W, Chagas EA, Pommer CV & Pio R (2010) Advances in low-chilling peach breeding at Instituto Agronômico, São Paulo State, Brazil. *Acta Horticulturae*, 872:147-150.
- Bleicher J & Tanaka H (1982) *Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina*. 2ª ed. Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. 53p.

- Bardin-Camparotto L, Pedro Júnior MJ, Blain GC & Hernandez JL (2014) Geoviticulture system for grapewine production in the 'Fruit Circuit' region, state of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36:900-908.
- Campoy J, Ruiz D & Egea J (2011) Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Scientia Horticulturae*, 130:357-372.
- Caramori PH, Caviglione JH, Wrege MS, Herter FG, Hauagge R, Gonçalves SL, Citadin I & Ricce WS (2008) Agroclimatic zoning for peach and nectarine in the State of Parana, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30:1040-1044.
- Cecílio RA, Silva KR, Xavier AC & Pezzopane JRM (2012) Method for spatialization of the climatic water balance elements. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47:478-488.
- Citadin I, Pertille RH, Loss SEM, Oldoni TLC, Danner MA, Wagner A Jr & Lauri PE (2022) Do low chill peach cultivars in mild winter regions undergo endodormancy? *Trees*, 36:1273-1284.
- Citadin I, Scariotto S, Sachet MR, Rosa FJ, Raseira MCB & Wagner A Jr (2014) Adaptability and stability of fruit set and production of peach trees in a subtropical climate. *Scientia Agricola*, 71:133-138.
- Damario EA, Pascale AJ & Beltrán A (1999) Disponibilidade de horas de frio no Estado de Rio Grande do Sul. In: 11<sup>a</sup> Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, reunião latino-americana de agrometeorologia, Florianópolis. Florianópolis, Epagri. p.228.
- Erez A (2000) Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: *Temperate Fruit Crops in Warm Climates*. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. p.17-48.
- FAO - Food and Agriculture Organization (2021) Moçambique. Available at: <http://https://www.fao.org/mozambique/en>. Accessed on: June 15<sup>th</sup>.
- Gasparini KAC, Fonseca MDS, Pastro MS, Lacerda LC & Santos AR (2015) Agroclimatic zoning of acai crop (*Euterpe oleracea* Mart.) for the state of Espírito Santo. *Revista Ciência Agronômica*, 46:707-717.
- Köppen W (1931) *Die klimate der Erde*. Berlim, Waltr de Guyter. 390p.
- Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf M & Rubel F (2006) World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorological Zeitschrift*, 15:259-263.
- Lang GA, Early JD, Martin GC & Darnell RL (1987) Endo-, para-, and ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. *Hort Science*, 22:371-377.



- Moraes BC, Costa JMN, Costa ACL & Costa MH (2005) Spatial and temporal variation of precipitation in the State of Pará. *Acta Amazonica*, 35:207-214.
- Pio R, Souza FBM, Kalcsits L, Bisi RB & Farias DH (2018) Advances in the production of temperate fruits in the tropics. *Acta Science*, 41:39549.
- Pommer CV, Mendes LS, Hespanhol-Viana, L & Bressan-Smith R (2009) Climatic potential for grape production in the north region of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31:1076-1083.
- Raseira MCB, Nakasu BH & Brabosa W (2014) Cultivares: Descrição e Recomendação. In: Raseira MCB, Pereira JFM & Carvalho FLC (Eds.) *Pessegueiro*. Brasília, Embrapa. p.71-141.
- Reason CJC (2007) Tropical cyclone Dera, the unusual 2000/01 tropical cyclone season in the southwest Indian Ocean and associated rainfall anomalies over Southern Africa. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 97:181-188.
- Sá Júnior A, Carvalho LG, Silva FF & Alves MC (2012) Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, 108:01-07.
- Sarmiento EC, Flores CA, Weber E, Hasenack H & Pötter RO (2008) Use of a geographic information system for a detailed soil survey of the Vale dos vinhedos, RS, Brazil. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 32:2795-2803.
- Scariotto S, Citadin I, Raseira MCB, Sachet MR & Penso GA (2013) Adaptability and stability of 34 peach genotypes for leafing under Brazilian subtropical conditions. *Scientia Horticulturae*, 155:111-117.
- Schouwenaars JM (1988) Rainfall Irregularity and Sowing Strategies in Southern Mozambique. *Agricultural Water Management*, 13:49-64.
- Souza FBM, Alves E, Pio R, Castro E, Reighard GL, Freire AI, Mayer NA & Pimentel R (2019) Influence of temperature on the development of peach fruit in a subtropical climate region. *Agronomy-Basel*, 9:20-30.
- Souza FBM, Alvarenga AA, Pio R, Gonçalves ED & Patto LS (2013) Fruit production and quality of selections and cultivars of peach trees in Serra da Mantiqueira, Brazil. *Bragantia*, 72:133-139.
- Tadeu M. H, Pio R, Silva GN, Olmstead M, Cruz CD, Souza FBM & Bisi BB (2019) Methods for selecting peach cultivars in the tropics. *Scientia Horticulturae*, 252:252-259.

Uele DI, Lyra GB & Oliveira Júnior JF (2017) Spatial and Intrannual Variability of Rainfall in South Region of the Mozambique, Southern Africa. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 32:473-484.