

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA – IFSC

MARISSA PRÁ DE SOUZA

**PRÁTICAS DE MANEJO NATURAIS PARA O CONTROLE DE
CRESCIMENTO VEGETATIVO DE MACIEIRAS**

LAGES

2023

MARISSA PRÁ DE SOUZA

**PRÁTICAS DE MANEJO NATURAIS PARA O CONTROLE DE
CRESCIMENTO VEGETATIVO DE MACIEIRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à pós-graduação Lato sensu
em Agroecologia, do Instituto Federal de
Santa Catarina, como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista em
Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Dalazen
Machado.

LAGES

2023

MARISSA PRÁ DE SOUZA

**PRÁTICAS DE MANEJO NATURAIS PARA O CONTROLE DE
CRESCIMENTO VEGETATIVO DE MACIEIRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à pós-graduação Lato sensu
em Agroecologia, do Instituto Federal de
Santa Catarina, como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista em
Agroecologia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Luciane Costa de Oliveira
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof. Msc Raquel Carlos Fernandes
Instituto Federal de Santa Catarina

Viviane Aparecida Figueredo Oliveira Santos
Dra. em Produção Vegetal

Lages, 15 de setembro de 2023

AGRADECIMENTOS

Ao bom e misericordioso Pai Celestial, pela história perfeita que Ele escreveu para minha trajetória nessa Terra, e pelas inúmeras oportunidades de aprendizado que Ele dispõe para meu crescimento moral e intelectual.

Aos meus amados pais, Marisol Siqueira Prá e Reginaldo Ricardo de Souza, pelo incentivo e confiança de que daria tudo certo e tudo ficaria bem. A vós minha eterna gratidão.

Às razões por simplesmente ter me tornado um espírito livre e persistente: meu avô materno Irassú Amorim Prá (já em outro plano), minha avó Vera Joana Siqueira Prá e ao meu primo querido, Artur Enrique Prá.

Ao meu orientador, Bruno Dalazen Machado, pela proposta de trabalho de conclusão de curso e pela orientação na escrita, apresentação e admiração pelo meu trabalho profissional.

Às minhas amigas e colegas meus colegas de curso: Diane Camila dos Santos, Diana Carolina Lima Freitas, Jéssica Mayumi Anami, Natália Maria Antunes, Genicelli Mafra Ribeiro, Marcelo Machado Proença.

Aos colegas de trabalho que me ajudaram a vencer cada passo da nova rotina: Leonardo Montagnini Sanches, Leonildo Inácio da Silva, Guilherme Guarnieri, Luis Bachini. Aos meus gestores pela oportunidade de desafiar minha capacidade profissional a cada safra e permitirem aprimorar meu currículo: Eduardo Diez e Martin Navarro.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina pelo meu aperfeiçoamento profissional e humano, por oportunizar inclusive meu desenvolvimento humano.

“O lugar onde você vive molda você.
Você mora num lugar que contribui para
a realização dos seus sonhos?”.

Haemin Sunim

RESUMO

A região Sul do Brasil se destaca pelo clima favorável ao cultivo de frutos de maçã, justamente pelas condições de temperatura com horas de frio prolongadas e regiões de altitude que configuram cenário de excelência para frutos de qualidade. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais práticas sustentáveis de controle de vigor em pomares de macieira no Sul do Brasil. O excesso de vigor em macieiras pode resultar em produção irregular e de baixa qualidade e em baixa produtividade. Portanto, práticas culturais e manejo planejado na safra são fundamentais para se ter uma produção rentável e principalmente, sustentável. A poda é uma prática há muito tempo utilizada que propõe melhorias no porte e arquitetura da macieira e que gera bons resultados na qualidade de frutos. Geralmente usa-se a condução com eixo central e ramificação lateral, mantendo a planta de fácil acesso e manuseio. A poda possibilita a entrada de incidência solar entre a copa e permite sua boa aeração evitando o excesso de umidade e proliferação de pragas e doenças em seu interior. Além disso, a poda melhora a uniformidade da coloração vermelha dos frutos. Existem práticas como a incisão anelar, que consiste na remoção de um anel da casca das varas ou do tronco, sendo uma intervenção mecânica. O clima é o principal fator responsável pela superação da dormência natural, afinal as árvores caducifólias, como macieiras e pereiras, respondem rigidamente às horas de frio e às estações do ano. Assim, o arqueamento de ramos, poda de raízes e ramos, raleio de frutos e escolha de porta-enxertos, são essenciais para obter um retorno econômico e agroecologicamente sustentável ao produtor rural.

Palavras-chave: *Malus domestica*; Poda; Sustentabilidade; Santa Catarina.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Passo a passo da condução da poda em eixo ou pirâmide.	13
Figura 2 - Macieira jovem com andaimes galhos espalhados em ângulos mais amplos usando pesos (A), espalhadores de bastão (B) e barbante (C).	14
Figura 3 - Local do anelamento de tronco, Pelotas, 2000.	15
Figura 4 - Ciclo vegetativo de árvores frutíferas de clima temperado.	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	Ácido abscísico
GA	Ácido giberélico
IAA	Ácido indol-acético
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
°C	Grau celsius
g	Grama (s)
ha	Hectare (s)
HF	Horas de frio
IG	Indicação Geográfica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
%	Porcentagem
Kg	Quilograma (s)
UF	Unidades de frio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 EXCESSO DE VIGOR EM MACIEIRAS	12
3 PRÁTICAS DE MANEJO NATURAIS	12
3.1 PODA	12
3.2 INCISÃO E ANELAMENTO DE TRONCO	15
3.3 SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA NATURAL	16
3.4 PORTA-ENXERTOS	17
3.5 ESCOLHA DE CULTIVARES RESISTENTES	19
3.6 PODA DE RAÍZES	19
3.7 ARQUEAMENTO DE RAMOS	20
3.8 FRUTIFICAÇÃO EFETIVA E RALEIO DE FRUTOS	20
3.9 HÁBITOS DE CRESCIMENTO	20
4 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

Na última safra de macieira nas principais regiões produtoras do País, 2021/2022, foi colhida a produção de 1.297.424 toneladas de maçã no Brasil, com área colhida de 32.879 ha e rendimento médio de 39.461 kg ha⁻¹ (IBGE, 2023).

A região Sul do Brasil se destaca pelo clima favorável ao cultivo de maçã, exatamente pelas condições de inverno com horas de frio e regiões de altitude que configuram cenário de excelência para frutos de qualidade. O Rio Grande do Sul possui municípios que oferecem essa realidade climática exigida pela cultura, sendo que na safra 2021/2022 foram produzidas 628.711 toneladas dessa fruta, área colhida de 15.763 ha e rendimento médio de 39.885 kg ha⁻¹ (IBGE, 2023).

Santa Catarina é o maior produtor nacional de maçã e a expectativa de colheita era cerca de 570,8 mil toneladas de frutos na safra 2022/2023, sendo que há aproximadamente 15,3 mil hectares plantados no Estado (EPAGRI, 2023). No Brasil, produz-se principalmente maçã Gala, de origem neozelandesa, e maçã Fuji de origem japonesa. Essa última possui Indicação Geográfica (IG) para a região de São Joaquim, SC, excepcionalmente por proporcionar temperaturas mais baixas no inverno (700 h com temperatura abaixo de 7,2° C), ocasionando em ciclo vegetativo mais longo e colheita tardia (EPAGRI, 2021).

Com foco no Estado Catarinense, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), mapeou por imagem de satélite 15.684 ha de pomares de maçã destacando o município de São Joaquim no Planalto Sul catarinense como maior produtor da fruta no Brasil com 8.692 ha de produção (EPAGRI, 2022).

A arquitetura de plantas frutíferas está relacionada a aspectos de produção, rendimento e qualidade de frutos, e basicamente isso consiste na forma de condução de seus ramos laterais e eixo principal, de modo que impacta significativamente a área e densidade foliar, afetando a interceptação de luz (ZHANG *et al.*, 2021).

A condução de ramos e a poda são partes fundamentais do cultivo de uma macieira produtiva. As recompensas de uma boa condução são uma árvore de fácil colheita, rendimentos elevados sustentados e frutos de qualidade. Cuidadosa atenção à condução e à prática da poda nos primeiros anos da árvore estabelecerá a forma correta

na sua maturidade. No entanto, a condução e a poda não podem superar uma genética pobre e combinação inadequada de descendentes e porta-enxerto. (MAUGHAN; BLACK; ROPER, 2017). A condição de luz (qualidade da luz, intensidade luminosa e fotoperíodo) é uma das variáveis ambientais mais importantes na regulação do crescimento, desenvolvimento e acumulação fitoquímica dos vegetais, particularmente para vegetais produzidos em ambientes controlados (BIAN; YANG; LIU, 2015). Para a indução da cor vermelha em maçãs, por exemplo, se faz necessário a interceptação de radiação solar (DAR *et al.*, 2019).

No entanto, para que a cultura atinja seu potencial produtivo, deve-se atentar-se para fatores ambientais que podem afetar a qualidade de atributos físico-químicos da maçã no período pós-colheita, pois pomares excessivamente densos na sua copa tendem a ter menor incidência de luminosidade solar em seu interior e terço inferior das plantas; resultando em baixa produção e frutos de menor qualidade (LUGARESI *et al.*, 2022).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais práticas sustentáveis de controle de vigor em pomares de macieira no Sul do Brasil.

2 EXCESSO DE VIGOR EM MACIEIRAS

O espaçamento mais estreito entre linhas nos pomares de macieiras foi considerado um pré-requisito a fim de aumentar a interceptação luminosa acima de 60% da radiação acima do dossel em sistemas de pomares de linha única, tal que foi constatado um aumento de 80% na interceptação de sistema bidimensional com espaçamento de 1,5 m (TUSTIN; BREEN; VAN HOOIJDONK, 2022).

A produção irregular é caracterizada por anos de alta produção seguido por ano de baixa produção, afetando diretamente o rendimento e qualidade de frutos ao longo das safras de produção, resultando em consequências econômicas para a indústria de fruteiras (CAPELLI *et al.*, 2016).

Algumas espécies de fruteiras são mais propensas à alternância de produção devido a sua suscetibilidade a fatores ambientais, ou aos padrões de ramificação e produção associados aos seus hábitos de crescimento (LAURI; COMBE; BRUN, 2014). A ciclagem de carboidratos não estruturais como amido, glicose, frutose e sacarose, por exemplo, e nutrientes de reserva são um dos fatores que podem contribuir na suscetibilidade de árvores frutíferas para produção alternada (GOLDSCHMIDT, 2013). O esgotamento dessas reservas após alta produção de frutos ou ainda uma longa exposição a condições de estresse, leva a fruteira à baixa produção na safra seguinte para que o nível de carboidrato seja repostado já que os frutos em desenvolvimento representam uma fonte de sumidouro desses nutrientes, assim, a alternância de frutos mantém um equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodução (MARTÍNEZ-ALCÁNTARA *et al.*, 2015).

A flutuação na produção gera problemas agronômicos como aumento da mão de obra e o uso de produtos químicos para regularizar a produção nos pomares, e a principal hipótese para explicar esse fenômeno de produção bienal é que a produção de frutos em um ano tem efeito negativo na formação floral do ano seguinte – o porte bienal é hereditário e segrega em uma progênie de macieira (DURAND *et al.*, 2013).

3 PRÁTICAS DE MANEJO NATURAIS

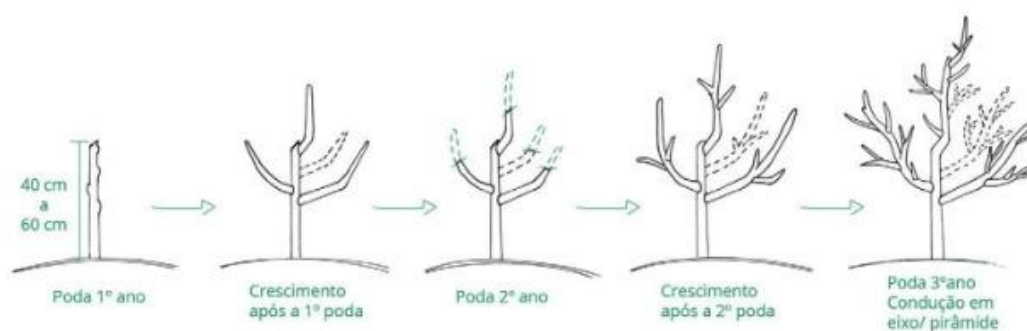
3.1 PODA

Espécies arbóreas com copas grandes e densas, têm interceptação luminosa menor que 30% da luz total no seu interior (MUSACCHI *et al.*, 2023). Assim, essa limitação reduz a formação de botões florais afetando a qualidade de frutos (MUSACCHI; SERRA, 2018).

O sistema de condução de macieira chamado de Tall Spindle, por exemplo, a partir do amadurecimento da macieira a poda de renovação dos ramos permite a manutenção da copa alta e estreita, com boa distribuição de luz, elevada interceptação luminosa e elevados rendimentos. Entretanto, se a altura das árvores ultrapassasse 90% do espaçamento entre linhas, a qualidade dos frutos na parte inferior da copa acaba sendo reduzida. Esse sistema é adaptável à mecanização parcial da poda para redução dos custos, desbaste manual e colheita (ROBINSON; REGINATO, 2011).

O desbaste consiste na remoção de brotos originados dos ramos principais anteriores e proporciona o crescimento e desenvolvimento natural da árvore, tal prática melhora a distribuição de luz na copa, aumenta a quantidade e a qualidade de frutos e controla o crescimento das árvores (JUNG; CHOI, 2010). A poda de condução em pirâmide, ou ainda denominada de eixo, é realizada entre os três primeiros anos da planta de macieira, seguindo a forma piramidal a qual mantém um eixo central e conduz ramos laterais na forma helicoidal (ANTUNES *et al.*, 2021).

Figura 1 - Passo a passo da condução da poda em eixo ou pirâmide.

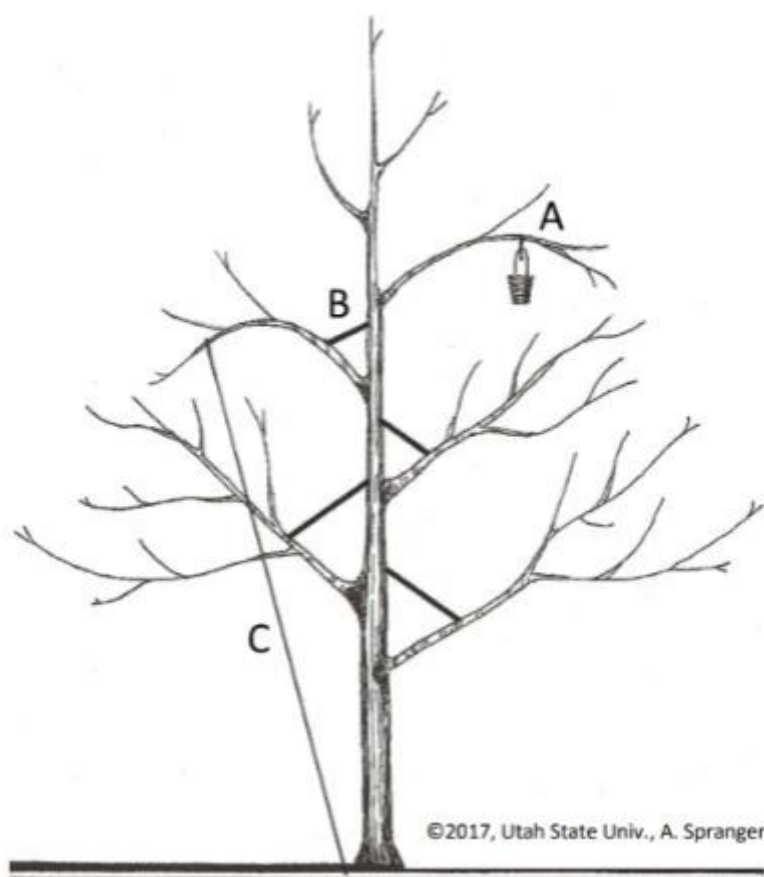


Fonte: ANTUNES *et al.*, 2021.

As árvores crescem para manter o equilíbrio entre raízes e galhos. A poda afeta esse equilíbrio e a árvore responde de maneira previsível quando os galhos são removidos. A remoção de galhos durante a estação de dormência perturba o equilíbrio, de modo que a árvore tem mais reservas de raízes superiores às necessárias para a copa disponível, e este excesso de energia promoverá um novo crescimento adicional na estação seguinte.

Assim, quando a árvore está dormente tende a aumentar o vigor da árvore. Durante o verão, a árvore cresce ativamente e a remoção de galhos removerá recursos, resultando na redução do vigor da árvore (MAUGHAN; BLACK; ROPER, 2017). A Figura 2 representa uma macieira no seu primeiro ano de condução, sendo guiada com uso de barbante, pesos e espalhadores de bastão para seus ramos atingirem o ângulo correto.

Figura 2 - Macieira jovem com andaimes galhos espalhados em ângulos mais amplos usando pesos (A), espalhadores de bastão (B) e barbante (C).



Fonte: MAUGHAN; BLACK; ROPER, 2017.

O vigor da planta está positivamente relacionado com a altura do dossel e, com o tempo, reduz o ambiente de luz e o rendimento das camadas mais baixas do dossel (PASA; EINHORN, 2014). As podas de plantas com característica de folhas caducas são realizadas no inverno, entretanto há a necessidade de intervir frequentemente com poda

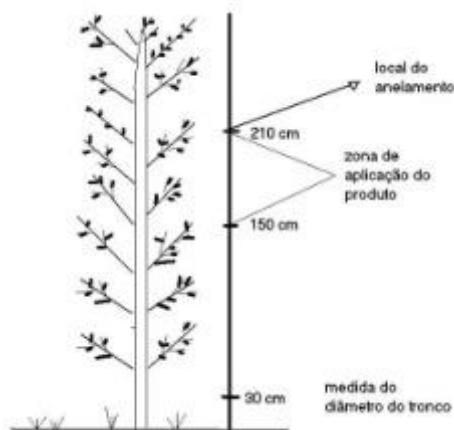
verde durante o período vegetativo a fim de regular o desenvolvimento de novos ramos na planta ao longo do ciclo, favorecendo forte crescimento vegetativo e reduzindo o número de gemas floríferas (CARRA *et al.*, 2014).

A formação da estrutura do líder central começa com o corte da muda a 70 cm do solo e após seu desenvolvimento, quando os ramos atingem 10 a 15 cm de comprimento se faz um raleio deixando um broto na ponta do caule, obtendo um eixo central e 4 a 6 ramos laterais (EMBRAPA, 1994).

3.2 INCISÃO E ANELAMENTO DE TRONCO

A incisão anelar consiste em fazer um corte na vertical abaixo da gema e um acima da gema de forma a interromper a circulação da seiva, esses cortes devem ter aproximadamente 1 cm de comprimento (UBER, 2014).

Figura 3 - Local do anelamento de tronco, Pelotas, 2000.



Fonte: RUFATO; ROSSI; FARIA, 2004.

A incisão anelar, é uma técnica que consiste na remoção de um anel de casca das varas ou do tronco, podendo ser efetuada em árvores vigorosas capazes de sobreviver ao tratamento, e basicamente consiste na intervenção mecânica do floema de modo que evite prejudicar o bom funcionamento do xilema, bloqueando então a circulação de seiva elaborada, o que resulta no impedimento da translocação de fotoassimilados, nutrientes,

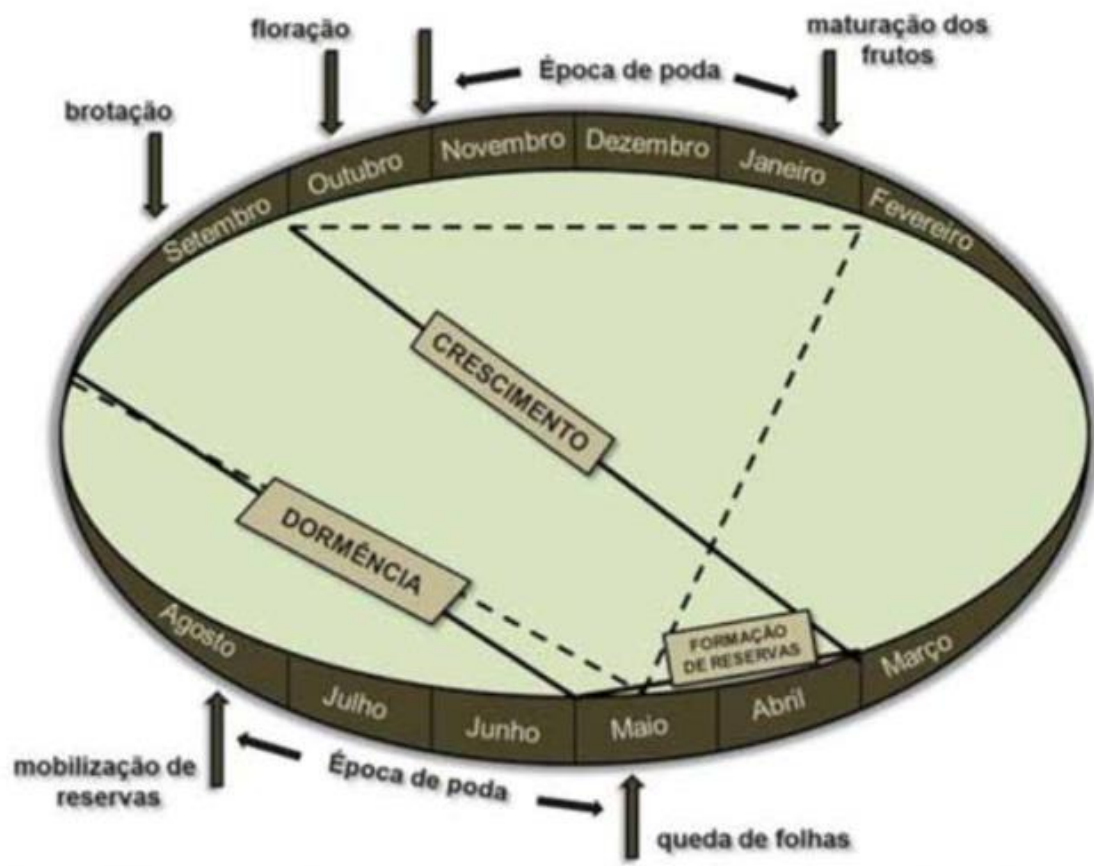
minerais e substâncias reguladoras de crescimento - como os hormônios – de copa e raízes (MIRANDA, 2011).

3.3 SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA NATURAL

As fruteiras de clima temperado apresentam queda das folhas no final do ciclo, ocorrendo no início do outono, e a consequente entrada em dormência. Para sobreviverem ao período hibernar, essas plantas desenvolvem um mecanismo de adaptação que passa pela aquisição da resistência ao frio e de controle do crescimento chamado dormência. Durante este período, a planta não apresenta crescimento visível, porém, as atividades metabólicas continuam, embora com intensidade reduzida (PETRI *et al.*, 2021). É fundamental acompanhar dados como horas de frio (HF) e unidades de frio (UF) durante o repouso hibernar das macieiras no Sul Catarinense, adotando técnicas de manejo e tratamentos culturais (COUTO; SEZERINO, 2023).

A superação de dormência é uma prática indispensável para que sejam padronizadas a época de brotação, floração e maturação dos frutos, logo, facilita algumas práticas culturais como poda, raleio e colheita. (UBER, 2014). Práticas culturais como o frio artificial, incisão anelar, arqueamento de ramos melhorando a distribuição de fotoassimilados e favorecendo a brotação, e a desfolha podem induzir o início das brotações (PETRI *et al.*, 2006).

Figura 4 - Ciclo vegetativo de árvores frutíferas de clima temperado.



Fonte: PETRI *et al.*, 2021.

Sucintamente, a linha tracejada da Figura 3 representa condições ambientais de região tipicamente de clima temperado com inverno frio, enquanto a linha contínua exhibe as condições de clima subtropical a temperado, ou seja, inverno ameno.

3.4 PORTA-ENXERTOS

As macieiras e pereiras são árvores compostas, onde dois genótipos são combinados em uma única árvore recebendo a denominação de enxertia, o qual geralmente é selecionado a partir de características como produção e é utilizado porta-enxerto que influencia o vigor de crescimento e resistência a estresse biótico e abiótico (JUPA; MÉSZÁROS; PLAVCOVÁ, 2021). As propriedades de copas e porta-enxertos

são combinadas de acordo com a demanda do produtor a fim de otimizar o desempenho (MESZÁROS *et al.*, 2019).

A escolha do portaenxerto apropriado irá relacionar: condições locais, solo e cultivar; desta forma será possível obter plantas com tamanho apropriado a densidade de plantio planejada (OMAFRA, 2012).

O fator precocidade é desejado na produção dessas frutas até mesmo para que o produtor obtenha retorno mais rapidamente, assim, árvores com crescimento vegetativo suprimido produzem frutos mais cedo durante sua vida útil e isso reduz os custos associados à prática da poda (MESZÁROS *et al.*, 2015). A enxertia pode manipular a morfologia do enxerto e gerenciar estresse biótico como doenças virais, bacterianas, fúngicas e nematoides, assim como, estresse abiótico devido a oscilação de temperatura, fenômenos de seca extrema versus encharcamento e alcalinidade versus acidez do solo (ALBACETE *et al.*, 2015).

Uma forma de controlar o crescimento vegetativo em fruteiras comerciais é utilizando porta-enxerto anão embora o vigor seja uma combinação entre copa e porta-enxerto (FAZIO *et al.*, 2014). Considera-se que esse tipo de porta-enxerto influencia sobre o tamanho e funcionamento de estômatos na transpiração, no potencial hídrico das folhas e do caule, de maneira geral no balanço hídrico da planta enxertada, porém, esse ainda é um efeito que não possui uma explicação definida comprovada (HAJAGOS; VÉGVÁRI, 2013).

O porta-enxerto semiaananizante ‘MM106’ foi utilizado inicialmente pelos agricultores por volta de 50 anos atrás, justamente por se enquadrar nos padrões de vigor dos sistemas de cultivo da época (DENARDI; HAWERROTH; KVITSCHAL, 2020). A combinação de porta-enxerto semi-vigoroso (Marubakaido) com interenxerto M9 tem sido o preferido pelos pomicultores na região Sul do Brasil. Aliado às características do ‘M9’ o ‘Maruba’ possui características de resistência à podridão do colo e ao pulgão lanígero. Além disto é considerado de fácil propagação, mesmo em estacas dormentes, possuindo boa tolerância em solos de replantio. Esta combinação possui limitações: a grande quantidade de rebrotes no colo da planta e formação de galhas no sistema radicular, a presença de pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*) e a necessidade de fazer duas enxertias para formação de mudas (DENARDI; SPENGLER; BASSO, 2013).

O ‘Maruba’ é um porta-enxerto conhecido por ser vigoroso, por esse motivo, quando enxertado com copas de vigor menor que este, tende a emitir rebrotes em profusão no colo da planta, agravando-se quando se utiliza o filtro de ‘M9’. Dessa forma, o rebrotamento intenso requer considerável mão de obra para mitigar esse problema, o que resulta em relutância dos fruticultores em usar porta-enxertos com esta característica (DENARDI *et al.*, 2015).

Por outro lado, o porta-enxerto semivigoroso MM.111 não tem os inconvenientes do ‘M.7’, não rebrotando tão intensamente quanto o ‘Maruba’, porém não inicia a produção tão precocemente, além de induzir vigor excessivo à copa, para os padrões atuais de sistemas de plantios de alta densidade de pomares de macieira no Brasil (DENARDI *et al.*, 2015).

3.5 ESCOLHA DE CULTIVARES RESISTENTES

Queimaduras causadas pela incidência solar e pela temperatura sobre variedades tardias, as quais o cultivo é deixado para o período de alta onde as temperaturas prevalecem, levam a sérios problemas de comercialização e armazenamento do fruto (RACSKO; SCHRADER, 2012). Se forem estabelecidas instalações hortícolas com variedades precoces e a colheita for concluída antes do período de risco, os possíveis efeitos destes problemas são mitigados. As variedades precoces com um curto período de vegetação ativa permitem que os agricultores dediquem tempo para diferentes atividades. (MERTOĞLU *et al.*, 2022). Variedades precoces podem ser comercializadas a preços razoáveis no mercado interno durante o início da temporada de produção, quando a diversidade de culturas é baixa, sendo, também, crucial que aumentem as exportações do país potencial (IMRAK *et al.*, 2009).

3.6 PODA DE RAÍZES

A poda radicular objetiva reduzir o crescimento de ramos com a finalidade de minimizar a necessidade de poda da parte aérea e visa equilibrar o desenvolvimento vegetativo e o desenvolvimento produtivo (HAWERROTH; PETRI, 2011). Os ramos,

brotos e folhas são drenos mais fortes de fotoassimilados, o que prejudica toda a parte reprodutiva, como a formação de gemas florais e frutos. O excesso de crescimento vegetativo e uma escassa diferenciação floral podem determinar uma planta pouco produtiva (RUFATO *et al.*, 2012).

3.7 ARQUEAMENTO DE RAMOS

O arqueamento de ramos é praticado há décadas como um meio eficaz de induzir botões florais em maçã 'Fuji', contudo, os hormônios endógenos como ABA, IAA e GA, ácido abscísico, ácido indol-acético e ácido giberélico respectivamente, desempenham um papel importante no florescimento de macieiras (ZHANG *et al.*, 2015a).

3.8 FRUTIFICAÇÃO EFETIVA E RALEIO DE FRUTOS

O uso de raleantes químicos é comum em cultivos convencionais na fase de floração juntamente com ácido giberélico (GA) somado à benziladenina, ou ainda a combinação de ácido naftaleno acético (ANA), ou apenas beniladenina apresentaram resultados semelhantes ao raleio manual realizado pelo produtor, sendo uma alternativa para atender às exigências do mercado de maçã e sem dúvida, uma alternativa que reduz os custos de mão de obra (PETRI *et al.*, 2018).

3.9 HÁBITOS DE CRESCIMENTO

Em sistemas de alta densidade, as mudas são plantadas próximas o suficiente para preencher o espaço entre elas o mais rápido possível. Assim, gastariam menos energia para o crescimento de tronco, galhos, raízes e folhas. Adicionalmente ao uso de porta-enxertos ananizantes, destina-se as fontes de energia para o crescimento de estruturas reprodutivas. Contudo, sistemas intensivos demandam grande número de plantas e necessitam um sistema de sustentação para suportar toda a produção sem que as plantas quebrem pelo peso da carga de frutas. Além disso, depende de aporte adequado

de água e nutrientes, podendo ser fornecido via irrigação ou fertirrigação, para que as plantas cresçam em taxas adequadas (LEHNERT, 2012).

A condução da planta está relacionada aos três níveis interdependentes: a gestão da forma e do espaço da planta durante o tempo, ou seja, arquitetura, a otimização da interceptação luminosa necessária para o funcionamento foliar e consequentemente, a qualidade do desenvolvimento dos frutos (STEPHAN, 2012).

4 CONCLUSÃO

Práticas sustentáveis de controle de vigor em pomares de macieira visando produção sustentável e viável na realidade Sul brasileira, são possíveis e acessíveis ao produtor local. Pesquisas voltadas ao desenvolvimento de novos porta-enxertos, principalmente resistentes a doenças e com grande potencial produtivo, ainda são necessárias.

REFERÊNCIAS

- ALBACETE, A. *et al.* Unravelling rootstock× scion interactions to improve food security. **Journal of experimental botany**, v. 66, n. 8, p. 2211-2226, 2015.
- ANTUNES, G. *et al.* **Manual técnico da macieira**. Funchal: Centro ISOPlexis da Universidade da Madeira, 2021.
- ASHRAF, N.; ASHRAF, M. Summer pruning in fruit trees. *African Journal of Agricultural Research*, v. 9, n. 2, p. 206-210, 2014.
- BIAN, Z. H.; YANG, Q. C.; LIU, W. K. Effects of light quality on the accumulation of phytochemicals in vegetables produced in controlled environments: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 5, p. 869-877, 2015.
- CAPELLI, M.; LAURI, P.; NORMAND, F. Deciphering the costs of reproduction in mango–vegetative growth matters. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 1531, 2016.
- CARRA, B. *et al.* Efeito da poda verde e da poda de raiz em pereiras tratadas com prohexadione cálcio. **XVI ENPOS – Encontro de Pós-graduação UFPEL**, 2014.
- COUTO, M.; SEZERINO, A. A. Monitoramento do frio: da dormência à indução da brotação e do florescimento em macieira-junho 2023. Informe técnico, 2023.
- DAR, J. A.; WANI, A. A.; AHMED, M.; NAZIR, R.; ZARGAR, S. M.; JAVAID, K. Peel colour in apple (*Malus domestica* Borkh.): An economic quality parameter in fruit market. **Scientia horticultrae**, Amsterdam, v. 244, p. 50-60, 2019.
- DENARDI, F.; SPENGLER, M.M.; BASSO, C. 2003. Obtenção e avaliação de novos portaenxertos de macieira. Epagri – Relatório Técnico, Convênio ABPM/Epagri/Embrapa/Udesc. In: **Jornal da Fruta**, Lages, ed.270, p.16-16, julho de 2013.
- DENARDI, F. *et al.* Desempenho agrônômico de porta-enxertos de macieira da série americana ‘Geneva®’ no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 104-111, 2015.

DENARDI, J.; HAWERROTH, M. C.; KVITSCHAL, M. V. Desempenho agrônomo de porta-enxertos de macieira da série japonesa JM no meio Oeste catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 2, p. 48-53, 2020.

DURAND, J. *et al.* New insights for estimating the genetic value of segregating apple progenies for irregular bearing during the first years of tree production. **Journal of experimental botany**, v. 64, n. 16, p. 5099-5113, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura da maçã**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Santa Catarina dá início à safra de maçã e espera colher 570,8 mil toneladas. Florianópolis: SC, Epagri, 2023. Disponível em: <https://blog.epagri.sc.gov.br/index.php/santa-catarina-da-inicio-a-safra-de-maca-e-espera-colher-5708-mil-toneladas/>. Acesso em: 24 de fev. de 2023.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Mapeamento por satélite da Epagri confirma: SC é o maior produtor de maçã do Brasil. Florianópolis: SC, Epagri, 2022. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2022/04/27/mapeamento-por-satelite-da-epagri-confirma-sc-e-o-maior-produtor-de-maca-do-brasil/>. Acesso em: 24 de fev. de 2023.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. SC conquista sua sexta Indicação Geográfica, da Maçã Fuji da Região de São Joaquim. Florianópolis: SC, Epagri, 2021. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2021/08/03/sc-conquista-sua-sexta-indicacao-geografica-da-maca-fuji-da-regiao-de-sao-joaquim/>. Acesso em: 24 de fev. de 2023.

FAZIO, G. *et al.* Rootstocks and its relationship to induction of early bearing in apple scions. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 139, n. 2, p. 87-98, 2014.

GOLDSCHMIDT, E. E. The evolution of fruit tree productivity: a review. **Economic botany**, v. 67, p. 51-62, 2013.

HAJAGOS A, VÉGVÁRI G. Investigation of tissue structure and xylem anatomy of eight rootstocks of sweet cherry (*Prunus avium* L.). **Trees**. v. 27, p. 53-60, 2013.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, L. J. **Controle do desenvolvimento vegetativo em macieira e pereira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola – Lavoura Permanente. Brasil: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/pesquisa/15/0>. Acesso em: 24 de fev. de 2023.

IMRAK, B., *et al.* Apple growing in greenhouse under subtropic conditions. **TABAD, Tarım Bilimleri Aras< tail> tirma Dergisi**, v. 2, n. 1, p. 187-193, 2009.

JUNG, S.; CHOI, H. Light penetration, growth, and fruit productivity in ‘Fuji’ apple trees trained to four growing systems. **Scientia Horticulturae**, v. 125, n. 4, p. 672-678, 2010.

JUPA, R.; MÉSZÁROS, M.; PLAVCOVÁ, L. Linking wood anatomy with growth vigour and susceptibility to alternate bearing in composite apple and pear trees. **Plant Biology**, v. 23, n. 1, p. 172-183, 2021.

LAURI, P. E.; COMBE, F.; BRUN, L. Regular bearing in the apple—Architectural basis for an early diagnosis on the young tree. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 10-16, 2014.

LEHNERT, R. High-density economics: An orchard system that generates high, early yields of the most valuable apples is the most profitable. 2012. Disponível em: <https://www.goodfruit.com/high-density-economics/>. Acesso em: 06 de set. 2023.

LUGARESI, A. *et al.* Late summer pruning improves the quality and increases the content of functional compounds in Fuji apples. **Bragantia**, v. 81, 2022.

MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, B. *et al.* Carbon utilization by fruit limits shoot growth in alternate-bearing citrus trees. **Journal of plant physiology**, v. 176, p. 108-117, 2015.

MAUGHAN, T.; BLACK, B.; ROPER, T. Training and pruning apple trees. **Horticulture**, 2017.

MERTOĞLU, K. *et al.* Horticultural Characteristics of Summer Apple Cultivars from Turkey. **Plants**, v. 11, n. 771, 2022.

MÉSZÁROS, M., *et al.* Long-term evaluation of growth and yield of Stanley and Cacanska lepotica plum cultivars on selected rootstocks. **Horticultural Science**, v. 42, n. 1, p. 22-28, 2015.

MÉSZÁROS, M. *et al.* Aspects influencing the rootstock–scion performance during long term evaluation in pear orchard. **Horticultural Science**, v. 46, n. 1, p. 1-8, 2019.

MIRANDA, P. M. S. **Avaliação da incisão anelar em diferentes datas na produtividade e qualidade dos frutos da Actinidia deliciosa cv. Hayward**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agricultura Biológica) - Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Ponte de Lima, 2011.

MUSACCHI, S.; SERRA, S. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. **Scientia Horticulturae**, v. 234, p. 409-430, 2018.

MUSACCHI, S. *et al.* Studies on physiological and productive effects of multi-leader training systems and Prohexadione-Ca applications on apple cultivar 'WA 38'. **Scientia Horticulturae**, v. 312, n. 111850, 2023.

OMAFRA – Ministry of Agriculture Food & Rural Affairs. Choosing Rootstocks. Ontario, 2012. Disponível em: <https://www.omafra.gov.on.ca/neworchard/english/apples/21rootstock.html>. Acesso em: 06 de ago. de 2023.

PASA, M. S.; EINHORN, T. C. Heading cuts and prohexadione-calcium affect the growth and development of 'd'Anjou' pear shoots in a high-density orchard. **Scientia Horticulturae**, v. 168, p. 267-271, 2014.

PETRI, J. *et al.* Alternativas de raleio químico da macieira 'Fuji suprema'. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, n. 2, p. 74-81, 2018.

PETRI, J. L. *et al.* Dormência e indução à brotação de árvores frutíferas de clima temperado. **Boletim Técnico**, n. 192, 2021.

RACSKO, J.; SCHRADER, L.E. Sunburn of Apple Fruit: Historical Background, Recent Advances and Future Perspectives. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 31, n. 6, p. 455–504, 2012.

ROBINSON, T. L.; HOYING, S. A.; REGINATO, G. H. The tall spindle planting system: Principles and performance. In: IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems 903. p. 571-579, 2011.

RUFATO, L.; ROSSI, A.; FARIA, L. C. Uso de promalina e incisão anelar no incremento do crescimento vegetativo de ramos laterais em pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Bratsch) conduzidos em Axis colunar. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 117 – 122, 2004.

RUFATO, L. *et al.* Intensidade e épocas de poda verde em pereira'Abate Fetel'sobre dois porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 475-481, 2012.

SANDER, G. F. **Desempenho vegetativo e produtivo de macieiras 'Fuji-Kiku-8' e 'Maxigala' em diferentes sistemas de condução em Vacaria, RS.** 2015. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

SOETHE, C. *et al.* Postharvest quality and functional compounds in" dedo-de-moça" BRS Mari'pepper fruit at different stages of maturity. **Ciência Rural**, v. 46, n.8, p. 1322-1328, 2016.

STANGER, M. C. *et al.* Phenolic content and antioxidant activity during the development of 'Brookfield' and 'Mishima' apples. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 65, n. 17, p. 3453-3459, 2017.

STANGER, M. C. *et al.* Phenolic compounds content and antioxidant activity of 'Galaxy' apples stored in dynamic controlled atmosphere and ultralow oxygen conditions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 144, p. 70-76, 2018.

STEPHAN, J. **Architecture 3D et microclimat lumineux de l'arbre comparaison de cultivars de pommiers soumis a des manipulations de conduite.** 2012. 156 f. Tese (Doutorado) - Curso de Docteur D'universite Physiologie Et Génétique Moléculaire, Université Blaise Pascal, [S. I], 2012.

TUSTIN, D. S.; BREEN, K. C.; VAN HOOIJDONK, B. M. Light utilisation, leaf canopy properties and fruiting responses of narrow-row, planar cordon apple orchard planting systems—A study of the productivity of apple. **Scientia Horticulturae**, v. 294, n. 110778, 2022.

UBER, S. C. **Alternativas ao uso da cianamida hidrogenada na indução da brotação em macieiras ‘maxi gala’**. 2014. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

ZHANG, M. *et al.* Effect of bending on the dynamic changes of endogenous hormones in shoot terminals of ‘Fuji’ and ‘Gala’ apple trees. **Acta physiologiae plantarum**, v. 37, p. 1-9, 2015a.

ZHANG, C. *et al.* Non-invasive sensing techniques to phenotype multiple apple tree architectures. **Information Processing in Agriculture**, 2021b.